

Visión de Conservación de la B I O D I V E R S I D A D del Corredor Amboró - Madidi

Editores: Pierre L. Ibisch, Natalia Araujo & Christoph Nowicki



I. Introducción



La Yunga de Mairana, iniciativa de turismo comunitario (Foto: M.C. Arteaga / FAN)



I. Introducción

N. Araujo & P.L. Ibisch

1. Antecedentes y justificación del presente estudio

En los últimos años un buen número de actores de conservación han enfocado sus actividades en el Corredor Amboró-Madidi (CAM), debido principalmente al alto valor del área para la biodiversidad, tanto en el ámbito nacional, como global (Solomon 1989, Moraes & Beck 1992, Barthlott *et al.* 1996, Clarke & Sagot 1996, Araujo & Ibisch 2000). El CAM forma parte del Corredor Vilcabamba-Amboró, que se extiende entre Perú y Bolivia, y es parte del *hotspot*¹ de biodiversidad de los Andes Tropicales.

En Bolivia, el Corredor Amboró-Madidi, ha despertado interés de organizaciones de desarrollo debido también a una alta concentración de actividades humanas. En el CAM y en su área de influencia habitan aproximadamente más de tres millones de personas; las principales vías camineras de Bolivia se encuentran atravesando el área, estas vías a su vez conectan a las tres ciudades principales del país (Santa Cruz, Cochabamba y La Paz), ubicadas muy próximas a los límites del área. Además, el CAM es un centro importante de colonización, de desarrollo agrícola y con alta concentración de concesiones mineras, petroleras y forestales. Todos estos factores denotan que el área se ha constituido también en un centro importante para el desarrollo social y económico de Bolivia.

Justamente esta combinación de características biológicas y socioeconómicas del área, han incentivado múltiples acciones de conservación y de desarrollo social y económico. Las actividades de conservación de la biodiversidad han seguido políticas individuales de cada una de las instituciones presentes en el CAM, acciones que no necesariamente garantizan el mantenimiento de procesos biológico-ecológicos.

En este sentido y dada la importancia biológica del CAM, se identifica la necesidad de tener una Visión global de conservación para toda el área del corredor, que oriente un proceso de acciones locales, individuales o conjuntas pero concebidas bajo la idea de lograr impactos regionales para el mantenimiento de su funcionalidad.

La idea del desarrollo de una Visión de conservación de la biodiversidad en el CAM como base para un Plan de Conservación, tuvo su origen en los resultados de un estudio sobre el Sudoeste de la Amazonia en Bolivia, desarrollado en el año 1998, por la Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN) para el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), en el cual se identificó a la franja comprendida entre los Parque Nacionales Amboró y Madidi como una área prioritaria de importancia nacional y clave para el mantenimiento de las funciones ecológicas en la Amazonia.

¹ <http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/andes/>

De esta manera en el año 2000, y en un nuevo esfuerzo conjunto entre FAN y WWF se desarrollaron las primeras bases conceptuales y de información en el documento denominado “Hacia un Plan para el Conservación de la Biodiversidad del Bio-Corredor Amboró-Madidi,” cuyo contenido ha sido aprovechado en gran medida en distintos capítulos del presente documento, referidos principalmente a la base conceptual de corredores y al diagnóstico biológico sobre flora y fauna.

Es así que en el año 2003, se inicia finalmente el proyecto para el desarrollo de la “Visión de Conservación de la Biodiversidad en el Corredor Amboró-Madidi,” y sus resultados se plasman en el presente documento. El fundamento del desarrollo de la Visión se basa en el mantenimiento del CAM como tal, un **corredor biológico** que se caracteriza por presentar algunas condiciones que, entre otros, garantizan el desplazamiento de las poblaciones, cumpliendo libremente sus funciones biológicas. Como se intenta fundamentar aún más en el presente documento, el área del CAM tiene necesidades de conservación especiales; por lo tanto, las medidas de conservación en el CAM deberán ser planificadas en base a sus características como corredor biológico y como región ecológicamente coherente. Así la dirección de las actividades en sitios aislados podrá tener este impacto regional deseado en una visión de conservación de la biodiversidad.

Este proyecto ha sido ejecutado de manera conjunta entre la Fundación Amigos de la Naturaleza como responsable técnico, el apoyo de Conservación Internacional (CI), The Nature Conservancy (TNC), el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y el soporte y seguimiento continuo de la Dirección General de Biodiversidad del Ministerio de Desarrollo Sostenible liderando un comité de seguimiento (CCCAM). De esta manera, instituciones nacionales e internacionales se juntan por primera para el desarrollo de una visión conjunta de conservación para un área determinada.

El proyecto también ha recibido valiosos aportes técnicos del Centro de Investigación Satelital y Teledetección (CISTEL); el Instituto de Ecología (IE), y la sección de Ornitología del Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado (MHNNKM). Igualmente, es importante destacar, que el proyecto ha aprovechado de la sinergia existente con otras actividades y proyectos ejecutados en FAN, que han contribuido significativamente a la calidad de la información utilizada, como de la metodología empleada para diferentes análisis, especialmente en el caso del proyecto apoyado por el programa alemán TÖB-GTZ “Extrapolaciones de biodiversidad y escenarios de clima y sociodemográficos como instrumentos de análisis para el diseño y distribución óptima de áreas protegidas en Bolivia.”

Finalmente, queda mencionar que el presente análisis fue preparado con rigor científico buscando la aplicación e integración de diferentes conceptos modernos para que se adapten a la realidad del Corredor Amboró-Madidi. Es el resultado de un proceso intensivo con participación de varios científicos tratando de desarrollar los enfoques y métodos más adecuados para la conservación de la biodiversidad de Bolivia.

2. Objetivos y alcance

Visión del Proyecto que se espera ver en 10 a 15 años

Tomadores de decisión, financiadores, actores locales y organizaciones en general, cuentan con un instrumento de orientación para la gestión de conservación de la biodiversidad dirigido hacia un proceso de desarrollo sostenible y fundamentado en las necesidades de la biodiversidad en el Corredor Amboró-Madidi.

Objetivo Principal

El objetivo principal del proyecto ha sido el desarrollo de una visión de conservación de la biodiversidad en el Corredor Amboró-Madidi como una herramienta fundamental para enfrentar estrategias de conservación en esta región de Bolivia. De esta manera se espera que las líneas estratégicas desarrolladas en la visión puedan ser internalizadas, principalmente, por los actores de conservación de la biodiversidad, logrando el establecimiento de un corredor de conservación enfocado hacia el mantenimiento de procesos ecológicos y evolutivos evitando la pérdida de conectividad y la fragmentación de los ecosistemas, así como la conservación de las especies manteniendo su representatividad/singularidad, bajo un enfoque de desarrollo humano sostenible.

Objetivos específicos

- Identificar las necesidades de conservación desde la perspectiva de la biodiversidad en el CAM, orientadas por un diagnóstico completo sobre aspectos biológicos y ecológicos.
- Determinar el potencial de conservación desde la perspectiva humana, contemplando el estado actual de conservación de los ecosistemas y escenarios futuros para la biodiversidad.
- Definir lineamientos técnicos para la gestión de conservación de la biodiversidad en el CAM a largo plazo.

3. Marco conceptual para el desarrollo de una Visión de Conservación

La **Visión de Conservación** se ha definido como el estado deseable de la biodiversidad en un futuro a largo plazo, que es el resultado de un proceso de atención adecuada tanto de las necesidades de la biodiversidad, como del desarrollo humano sostenible.

Se planteó el desarrollo de una Visión dinámica, proactiva y especializada para toda el área del CAM, considerando escenarios ecológicos como socioeconómicos, y orientada hacia una propuesta para el uso de la tierra, con líneas estratégicas basadas en objetivos de conservación medibles y especializados.

En este marco la Visión desarrollada es:

- **Dinámica**, dando mucho énfasis en procesos biológicos y ecológicos; no basándose en patrones actuales y estáticos de la biodiversidad; tratando de entender la evolución de los patrones y garantizando la evolución hacia el futuro; pero también entendiendo la interacción de los humanos con los ecosistemas como un proceso dinámico que sigue en el futuro.
- **Proactiva**, anticipándose a los problemas de conservación, considerando las dinámicas y tendencias socioeconómicas, trabajando estrategias en función de escenarios de mejor o peor caso que puedan pasar y reconociendo la oportunidad histórica que se tiene en Bolivia de poder influir sobre el destino de muchas áreas con tenencia de la tierra aún no bien definida.
- **Especializada**, haciendo un tratamiento integral del espacio, orientado hacia una visión de conservación que reconoce las necesidades de desarrollo humano y el consiguiente uso de los recursos naturales que esto implica, sin embargo considerando que el uso debe aplicarse de manera diferencial en el territorio, respetando el potencial natural de los recursos y las necesidades de conservación de la biodiversidad. Entendiendo la conservación como un uso que busca la generación y manutención de servicios ecológicos que brindan los ecosistemas a través de sus funciones naturales.

También es importante mencionar que la Visión se basa en una planificación que involucra a tres ecorregiones (Yungas, dos subecorregiones de la Amazonia y una sección de los Bosques Secos Interandinos), entonces se trata de una planificación inter-ecorregional que se enfoca en mantener principalmente las características de funcionalidad de la biodiversidad del Corredor Amboró-Madidi como un biocorredor natural y no considerando las ecorregiones en forma individual.

Básicamente el enfoque busca dar mucho énfasis a corredores altitudinales, debido a que el desplazamiento de especies en esta gradiente es uno de los mecanismos importantes de la generación de especies y sobre todo de la manutención de la diversidad (por mitigación de extinciones en tiempos de cambios climáticos muy drásticos). Los Andes (incluyendo el área del CAM), especialmente en los últimos 2,5 millones de años, funcionaron mitigando impactos del cambio climático sobre la biodiversidad al permitir una migración vertical de los taxa, moviéndose de los Andes hacia la Amazonia y viceversa.

Por otro lado, en toda el área del CAM hay una importante diversidad beta a lo largo de las gradientes altitudinal y latitudinal, sin embargo, hay barreras naturales (como p.ej., serranías muy altas, sistemas de valles y otros) que han causado la formación de subregiones biogeográficas. Dentro de estas subregiones, todas las áreas con condiciones ambientales comparables tienen inventarios relativamente más similares que si las comparamos con áreas ecológicamente similares de otras subregiones biogeográficas. Tratamos de entender y circunscribir estas subregiones biogeográficas como zonas de representación. Cada una de estas zonas de representación requiere que en ellas se establezcan áreas de conservación viables y funcionales.

De esta manera, en términos de representación estamos hablando de dos gradientes, altitudinal y latitudinal, que definen este marco:

- Por un lado se distinguen diferentes pisos altitudinales, que entre uno y otro varían en su carácter biogeográfico debido a su composición por especies de las diferentes regiones biogeográficas (tendencias: decreciente influencia de elementos amazónicos a medida que aumenta la altura, especialmente encima de 1.000 m; y creciente influencia de elementos andinos, holárticos y australantárticos hacia arriba). Quiere decir que el enfoque de la representación deberá buscar una buena participación de los diferentes pisos altitudinales en áreas de conservación.
- Por otro lado, a lo largo de la gradiente latitudinal la diversidad beta (como la tasa de reemplazamiento de taxa) no es una constante; más bien hay saltos de la tasa de reemplazamiento cada vez que entremos en una nueva región biogeográfica. Estas zonas biogeográficas latitudinales tienen su origen en barreras naturales que han frenado el desplazamiento latitudinal de taxa.

Finalmente, basados en este enfoque se propone un portafolio de sitios para la conservación, con todo el espectro de intensidades de conservación, desde la protección estricta, hasta el manejo sostenible, así también se proponen estrategias para áreas de desarrollo, optando en lo posible por la manutención o recuperación de ecosistemas naturales.

4. Instituciones involucradas y equipo de trabajo

Instituciones involucradas en el proceso del proyecto

Probablemente el CAM sea una de las áreas con mayor presencia de actores de conservación en Bolivia, donde muchas de las instituciones de conservación han concentrado sus actividades, principalmente, en áreas protegidas. Pese al trabajo de varios actores institucionales, recién en los últimos cuatro años, se ha notado una acción más conjunta y coordinada para hablar del CAM como un **corredor de conservación**².

De esta manera, con el inicio del proyecto “Visión de conservación de la biodiversidad en el Corredor Amboró-Madidi”, WWF impulsó la formación de un Comité de Coordinación del Corredor Amboró-Madidi (CCCAM), el cual ha sido una instancia importante para insertar el enfoque y resultados del proyecto en la mesa de discusión.

Este grupo del CCCAM está liderado por la Dirección General de Biodiversidad (DGB), y tuvo la participación del Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP), un representante de la Oficina de Medio Ambiente de USAID, cuatro organizaciones de conservación de ámbito internacional (WWF, CI, TNC y WCS) y tres organizaciones de conservación del ámbito nacional (Fundación Amigos de la Naturaleza-FAN, Asociación Boliviana para la Conservación-TROPICO y el Instituto para la Conservación y la Investigación Biológica-ICIB).

A un nivel más interno del proyecto de la Visión del CAM, las instituciones que han formado parte del proceso son:

- La **Fundación Amigos de la Naturaleza**, como responsable y ejecutora del proyecto. En el área del CAM lleva adelante, desde hace varios años, proyectos de desarrollo comunitario, ecoturismo y fortalecimiento municipal en el área protegida Amboró, ubicada al extremos sur del corredor. Así también ha desarrollado en todo el CAM actividades de investigación científica sobre biodiversidad.
- El **Fondo Mundial para la Naturaleza**, como financiador del proyecto. En los últimos años ha llevado a cabo varias acciones de conservación en el CAM, incentivando la investigación científica y la planificación de conservación basada en enfoque ecorregional, entre otras actividades.
- **Conservación Internacional**, como financiador del proyecto. Ha sido una de las instituciones que más activamente ha promovido el concepto del Corredor Vilcabamba-Amboró, como parte de un *hotspot* para la conservación de la biodiversidad, implementando acciones principalmente hacia el fortalecimiento de la gestión de áreas protegidas y sus zonas de influencia, tratando de mantener la conectividad entre las mismas.
- **The Nature Conservancy**, como financiador del proyecto. Ha mantenido un fuerte interés por el área del CAM, impulsando la realización de estudios e implementación de actividades para distintos sitios del Corredor, especialmente con el proyecto “Parques en Peligro” dirigido a la unidad de conservación Amboró-Carrasco.

² Un corredor biológico natural se convierte en un corredor de conservación en el momento del establecimiento de un programa, que busca que el biocorredor no pierda sus características necesarias para garantizar los movimientos y flujos de sus poblaciones.

Igualmente el proyecto de la Visión del CAM, ha tenido el apoyo de instituciones socias que han aportado en distintas fases del proyecto:

- El **Centro de Investigación Satelital y Teledetección (CISTEL)**, que ha elaborado el mapa de vegetación para el CAM y en este proyecto está facilitando esa información, dando asesoramiento referente al mapa y descripción de la vegetación.
- El **Instituto de Ecología (IE)**, que ha facilitado información para las bases de datos botánicos, así como la revisión de algunos mapas sobre flora producidos en el BIOM. La participación del Dr. Stephan Beck fue clave el proceso de establecimiento de base datos para algunos taxa en flora.
- La **Sección de Ornitología del Museo de Historia Natural Noel Kempff (MHNNKM)**, a través de los especialistas Mauricio Herrera y Osvaldo Millard, ha apoyado en la revisión de la base de datos de aves y en la validación del mapa final producido en BIOM para este grupo.
- La **Asociación Boliviana para la Conservación (TROPICO)**, a través de la colaboración de Robert Müller, apoyó en el proceso de discusión metodológica para el diseño de la visión, compartiendo la experiencia desarrollada durante el proyecto “Prioridades de Conservación en los Yungas Bolivianos.”

El equipo de trabajo para el proceso técnico:

a) El **equipo principal** de trabajo en FAN se constituyó de la siguiente manera:

- Pierre Ibisch, **líder científico** del equipo y especialista en planificación de conservación.
- Christoph Nowicki, **asesor científico** y responsable principal de los análisis biológicos y estado de conservación del CAM.
- Natalia Araujo, **coordinadora del proyecto** y responsable principal del análisis de evaluación integral y visión.
- Verónica Chávez, **técnica del proyecto**, brindando asistencia de coordinación, comunicación del proyecto y apoyando en la compilación de información y redacción de contenidos.
- Stefan Kreft, **biólogo voluntario**, participando en el proceso de discusión metodológica, redacción de varios artículos del documento y responsable de la elaboración de la base de datos ornitológica.
- Saúl Cuéllar, **geomático**, responsable de todo el análisis espacial en SIG y manejo de la información.
- Robin Caballero, **informático**, apoyando en los análisis con aplicación del BIOM.

b) **Asesores externos** que han participado principalmente en el proceso de discusión metodológica han sido:

- Steffen Reichle, coordinador científico para el Programa de Conservación de Andes del Sur de TNC. Participó en el proceso de discusión metodológica para la evaluación integral y desarrollo de la Visión, apoyando también en el contenido de algunos artículos del documento.
- Robert Müller, coordinador del proyecto “Prioridades de Conservación en los Yungas Bolivianos” ejecutado por la Asociación Boliviana para la Conservación (TROPICO). Participó en el proceso de discusión metodológica para la evaluación integral y desarrollo de la visión desarrollada en el presente documento.

c) Un equipo de consultores externos:

- Ramiro Molina, antropólogo, participó como consultor independiente en el análisis y redacción del diagnóstico socioeconómico.
- Roberto Vásquez, botánico, participó como investigador asociado a FAN, brindando información botánica para el BIOM y revisó los mapas de distribución de cada grupo.
- Gonzalo Navarro, botánico y biogeógrafo, participó como consultor asociado a CISTEL en la redacción del artículo sobre vegetación del CAM.
- Wanderley Ferreira, especialista en teledetección, participó como consultor asociado a CISTEL en la redacción del artículo sobre vegetación del CAM.
- Dirk Embert, herpetólogo, participó como consultor independiente brindando información sobre ofidios para el BIOM y revisó los mapas de distribución de este grupo.
- Mauricio Herrera, ornitólogo, participó como investigador del MHNNKM, en la revisión de la base de datos ornitológica y revisó los mapas de distribución de este grupo, generados por el BIOM.
- Oswaldo Maillard, ornitólogo, participó como investigador del MHNNKM, en la revisión de la base de datos ornitológica y revisó los mapas de distribución de este grupo, generados por el BIOM.

d) El proyecto contó con un equipo de apoyo del Departamento de Ciencias de FAN, importante para el procesamiento y análisis de la información, así como para la asistencia a todo el proyecto con:

- Alexandra Ley, bióloga, quien compiló y procesó todas las bases de datos biológicas para su posterior análisis en el BIOM.
- Lourdes Tangara, bióloga, compiló información y trabajó en la base de datos ornitológica.
- Sandra Landivar, bióloga, compiló información y trabajó en las bases de datos botánica y ornitológica.
- Arturo Osinaga, curador de la colección científica de plantas vivas de FAN, compiló información y trabajó en la base de datos botánica.
- Silvia Molina, informática, brindando asistencia para la digitalización de información y apoyo en los procesos de análisis espacial en SIG.
- Dennise Quiroga, bióloga, compiló información para el diagnóstico biológico y socioeconómico y participó en la redacción de algunos artículos del documento.
- Sara Espinoza, informática, brindando apoyo en los procesos de análisis espacial en SIG.
- Teresa Gutiérrez, bióloga, apoyó a distintas gestiones del proyecto y se encargó de todo el proceso final de edición y publicación del presente documento.

e) Finalmente es importante indicar que en la primera etapa del proyecto se contó con el aporte de varios especialistas para cada uno de los taxa seleccionados para el análisis con BIOM, los cuales en forma voluntaria, proporcionaron sus bases de datos y han acompañado el proceso de validación de los mapas sobre patrones de diversidad y rangos de distribución generados en el análisis. Una mención de cada uno de los especialistas y contribuidores se realiza en la sección de metodología.

Visión de Conservación de la B I O D I V E R S I D A D del Corredor Amboró - Madidi

Editores: Pierre L. Ibisch, Natalia Araujo & Christoph Nowicki

Editorial FAN
Santa Cruz de la Sierra, Bolivia
2007

“Visión de Conservación de la Biodiversidad del Corredor Amboró – Madidi”

Proyecto financiado por:

World Wildlife Fund (WWF), The Nature Conservancy (TNC) y
Conservación Internacional (CI - Bolivia)

Esta publicación ha recibido un aporte importante de la oficina de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos a través de la donación No. EDG-A-00-01-00023-00 (USAID/TNC) y LAG-A-00-99-00048-00 (USAID/WWF).

Las opiniones aquí expresadas pertenecen a los autores y no representan necesariamente las opiniones de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos, The Nature Conservancy, World Wildlife Fund y Conservación Internacional.

Con contribuciones de:

Tropenökologisches Begleitprogramm/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (TÖB / GTZ)
Centro para la Migración Internacional y el Desarrollo (CIM)
Instituto de Ecología (IE)
Centro de Investigación Satelital y Teledetección (CISTEL)
Museo de Historia Natural “Noel Kempff Mercado” (MHNNKM)
Asociación Boliviana para la Conservación - TROPICO

Coordinación de Edición:

Teresa M. Gutiérrez M.

Diagramación:

Sara Espinoza

La información puede ser utilizada mencionando la siguiente cita bibliográfica:

Ibisch, P.L., N. Araujo & C. Nowicki (eds.). 2007. Visión de Conservación de la Biodiversidad del Corredor Amboró - Madidi. FAN/WWF/TNC/CI. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra - Bolivia.

© 2007 FAN

ISBN:99905-66-37-2

Depósito legal: 8-1-296-05

Editorial FAN

Km 7 ½ Carretera Doble Vía a La Guardia

Telf. (00591-3)355 6800, Fax: (00591-3)354 7383

Casilla: 2241

Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

Impreso en Bolivia

Dibujo de la portada: Michael Rotmann



1. *Ceiba boliviana* (Bombacaceae)
2. *Helicteres hotskyana* (Sterculiaceae)
3. *Anemia phyllitidis* (Schizaeaceae)
4. *Paspalum stellatum* (Poaceae)
5. *Tillandsia samaipatensis* (Bromeliaceae)
6. *Ara rubrogenys* (Paraba frente roja)
7. *Pseudobombax longifolium* (Bombacaceae)
8. *Gallesia integrifolia* (Phytolaccaceae)
9. *Vultur gryphus* (Cóndor andino)
10. *Vigna caracalla* (Fabaceae)

©Michael Rotmann

“La cordillera de los andes, surge abruptamente de las inmensas llanuras que ocupan el centro de Sud América, mientras van formando una barrera desde Tierra Fuego en el sur hasta Colombia y Venezuela en el norte. Esta pintura es de una quebrada (o un lugar) cerca de la ciudad de Santa Cruz, Bolivia, y en esta área es dónde yo estoy trabajando actualmente para producir una lista de todas las más de 3.000 especies de plantas vasculares que crecen en y en los alrededores del Parque Nacional Amboró. En esta exuberante región, la vegetación es de tipo Bosque Deciduo Subtropical. Uno de los árboles más impresionante es la *Ceiba boliviana*, con flores blancas grandes con rayas rojas y un tronco lleno de espinas cónicas macizas o duras. Menos feroz, pero cautivante a su propia manera es el “ajo-ajo” *Gallesia integrifolia*, cuyo nombre se debe a que desprende o exhala un hedor predominantemente a ajo en todas sus partes. El *Helicteres hotskyana* no tiene nombre común, ni se sabe quien poliniza sus muy largas flores. La bromelia *Tillandsia samaipatensis* (de la familia de las piñas) forma rosetones grandes de hojas rojas en los precipicios o acantilados de piedra arenisca. Al florecer, la inflorescencia colgante llega a medir hasta 2 metros de largo y tiene un color amarillo brillante. ¡A pesar del hecho que normalmente crece a lo largo de una carretera principal, esta planta espectacular recibió su nombre científico recién en 1997! Menos impresionante, pero intrigante a su propia manera, es la gramínea *Paspalum stellatum*. Cada tallo de la flor proporciona una estructura chata que cumple la función de un techo y cubre y protege a las flores de la lluvia. Y desde arriba, el majestuoso cóndor de los andes, una especie rara y en peligro que todavía habita en estos hábitats montañosos sumamente diversos, está inspeccionando este paisaje.”

La pintura de la portada corresponde a un ecosistema de la periferie del Corredor Amboró-Madidi, en la zona del Amboró donde se mezclan elementos de los Yungas con otros ecosistemas más áridos. Sin duda alguna muestra la singular belleza paisajística del lugar. La descripción de la pintura pertenece al Dr. Michael Nee, quién ha dedicado varios años de su vida a estudiar la flora del Amboró.

Tabla de Contenido

Agradecimientos	xiii
Resumen ejecutivo	xv
Siglas y acrónimos utilizados	xix
I. Introducción	3
1. Antecedentes y justificación del presente estudio	3
2. Objetivos y alcance	4
3. Marco conceptual para el desarrollo de una Visión de Conservación	5
4. Instituciones involucradas y equipo de trabajo	7
II. Metodología	13
1. Enfoque metodológico general	13
2. Proceso técnico para la elaboración de la visión de conservación de la biodiversidad	14
3. Metodología	15
3.1. Base de información y herramientas utilizadas en el proceso de análisis técnico	15
3.2. Metodología del diagnóstico	18
3.3. Evaluación Integral de Conservación	20
3.3.1. <i>Análisis del estado de conservación de los ecosistemas</i>	20
3.3.2. <i>Análisis del estado de conservación de las especies</i>	29
3.3.3. <i>Gestión de conservación de la biodiversidad</i>	29
3.4. Análisis de prioridades y estructuración de la visión de conservación de la biodiversidad del Corredor Amboró-Madidi	29
3.4.1. <i>Definición de objetos de conservación</i>	29
3.4.2. <i>Análisis de prioridades espaciales de conservación</i>	32
3.4.3. <i>Definición de la Visión de Conservación</i>	33
3.4.4. <i>Propuesta de zonificación para la gestión del CAM en función de la visión de conservación</i>	34
III. Diagnóstico y análisis de base para la planificación	39
1. Límites del Corredor Amboró-Madidi	39
1.1. Delimitación político-administrativa del Corredor Amboró-Madidi	41
1.2. Delimitación transfronteriza del Corredor Amboró-Madidi	47
2. Aspectos físicos	48
2.1. Clima	48
2.2. Breve resumen de la historia geológica y climática	53
2.3. Fisiografía, topografía y orografía	57
2.4. Hidrología	58
3. Aspectos biológicos-ecológicos	64
3.1. Ecorregiones	64
3.2. Sinopsis ecológica y florística de la vegetación del Corredor Amboró-Madidi	72
3.2.2. <i>Métodos y marco conceptual</i>	73
3.2.3. <i>Resultados</i>	77
3.2.3.1. <i>Vegetación de la provincia biogeográfica de los Yungas</i>	77
3.2.3.2. <i>Vegetación de la provincia biogeográfica Boliviano-Tucumana</i>	90
3.2.3.3. <i>Vegetación de la provincia biogeográfica amazónica suroccidental (Acre-Madre de Dios)</i>	91
3.2.3.4. <i>Vegetación de la provincia biogeográfica del Beni</i>	95
3.2.3.5. <i>Vegetación de la provincia biogeográfica del Cerrado</i>	98
3.2.3.6. <i>Vegetación de la provincia biogeográfica de la Puna Peruana</i>	100

3.3. Flora	102
3.3.2. <i>Diversidad florística</i>	104
3.3.3. <i>Patrones espaciales de diversidad</i>	105
3.3.4. <i>Relaciones biogeográficas y endemismo</i>	108
3.4. Fauna	112
3.4.1. <i>Insectos</i>	112
3.4.1.1. <i>Estado de conocimiento</i>	112
3.4.1.2. <i>Patrones espaciales de distribución y diversidad</i>	113
3.4.2. <i>Peces</i>	113
3.4.2.1. <i>Estado de conocimiento</i>	113
3.4.2.2. <i>Patrones espaciales de distribución y diversidad</i>	113
3.4.2.3. <i>Relaciones biogeográficas y endemismos</i>	114
3.4.2.4. <i>Apuntes sobre movimiento de poblaciones-efectos y necesidades dentro del Corredor</i>	115
3.4.3. <i>Anfibios</i>	115
3.4.3.1. <i>Estado de conocimiento</i>	115
3.4.3.2. <i>Patrones espaciales de distribución y diversidad</i>	116
3.4.3.3. <i>Relaciones biogeográficas y endemismos</i>	120
3.4.4. <i>Reptiles</i>	122
3.4.4.1. <i>Estado de conocimiento</i>	122
3.4.4.2. <i>Patrones espaciales de diversidad</i>	122
3.4.4.3. <i>Endemismo</i>	123
3.4.5. <i>Aves</i>	123
3.4.5.1. <i>Patrones espaciales de diversidad</i>	123
3.4.5.2. <i>Relaciones biogeográficas y endemismo</i>	125
3.4.6. <i>Mamíferos</i>	129
3.4.6.1. <i>Estado de conocimiento</i>	129
3.4.6.2. <i>Patrones espaciales de distribución y diversidad</i>	129
3.4.6.3. <i>Relaciones biogeográficas y endemismos</i>	132
3.4.6.4. <i>Apuntes sobre movimiento de poblaciones-efectos y necesidades dentro del Corredor</i>	133
3.4.7. <i>Patrones de diversidad y endemismo de flora y fauna</i>	134
3.5. Las funciones y procesos bio-ecológicos, funcionalidad y servicios	141
3.5.1. <i>Procesos y funciones a nivel de especies: Evolución biológica</i>	143
3.5.2. <i>Movimiento y desplazamiento de organismos y conectividad</i>	145
3.5.2.1. <i>Movimientos de individuos de animales y diásporas de organismos sésiles dentro de su rango de distribución</i>	146
3.5.2.2. <i>Migración en el CAM</i>	152
3.5.2.3. <i>Ampliación del rango de distribución</i>	159
3.5.2.4. <i>Desplazamiento de rangos de distribución y cambios de interacciones debido a cambios climáticos</i>	161
3.5.3. <i>Procesos y funciones a nivel de comunidades biológicas e interacción de especies</i>	164
3.5.3.1. <i>Perturbación biótica y sucesión</i>	164
3.5.3.2. <i>Polinización</i>	170
3.5.3.3. <i>Dispersión zoocórica de diásporas</i>	173
3.5.4. <i>Funciones y procesos climáticos e hidrológicos</i>	180
3.5.5. <i>Las funciones y procesos bio-ecológicos como servicios ambientales aprovechados y aprovechables por el humano</i>	183
3.5.6. <i>Conservar la biodiversidad funcional: consecuencias para una visión de conservación</i>	185

4. Aspectos sociales, económicos y culturales	191
4.1. Situación social	195
4.1.1. <i>Demografía</i>	195
4.1.1.1. <i>Población</i>	195
4.1.1.2. <i>Densidad poblacional</i>	197
4.1.1.3. <i>Crecimiento Poblacional</i>	198
4.1.2. <i>Migración</i>	204
4.1.3. <i>Situación étnica y lingüística de la población</i>	205
4.1.3.1. <i>Población indígena</i>	205
4.1.3.2. <i>Autoidentificación con pueblos originarios o indígenas</i>	206
4.1.3.3. <i>Idioma que habla la población</i>	208
4.1.3.4. <i>Idioma con el que aprendió a hablar en la niñez</i>	210
4.1.4. <i>Vivienda y hogar</i>	211
4.1.5. <i>Educación</i>	213
4.1.5.1. <i>Tasa de alfabetismo</i>	213
4.1.5.2. <i>Tasa de asistencia escolar</i>	215
4.1.5.3. <i>Nivel de instrucción alcanzado</i>	217
4.1.5.4. <i>Promedio de años de estudio</i>	218
4.1.6. <i>Fecundidad, mortalidad y Salud</i>	220
4.1.7. <i>Empleo</i>	221
4.1.8. <i>Pobreza e índice de desarrollo humano (IDH)</i>	224
4.1.8.1. <i>Necesidades básicas insatisfechas (NBI)</i>	224
4.1.8.2. <i>Índice de Desarrollo Humano (IDH)</i>	226
4.1.9. <i>Vinculación territorial</i>	227
4.1.9.1. <i>Vinculación territorial por caminos-Infraestructura vial</i>	227
4.1.9.2. <i>Vinculación territorial por ríos-Acceso fluvial</i>	235
4.2. <i>Sistema económico y gestión de los recursos naturales en el Corredor Amboró-Madidi</i>	236
4.2.1. <i>Ocupación y uso histórico del territorio</i>	236
4.2.2. <i>Uso actual del suelo y planes de uso del suelo</i>	239
4.2.3. <i>Principales actividades económicas relacionadas con el uso de suelo y los recursos naturales</i>	250
4.2.4. <i>Derechos otorgados sobre la tierra y los recursos naturales</i>	255
4.2.4.1. <i>Derecho propietario de la tierra - Tierras Comunitarias de Origen</i>	256
4.2.4.2. <i>Derechos otorgados sobre el uso de los recursos naturales</i>	257
4.2.4.3. <i>Derecho de gestión de Áreas Protegidas de interés nacional, departamental y municipal</i>	260
4.2.5. <i>Superposiciones y conflictos entre los derechos de tenencia de la tierra y de uso y gestión de los recursos naturales</i>	267
IV. Evaluación integral de conservación	277
1. Estado de conservación de los ecosistemas	277
1.1. Estado de conservación de los ecosistemas terrestres	277
1.2. Estado de conservación de los ecosistemas acuáticos	281
2. Estado de conservación de las especies del Corredor Amboró-Madidi	281
2.1. Estado de conservación de la flora	282
2.2. Estado de conservación de la fauna	283
2.2.1. <i>Insectos</i>	283
2.2.2. <i>Peces</i>	284
2.2.3. <i>Anfibios</i>	285

2.2.4. <i>Reptiles</i>	286
2.2.5. <i>Aves</i>	287
2.2.6. <i>Mamíferos</i>	289
3. La gestión de conservación de biodiversidad en el Corredor Amboró-Madidi	290
3.1. Las áreas protegidas en el Corredor Amboró-Madidi	290
3.1.1. <i>La gestión de conservación en las áreas protegidas</i>	293
3.2. Política de Corredores de Conservación un paso más hacia la gestión de conservación del Corredor Amboró-Madidi	295
V. Visión de conservación y zonificación estratégica para la gestión del Corredor Amboró-Madidi.	299
1. Objetos y metas de conservación en el CAM	299
2. Prioridades de conservación	314
3. Visión de conservación de la biodiversidad del Corredor Amboró-Madidi.	321
4. Propuesta de zonificación para la gestión de conservación del Corredor Amboró-Madidi.	327
4.1. Análisis de derechos existentes de uso de los RRNN, ocupación territorial y áreas de conservación en el CAM como análisis de viabilidad para la delimitación de áreas de conservación y zonificación	327
4.2. Zonificación propuesta para la gestión de conservación del Corredor Amboró-Madidi	330
4.2.1. <i>Portafolio de sitios prioritarios como áreas de mayor protección</i>	330
4.2.2. <i>Áreas de desarrollo sostenible y conservación</i>	337
4.2.3. <i>Áreas de desarrollo, mejoramiento de la calidad del ecosistema y restauración</i>	339
5. Comprobación de las prioridades de conservación	340
5.1. Comprobación de vacíos de representatividad	342
Lista de mapas:	
Mapa 1. Mapa base del Corredor Amboró-Madidi	43
Mapa 2. Ecorregiones en el CAM y su área de influencia	45
Mapa 3. Corredor Vilcabamba-Amboró	49
Mapa 4. Topografía del Corredor Amboró-Madidi	59
Mapa 5. Hidrografía del CAM	61
Mapa 6. Vegetación en el CAM y área de influencia	ver contratapa
Mapa 7. Riqueza absoluta de especies	137
Mapa 8. Riqueza de endemismo de especies	139
Mapa 9. Límites Municipales	193
Mapa 10. Densidad poblacional y centros poblados	199
Mapa 11. Crecimiento poblacional intercensal 1992-2001	201
Mapa 12. Necesidades Básicas Insatisfechas	229
Mapa 13. Índice de Desarrollo Humano	231
Mapa 14. Mapa de Red Vial	233
Mapa 15. Plan de Uso de suelo de Santa Cruz y Beni recortado para el CAM	241
Mapa 16. Uso actual de suelo	245
Mapa 17. Áreas Protegidas de carácter nacional dentro del CAM	263
Mapa 18. Áreas Protegidas Departamentales, Municipales y Reservas Forestales	265
Mapa 19. Superposición de derechos otorgados de uso de la tierra	269
Mapa 20. Estado de conservación de los ecosistemas	279
Mapa 21. Corredores altitudinales	301
Mapa 22. Bloques grandes de bosques de buen estado de conservación	303
Mapa 23. Ecosistemas que ejecutan procesos hidroclimáticos importantes	305
Mapa 24. Comunidades con alta riqueza de endemismo	307
Mapa 25. Diferenciación de ecosistemas singulares	309
Mapa 26. Comunidades biológicas únicas con extensión reducida	311
Mapa 27. Bloques prioritarios de conservación	317
Mapa 28. Áreas prioritarias complementarias	319
Mapa 29. Visión de conservación de la biodiversidad del CAM	323
Mapa 30. Propuesta de zonificación para la gestión de conservación del CAM	331
Mapa 31. Portafolio de sitios prioritarios para protección y conservación	333

Lista de Tablas:

Tabla 1. Grupos taxonómicos que conformaron la base de datos biológica	16
Tabla 2. Base de información utilizada para diferentes análisis en el proceso de estructuración de la visión de conservación del CAM	17
Tabla 3. Valoración en cuadrícula del impacto por acceso de caminos	22
Tabla 4. Valoración en cuadrícula del impacto por acceso fluvial	22
Tabla 5. Valoración en cuadrícula del impacto por acceso ferroviario	23
Tabla 6. Valoración en cuadrícula del impacto por acceso de conductos hidrocarburíferos	23
Tabla 7. Clasificación de la degradación de subecorregiones por uso histórico	24
Tabla 8. Posibles combinaciones de las clases de impacto de uso histórico	25
Tabla 9. Factores de aumento de impacto por centros poblados	25
Tabla 10. Magnitud y alcance del impacto en zonas con uso histórico (ejemplos)	25
Tabla 11. Valoración en cuadrícula del impacto por deforestación	26
Tabla 12. Sub-ecorregiones no consideradas para el cálculo con los factores aliviantes	28
Tabla 13. Rangos de valores en cuadrícula que representan el grado de conversión de los ecosistemas	28
Tabla 14. Ecorregiones en el Corredor Amboró-Madidi	39
Tabla 15. Ecorregiones que forman parte de la zona de influencia del CAM	40
Tabla 16. Porcentaje de superficie del territorio municipal dentro de los límites del CAM	41
Tabla 17. Cuencas hidrográficas del Corredor Amboró-Madidi	58
Tabla 18. Esquema de las unidades y sub-unidades ecológico-biogeográficas	76
Tabla 19. Concentración de especies según distribución altitudinal en la Vertiente Oriental Amazónica	114
Tabla 20. Patrones de distribución de diversidad de anfibios	117
Tabla 21. Patrones de distribución de los anfibios, con especial referencia a especies de montaña	117
Tabla 22. Porcentaje de representación de las especies endémicas de Bolivia por ecorregiones	121
Tabla 23. Límite altitudinal superior para algunas especies típicas de tierras bajas	133
Tabla 24. Características de dispersión vs. migración	148
Tabla 25. Características de la migración boreal, austral y altitudinal de aves en el CAM	153
Tabla 26. Patrones de migración altitudinal: desplazamiento de límites de área de distribución en la época no reproductiva	155
Tabla 27. Comparación de la importancia de los servicios ambientales brindados por bosques húmedos Vs. Secos	185
Tabla 28. Zonas de análisis socioeconómico definidas para la caracterización del CAM y municipios que las conforman	192
Tabla 29. Resumen de características de la población por zona de análisis socioeconómico	195
Tabla 30. Población total por idioma que habla según zonas de análisis socioeconómico	209
Tabla 31. Población de 6 ó más años por idiomas que habla según zonas de análisis socioeconómico	210
Tabla 32. Población de 4 ó más años por idioma con el que aprendió a hablar según zona de análisis	211
Tabla 33. Indicadores de vivienda y hogar por zona de análisis	211
Tabla 34. Equipamiento de las viviendas por zona de análisis socioeconómico	213
Tabla 35. Tasa de alfabetismo por zona de análisis según área y género	215
Tabla 36. Tasa de asistencia escolar por zona de análisis según área y género	217
Tabla 37. Nivel de instrucción alcanzado según zona de análisis	218
Tabla 38. Promedio de años de estudio por área y género, según zona de análisis	219
Tabla 39. Fecundidad, mortalidad y salud por zona de análisis	220
Tabla 40. Indicadores de empleo por zona de análisis	222
Tabla 41. Actividad ocupacional por zona de análisis	223
Tabla 42. Incidencia de pobreza por tipo de urbanización de los municipios en el CAM	224
Tabla 43. Incidencia de pobreza por zona de análisis	226
Tabla 44. Índice de desarrollo humano por zona de análisis	226
Tabla 45. Ríos navegables principales	235
Tabla 46. Categorías del PLUS para el CAM en los Departamentos del Beni y Santa Cruz	240
Tabla 47. Categorías del PLUS para el área de influencia del CAM en los Departamentos del Beni y Santa Cruz	243
Tabla 48. Perfil productivo de la agricultura en tierras bajas del CAM y su área de influencia	250
Tabla 49. Principales regiones productoras forestales en Bolivia	252
Tabla 50. Principales especies en áreas de importancia forestal del Corredor Amboró-Madidi	252
Tabla 51. Tierras Comunitarias de Origen en el Corredor Amboró-Madidi	256
Tabla 52. Concesiones Petroleras en el Corredor Amboró-Madidi	259
Tabla 53. Concesiones forestales en el Corredor Amboró-Madidi	259
Tabla 54. Áreas Protegidas Nacionales en el Corredor Amboró-Madidi	260
Tabla 55. Áreas Protegidas Departamentales en el Corredor Amboró-Madidi	261
Tabla 56. Áreas Protegidas Municipales en el Corredor Amboró-Madidi	262
Tabla 57. Reservas forestales en el Corredor Amboró-Madidi	262

Tabla 58. Reservas Privadas de Patrimonio Natural en el Corredor Amboró-Madidi	267
Tabla 59. Superposición entre áreas protegidas y concesiones mineras, petroleras y forestales	271
Tabla 60. Concesiones mineras en áreas protegidas del CAM	271
Tabla 61. Superposición entre Tierras Comunitarias de Origen (TCO), concesiones mineras (CM), petroleras (CP) y forestales (CF)	272
Tabla 62. IBAs definidas y potenciales ubicadas en el Corredor Amboró-Madidi	288
Tabla 63. Diversidad de especies de flora y fauna registradas en áreas protegidas	291
Tabla 64. Principales problemas y amenazas para la biodiversidad en las áreas protegidas del Corredor Amboró-Madidi	292
Tabla 65. Situación del uso actual de la tierra y derechos de uso de los recursos naturales, por zona de conservación establecida en la visión	328
Tabla 66. Representación de los valores de cada objeto de conservación en el portafolio de sitios y áreas de gestión del CAM	341
Tabla 67. Superficie de representación de comunidades biológicas únicas en áreas protegidas	342
Tabla 68. Unidades de vegetación del CAM con menos del 10% de representación en áreas protegidas de carácter nacional	344

Lista de Figuras:

Fig. 1. Esquema generalizado del proceso técnico para la planificación de conservación	14
Fig. 2. Delimitación de zonas de análisis socioeconómico en el Corredor Amboró-Madidi	19
Fig. 3. Esquema del proceso metodológico para la evaluación del estado de conservación	21
Fig. 4. Definición de bloques de bosque en buen estado de conservación	31
Fig. 5. Mapas climatológicos de Bolivia	51
Fig. 6. Esquema de distribución vertical de diferentes pisos climáticos y la vegetación de los Yungas bolivianos (modificado según Lauer 1988).	52
Fig. 7. Patrones de diversidad de anfibios según Kholer.	118
Fig. 8. Patrones de distribución de los anfibios, con especial referencia a especies de montaña	119
Fig. 9. Patrones de distribución de los mamíferos en Bolivia (Chaco, Amazonia, Altiplano y Yungas)	130
Fig. 10 Zonas de representación para la diversidad de mamíferos según Anderson (1997)	131
Fig. 11. Patrones de riqueza de especies y riqueza de endemismo para flora fauna	136
Fig. 12 Densidad poblacional en el CAM y su área de influencia	200
Fig. 13. Tasa de crecimiento intercensal por zona de análisis	203
Fig. 14. Población indígena por zona de análisis socioeconómico	206
Fig. 15. Población de 15 ó más años que conforma el área de influencia del CAM según pueblo de Pertenencia	207
Fig. 16. Población de 15 ó más años por área de influencia del CAM según pueblo de pertenencia	207
Fig. 17. Población de 6 ó más años de edad por idiomas que habla	209
Fig. 18. Población de 4 ó más años por idioma con el que aprendió a hablar	210
Fig. 19. Tenencia de servicios básicos por zona de análisis	212
Fig. 20. Tasa de alfabetismo por área de residencia según género	214
Fig. 21. Tasa de asistencia escolar por área de residencia según género	216
Fig. 22. Nivel de instrucción alcanzado	218
Fig. 23. Años promedio de estudio por área de residencia según género	219
Fig. 24. Incidencia de pobreza-NBI	225
Fig. 25. Concesiones otorgados sobre el uso de los recursos naturales (Concesiones mineras, forestales y petroleras)	258
Fig. 26. Superficie del Corredor Amboró-Madidi según su estado de conservación	276
Fig. 27. Efectividad de manejo de las áreas protegidas del SNAP, gestión 2000 al 2003	294
Fig. 28: Visión de conservación y áreas con derechos otorgados	329
Fig. 29. Representación de ecosistemas singulares en áreas protegidas del Corredor Amboró-Madidi	343

Anexos:

Anexo 1: Datos socioeconómicos de los municipios del CAM: Población
Anexo 2: Datos socioeconómicos de los municipios del CAM: Pobreza
Anexo 3: Datos socioeconómicos de los municipios del CAM: Índice de Desarrollo Humano
Anexo 4: Lista de anfibios amenazados presentes en Corredor Amboró-Madidi
Anexo 5: Lista de reptiles amenazados presentes en Corredor Amboró-Madidi
Anexo 6: Lista de aves amenazados presentes en Corredor Amboró-Madidi
Anexo 7: Lista de mamíferos amenazados presentes en Corredor Amboró-Madidi
Anexo 8: Patrón de distribución de especies de anfibios amenazados del CAM
Anexo 9: Patrón de distribución de especies de aves amenazadas del CAM
Anexo 10: Representatividad en áreas protegidas de anfibios amenazados del Corredor Amboró-Madidi
Anexo 11: Representatividad en áreas protegidas de aves amenazadas del Corredor Amboró-Madidi

Agradecimientos

La presente publicación fue posible gracias al apoyo del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), The Nature Conservancy (TNC), Conservación Internacional (CI) y el “Global Bureau,” USAID Washington. Especialmente queremos agradecer a Eduardo Forno y Clea Paz de CI; Steffen Reichle de TNC y a Henry Campero de WWF, por su apoyo técnico y seguimiento al proceso de construcción de la Visión de Conservación del Corredor Amboró-Madidi.

Una considerable base de información para el diagnóstico biológico y el desarrollo conceptual del proyecto, fue posible gracias a una primera colaboración del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y el “Global Bureau”, USAID Washington, bajo los términos del Acuerdo No. QZ35, con el producto “Hacia un Plan de conservación para el Bio-Corredor Amboró-Madidi”.

El proyecto también recibió valiosos aportes técnicos del Centro de Investigación Satelital y Teledetección (CISTEL); el Instituto de Ecología (IE), la sección de Ornitología del Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado (MHNNKM), y la Asociación Boliviana para la Conservación (TROPICO).

La participación del Dr. Pierre Ibisch en este estudio fue viable gracias al apoyo recibido por el gobierno alemán, quién aseguró la misión del Dr. Ibisch en FAN como experto integrado del Centro para la Migración Internacional y el Desarrollo (CIM-GTZ). Así también, la participación de Christoph Nowicki se realizó gracias a su estudio de doctorado, apoyado por el programa alemán TÖB-GTZ “Extrapolaciones de biodiversidad y escenarios de clima y sociodemográficos como instrumentos de análisis para el diseño y distribución óptima de áreas protegidas en Bolivia.”

La Dirección General de Biodiversidad del Ministerio de Desarrollo Sostenible (actualmente Ministerio de Desarrollo Agropecuario) lideró un comité de seguimiento (CCCAM) para la gestión de conservación del Corredor Amboró-Madidi. Agradecemos particularmente al Ing. Edwin Camacho, quien lideró el CCCAM y brindó espacios importantes para comunicar avances del proyecto ante instituciones nacionales e internacionales que participaron de este comité; así como, ante instancias del gobierno para difundir y dialogar sobre la importancia del Corredor Amboró-Madidi.

Un agradecimiento especial al Dr. Michael Nee y al Sr. Michael Rotmann, quienes proporcionaron de forma voluntaria un hermoso dibujo que ilustra la portada de la presente publicación y que muestra uno de los maravillosos ecosistemas presentes en el Corredor Amboró-Madidi.

Se recibió un valioso aporte de material fotográfico de Juan Carlos Montero, Dirk Embert, Steffen Reichle, Roberto Vásquez, Robert Müller, Edmond Sanchez, Israel Vargas, Marie Claude Arteaga y Richard Estrada. Igualmente, Mery Ruth Mariaca de Conservación Internacional, facilitó hermosas fotografías tomadas por André Bärtschi y Antonio Suárez.

Robert Müller, Damián Rumiz y Humberto Gómez revisaron y comentaron voluntariamente varias secciones del documento. Stephan Beck del Herbario Nacional de Bolivia brindó un apoyo importante al facilitar muestras botánicas y apoyar en su identificación. Stefan Kreft contribuyó con datos muestreados en el marco de su tesis doctoral apoyado por fondos del Servicio Alemán de Intercambio Académico y de la Sociedad Alemana de Ornitología Tropical.

Finalmente agradecer a cada uno de los autores que contribuyeron significativamente a la redacción de diferentes capítulos, así como, al personal técnico y administrativo de FAN que apoyó en aspectos logísticos y de ejecución del proyecto.

Resumen ejecutivo

El Corredor Amboró-Madidi (CAM) tiene un alto valor biológico-ecológico. El CAM forma parte del Corredor Vilcabamba-Amboró, que se extiende entre Perú y Bolivia, y es parte del *hotspot*¹ de biodiversidad de los Andes Tropicales. En el CAM también hay una alta concentración de actividades humanas, que también denotan su importancia para el desarrollo social y económico de Bolivia.

El CAM ubicado en Bolivia, cubre una superficie aproximada de 13.908.800 ha que representan el 12% del territorio nacional, abarca la ecorregión de Yungas, parte de la ecorregión del Sudoeste de la Amazonía con los bosques Sub-andinos y Preandinos y pequeñas extensiones de la ecorregión de Bosques Secos Interandinos. Aproximadamente 4.589.900 ha (33%) de superficie de área del CAM está legalmente protegida con la presencia de nueve áreas protegidas de carácter nacional, entre parques nacionales y otras categorías de gestión, manejadas por el Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP).

Varios estudios confirman que el CAM no sólo tiene importancia regional, sino también global, por ejemplo el Parque Nacional Madidi junto con el área fronteriza en el Perú Tambopata-Candamo, representan el lugar con la más alta diversidad de avifauna en el mundo. También, el cinco por ciento de todas las orquídeas conocidas en el planeta, se encuentran en el CAM.

El CAM es el mayor laboratorio de la evolución biológica en Bolivia, característica marcada por la sobresaliente riqueza de especies y concentración de endemismo. Ningún área en el país se compara con estas características de diversidad. Los bosques montanos húmedos de Yungas son por ejemplo un centro de evolución de las orquídeas neotropicales. Tres mil especies de plantas han sido registradas en el Parque Nacional Amboró y sus alrededores, otras áreas como Apolobamba-Madidi-Pampas del Heath contienen una diversidad importante en flora, con alrededor de 8.000 especies.

En fauna los aspectos más sobresalientes indican que ninguna otra área en Bolivia tiene tantos anfibios endémicos. De 200 especies de anfibios conocidas para Bolivia hasta el año 2000, 41 de ellas se identificaron como endémicas para el país, y más del 50% de éstas tienen su área de distribución restringida a los Yungas. De las 1.398 especies de aves registradas para Bolivia hasta el año 2003, un número de 627 especies se describen con distribución restringida a una o dos zonas de vida, y el 74% de éstas se encuentra entre los Yungas y la Amazonía.

Numerosas especies globalmente amenazadas y en peligro se encuentran en el CAM. Para el caso de anfibios, 37 especies presentes en el CAM se mencionan en la Lista Global de Anfibios Amenazados. Por otro lado, el 52% de las aves amenazadas de Bolivia, según categorías de UICN, se encuentran en el CAM, incluyendo *Pauxi unicornis*, una especie endémica y categorizada como “en peligro” en la Lista Mundial de Aves Amenazadas. En el CAM también se ubican 13 Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (IBAs) y 7 sitios propuestos que aún necesitan mayor investigación. Quince especies de mamíferos listados en el Apéndice I y II del CITES, tienen su distribución en el área del CAM, incluyendo *Tremarctos ornatus* y *Mazama chunyi*, que son especies típicas de los bosques montanos húmedos.

¹ <http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/andes/>

Igualmente el CAM tiene una alta importancia ecológica, principalmente debido a que forma parte de las cuencas altas de los sistemas fluviales amazónicos, abarca áreas de superpluviosidad y áreas de importancia para inundaciones estacionales. Las funciones hidroclimáticas de este complejo de ecosistemas son parte de los mecanismos de generación y manutención de la biodiversidad del área.

Las características sociales y económicas, también son relevantes dentro del corredor, como en el contexto nacional. Unas 424.000 personas viven en el CAM, y al menos 3.400.000 habitantes se encuentran en el área de influencia. Cerca del 42% de la población pertenecen a alguno de los ocho grupos étnicos existente en el área. Hay una buena cobertura de Tierras Comunitarias de Origen (4.011.563 ha), sin embargo, muchas de ellas se superponen con áreas protegidas, lo cual representa un factor importante para considerar estrategias de conservación que permitan compatibilizar sus usos.

Las principales vías camineras que conectan a las tres ciudades principales de Bolivia (Santa Cruz, Cochabamba y La Paz) atraviesan o circundan al CAM. Existen importantes centros agrícolas, y también hay una alta concentración de concesiones mineras, petroleras y forestales, que sin embargo, aún no están en su máxima capacidad de aprovechamiento. En términos de jurisdicción política y administrativa del país, 77 municipios distribuidos en cuatro departamentos, forman parte del CAM y representan la unidad administrativa clave para el manejo del territorio y los recursos naturales.

Todos estos factores denotan que el CAM se ha constituido en un área importante para la conservación de la biodiversidad, así como para el desarrollo social y económico de Bolivia.

Considerando este contexto se desarrolló el proyecto “Visión de Conservación de la Biodiversidad del Corredor Amboró-Madidi” con la finalidad de garantizar su funcionalidad como un corredor biológico natural. Este proyecto fue ejecutado de manera conjunta entre la Fundación Amigos de la Naturaleza como responsable técnico, el apoyo técnico y financiero del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), The Nature Conservancy (TNC) y Conservación Internacional (CI). La Dirección General de Biodiversidad del Ministerio de Desarrollo Sostenible, brindó apoyo institucional, liderando un comité de seguimiento (CCCAM). El proyecto también ha recibido valiosos aportes técnicos del Centro de Investigación Satelital y Teledetección (CISTEL); el Instituto de Ecología (IE), y la sección de Ornitología del Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado (MHNNKM), así como aportes al desarrollo metodológico y herramientas de análisis por parte del programa alemán TÖB-GTZ, en el marco del proyecto “Extrapolaciones de biodiversidad y escenarios de clima y sociodemográficos como instrumentos de análisis para el diseño y distribución óptima de áreas protegidas en Bolivia”.

La visión de conservación de la biodiversidad del CAM se fundamenta en el análisis de las prioridades de conservación dadas por los distintos objetos de conservación, de esta manera los resultados se constituyen en la línea de base para definir el estado deseable de conservación de la biodiversidad del CAM a largo plazo. Para este fin, se realizó un tratamiento integral y diferenciado del territorio, buscando en primera instancia el mantenimiento de la integridad ecológica de los grandes bloques de ecosistemas funcionales y áreas de alto valor biológico-ecológico, identificadas como prioridades complementarias. En un segundo nivel de prioridades se analizaron posibilidades de desarrollo sostenible y/o restauración según el grado de perturbación de los distintos ecosistemas.

El enfoque de selección de objetos de conservación del CAM, dio mucho énfasis en corredores altitudinales debido al desplazamiento de especies en este gradiente, que es uno de los mecanismos importantes para la generación de especies y sobre todo, para la manutención de la diversidad biológica. Además, en este contexto, también es muy importante garantizar la funcionalidad de ecosistemas boscosos tratando de mantener los bloques más grandes, mejor conservados y mejor conectados. Por otro lado, en toda el área del CAM hay una importante diversidad

beta a lo largo de gradientes altitudinales y latitudinales; así también resalta la importancia de conservación de centros de riqueza de endemismo como los principales centros de evolución biológica en el CAM.

De esta manera, a través de un **filtro grueso** enfocado en la funcionalidad, se seleccionaron como objetos de conservación, a los corredores altitudinales, bloques de bosques en buen estado de conservación y ecosistemas que ejecutan funciones hidroclimáticas importantes. En un **filtro más fino** y más enfocado en la representación de especies, se consideraron patrones de distribución para más de 6.000 especies, priorizando los centros de riqueza de endemismo como objetos de conservación y los ecosistemas caracterizados por una singularidad biológica sobresaliente.

La visión de conservación de la biodiversidad desarrollada para el CAM, se constituye en el sustento técnico para orientar el ordenamiento del espacio, como estrategia fundamental de manejo. Estos “espacios” susceptibles a ser ordenados cumplirán una o varias funciones teniendo como base la priorización de objetos y metas de conservación, importantes para mantener la funcionalidad y la representación de la biodiversidad del CAM. Con el sustento de la *visión de conservación*, el mismo espacio es ordenado a través de una zonificación estructurada en un portafolio de sitios prioritarios y áreas alternativas de gestión de conservación y desarrollo sostenible, identificando así: 1) áreas de mayor protección o portafolio de sitios prioritarios, 2) áreas de desarrollo sostenible y 3) áreas de desarrollo, mejoramiento de la calidad del ecosistema y restauración. Esta propuesta de zonificación se estructuró integrando y compatibilizando la visión de conservación, con la situación de uso actual de los recursos naturales y ocupación territorial. De esta manera, las áreas propuestas para conservación y desarrollo tendrán mayor viabilidad de implementación.

Siglas y Acrónimos utilizados

AICA:	Áreas Importantes para la Conservación de las Aves
ASL:	Agrupaciones Sociales del Lugar
BEC:	Bosques en Buen Estado de Conservación
BIOM:	BIOclimatic Model for the extrapolation of species ranges and diversity patterns
BOLFOR:	Programa Bolivia Forestal
CA:	Corredores Altitudinales
CAM:	Corredor Amboró - Madidi
CBR:	Comunidades Biológicas con Alta Riqueza de Endemismo
CBU:	Comunidades Biológicas Únicas
CCCAM:	Comité de Coordinación del Corredor Amboró - Madidi
CEJIS:	Centro de Estudios Jurídicos e Investigación Social
CEPF:	Critical Ecosystem Partnership Fund
CI:	Conservación Internacional
CIAT:	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CISTEL:	Centro de Investigación Satelital y Teledetección
CNH:	Cámara Nacional de Hidrocarburos
COMLIT:	Comisión de Límites
CPTI:	Centro de Planificación Territorial Indígena
DGB:	Dirección General de Biodiversidad
EFH:	Ecosistemas de Importancia para Procesos Hidroclimáticos
FAN:	Fundación Amigos de la Naturaleza
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FONAMA:	Fondo Nacional del Medio Ambiente
GAA:	Global Amphibians Assessment
GEF:	Global Environmental Facility
GLCF:	Global Land Cover Facility
GPS:	Global Position System
IBA's:	Important Bird Area
ICIB:	Instituto para la Conservación y la Investigación Biológica
IDE:	Índice de dependencia económica
IDH:	Índice de Desarrollo humano
IE:	Instituto de Ecología
IGM:	Instituto Geográfico Militar
INE:	Instituto Nacional de Estadísticas
INRA:	Instituto Nacional de Reforma Agraria
IPCC:	Intergovernmental Panel on Climate Change
ITCZ:	Intertropical Convergence Zone
MDSP:	Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación
MEMs:	Sistema de Medición de Efectividad de Manejo
MHNNKM:	Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado
NBI:	Necesidades Básicas Insatisfechas
OP:	Oferta potencial
PDM:	Plan de Desarrollo Municipal
PEA:	Población Económicamente Activa
PEI:	Población Económicamente Inactiva

PET:	Población en Edad de Trabajar
PLUS:	Plan de Uso de Suelo
PNANMI:	Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado
PNUD:	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PROMETA:	Protección del Medio Ambiente Tarija
RB-TCO:	Reserva de la Biosfera y Tierra Comunitaria de Origen
RRNN:	Recursos Naturales
RPPN:	Reservas Privadas de Patrimonio Natural
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SERNAP:	Servicio Nacional de Áreas Protegidas
SETMIN:	Servicio Técnico de Minas
SIA:	Superintendencia Agraria
SIF:	Superintendencia Forestal
SIG:	Sistema de Información geográfica
SNRA:	Servicio Nacional de Reforma Agraria
SRTM:	Shuttle Radar Topography Mission
TC:	Tasa de Cesantía
TCO:	Tierra Comunitaria de Origen
TDA:	Tasa de Desempleo Abierta (Población desocupada/PEA)
TGF:	Tasa Global de Fecundidad
TGP:	Tasa Global de Participación
TI:	Tasa de Inactividad
TIPNIS:	Territorio Indígena y Parque Nacional Isiboro Sécuré
TMI:	Tasa de Mortalidad Infantil
TNC:	The Nature Conservancy
TO:	Tasa de ocupación
TROPICO:	Asociación Boliviana para la Conservación
UDAPE:	Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas
UDAPSO:	Unidad de Análisis de Políticas Sociales
UICN:	Unión Mundial para la Naturaleza
UNESCO:	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
USGS:	United States Geological Survey.
WWF:	Fondo Mundial para la Naturaleza
WCS:	Wildlife Conservation Society
YPFB:	Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos

Lista de autores de la Publicación

Saúl Altamirano
Biólogo – Botánico
Investigador Asociado del Herbario Forestal “Martín Cárdenas”
jobaltamirano@yahoo.es

Carola Antezana
Bióloga – Botánica
Investigadora Asociada del Herbario “Martín Cárdenas”
carolaantezana@hotmail.com

Natalia Araujo N.
Bióloga de Conservación
Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN - Bolivia)
naraujo@fan-bo.org

Margoth Atahuachi
Agrónoma
Herbario Forestal Nacional “M. Cárdenas” (BOLV)
mar_legu@yahoo.com

Robin Caballero
Informático
Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN - Bolivia)
rcaballero@fan-bo.org

Verónica Chavez
Bióloga – Zoóloga
Consultora independiente para el proyecto CAM
vechavezcal@yahoo.com

Saúl Cuéllar
Geomático – SIG
Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN - Bolivia)
scuellar@fan-bo.org

Nelly De la Barra
Bióloga
Herbario Forestal Nacional “M. Cárdenas” (BOLV)
nellydelabarra2004@yahoo.es

Dirk Embert
Biólogo – herpetólogo
Consultor independiente
dembert@fan-bo.org

Sara Espinoza
Geomático -SIG
Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN - Bolivia)
sespinoza@fan-bo.org

Erika Fernández
Bióloga – Botánica
Investigadora Asociada del Herbario “Martín Cárdenas”
erika_fer2003@yahoo.es

Wanderley Ferreira
Agrónomo con especialidad en teledetección
Consultor independiente asociado a Centro de Investigación Satelital y Teledetección (CISTEL)
rimowa@supernet.com.bo

Alfredo Fuentes
Biólogo – Botánico
Investigador Asociado del Herbario Nacional de Bolivia y
del Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado
kurtquispe@hotmail.com

Yuvinka Gareca
Bióloga – Entomóloga
Consultora independiente
yuvinkagar@yahoo.com

Humberto Gómez
Biólogo
Fundación Amigos de la Naturaleza
hgomez@fan-bo.org

Pierre L. Ibisch
Biólogo – Ecólogo
Investigador asociado de FAN, ex - Experto Integrado/ CIM/GTZ,
Professor for Nature Conservation
Faculty of Forestry - University of Applied Sciences Eberswalde
pibisch@fh-eberswalde.de

Stefan Kreft
Ornitólogo
Tesista de Doctorado dentro del marco del proyecto CAM
stefan_kreft@gmx.de

Alexandra Ley
Bióloga
Consultora independiente
ac_ley@hotmail.com

Ramiro Molina
Antropólogo
Consultor independiente
ramiromolina@accelerate.com

Robert Müller
Biólogo – Ecólogo
Investigador asociado de FAN y TROPICO
robemule@yahoo.com

Gonzalo Navarro
Biólogo – Geobotánico
Consulta independiente asociado a Centro de Investigación y Teledetección (CISTEL)
gonzalonavarrosanchez@gmail.com

Christoph Nowicki
Biólogo – Ecólogo
Investigador asociado de FAN,
Faculty of Forestry - University of Applied Sciences Eberswalde
cnowicki@fh-eberswalde.de

Denisse Quiroga
Bióloga
Fundación Amigos de la Naturaleza
dquiroga@fan-bo.org

Steffen Reichle
Herpetólogo – Ecólogo
The Nature Conservancy
sreichle@tnc.org

Graciela Zolezzi
Antropóloga
Fundación Amigos de la Naturaleza
gzolezzi@fan-bo.org

V. Visión de conservación y zonificación estratégica para la gestión del Corredor Amboró - Madidi



Panthera onca, una especie característica de los bosques amazónicos en el Corredor Amboró-Madidi (Foto: A. Bartschi / CI).

V. Visión de conservación y zonificación estratégica para la gestión del Corredor Amboró-Madidi

La visión de conservación de la biodiversidad en el CAM, orienta el ordenamiento del espacio como estrategia fundamental de manejo. Estos “espacios” susceptibles a ser ordenados cumplirán una o varias funciones teniendo como base de la priorización objetos y metas de conservación, importantes para mantener la funcionalidad y la representación de la biodiversidad del CAM. Sobre la base del análisis presentado, el mismo espacio es ordenado a través de una zonificación estructurada en un portafolio de sitios prioritarios y áreas alternativas de gestión de conservación y desarrollo sostenible. Finalmente se evalúa cada una de estas unidades de manejo desde el punto de vista de su contribución a los objetos de conservación.

La planificación estratégica para la gestión de conservación del CAM debe concluir en un “Plan de Conservación y Desarrollo Sostenible,” para este fin se necesita encarar un proceso participativo con los actores locales, el cual representa uno de los mayores desafíos del área debido a la gran diversidad existente. El presente estudio debido a su objetivo inicial concluye en la **visión de conservación**, como base para que los diferentes actores cuenten con un instrumento que pueda guiar técnicamente la planificación de acciones estratégicas del CAM.

Al finalizar el capítulo se emiten, a manera de conclusión, recomendaciones generales para acciones de conservación.

1. Objetos y metas de conservación en el CAM

P.L. Ibisch, C. Nowicki, S. Cuéllar, R. Caballero & N. Araujo

La representación adecuada de unidades de vegetación, así como especies focales y su área de distribución, tradicionalmente son consideradas como los primeros objetos de conservación para guiar la priorización de sitios de conservación. Sin embargo debido a la alta diversidad de especies, la tasa de emplazamiento de algunos taxones, la diversidad beta y el valor del área para procesos ecológicos y evolutivos, condicionan un cambio en el enfoque de selección de objetos de conservación para el CAM. En este sentido, el enfoque para la selección de objetos de conservación para el CAM busca dar mucho énfasis en corredores altitudinales, debido a que el desplazamiento de especies en este gradiente, que es uno de los mecanismos importantes de la generación de especies y sobre todo de la manutención de la diversidad. Además, en este contexto también es muy importante garantizar la funcionalidad de ecosistemas boscosos tratando de tener los bloques más grandes, mejor conservados y mejor conectados. Por otro lado, en toda el área del CAM hay una importante diversidad beta a lo largo de gradientes altitudinal y latitudinal. Así también resalta la importancia de conservación de centros de riqueza de endemismo como los principales centros de evolución biológica en el CAM.

De esta manera, a través de un **filtro grueso** enfocado en la funcionalidad, se han seleccionado como objetos de conservación los corredores altitudinales, bloques de bosques

en buen estado de conservación y ecosistemas que ejecutan funciones hidroclimáticas importantes; en un **filtro más fino** y más enfocado en la representación de especies se han considerado patrones de distribución para más de 6.000 especies, priorizando los centros de riqueza de endemismo como objetos de conservación y los ecosistemas caracterizados por una singularidad biológica sobresaliente. No obstante, especies focales amenazadas y unidades de vegetación son consideradas como un filtro de verificación de representación dentro del portafolio de sitios priorizados y en los lineamientos estratégicos para acciones de conservación.

En los textos a continuación se describen los distintos objetos de conservación seleccionados:

a) Corredores altitudinales

Como ya se ha explicado en detalle, los corredores de paisajes son áreas grandes que permiten el desplazamiento de individuos y poblaciones e incluso de especies enteras y comunidades biológicas, manteniendo dentro de sus límites ecosistemas funcionales. La condición previa más importante para un corredor de paisaje es que abarque ecosistemas bastante intactos y funcionales para que puedan facilitar movimientos de organismos o incluso permitir cambios ambientales y de su composición biótica sin sufrir su degradación. En este sentido, los ecosistemas que presentan un buen estado de conservación (0-40 % de conversión/degradación) y que están bien interconectados y no fragmentados, están considerados como buenos corredores. Para servir como corredor altitudinal, obviamente, se requiere que representen ecosistemas bien conservados en un continuo altitudinal lo más grande posible.

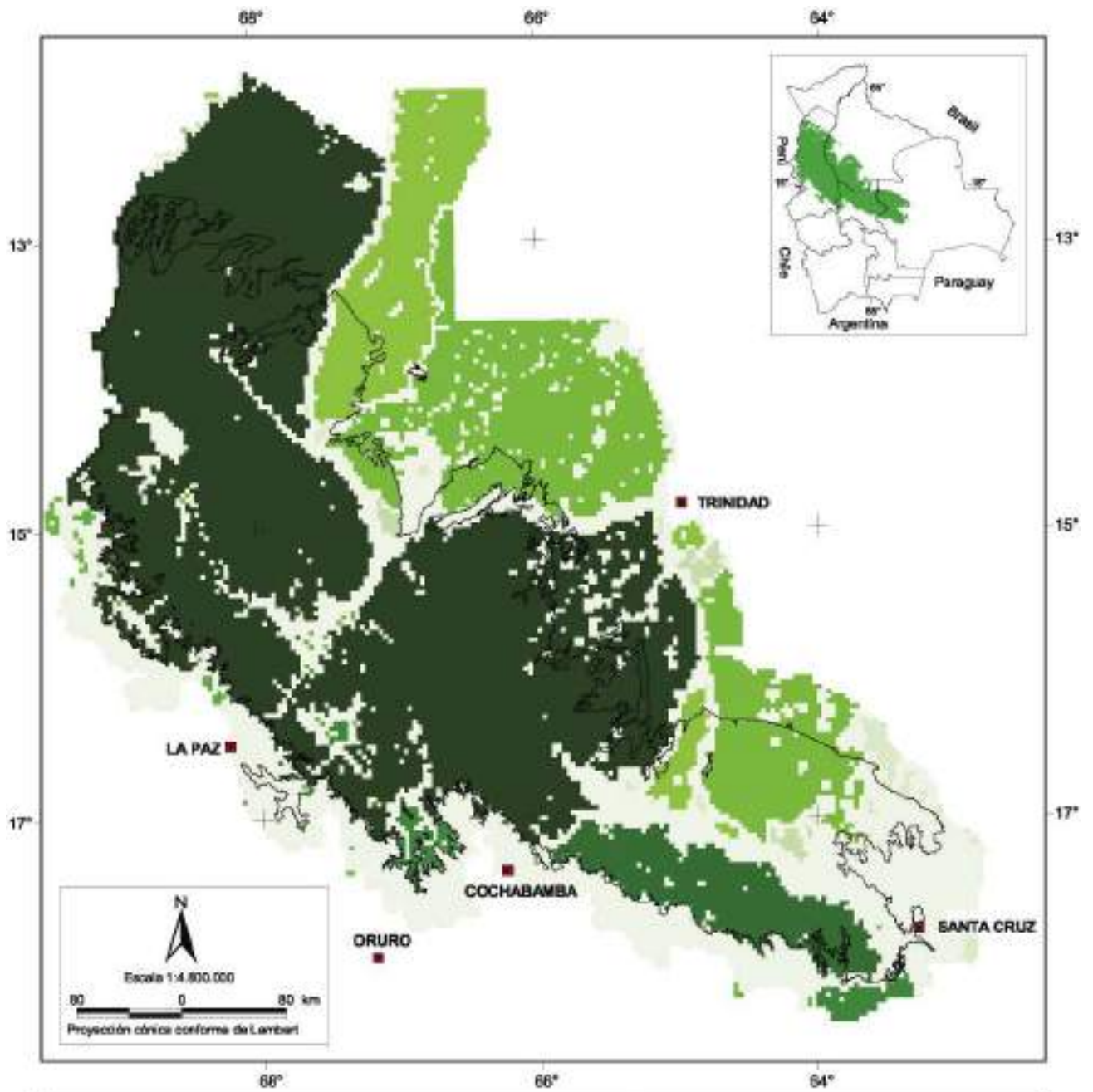
El mapa 21, muestra que en el CAM, aún hay áreas grandes que pueden considerarse como corredores altitudinales de paisaje, especialmente en el norte y en el centro del CAM, donde hay un continuo de ecosistemas bien conservados desde las tierras bajas hasta las altas cordilleras, abarcando una diferencia de muchos miles de metros. Esta característica de los ecosistemas del CAM, representa un valor muy especial que contribuye a la singularidad del área a nivel mundial. Pensando en el cambio climático esperado, con un incremento significativo de las temperaturas, se puede suponer que en el CAM aún se registra una muy alta adaptabilidad. Sin embargo, la situación es crítica en el sur del CAM: el bloque bien conservado del área Amboró-Carrasco está cada vez más aislado de los ecosistemas de las tierras bajas, principalmente debido a la carretera desde Santa Cruz al Chapare y el cinturón de desarrollo agropecuario que la acompaña.

La meta relacionada con este objeto de conservación debe ser que se mantengan los corredores altitudinales, lo más anchos posibles, en el norte y en el centro evitando que estén cortados p.ej., por obras de infraestructura paralelas a los Andes. Claramente debe destacarse que la pérdida de ecosistemas bien conservados a lo largo de cortes altitudinales sería menos crítica que a lo largo de cortes latitudinales. En el sur (Amboró-Carrasco), se debe buscar el mejoramiento o restablecimiento de la conectividad entre las tierras amazónicas y la faja subandina. Cabe decir, que se requieren corredores altitudinales en todas las zonas del CAM, que se destaquen por una cierta distintividad, especialmente si se tratan de unidades de superficie reducida. Por lo tanto, no sería suficiente concentrar el esfuerzo en mantener la conectividad, solamente en el norte o en el centro.

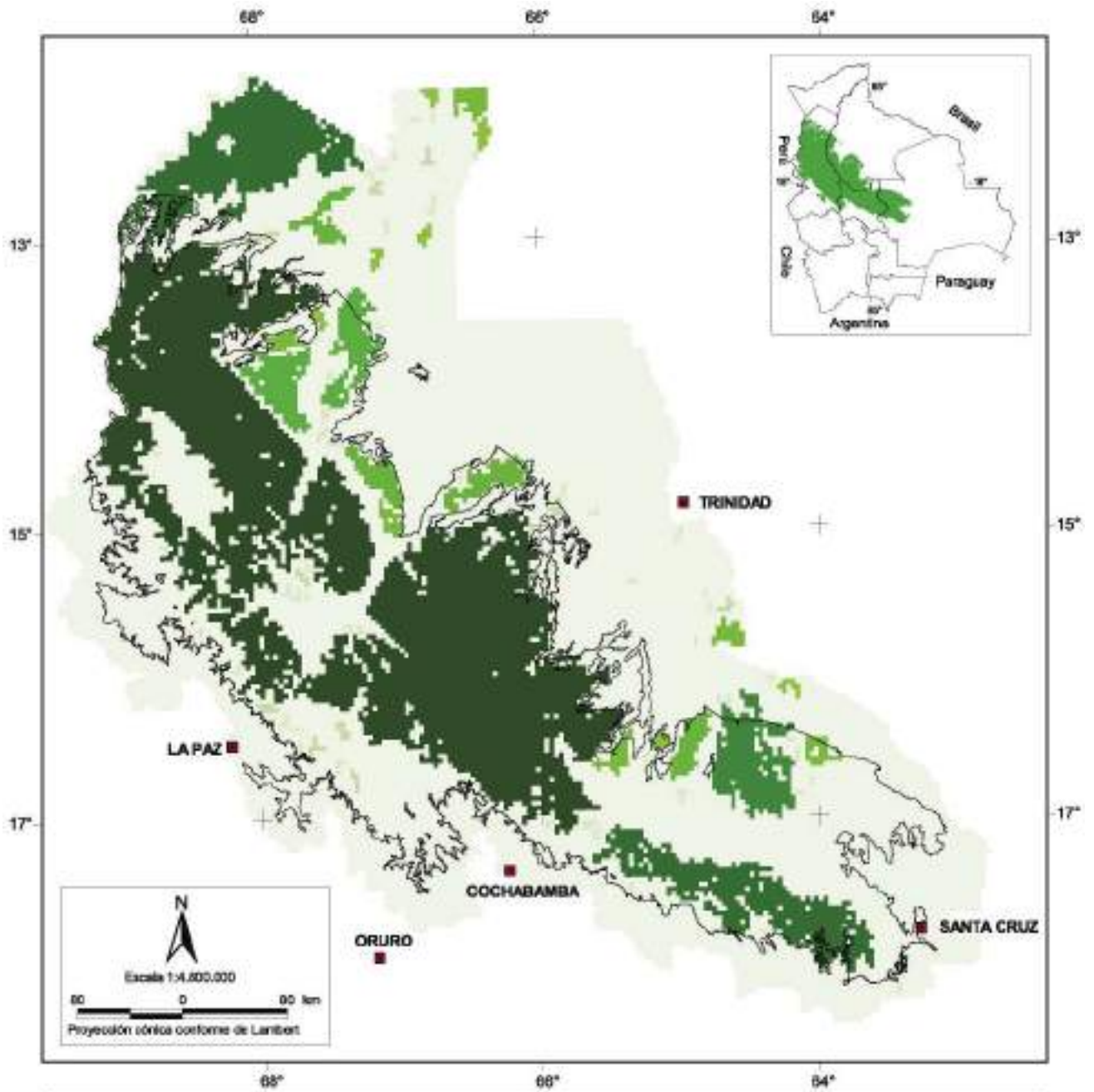
b) Bloques grandes de bosques de buen estado de conservación

Siguiendo el enfoque de una conservación preventiva, proactiva y funcional, lo más efectiva y eficiente que se puede hacer, es conservar los bloques grandes de ecosistemas aún intactos y funcionales.

En el CAM se encuentran varios de estos bloques de los cuales se puede esperar que sirvan como áreas que mantienen funciones biológicas y ecológicas, p.ej. mantenimiento de poblaciones viables incluso de especies que requieren de grandes territorios. Son especialmente las unidades (ver mapa 22):



mapa 21



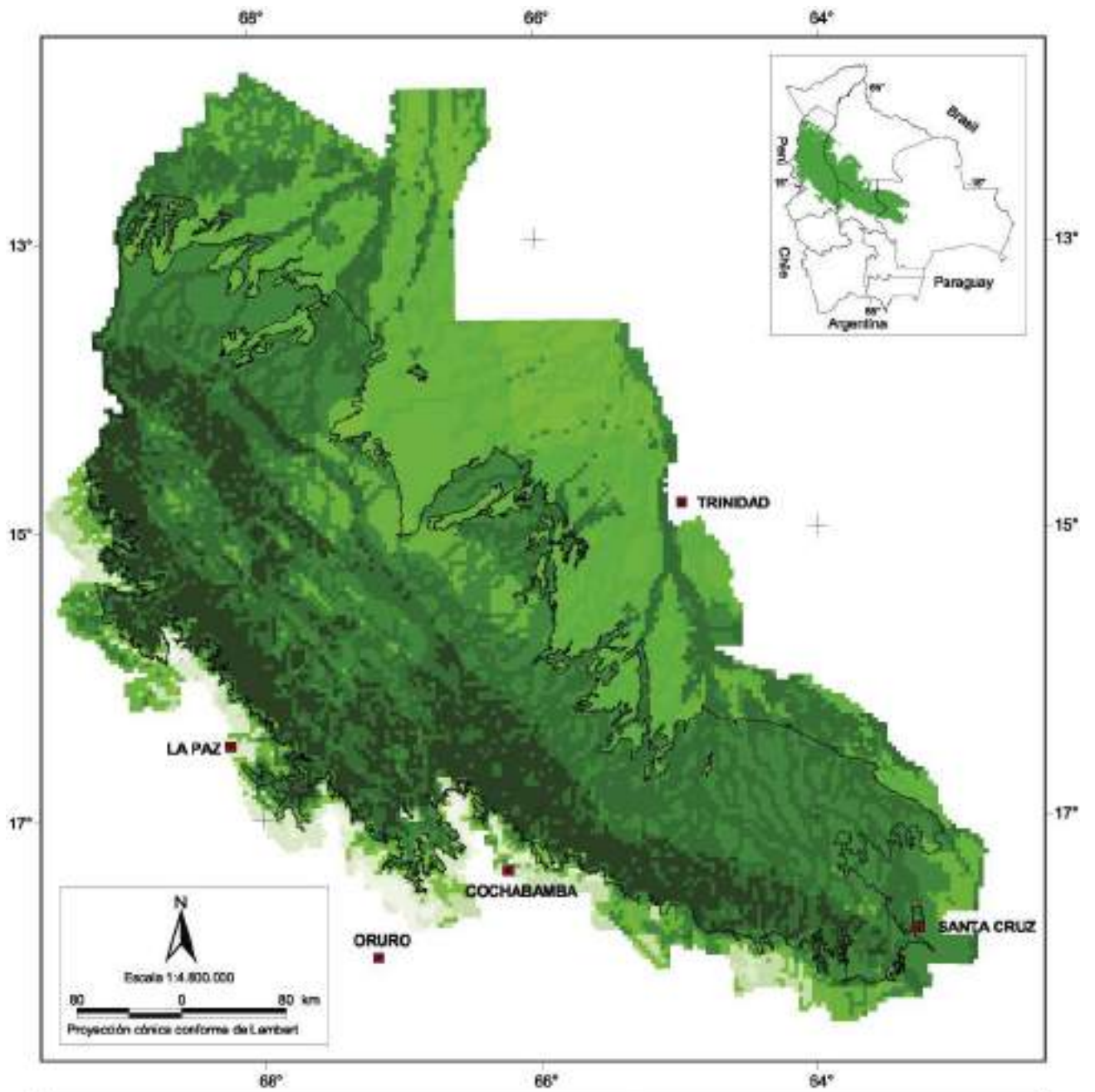
OBJETO DE CONSERVACIÓN
BLOQUES GRANDES DE BOSQUES DE BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN

Valor [%]	Superficie [km2]	Signos convencionales
0		■ Capital departamental
0 - 0.2	(13 - 52)	— Limite del CAM
0.2 - 0.3	(52 - 92)	
0.3 - 0.7	(92 - 177)	
0.7 - 1.6	(177 - 472)	
1.6 - 3.5	(472 - 1049)	
3.5 - 6	(1049 - 1757)	
6 - 12.2	(1757 - 3671)	
12.2 - 29.2	(3671 - 7028)	
29.2 - 100	(7028 - 30103)	

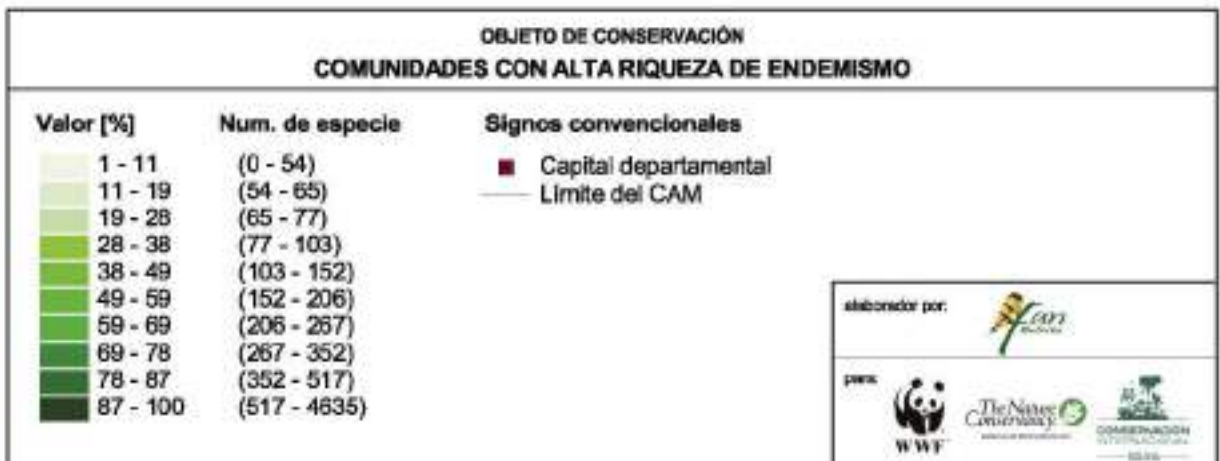
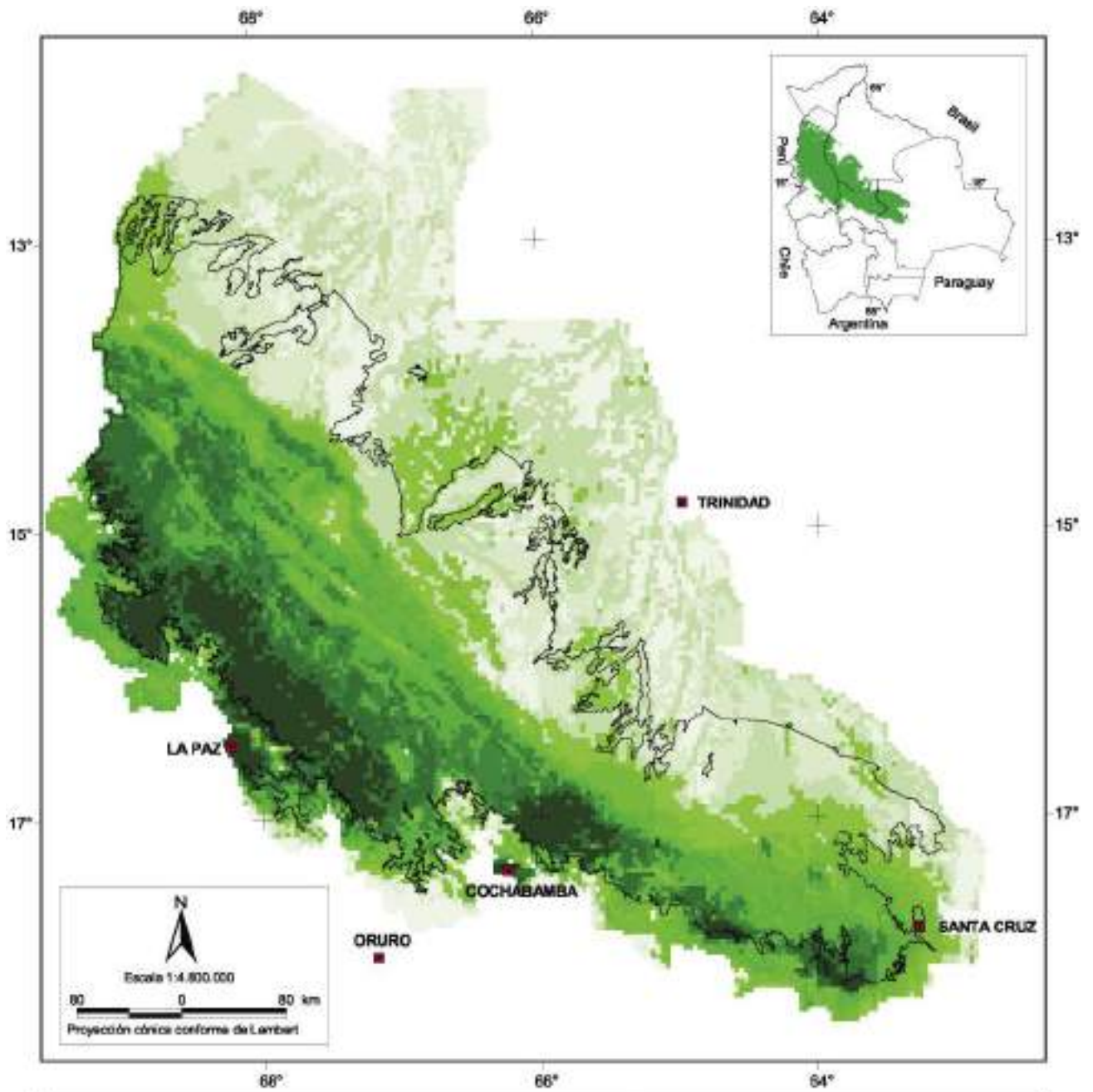
elaborador por:

patro:

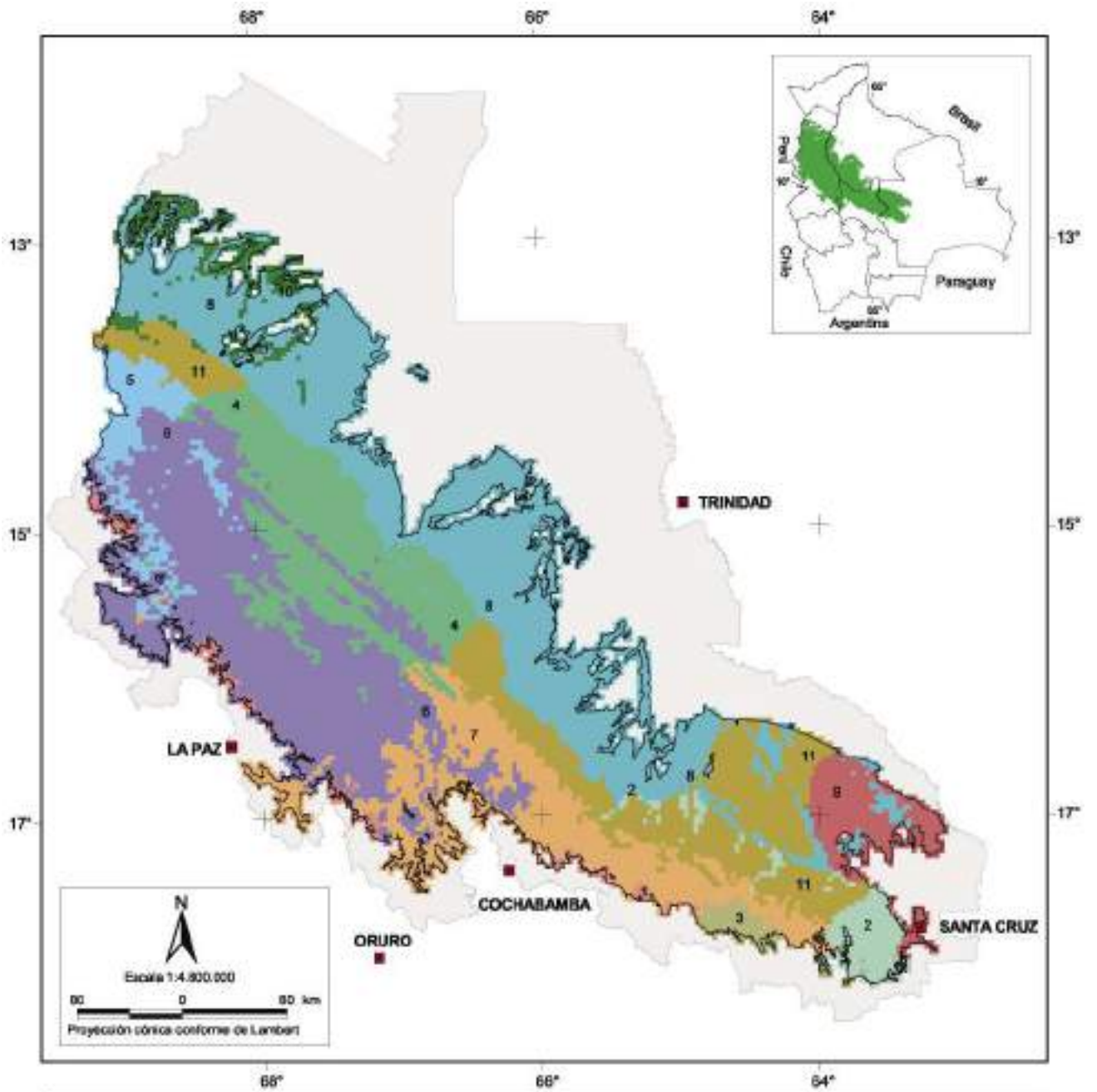
mapa 22



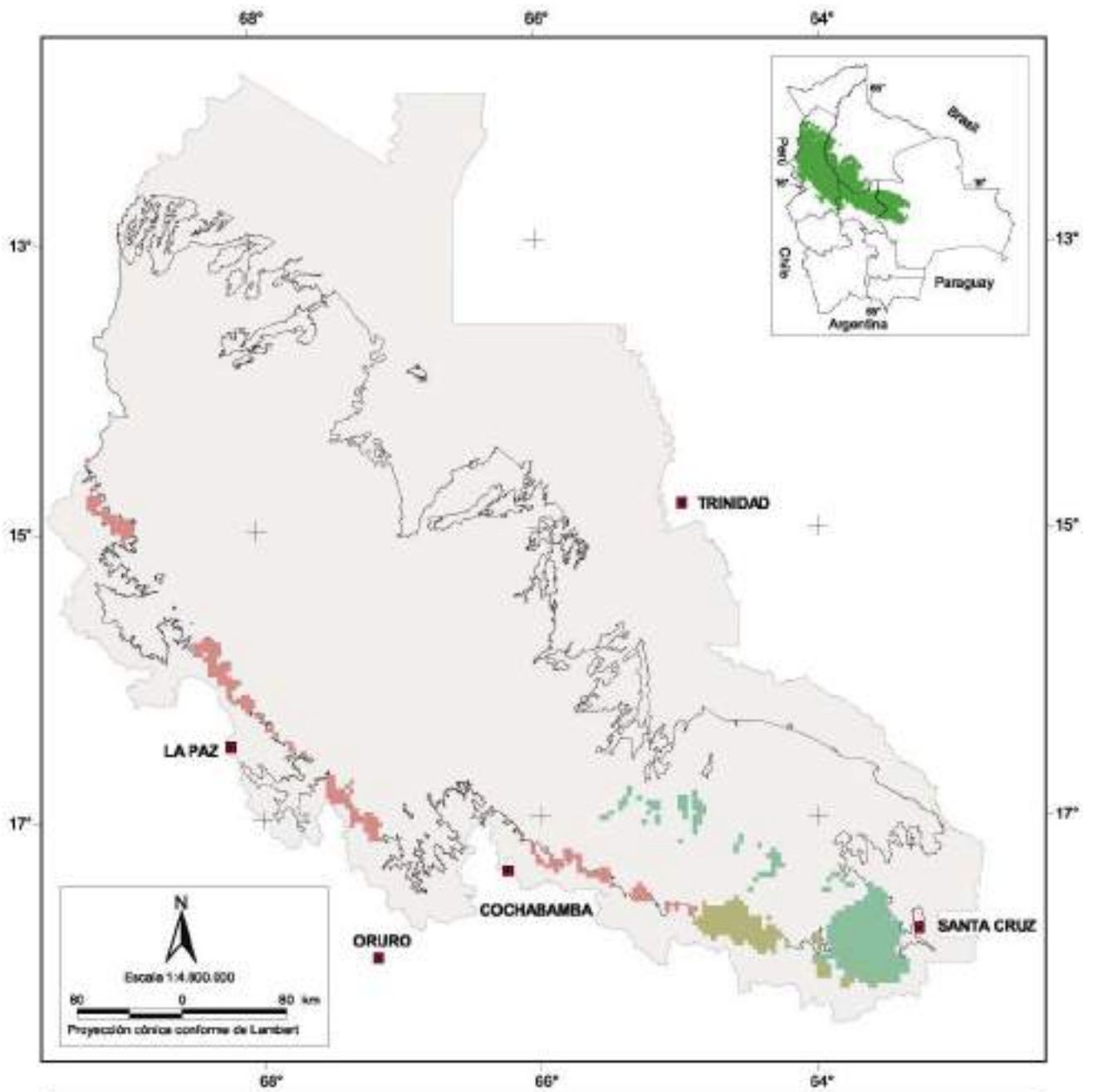
mapa 23



mapa 24



mapa 25



OBJETO DE CONSERVACIÓN		
COMUNIDADES BIOLÓGICAS ÚNICAS CON EXTENSIÓN REDUCIDA		
Ecosistemas priorizados	Superficie (ha)	Signos convencionales
1	275.033	■ Capital departamental
2	411.886	— Limite del CAM
3	185.113	□ Área de influencia del CAM
(Superficie menor al 10% con relación al bloque más grande de ecosistemas singulares)		
elaborador por:		

mapa 26

- Amboró-Carrasco
- bosques del norte de Santa Cruz (Reserva Forestal El Choré y alrededores)
- Isiboro-Securé y regiones adyacentes, especialmente área de Altamachi
- Pilon Lajas
- Madidi
- Parque Cotapata y vecindades, especialmente el norte.

Es lógico que los bloques con un buen estado de conservación, parcialmente, se superpongan a los corredores altitudinales que son nada más que bloques de este tipo pero, que al mismo tiempo, abarcan varios pisos altitudinales. Esto significa que en realidad se tiene una doble valoración de aquellas áreas, y lo que parece bien justificable, ya que realmente tienen múltiples funciones, tanto para garantizar la viabilidad de la biodiversidad actualmente presente, como facilitar la mantención de la funcionalidad de ella en el futuro, especialmente en el marco de cambios ambientales esperados.

La meta debe ser que se mantengan estos bloques en un estado funcional, especialmente evitando una disminución de su cobertura boscosa. Esto, no necesariamente, implica que deben estar representados dentro de áreas protegidas, ya que hay otras formas de uso de la tierra que permiten el mantenimiento de ecosistemas boscosos.

c) Ecosistemas que ejecutan procesos hidroclimáticos importantes

Ya que cualquier parte del CAM forma parte de las más importantes cuencas del país tiene una importancia sobresaliente para procesos hidroclimáticos (ver, mapa 23). Esto incluye tanto la evapotranspiración y generación de precipitación como el control de erosión ribereña o la prevención de derrumbes. Por lo tanto, la topografía tiene una influencia marcada. La selección de este objeto de conservación tiene una connotación antropocéntrica, ya que está relacionado con la mantención de servicios ambientales relevantes no solamente para la conservación de los ecosistemas, sino especialmente para las comunidades humanas. Como se puede observar, debido a la densa red de ríos y la abundancia de bosques, prácticamente toda el área es importante. Se tiene una importancia elevada en las áreas con pendientes pronunciadas y de las cuencas altas.

La meta es conservar las áreas que actualmente y potencialmente ejecutan procesos hidroclimáticos importantes, especialmente si los ecosistemas existentes aún los proporcionan. En el caso de una pérdida histórica de los procesos y de las funciones dependientes, debe buscarse la restauración de un estado de los ecosistemas que permita la recuperación de dichos procesos.

d) Comunidades con alta riqueza de endemismo

Como se indica en la metodología, la riqueza de endemismo es un valor que combina tanto la riqueza de especies como la concentración de especies con rangos reducidos. Mientras más especies se encuentren en una cierta área, y mientras más pequeño sea su rango de distribución total, más alto es el valor de riqueza de endemismo. Entonces, se valoran áreas y comunidades que viven en ellas que se caracterizan por números altos de especies que logran coexistir. Las razones pueden ser la abundancia de los recursos requeridos por las especies, y/o la combinación de factores históricos que favorecen la inmigración, evolución y mantención de especies. Por un lado, la ubicación de estas comunidades caracterizadas por altos valores de riqueza de endemismo indica procesos ecológicos y evolutivos valiosos que merecen ser conservados. Por otro lado, significan valores por si

mismos, ya que se trata de muchas comunidades y especies únicas a nivel mundial. Las áreas con los valores más altos representan la contribución más especial y singular de Bolivia a la biodiversidad del mundo, lo que implica una responsabilidad muy elevada.

Toda el área del CAM (mapa 24), especialmente su zona andina, se destaca por una diversidad biológica, a nivel de especies, sobresaliente. Como sabemos, diferentes grupos de organismos tienen sus centros de diversidad en diferentes pisos altitudinales. Sin embargo, si tenemos en cuenta el tamaño reducido de los rangos de distribución, la importancia incrementa con la altura. Por lo tanto, los valores más altos están registrados hacia el borde sureño del CAM. También se ilustra una tendencia latitudinal: Las áreas más grandes con un alto valor de riqueza de endemismo se encuentran en las partes noroccidentales del CAM, en el Departamento de La Paz. Esto significa, entre otros aspectos, que el número total de especies es más alto en el norte. El bloque más grande con un alto valor de riqueza de endemismo que está ubicado fuera del departamento de La Paz, se encuentra en los Yungas del Chapare. Nótese que hay una mancha importante incluso fuera de los límites del CAM y que corresponde al valle de Cochabamba.

La meta relacionada con este objeto de conservación es lograr que se conserven las comunidades biológicas que se caracterizan por altos valores de riqueza de endemismo, especialmente si se encuentran en áreas con alto potencial de funcionalidad (buen estado de conservación, presencia de corredores altitudinales). En áreas potencialmente importantes pero con un estado de conservación ya no tan bueno, deben buscarse oportunidades de conservar relictos de estas comunidades y incrementar su viabilidad a través de medidas de restauración ecológica y prácticas de uso de la tierra lo más sostenible posible.

e) Ecosistemas caracterizados por una singularidad biológica sobresaliente

En una escala gruesa, en el CAM se visualizan más de once unidades (mapa 25), relativamente distintas, identificadas a través de un análisis Cluster, los pisos altitudinales influyen sobre una mayor distintividad en relación a cualquier otro gradiente. También se destaca con menor visibilidad un patrón de distintividad en un gradiente latitudinal identificándose prácticamente cuatro zonas de representatividad en este gradiente: el extremo sur del CAM en la zona de Amboró, la zona del Chapare-Altamachi-Covendo, la zona de Alto Beni-Maniquí, y la zona del extremo norte del CAM.

Identificando unidades con singularidad biológica sobresaliente (mapa 26), es muy importante ver el grado de distintividad de la ceja o Páramo Yungueño, que presenta varias comunidades únicas de extensión reducida, luego sobresalen varias áreas en la zona de Amboró y alrededores que son diferentes a las unidades de las cejas.

Como meta para este objeto, está la conservación bajo medidas de manejo especial de las áreas singulares biológicamente sobresalientes y garantizar corredores de conectividad entre las distintas unidades de representatividad, además, en cada una de las zonas de representación se requiere que se establezcan áreas de conservación viables y funcionales.

2. Prioridades de conservación

N. Araujo, P. Ibisch & C. Nowicki

El CAM muestra en toda su extensión un patrón general de alto valor para sus diferentes objetos de conservación, lo que hace más difícil la priorización de sitios de conservación. Sin embargo, debe ser claro el hecho de que el CAM requiere de esfuerzos de conservación especiales, sus necesidades están muy por encima de las acciones necesarias en todo el país. La concentración única y sobresaliente de objetos de conservación relevantes a nivel nacional y global justifica que, aquí, el principal uso de la tierra sea relacionado con medidas de conservación de

la biodiversidad y por consiguiente sus productos y servicios. Es urgente que el país reconozca que los ecosistemas del CAM representan el principal generador de la biodiversidad nacional, ya que se trata de un porcentaje reducido del país, que sin embargo, alberga una mayoría de las especies, recursos genéticos y ecosistemas. En este sentido, debe ser una prioridad nacional la gestión de conservación del mismo.

Con la finalidad de orientar la gestión de conservación en el CAM, ha sido necesaria la diferenciación de prioridades de conservación en toda el área del corredor. De esta forma, en un **primer paso** se combinaron los distintos objetos de conservación, excluyendo del análisis a las comunidades biológicas únicas de extensión reducida (CBU) que se consideraron individualmente en un segundo paso de la evaluación. El resultado del proceso de combinación de distintos objetos de conservación, en el cual se dio **mayor prioridad a las áreas con cobertura de bosque**, permitió la identificación de tres bloques importantes, que representan bloques de bosques continuos en buen estado de conservación y conectados en varios pisos altitudinales, que mantienen áreas importantes para procesos hidroclimáticos, así como centros de diversidad y endemismo de especies (mapa 27). Los bloques prioritarios se describen a continuación:

- El **Bloque de conservación Cotapata-Madidi** está delimitado por la zona de Apolobamba-Alto Madidi -Ixiamas, hasta Alto Beni-Coroico-Huarinilla-Cotapata. Es el bloque más extenso con aproximadamente 3.100.864 ha; están representadas las ecorregiones principales que definen al CAM (Yungas y los Bosques Preandinos y Subandinos de la Amazonia), así como los Bosques Secos Interandinos. Sin embargo, presenta algunos puntos críticos, principalmente en la zona de Apolo que rompe parte de la continuidad del bloque en su área central, debido a su mal estado de conservación, así como la zona de Caranavi y Tipuani, con un estado de conservación moderado a malo.

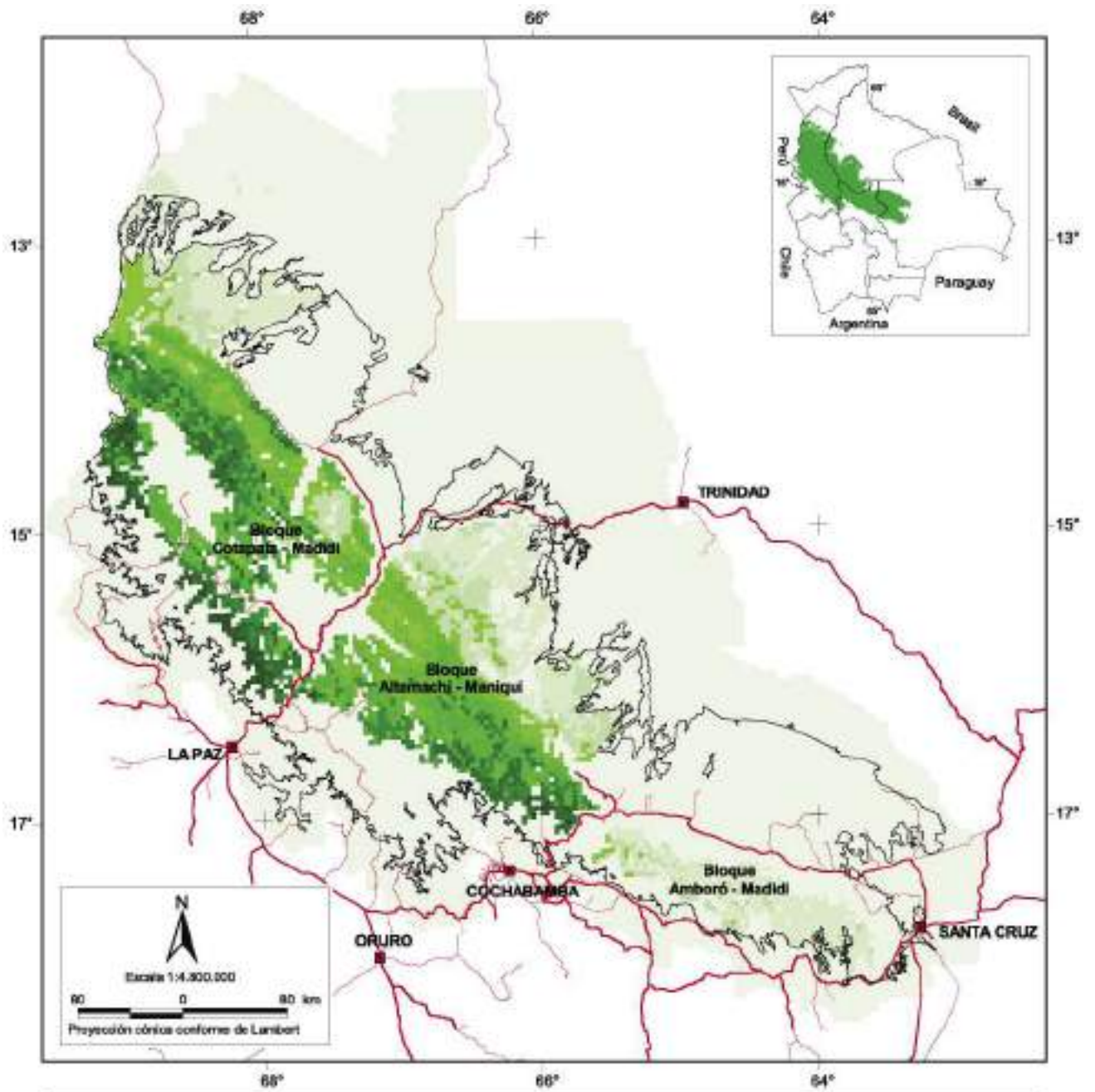
Adicionalmente, es necesario destacar que este bloque presenta una muy buena continuidad altitudinal hacia el límite superior del bosque (como se verá más adelante en la visión del CAM), pudiendo aumentar de esta manera la extensión del bloque hacia la franja de Cotapata-Zongo-Tipuani-Mapiri que presenta muy buen estado de conservación y valores biológicos y ecológicos igualmente altos.

- El **Bloque de conservación Altamachi-Maniquí** es el bloque más continuo y compacto en cuanto a su forma. Tiene aproximadamente una superficie de 2.936.244 ha y está definido por la zona de Altamachi, Cotajes, y Covendo, hacia la zona de Maniquí e Isiboro Sécure. Igualmente, en este bloque están representadas las ecorregiones principales que definen al CAM (Yungas y los Bosques Preandinos y Subandinos de la Amazonia). Es una zona con muy pocos asentamientos humanos especialmente en comparación con otras áreas del CAM.
- El **Bloque de conservación Amboró-Carrasco** comprendido entre la zona de Amboró y Carrasco, es el bloque más pequeño con una superficie aproximada 694.627 ha, es también el bloque más aislado en cuanto a su conectividad altitudinal. Están presentes parte de las ecorregiones de Yungas, Bosques Amazónicos del Preandino y el Bosque Tucumano-Boliviano. Sin embargo, su conservación es clave, debido a la singularidad de la biodiversidad de este sector en relación a otras zonas de representatividad del CAM.

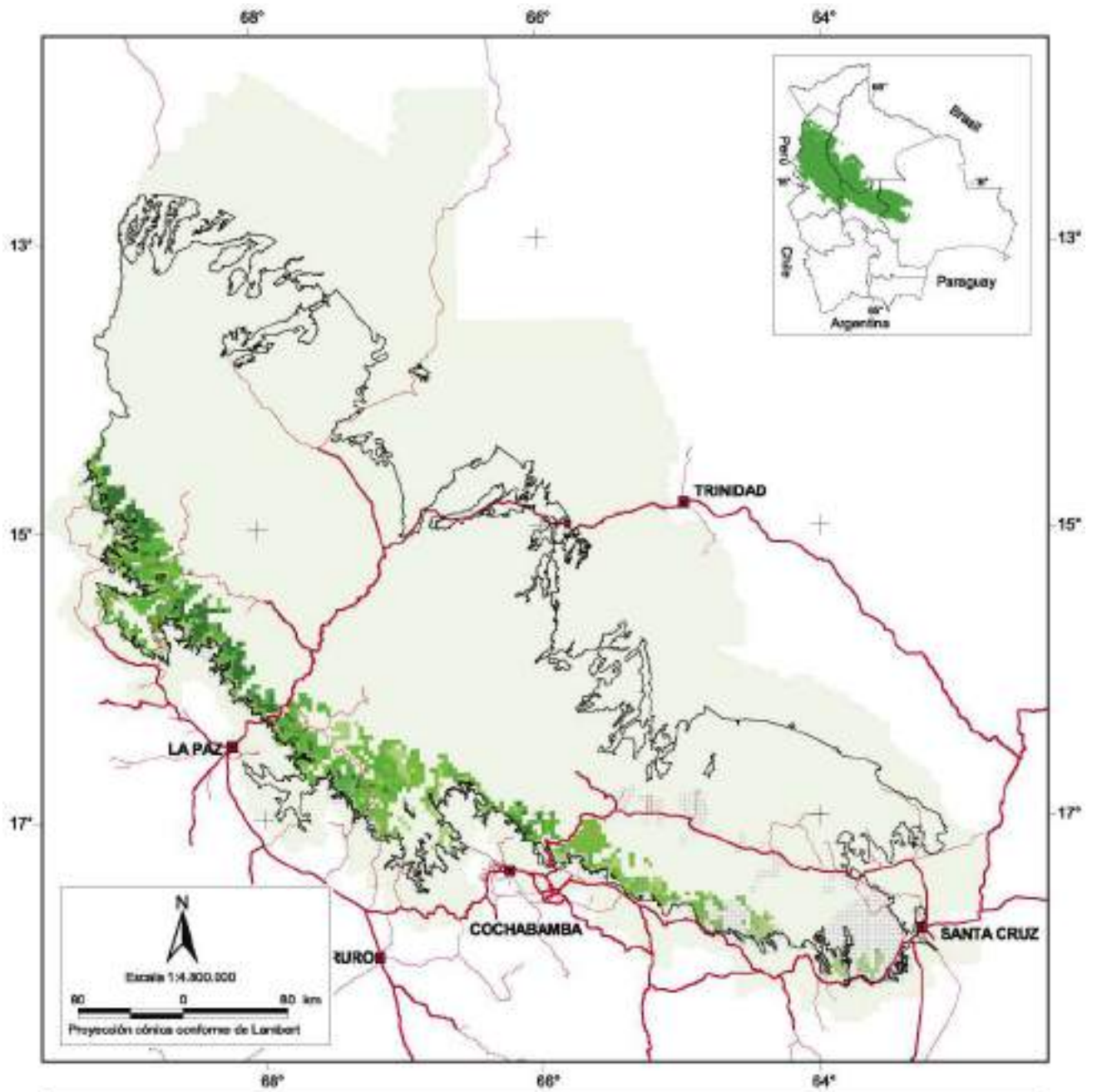
En capítulos anteriores (ver capítulo III.3.5) se describió extensamente la importancia de procesos bio-ecológicos relacionados con ecosistemas funcionales; por este motivo es que la visión de conservación de la biodiversidad del CAM, en lo posible, deberá apuntar a mantener la integridad y funcionalidad de estos bloques de bosque prioritarios de conservación, extremando las medidas de protección o manejo de recursos bajo condiciones ambientales estrictas, evitando una conversión significativa del ecosistema y la cobertura de bosque.

Por otro lado, fuera de estos los bloques prioritarios, sobresalen varias áreas ubicadas hacia la Ceja de Yungas, el Páramo Yungueño y algunos Valles Secos Interandinos (mapa 28), con valores altos de **diversidad y endemismo**, así como por la presencia de **comunidades biológicas únicas de extensión reducida**, mereciendo de esta manera una atención especial para aplicar medidas de protección. La visión de conservación de la biodiversidad del CAM, en lo posible, deberá considerar la protección de especies y mantenimiento de calidad del hábitat en estas áreas:

- **Área de Cotapata-Zongo-Tipuani-Mapiri**, presenta en general muy buen estado de conservación en toda su extensión. Es interesante para oportunidades de conservación de varias especies del Páramo Yungueño, y principalmente junto con el Bloque de Conservación Cotapata - Madidi, sería el área del CAM que presenta la mejor conectividad altitudinal. Presencia de una comunidad biológica única de extensión reducida de importancia para la conservación en el área de Apolobamba.
- **Área de Quime-Cajuata-La Asunta-Coroico-Yanacachi**, presenta un estado de conservación de bueno a regular, con sectores intervenidos y degradados. Presencia de una comunidad biológica única de extensión reducida de importancia para la conservación.
- **Área del Sillar y alrededores**, presenta un buen estado de conservación en general, sin embargo, un tramo de la carretera principal entre Santa Cruz y Cochabamba, corta el área.
- **Área de la Siberia**, presenta varias partes bien intervenidas hacia su límite superior. Presencia de una comunidad biológica única de extensión reducida, que, además, coincide con un centro de endemismo de importancia para la conservación.
- **Área del extremo sur del área protegida Amboró**, con presencia de una comunidad biológica única de extensión reducida, que se encuentra bastante intervenida hacia fuera del límite del Parque Nacional Amboró.



mapa 27



ÁREAS PRIORITARIAS COMPLEMENTARIAS

Valor biológico ecológico (fuera de bloques de bosques)

- 0 - 12
- 12 - 34
- 34 - 54
- 54 - 75
- 75 - 99 (Prioridad muy alta)
- Comunidades biológicas únicas con extensión reducida

Signos convencionales

- Capital departamental
- Limite del CAM
- ~ Camino principal

elaborador por:



para:



mapa 28

3. Visión de conservación de la biodiversidad del Corredor Amboró-Madidi

N. Araujo, P. Ibsch, C. Nowicki, S. Cuéllar & R. Müller

La *visión de conservación de la biodiversidad del CAM* se fundamenta en el análisis de las prioridades dadas por los distintos objetos de conservación, de esta manera los resultados se constituyen en la línea base para definir el estado deseable de conservación de la biodiversidad del CAM en el largo plazo. Para este fin, se realizó un tratamiento integral y diferenciado del territorio, buscando en primera instancia el mantenimiento de la integridad ecológica de los grandes bloques de ecosistemas funcionales y áreas de alto valor biológico-ecológico identificadas como prioridades complementarias. En un segundo nivel de prioridades se analiza las posibilidades de desarrollo sostenible y/o restauración según el grado de perturbación de los distintos ecosistemas.

Las formas de gestión de la biodiversidad, usos y derechos otorgados sobre los recursos naturales existentes, se contemplan en una segunda etapa, en la cual se presentan propuestas de manejo y ordenamiento del territorio a partir de las recomendaciones de la visión (ver título siguiente).

La visión de conservación plantea el mantenimiento de la funcionalidad del Corredor Amboró-Madidi en el marco de un proceso de conservación y desarrollo sostenible. En este sentido, en los puntos siguientes se dan las bases para el tratamiento diferenciado e integral del territorio en el CAM (mapa 29), definiendo zonas generales según prioridades de conservación y su grado de intervención. Cada una de estas macro zonas, se dividen en varias zonas más específicas y se desarrolla una visión de conservación para cada zona.

Zona con prioridad para protección

- **Zona A**, ubicada en los grandes bloques de bosque prioritarios de conservación, con muy buen estado de conservación del ecosistema y dentro del bloque representando los mayores valores de cada uno de los objetos de conservación del CAM.

Visión de conservación: se mantiene la cobertura boscosa, la composición de especies y el estado de conservación actual de los ecosistemas, sin conversión de los mismos. Se aplican en lo posible medidas de protección.

Tipo de uso y manejo recomendados:

- Áreas protegidas de importancia nacional de la categoría más estricta según tamaño y condición socioeconómica favorables (Parques Nacionales, zonas de protección estricta -puede ser dentro de otro tipo de áreas de protección).
- Áreas protegidas de importancia nacional, departamental o municipal de categorías menos estrictas según tamaño del área y viabilidad social (Áreas Naturales de Manejo Integrado, Reservas Biológicas, etc.), pero con condiciones más estrictas de manejo de los RRNN.
- Áreas que, dado su nivel de conflicto por derechos de uso, no pueden ser declaradas áreas protegidas y por consiguiente, el tipo de uso que se realice tendrá que ser bajo condiciones estrictas de gestión ambiental y manejo de los RRNN. Las actividades significativas de cambio de uso de suelo no son recomendables bajo ninguna circunstancia. En caso de existir actividades productivas, éstas deben en lo posible enfocarse hacia el manejo forestal y uso de recursos del bosque de manera sostenible.

- **Zona B**, ubicada en los grandes bloques prioritarios, con muy buen estado de conservación del ecosistema, sin embargo no representa los mayores valores de cada uno de los objetos de conservación considerados en la priorización del bloque. Su preservación y manejo adecuados siguen siendo clave para la conservación de las especies del CAM, y principalmente, para el mantenimiento de las funciones ecológicas.

Es importante destacar en esta zona, el **área de Cotapata-Zongo-Tipuani-Mapiri** que contribuye significativamente a la funcionalidad y continuidad altitudinal del bloque de bosque Cotapata-Madidi, como ya fue mencionado en puntos anteriores.

Visión de conservación: se mantiene la cobertura de la vegetación natural, la composición de especies y el estado de conservación actual de los ecosistemas, sin conversión significativa de los mismos.

Tipo de uso y manejo recomendados:

- Áreas protegidas de importancia nacional de la categoría más estricta según tamaño y viabilidad social (Parques Nacionales, zonas de protección estricta -puede ser dentro de otro tipo de áreas de protección).
 - Áreas protegidas de importancia nacional, departamental o municipal de categorías menos estrictas según tamaño del área y viabilidad social (Áreas Naturales de Manejo Integrado, Reservas Biológicas, etc.), pero con condiciones más estrictas de manejo de los RRNN.
 - Áreas con uso múltiple de recursos bajo condiciones de gestión ambiental y planes de manejo de los RRNN (TCO, concesiones forestales, ASL, etc.). Las actividades significativas de cambio de uso de suelo no son recomendables bajo ninguna circunstancia. Es, especialmente, recomendado que el uso de recursos naturales se enfoque en el manejo sostenible del bosque (recursos maderables y no maderables).
- **Zona C**, ubicada fuera de los grandes bloques de conservación. Sin embargo mantienen un estado de conservación de moderado a muy bueno y están representando áreas de alto valor de diversidad y endemismo de especies (>78% del valor C), así como comunidades biológicas únicas de extensión reducida que quedaron fuera de estos grandes bloques. En términos de conservación de especies, es la zona clave por ser un centro de diversidad y endemismo.

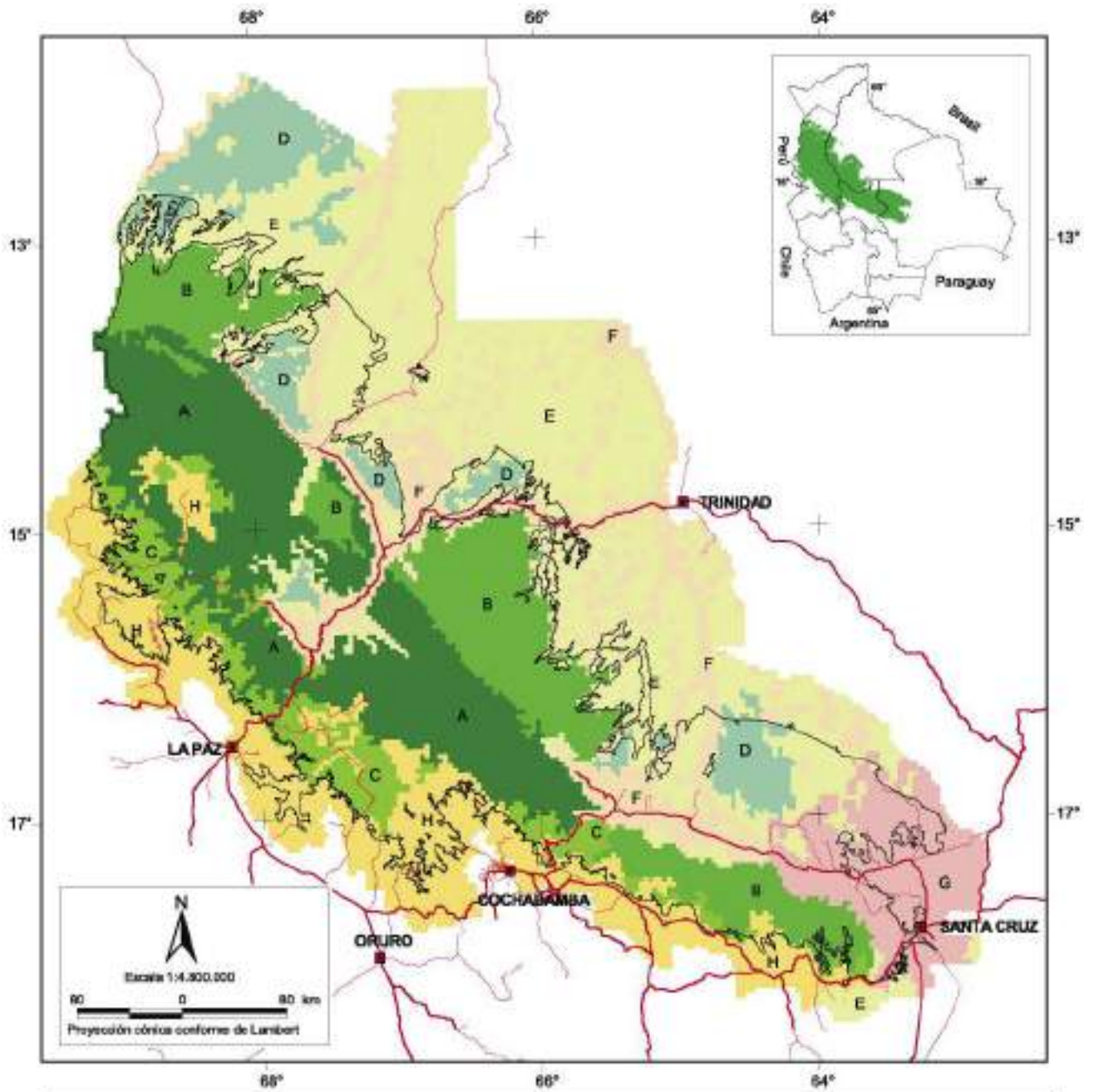
Visión de conservación: Se protegen sitios claves en buen estado de conservación y con viabilidad social. Se aplican medidas para mantener y mejorar (en algunos casos) el estado de conservación del ecosistema.

Tipo de uso y manejo recomendados:

- Reservas de vida silvestre, representan valores importantes de CBR y o representación de especies, se recomiendan medidas de protección.

Zona de desarrollo sostenible

- **Zona D**, situada en áreas de bosque en buen estado de conservación, sin embargo, no corresponde con las áreas de mayor prioridad para el CAM, exceptuando un bloque de bosque ubicado al extremo sur del CAM, que corresponde con la denominada “Reserva Forestal El Choré” que sobresale por conformar una comunidad biológica única no representada en el resto del CAM. Los bosques de esta zona son particularmente importantes para mantener un gradiente de conectividad hacia los bloques principales de conservación en el CAM, en este contexto, nuevamente sobresale la importancia de conectividad del extremo sur del CAM, donde uno de los bloques prioritarios de conservación tiende a un aislamiento geográfico.



VISIÓN DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DEL CAM

Zona con prioridad de protección

- Zona A
 - Zona B
 - Zona C
- Zona de desarrollo sostenible
- Zona D
 - Zona E
 - Zona F
- Zona de desarrollo y restauración
- Zona G
 - Zona H

Signos convencionales

- Capital departamental
- - - Limite del CAM
- ~ Camino principal

elaborador por:



para:



mapa 29

Visión de conservación: se mantiene la cobertura boscosa bajo medidas de desarrollo sostenible.

Tipo de uso y manejo recomendados:

- Aprovechamiento del bosque y sus recursos de vida silvestre bajo planes de manejo
 - Aprovechamiento de RRNN en general bajo gestión ambiental
 - Agropecuaria bajo manejo sostenible.
- **Zona E**, ubicada en áreas con buen estado de conservación, principalmente compuesta por sabanas arboladas de la zona de influencia de tierras bajas del CAM.

Visión de conservación: Se mantiene la estructura del paisaje, se aplican medidas de uso según la aptitud del suelo.

Tipo de uso y manejo recomendados:

- Aprovechamiento de RRNN en general bajo gestión ambiental
 - Agropecuario extensivo bajo manejo sostenible.
- **Zona F**, corresponde con áreas que mantienen principalmente un estado de conservación regular a bueno en algunos sectores. Se trata de áreas de interés para la conservación de la biodiversidad con colonización relativamente reciente, que han sufrido deforestación no mecanizada con fines agroforestales.

Visión de conservación: Se mantiene o mejora el estado de conservación actual, especialmente en áreas de interés para corredores de conectividad hacia y entre los bloques de conservación de mayor escala.

Tipo de uso y manejo recomendados:

- Aprovechamiento de RRNN en general bajo gestión ambiental.
- Agroforestal bajo manejo sostenible.
- Reservas locales de conservación de la biodiversidad.

Zona de desarrollo, mejoramiento de la calidad del ecosistema y restauración

- **Zona G**, corresponde con un área de expansión y desarrollo agroindustrial y expansión urbana y rural, con ecosistemas fragmentados en estado de conservación moderado a crítico.

Visión de conservación: Se mejora o restaura el estado de conservación en áreas de especial singularidad y áreas de importancia para la conectividad. Se aplican medidas de uso según recomendaciones de uso emitidas por el Plan de Uso del Suelo (PLUS)-Santa Cruz.

Tipo de uso y manejo recomendados:

- Áreas de servidumbres ecológicas o de manejo sostenible para la conectividad

- Áreas para restauración en sitios de alta riqueza de endemismo y/o con comunidades biológicas únicas de extensión reducida con estado de conservación moderado o crítico (>50%), tienen prioridad para programas de restauración, y áreas relictuales tienen prioridad para establecimiento de reservas locales.
 - Agropecuaria bajo manejo y en especial siguiendo las recomendaciones del PLUS-Santa Cruz
 - Desarrollo o expansión urbana, se recomienda recuperación y mantenimiento de áreas verdes, franjas de bosque a lo largo de ríos, etc.
- **Zona H**, en esta zona se ha desarrollado un importante uso histórico de los recursos naturales, con presencia de áreas de desarrollo agropecuario intensivo, ganadería extensiva, expansión rural y desarrollo vial. Por lo general, son ecosistemas fragmentados con un estado de conservación entre moderado y crítico, especialmente, hacia la zona de influencia en el sector andino del CAM y, dentro de los límites, presenta áreas intervenidas pero con mejor estado de conservación. Especialmente en el Páramo Yungueño, se presentan varias áreas de interés para la conservación de comunidades biológicas únicas de extensión reducida.

Visión de conservación: Se mejora el estado de conservación o se restauran áreas importantes como centros de diversidad y endemismo, áreas de especial singularidad y áreas de importancia para la conectividad.

Tipo de uso y manejo recomendados:

- Áreas de servidumbres ecológicas o de manejo sostenible para la conectividad
- Áreas para restauración en sitios CBR y/o CBU con un estado de conservación moderado o peor (>50%) tienen prioridad para programas de restauración del potencial productivo y ecológico con medidas específicas orientadas hacia la protección, el manejo o la recuperación de ciertas especies amenazadas (si requeridas)
- Agropecuaria bajo manejo

4. Propuesta de zonificación para la gestión de conservación del Corredor Amboró-Madidi

N. Araujo, P. Ibisch, C. Nowicki, S. Cuéllar & R. Müller

La *visión de conservación de la biodiversidad del Corredor Amboró-Madidi* es la base para la planificación de acciones de conservación, teniendo como meta el mantenimiento a largo plazo de los procesos ecológicos, como la generación y manutención de la alta diversidad y del endemismo de especies que caracterizan al CAM. En este sentido, se diseñó un portafolio de sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad, así como áreas alternativas de conservación y desarrollo sostenible, llegando así a una propuesta integral de ordenamiento territorial estratégico del CAM.

La propuesta se estructuró integrando y compatibilizando la visión de conservación para cada zona prioritaria del CAM, con la situación de uso actual de los recursos naturales y ocupación territorial. De esta manera, las áreas propuestas para conservación y desarrollo tendrán mayor viabilidad de implementación, en el marco de una propuesta de ordenamiento territorial del CAM, a una escala regional y considerando un enfoque de conservación de la biodiversidad.

4.1. Análisis de derechos existentes de uso de los RRNN, ocupación territorial y áreas de conservación en el CAM como análisis de viabilidad para la delimitación de áreas de conservación y zonificación

En la visión del CAM se consideró el análisis del estado de conservación de los ecosistemas, como un primer filtro de viabilidad socioeconómica para el establecimiento de áreas de conservación y desarrollo. En esta sección y como un segundo filtro para la definición del portafolio de sitios, se evaluaron, sobre el mapa de la visión, diferentes datos sobre uso actual de los recursos naturales (RRNN), ocupación territorial, áreas protegidas existentes, áreas con derechos otorgados de uso de los RRNN, planes de uso de suelo existentes, presencia de caminos y centros poblados principales. Un resumen general del análisis de las diferentes zonas identificadas en la visión de conservación y sus características socioeconómicas relacionadas con este análisis de viabilidad, se presenta en la tabla 65.

En esta evaluación, se observa una buena cobertura de áreas protegidas ya existentes, cerca del 45% de la superficie de las zonas prioritarias de conservación identificadas en la visión tiene presencia de áreas protegidas. Así también existe buena presencia de concesiones forestales y Tierras Comunitarias de Origen (TCO), en áreas de prioridad de conservación (Fig. 28). Estos dos últimos elementos pueden ser oportunidad para mantener al menos el 37% de la superficie del CAM en buen estado de conservación a través de un manejo adecuado de los recursos naturales y gestión territorial en estos sitios.

Tabla. 65. Situación del uso actual de la tierra y derechos de uso de los recursos naturales, por zona de conservación establecida en la visión

Zona de conservación según Visión	Tipo de uso actual de la tierra	Derechos de uso de los RRNN, ocupación territorial y áreas de conservación
A (3.951.957 ha)	- Casi sin uso, con algunos sectores de extracción maderera y cultivos mixtos de tierras bajas.	- Las áreas protegidas representan el derecho de uso predominante de esta zona, cubriendo un 45% de su superficie. También hay una alta presencia de TCO (30%) y concesiones petroleras (25%). - El sector norte (bloque Cotapata - Madidi) presenta la mayor cobertura de áreas protegidas. - En general hay una buena cobertura de áreas protegidas.
B (3.141.210 ha)	- Casi sin uso en el Subandino. - Con extracción de madera, principalmente en el Preandino.	- Predominante presencia de Tierras Comunitarias de Origen, áreas protegidas y concesiones, forestales, cubriendo respectivamente el 47%, 51% y 16% de la superficie de esta zona. - También es importante la presencia de concesiones petroleras, cubriendo el (10% de la superficie total de la zona.
C (1.501.281 ha)	- Casi sin uso en el sector de Yungas del Norte de La Paz (Cotapata-Zongo- Tiupani-Mapiri), este mismo sector tiene áreas de uso por minería y extracción de madera. - Cultivos perennes de tierras bajas mixtos (coca, café, cítricos) principalmente en el sector de Sud-Yungas. Áreas más inaccesibles se encuentran casi sin uso	- La cobertura de áreas protegidas representa el 34% de la superficie de esta zona. - Las TCO, con el 8% de la superficie de esta zona, son otra de las áreas importantes. - Varios centros poblados a nivel de capitales municipales están presentes en la zona.
D (1.874.140 ha)	- Extracción de madera como principal uso	- Las TCO y concesiones forestales ocupan cerca del 51% de la superficie de de esta zona.
E (8.128.360 ha)	- Ganadería mayormente extensiva.	- Principalmente presencia de TCO, en algunos sectores y cubriendo cerca del 37% de la superficie de esta zona. - Hacia el sector sur del CAM, presencia de concesiones petroleras.
F (3.046.325 ha)	- Extracción de madera. - Caza, pesca y productos no maderables en las áreas de influencia de ríos principales del Preandino y área de influencia del CAM en tierras bajas. - Cultivos mixtos de tierras bajas en el sector de Caranavi y del Chapare hacia Yapacaní.	- Cerca del 32% de la superficie de la zona con presencia de TCO. - Las concesiones petroleras cubren el 8% de la superficie de la zona. - Red vial principal para el CAM atraviesa esta zona. - Centros poblados importantes se ubican principalmente hacia el Subandino.
G (1.613.763 ha)	- Agricultura mecanizada, cultivos anuales - Ganadería mayormente extensiva - Cultivos en tierras bajas mixtos (plátano, arroz, cacao)	- Las concesiones petroleras y las áreas protegidas ocupan respectivamente el 18% y 7% de la superficie de esta zona - Hay un buen desarrollo vial comparado con otras áreas del CAM. - Una gran parte de los centros urbanos como capitales municipales, se encuentran en esta zona.
H (3.755.513 ha)	- Ganadería mayormente extensiva y dispersa en el sector de Apolo	- Las áreas protegidas ocupan el 13% de la zona - También hay una importante presencia de centros urbanos como capitales municipales.

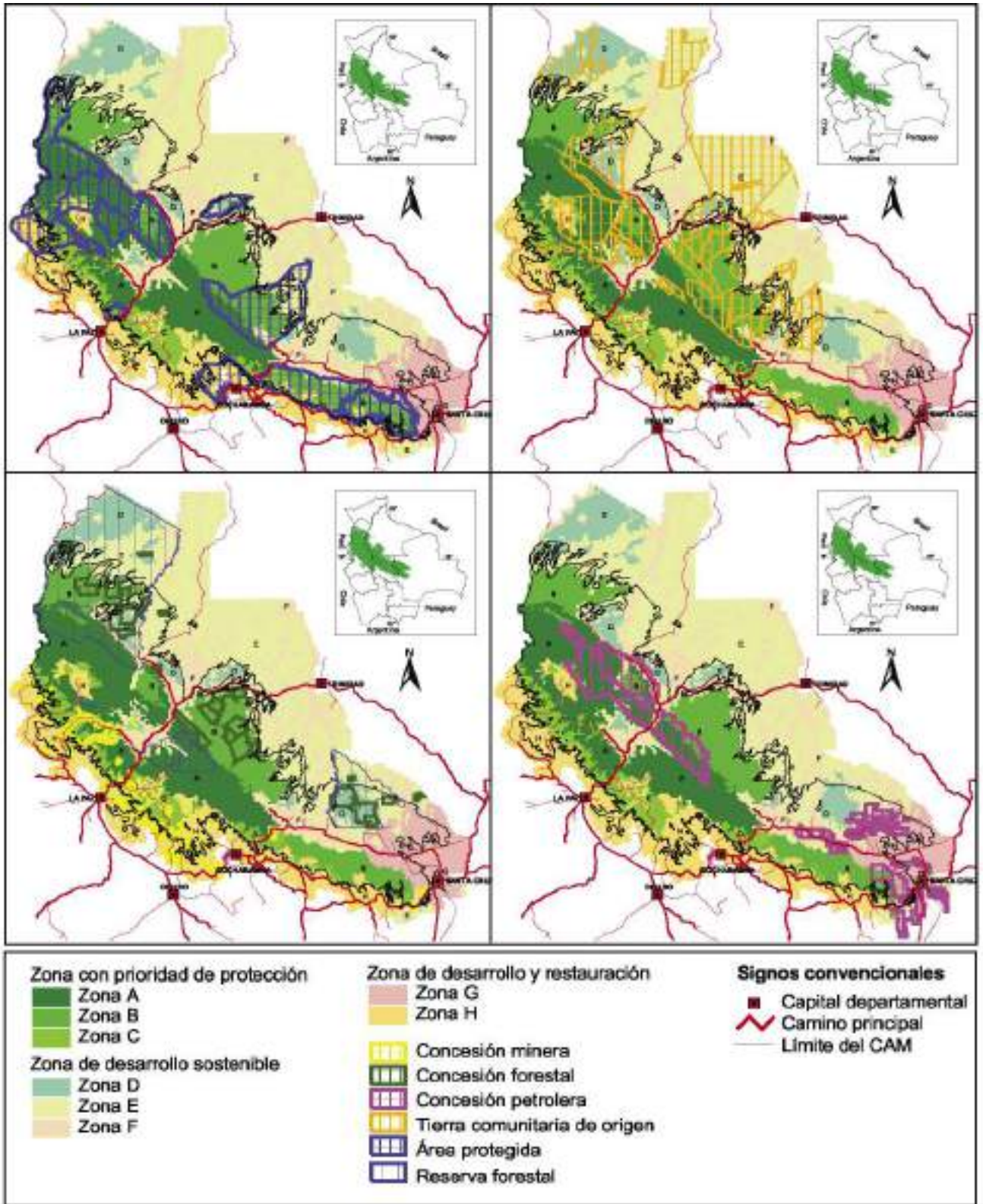


Fig. 28: Visión de conservación y áreas con derechos otorgados

4.2. Zonificación propuesta para la gestión de conservación del Corredor Amboró-Madidi

Considerando los resultados del análisis de las distintas zonas de conservación identificadas en la visión y la situación socioeconómica actual en el CAM, se diseñó un portafolio de sitios prioritarios y áreas de conservación y desarrollo sostenible (mapa 30). Identificando así: 1) áreas de mayor protección o portafolio de sitios prioritarios, 2) áreas de desarrollo sostenible y 3) áreas de desarrollo, mejoramiento de la calidad del ecosistema y restauración.

4.2.1. Portafolio de sitios prioritarios como áreas de mayor protección

El portafolio cubre los sitios o áreas claves de acción para la conservación y representación de la biodiversidad en el CAM, estos sitios tienen prioridad para protección y de manera colectiva conservarán las especies y comunidades nativas del corredor.

En términos de conservación de la diversidad biológica es difícil indicar los porcentajes por ecorregión que deberían estar protegidos para poder representar la biodiversidad. Ibsch y Gonzáles (1999) indican en un análisis preliminar que los porcentajes deseables del área para protección más estricta de la biodiversidad podrían estar entre 25 a 30% para los Bosques Preandinos y 50 a 70% para los Bosques del Subandino en la Amazonia, y por otro lado los Yungas requerirían entre 70 a 80% de superficie bajo protección.

Si se observan los patrones de los objetos de conservación para el CAM y en especial la variabilidad de unidades biológicas singulares, verdaderamente el área puede necesitar porcentajes altos de su superficie para una protección más estricta. Estos porcentajes también estarían bien justificados considerando que el CAM, como ya fue expresado más arriba, en Bolivia está representando los mayores valores de diversidad y endemismo de especies, y es una zona de alta importancia para procesos ecológicos como la producción de agua y el control de desastres.

El portafolio de sitios para el CAM, se estableció a partir de la red de áreas protegidas existentes, que en casi todos los casos coincidieron con áreas prioritarias y con áreas en buen estado de conservación, identificadas en la visión. Las nuevas áreas propuestas cubrirían tanto los vacíos de conservación de áreas prioritarias, de representación de unidades de vegetación y de áreas de distribución de especies amenazadas. De igual manera algunas áreas declaradas o demandas como Tierras Comunitarias de Origen (TCO) se recomiendan dentro del portafolio de sitios al formar parte de las áreas prioritarias.

En este sentido el portafolio de sitios prioritarios de conservación estaría compuesto por áreas protegidas ya existentes, propuestas de nuevas áreas protegidas, sitios de especial valor para comunidades biológicas únicas de extensión reducida y TCO (ver mapa 31). Es necesario destacar que no todos los sitios seleccionados en el portafolio están constituidos o propuestos como áreas de protección más estricta, sino, una buena parte de los sitios conforman áreas naturales protegidas de manejo integrado, es decir, que el uso sostenible de los recursos naturales está permitido.

III. Diagnóstico y análisis de base para la planificación



Baile tradicional de la comunidad Tacana, vecina al Parque Nacional Madidi (Foto: A. Suárez / CI).

III. Diagnóstico y análisis de base para la planificación

1. Límites del Corredor Amboró-Madidi

N. Araujo & P.L. Ibisch

El Corredor Amboró-Madidi (CAM) cubre una superficie aproximada de 139.088 km². Sus límites se han basado en el mapa de ecorregiones de Bolivia según clasificación de Ibisch *et al.* (2003). De esta manera, las ecorregiones principales (mapa 1), en las cuales se concentra la planificación de conservación para el corredor son la ecorregión de Yungas y las subecorregiones de los Bosques Amazónicos Preandinos y Subandinos (o Faja Subandina) pertenecientes a la Amazonia; dentro de este bloque de regiones compuestas por bosques predominantemente húmedos, existen algunas manchas de bosques semihúmedos, hasta semiáridos de la ecorregión de Bosques Secos Interandinos que también se han incluido, así como una pequeña representación del Bosque Tucumano-Boliviano ubicada al extremo sur del corredor, en el Parque Nacional Amboró. Datos aproximados sobre superficie y límite altitudinal de cada ecorregión o subecorregión se presentan a continuación.

Tabla 14. Ecorregiones en el Corredor Amboró-Madidi

Ecorregión/ Subecorregión	Superficie total en Bolivia (km ²)	Superficie en el CAM (km ²)	Porcentaje de la región en Bolivia	Límite altitudinal (m)
Sudoeste de la Amazonia:				
Bosques Amazónicos Preandinos	58.308	58.308	100%	150-500
Bosques Amazónicos Subandinos	23.529	23.529	100%	500-1.000
Yungas	55.556	55.556	100%	1.000-4.200*
Bosques Secos Interandinos	44.805	5.759	13%	2.300-3.000
Bosque Tucumano-Boliviano	29.387	324	1%	1.800-2.000

* Incluyendo el Páramo Yungueño

Describiendo más finamente la delimitación del área de estudio, es importante mencionar que los límites del CAM fueron originalmente propuestos en un diagnóstico sobre el sector boliviano de la ecorregión Sudoeste de la Amazonia según el enfoque de Conservación Basada en Ecorregiones desarrollado por WWF (Ibisch *et al.* 1999). En este estudio, fueron priorizados por su alto valor biológico-ecológico todos los bosques húmedos siempreverdes del Sudoeste de la Amazonia y la zona de influencia de los Yungas, incluyendo bosques de la llanura amazónica hasta la Ceja de Montaña

en unos 3.600 m. Actualmente con la nueva definición de ecorregiones para Bolivia, los Yungas, incluirían en su límite más alto al Páramo Yungueño que se localiza en franjas y manchas encima de la ceja de monte y forman pajonales y matorrales casi siempre húmedos subiendo el límite altitudinal en algunos sectores hasta 4.200 m (Ibisch *et al.* 2003).

El límite entre los Bosques Amazónicos Subandinos y la ecorregión de Yungas bolivianos, es de cierta forma arbitrario porque existe un gradiente altitudinal que hace cambiar las condiciones abióticas que afectan a ciertos taxa de manera distinta. En realidad, se puede decir que los bosques húmedos andinos son un solo ecotono, principalmente debido al cambio ecológico gradual que se registra por temperaturas decrecientes y precipitaciones crecientes en cuanto se sube a los Andes. El límite más arbitrario del CAM se encuentra en las zonas donde los Bosques Amazónicos Preandinos tienen conexión directa con los Bosques Amazónicos de Pando y/o Bosques Amazónicos de Inundación.

Zona de influencia del Corredor Amboró-Madidi

Todo el complejo de ecorregiones mencionadas anteriormente conforman el área núcleo de atención para el desarrollo de la Visión de Conservación de la Biodiversidad, esta área se basa en límites predominantemente naturales. Por otro lado, considerando la delimitación político-administrativa del país, en el CAM se ubicarían 77 municipios, varios de ellos se extienden más allá de los límites naturales del corredor, es así que, para considerar todo el contexto socioeconómico del CAM se ha definido un **área de influencia**, demarcada por el resto del territorio municipal que se extiende más allá de los límites del CAM. El CAM recibe la influencia de varias ecorregiones tanto de ecosistemas andinos, como de tierras bajas, ver la siguiente tabla 15. En el mapa 2, se visualiza los ecosistemas del CAM y su área de influencia.

Tabla 15. Ecorregiones que forman parte de la zona de influencia del CAM

Ecorregión/Subecorregión	Superficie total de la región en Bolivia (Km²)	Superficie en el área de influencia del CAM (Km²)	Porcentaje en el área de influencia del CAM
En el área de influencia de tierras bajas:			
Amazonia			
Bosques Amazónicos de Inundación	63.588	1.6661	26%
Bosques Amazónicos de Pando	71.217	8.814	12%
Sabanas Inundables			
Sabanas Inundables de los Llanos de Moxos	94.660	44.457	47%
Bosque Seco Chiquitano	101.769	5.036	5%
Gran Chaco	105.006	2.004	2%
En el área de influencia de tierras altas (zona andina):			
Bosque Tucumano-Boliviano	29.387	1.669	6%
Vertiente Oriental y Valles Interandinos			
Chaco Serrano	23.176	445	2%
Bosques Secos Interandinos	44.805	4.659	10%

Cerrado			
Cerrado Paceño	9.837	9.704	99%
Cerrado Beniano	27.171	6.772	25%
Cordilleras Altas y Altiplano			
Puna Húmeda	8.869	3.440	39%
Puna Semihúmeda	67.601	8.810	13%
Vegetación Altoandina de la Cordillera Oriental con Pisos Nivales y Subnivales	8.137	6.054	74%
Puna Seca	35.818	299	1%

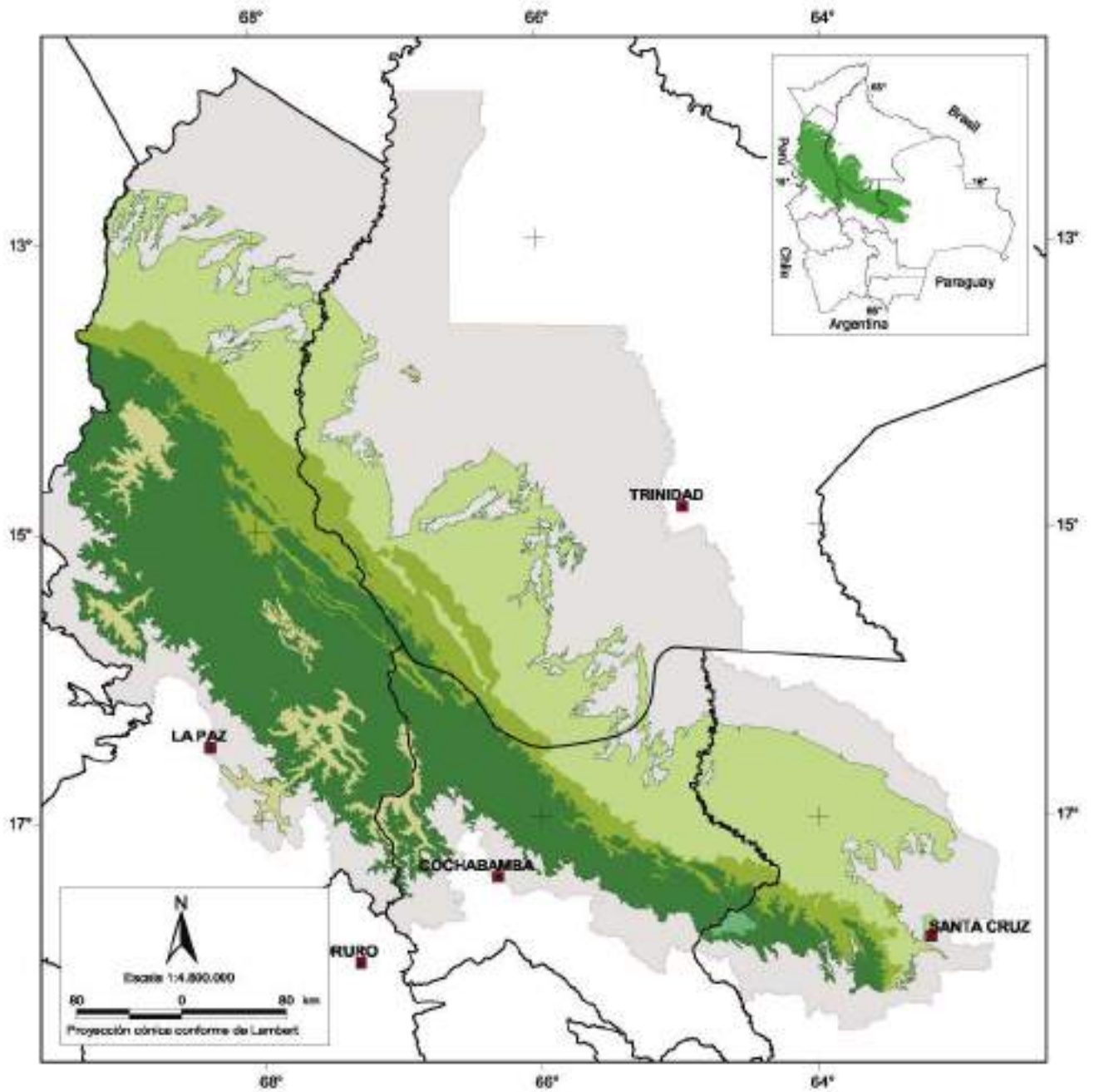
1.1. Delimitación político-administrativa del Corredor Amboró-Madidi

El CAM se ubica en cuatro de los nueve departamentos administrativos de Bolivia y en 77 municipios. Cuarenta de estos municipios forman parte del Departamento de La Paz, 17 son del Departamento de Santa Cruz, 13 de Cochabamba y 7 se encuentran en el Beni. En la siguiente tabla se presenta una lista de municipios según su influencia territorial sobre el CAM.

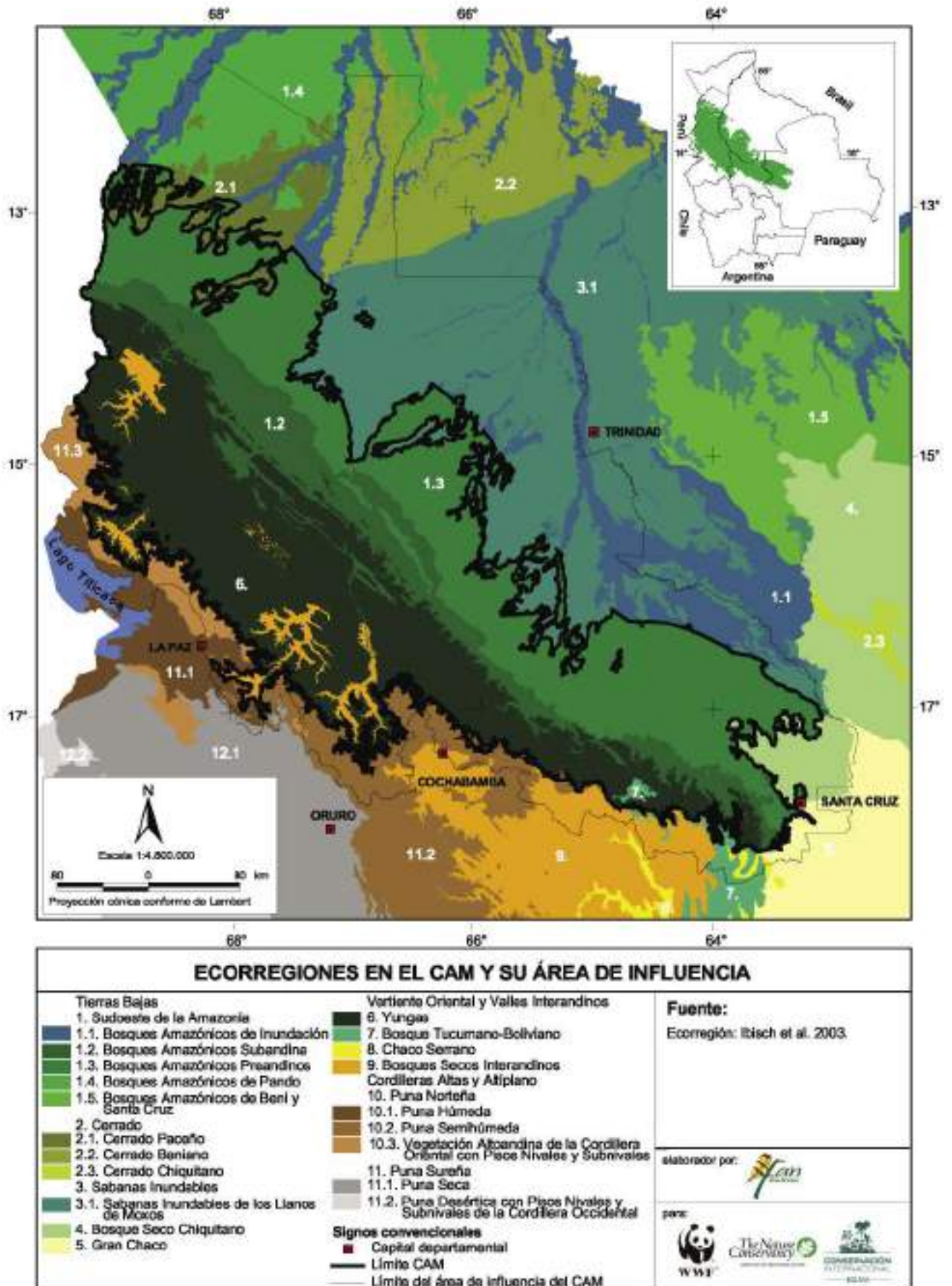
Tabla 16. Porcentaje de superficie del territorio municipal dentro de los límites del CAM

Departamento	Provincia	Municipios
Municipios con 90-100% de su superficie dentro del CAM		
La Paz	Abel Iturralde	San Buenaventura
	Caranavi	Caranavi
	Franz Tamayo	Apolo
	Inquisivi	Licoma, Cajuata, Inquisivi
	Larecaja	Tipuani, Quiabaya, Tacacoma, Guanay
	Muñecas	Aucapata
	Nor Yungas	Coripata, Coroico
	Sur Yungas	La Asunta, Palos Blancos, Chulumani
Cochabamba	Carrasco	Puerto Villarroel
Beni	General José Ballivián	Puerto Rurrenabaque
Municipios con 60-90% de su superficie dentro del CAM		
La Paz	Bautista Saavedra	Gral. Pérez (Charazani)
	Larecaja	Combaya, Sorata
	Muñecas	Ayata, Chuma
	Sur Yungas	Irupana
Cochabamba	Ayopaya	Morochata, Independencia
	Carrasco	Pojo, Chimoré
	Chapare	Villa Tunari
	Tiraque	Tiraque
Beni	General José Ballivián	San Borja
Santa Cruz	Andrés Ibañez	El Torno, Porongo (Ayacucho)
	Ichilo	Buena Vista, San Carlos, Yapacaní (San Juan)

Municipios con 40-60% de su superficie dentro del CAM		
La Paz	Abel Iturralde	Ixiamas
	Bautista Saavedra	Curva
	Camacho	Mocomoco
	Inquisivi	Quime
	Murillo	La Paz
	Sur Yungas	Ynacachi
Cochabamba	Carrasco	Totora
	Chapare	Colomi
Beni	Moxos	San Ignacio
Santa Cruz	Manuel M. Caballero	Comarapa
	Obispo Santisteban	Gral. Saavedra
Municipios con 20-40% de su superficie dentro del CAM		
La Paz	Franz Tamayo	Pelechuco
	Loayza	Cairoma
	Murillo	Palca, Mecapaca
Beni	General José Ballivián	Reyes
	Yacuma	Santa Ana
Santa Cruz	Florida	Mairana, Samaipata
	Obispo Santisteban	Mineros
	Sara	Santa Rosa
Municipios con 10-20% de su superficie dentro del CAM		
La Paz	Inquisivi	Ichoca, Colquiri
	Loayza	Sapahaqui, Luribay
Santa Cruz	Andrés Ibañez	La Guardia
	Florida	Pampa Grande
	Sara	Portachuelo
Municipios con menos del 10% de su superficie dentro del CAM		
La Paz	Camacho	Pto. Carabuco, Chaguaya, Puerto Acosta
	Omasuyos	Achacachi, Ancoraimes
Cochabamba	Carrasco	Pocona
	Chapare	Sacaba
	Quillacollo	Tiquipaya
	Tapacarí	Tapacarí
Beni	General José Ballivián	Santa Rosa
	Marbán	Loreto
Santa Cruz	Andrés Ibañez	Santa Cruz de la Sierra
	Obispo Santisteban	Montero
	Warnes	Warnes



Mapa 1



Mapa 2

1.2. Delimitación transfronteriza del Corredor Amboró-Madidi

El CAM es un corredor regional abarcando muchos corredores de niveles jerárquicos más bajos (locales, de paisaje, etc.), tiene una delimitación bastante natural hacia el sur, en el Amboró, pero también hay una continuación bastante natural en el norte, hacia Perú. En este contexto el CAM forma parte de un corredor de conservación mayor, denominado “Vilcabamba-Amboró” principalmente promovido por Conservación Internacional (CI-CEPF 2003).

La delimitación del Vilcabamba-Amboró (mapa 3) ha tenido un fuerte enfoque en las áreas protegidas existentes, como núcleos de conservación, desde este núcleo se busca la conectividad para asegurar la viabilidad a largo plazo de la gran mayoría de las especies biológicas en su medio, como recurso actual y potencial de desarrollo. Desde esta perspectiva, el corredor no simplemente busca conectar fragmentos de naturaleza prístina. El corredor propone un sistema de ordenamiento del territorio que, juntamente con propuestas innovadoras de uso productivo, integra a las áreas protegidas con su entorno, conciliando conservación y desarrollo económico.

El Corredor Vilcabamba-Amboró cubre una superficie aproximada de 315.000 Km², comprende áreas naturales de Perú y de Bolivia, contiene extensiones de los bosques montañosos y bosques de llanura tropical mejor conservados en todo el mundo. Los hábitats representados dentro del corredor varían entre los dos países. En Perú está bien representado el Bosque Húmedo del suroeste Amazónico con grandes extensiones de la llanura amazónica, buena representación de bosques de montaña y poca representación de ecosistemas de altura; mientras en Bolivia el corredor está más apegado a los Andes, donde la gran mayoría del hábitat es considerado como Yungas y Bosque Montañoso. De los ecosistemas presentes en el corredor, los Yungas son de prioridad para la conservación por su alta tasa de endemismo, su distribución restringida y su proximidad a áreas altamente pobladas de la sierra andina.

Igualmente se ha definido todo un complejo ecorregional de los Andes Tropicales⁵ que forman un corredor biológico entre Venezuela y el norte de Argentina, se caracteriza por la presencia de una franja de bosques montanos húmedos a lo largo de la cordillera oriental, constituyen una barrera orográfica de primer orden que condensa corrientes de aire húmedos provenientes de la cuenca amazónica baja, este corredor también se considera como uno de los sitios de mayor diversidad del mundo. En este sentido, la planificación de conservación en el Corredor Amboró-Madidi se constituye en el aporte boliviano para la conservación de la biodiversidad en esta importante región de los Andes Tropicales.

⁵ <http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/andes/>

2. Aspectos físicos

El CAM al tener una fuerte presencia e influencia de la vertiente nororiental de los Andes presenta una serie de factores geográficos, fisiográficos y climáticos que condicionan diferentes características ecológicas que convierten a esta zona en un área fascinante para el establecimiento de patrones especiales de diversidad biológica. En los puntos siguientes se describen algunas de las principales particularidades de los aspectos físicos del área de estudio.

2.1. Clima

(Extractos de Rafiqpoor et al. 2003⁶)

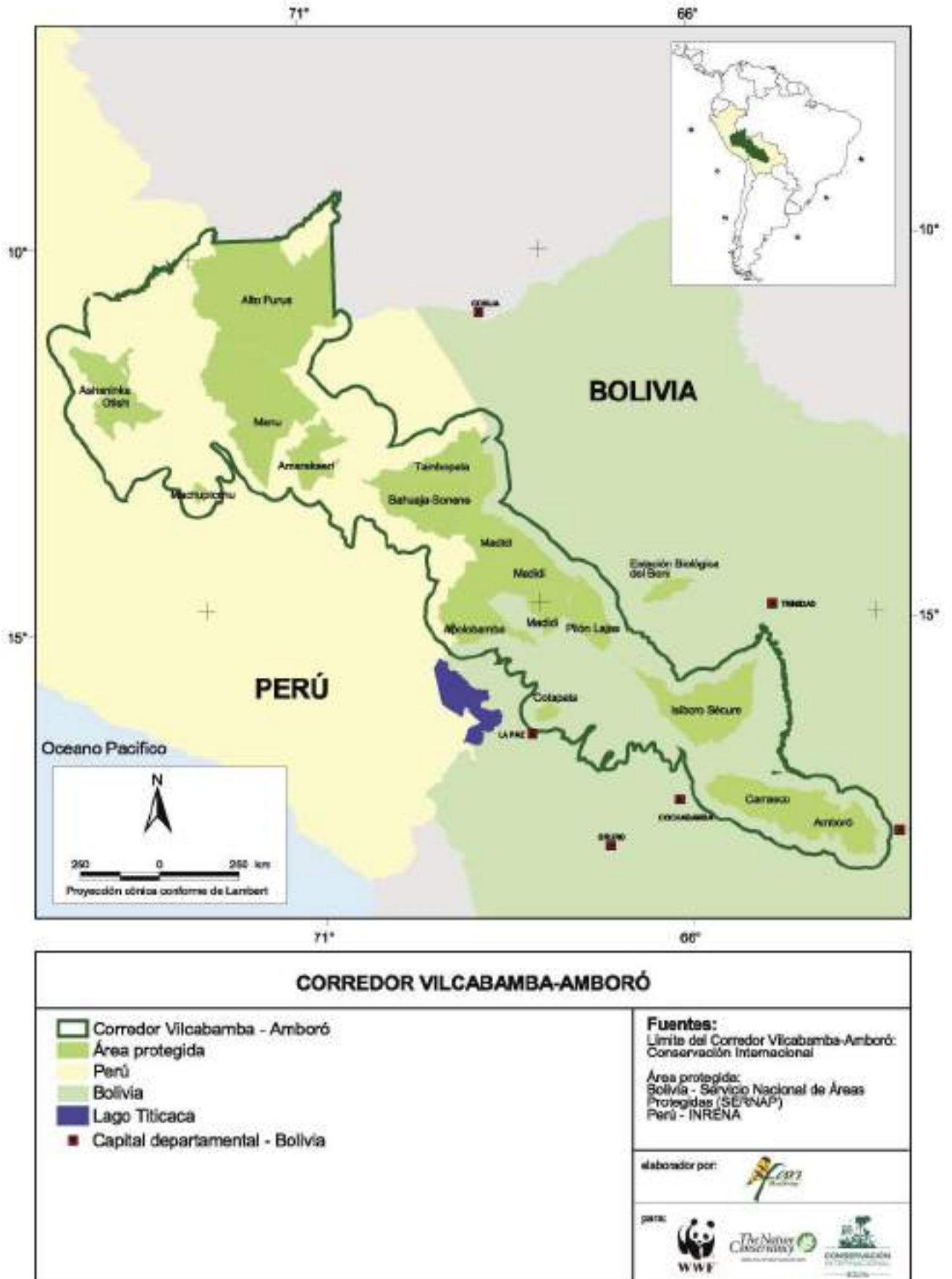
Entre los diferentes factores ambientales que determinan la aptitud de un espacio como hábitat de las especies no hay ninguno más relevante como el clima. Especialmente, es determinante para los productores del ecosistema: las especies de flora, de las cuales de alguna manera dependen los consumidores.

La Fig. 5a, muestra los patrones de la temperatura media anual. Claramente se identifica su dependencia de la altitud. Las temperaturas altas de la zona preandina invaden los valles profundos de los ríos principales que salen de los Andes. Los trópicos fríos se indican por el gradiente los colores desde rojo hacia amarillo y azul. Áreas más o menos extensas con temperaturas intermedias se encuentran en los valles interandinos.

La parte norte de Bolivia está más afectada por la ITCZ (*Inter Tropical Convergence Zone*=Zona de Convergencia Intratropical), y es donde se registra mayores valores de lluvia, El climadiagrama de La Paz muestra el cambio del régimen pluvial durante el año como es típico en las zonas cercanas al borde de los trópicos. La época de lluvias comienza en noviembre y dura hasta marzo. En este periodo se registra un 77% de la precipitación anual, y en junio hasta agosto el promedio anual está debajo de los 10 mm (Müller 1973). Claramente, la distribución de la precipitación en el año es ecológicamente más importante que la cantidad absoluta (ver abajo, subcapítulo sobre evapotranspiración y aridez). En Bolivia, solamente en las laderas nororientales de la Cordillera Oriental, en los Yungas bolivianos, se encuentran áreas con una disponibilidad permanente de agua requerida por vegetación higrófila.

La Fig. 5b, ilustra los patrones de distribución de la precipitación en el CAM, destacándose claramente los máximos de precipitación en los Yungas. El máximo del Chapare al norte de Cochabamba (> 6.000 mm/año) se explica por los Andes muy escarpados y altos que causan la subida de las masas de aire húmedo llevando a la condensación en función del enfriamiento del aire como consecuencia del efecto de la sombra de los vientos alisos. Además, las Cordilleras de Cocapata y Tiraque de Cochabamba, forman un “codo receptor” colectando las masas húmedas de manera muy eficiente y permanente (Ibisch et al. 2001). Las otras regiones, al norte y al sur del Chapare, tienen menores cantidades de precipitación y rápidamente bajan a 1.400 mm y menos.

⁶ Rafiqpoor, D., C. Nowicki, R. Villarando, A. Jarvis, H. Sommer, & P.L. Ibisch 2003. 2.6. El factor abiótico que más influye en la distribución de la biodiversidad: el clima. 31-46. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz.



Mapa 3

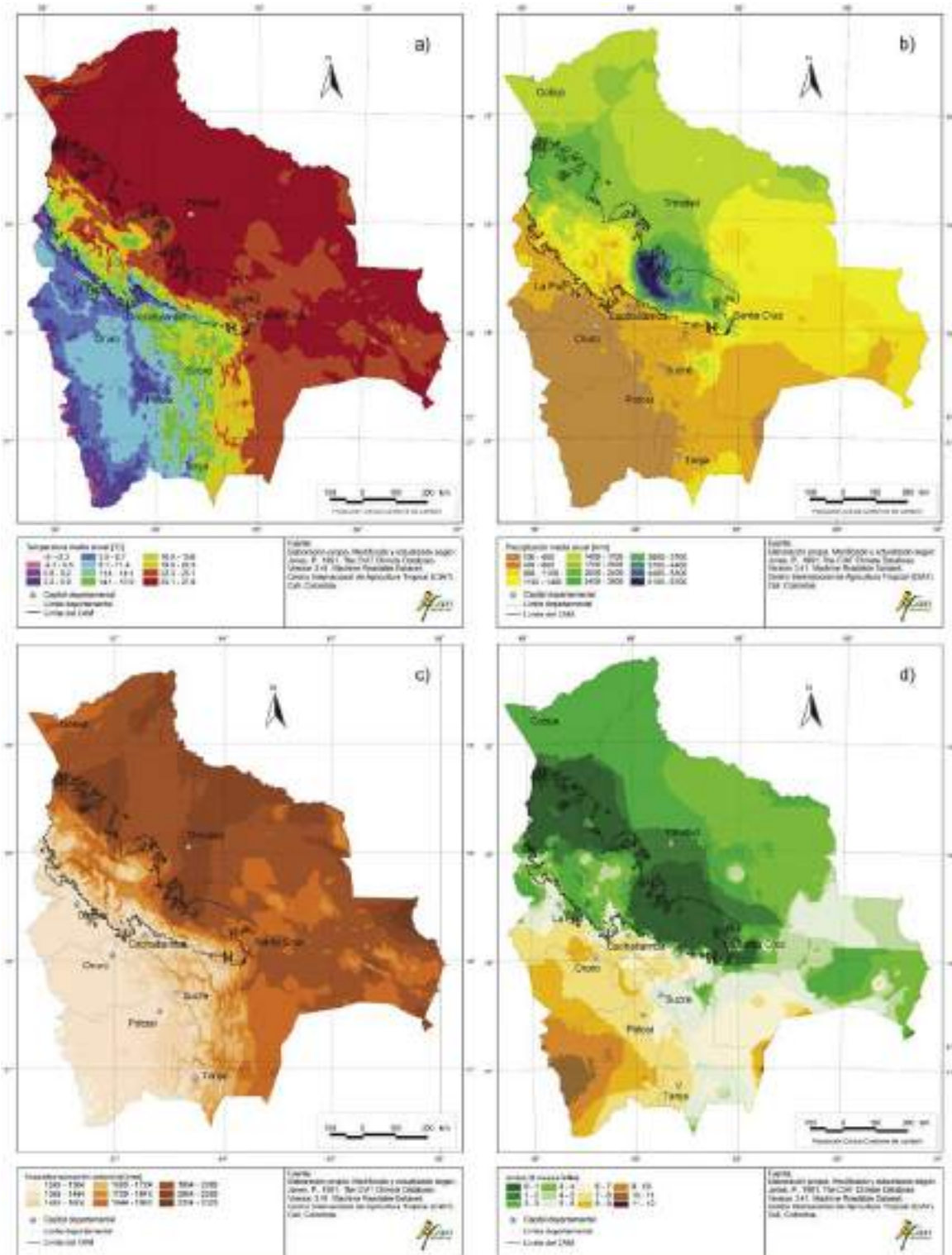


Fig. 5: Mapas climatológicos de Bolivia
a) Patrones de temperatura media anual, b) Patrones de la precipitación anual, c) Evapotranspiración potencial calculada según fórmula de Thornthwaite (1948), d) Isohigromenas según la fórmula de Lauer (1952)

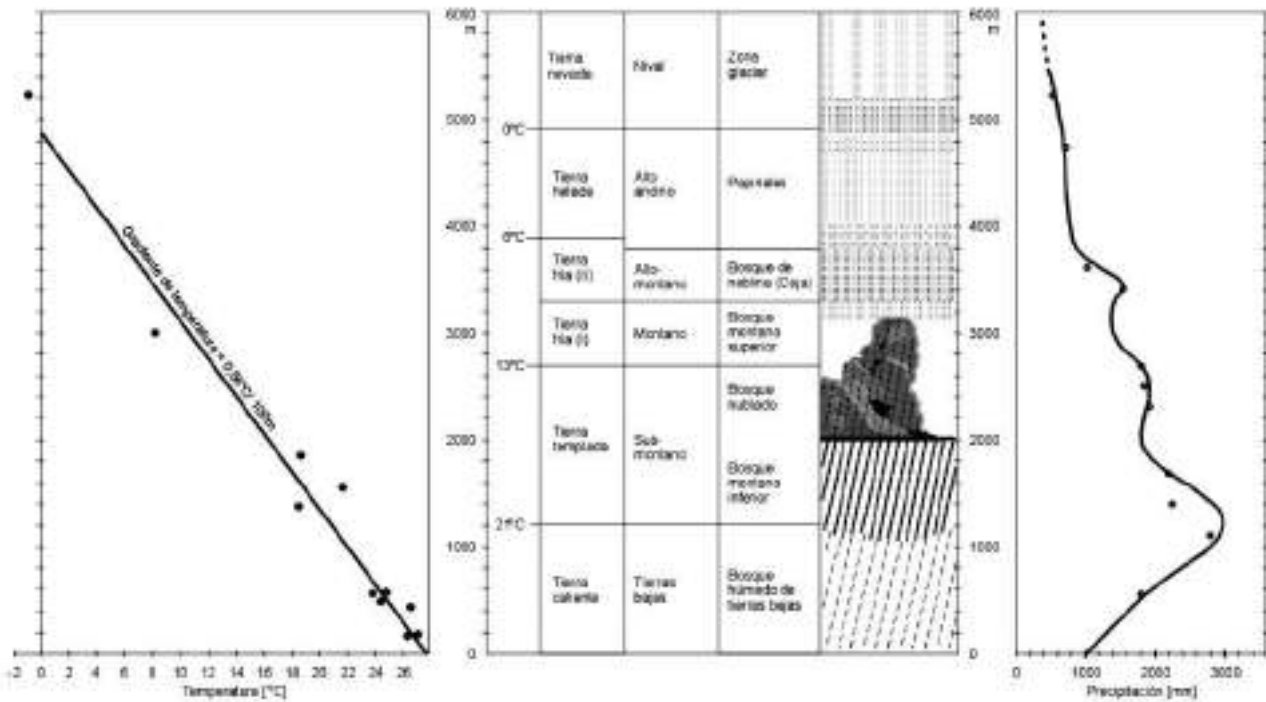


Fig. 6: Distribución vertical de diferentes pisos climáticos y la vegetación de los Yungas bolivianos (modificado según Lauer 1988)

El esquema de la distribución altitudinal de la precipitación en los Yungas demuestra claramente que, a lo largo del gradiente altitudinal, no solamente se observa una diferenciación térmica, sino también hídrica (Fig. 6). En el pie de monte se tienen condiciones casi perhúmedas en el Chapare y la zona de Madidi, y estacionales en las otras áreas (comparar mapa de aridez, Fig. 5d). En general, el piso de la precipitación más alta se encuentra entre los 1.200 y 1.800 m, hacia arriba sigue el nivel de condensación más importante, que se caracteriza por la formación máxima de nubes. Proporcionando condiciones óptimas para plantas, humedad máxima y temperaturas templadas sin heladas, aquí se encuentra también un máximo de diversidad de plantas. Encima del nivel de condensación, la humedad absoluta del aire disminuye.

En el piso entre 3.400 y 3.800 m a pesar de una menor humedad absoluta, debido a la temperatura mucho más baja, la humedad relativa de nuevo llega al 100%, lo que significa la formación de otro nivel de condensación. La persistente capa de neblina es el factor más importante para la formación de los bosques de neblina (ceja de la montaña) que reciben más agua por la llamada precipitación horizontal (que se da en el momento que las pequeñas gotas de las nubes chocan con estructuras como ramas u hojas de árboles y epifitas) que por la lluvia. Encima del bosque de neblina continúa un piso de pajonales bastante húmedo, el Páramo Yungeño. Un último nivel de condensación se registra a una altitud de más de 5.000 m, en la zona glaciaria. En el interior de la Cordillera Oriental se observa una micro-diferenciación de las condiciones de precipitación directamente dependiente de la orografía. Efectos de sombra de lluvia por serranías muy altas, que no dejan pasar aires húmedos provenientes de la Amazonia, causan un mosaico climático reflejado por la vegetación; entonces, es posible observar bosques húmedos y matorrales secos con suculentas, ambos separados por zonas de transición de solamente muy pocos metros. Según Troll (1943, 1964), las islas secas dentro de los valles interandinos no pueden explicarse solamente por el pantallaje pluvial (mediante cadenas montañosas antepuestas), según el principio de barlovento y sotavento, sino que tienen que relacionarse con fuertes vientos compensatorios diarios. Tales vientos fueron

observados por Troll en varios valles de penetración en la Cordillera Oriental. Durante el día, los vientos de valle soplan desde las partes bajas hacia las alturas recalentadas (Lauer & Erlenbach 1987). Sobre todo hacia fines de la época seca se registró un aumento en la intensidad de los vientos de valle.

Ecológicamente, no sólo importa la cantidad de precipitación en un área, sino, sobre todo, la disponibilidad de agua para los organismos. Esta disponibilidad, está influenciada principalmente por la distribución de la precipitación durante el año, la temperatura que causa la evaporación (del suelo y del agua) y la transpiración a través de las plantas que conjuntamente se suele llamar evapotranspiración.

La resolución de los patrones de aridez no es completamente satisfactoria; por ejemplo, no se identifican algunos valles áridos dentro de los Yungas húmedos, debido a la falta de estaciones meteorológicas que impide ilustrar todo el detalle climatológico en las regiones más complejas. Algunos patrones inclusive se entienden como artefactos por el modelaje climatológico.

Como ya se mencionó anteriormente, el clima ha cambiado drásticamente en el transcurso de la historia geológica reciente (ver p.ej., Graf 1992, 1994, Baker *et al.* 2001). Tal es así, que en el futuro, también están por ocurrir cambios climáticos naturales causados p.ej., por cambios astronómicos (p.ej., variación de la inclinación del eje azimutal de la tierra). Sin embargo, ya se sabe con bastante seguridad que está desarrollándose un cambio climático antropogénico a raíz del aumento de gases de efecto de invernadero en la atmósfera los cuales son producto tanto de la combustión de hidrocarburos y carbón, como del cambio del uso de la tierra (sobre todo deforestación, pero también producción de metano por ganado, entre otros). En las décadas pasadas la temperatura a nivel global ha subido significativamente, y las predicciones indican que hasta el año 2100 podría aumentar de 1 a 4,2° C más; en Sudamérica el mayor calentamiento se espera para la Amazonia central. Esto, automáticamente, implica cambios temporales y espaciales de patrones de precipitación y evapotranspiración (Watson *et al.* 1997, IPCC 2001a, Mulligan 2000). También parece cambiar fenómenos ecológicamente muy relevantes como El Niño: desde los años 1970 han aumentado la frecuencia, persistencia e intensidad del mismo (IPCC 2001b). Considerando posibles efectos combinatorios de mayor aridez general, mayor frecuencia de años con sequías anormales, cambios del uso de suelo, presencia humana e incendios, es posible imaginarse escenarios muy preocupantes.

2.2. Breve resumen de la historia geológica⁷ y climática

(Extractos de Rafiqpoor & Ibisch 2003⁸)

Los elementos dominantes del relieve en Bolivia son el cuerpo complejo de los Andes con el Altiplano, las Sierras Subandinas y las Llanuras Orientales en las tierras bajas. Los Andes, incluyendo las tierras bajas adyacentes en el oeste y el este, pertenecen a una estructura geosinclinal muy antigua, la cual ya se desarrolló en el Paleozoico temprano como una fosa intracratónica entre el Escudo Brasileño en el este y el macizo de Arequipa en el oeste. En el marco de la exploración petrolera, en el pie de monte andino oriental, se detectó en la planicie beniano-chaqueña el fundamento Paleozoico debajo de sedimentos muy profundos del Pleistoceno (Ahlfeld 1970).

⁷ Un compendio exhaustivo de la geología de Bolivia fue preparado por Suárez (2000), y el Servicio Nacional de Geología y Minería, en el año 2001, presentó un Mapa geológico de Bolivia.

⁸ Rafiqpoor, D. & P.L. Ibisch 2003a. 2.1. La base de todo biótico: la evolución geológica y geomorfológica de la superficie. 4-10. Rafiqpoor, D. & P.L. Ibisch 2003b: 2.2. La importancia petrográfica-tectónica para el relieve. 10-11. Rafiqpoor, D. & P.L. Ibisch 2003c: 2.3. La historia plio-pleistocénica y la generación del relieve en los Andes bolivianos. 11-12. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz.

Las cordilleras bolivianas, incluyendo el Altiplano, representan una parte del sinclinal andino. Las rocas más antiguas datan del Ordovícico. Hasta ahora, no se han registrado rocas del Cámbrico en Bolivia; sin embargo, éstas se han encontrado en la llamada pre-cordillera argentina entre Mendoza y La Rioja, como testigos del geosinclinal andino paleozoico (Zeil 1986).

En el Paleozoico inferior, el espacio de sedimentación andino se desarrolló de manera más o menos continua. Se puede observar que el carácter de los sedimentos es uniforme hasta el Devoniano. Por lo tanto, prácticamente es imposible diferenciar el esquisto de graptolites del Ordovícico/Siluriano. El paquete de sedimentos de varios miles de metros del Paleozoico se encuentra encima del zócalo metamórfico del Precámbrico de manera discordante. Por la uniformidad del material, apenas se reconocen discontinuidades entre Ordovícico, Siluriano y Devoniano. Entonces, hubo una sedimentación homogénea, y la orogenia llevó recién después del Devoniano a un plegamiento intensivo del Paleozoico inferior. La profundidad del esquisto de graptolites del geosinclinal andino es de aproximadamente de 5.000 m (Martínez 1980).

En el Devoniano, los sedimentos se desarrollaron también de manera muy uniforme en grandes partes de la Cordillera Oriental, éstos consisten en esquistos, areniscos, areniscos calcáreos, cuarcitas y lutitas. En la región de Escoma-Carabuco, los sedimentos devónicos llegan a tener una profundidad de 1.748 m (Rivas 1968) y en los alrededores del Lago Titicaca 3.000 m (Martínez 1980). Históricamente, la sedimentación más o menos continua del Paleozoico inferior se perturbó por primera vez en la transición Devoniano/Carbonífero por movimientos orogénicos. Se puede notar que en esta época se retiró el mar. Por lo tanto, el geosinclinal andino, por primera vez, fue afectado por la orogenia “herciniana,” donde se generó una plataforma continental, sin embargo, sin que se pudiesen registrar eventos importantes de plegamiento. Luego del impacto del movimiento “herciniano” en la región del geosinclinal paleozoico andino, una vez más hubo una transgresión marina, inundando la llamada “tierra herciniana” del Paleozoico andino. De esta forma, se generó, en el Carbonífero, un mar epicontinental poco profundo en el cual se crearon sedimentos parállicos. En el Carbonífero superior, al este del macizo de Arequipa, se amplió el mar hacia el sur, hasta el noroeste de Argentina, registrándose, especialmente, sedimentos calcáreos. Esta transgresión marina continuó hasta el Pérmico. En el Carbonífero, hace aproximadamente 300 millones de años aparecieron las primeras coníferas, y luego, en el Pérmico, hace más o menos 280 millones de años las *Cycadophyta* (Judd *et al.* 1999). Ambos grupos aún persisten con representantes en el territorio boliviano.

Al final del Pérmico se registraron los movimientos “tardihercinianos” (Martínez 1980) que causaron el plegamiento intensivo de las capas del Paleozoico. Esta tectónica está vinculada con una dilatación de la corteza terrestre, que en la Cordillera Oriental causa la ascensión de extensas intrusiones de magma. Después de las pulsaciones pérmicas, en la región del Altiplano, se generaron fosas sin salida en las cuales se podían formar evaporitas. En los periodos posteriores, las series de yeso y yeso-marga, sirvieron como deslizaderos para las deformaciones tectónicas de los sedimentos Paleozoicos. El Triásico y el Jurásico, en Bolivia, son fases de aplanación intensiva. En el Jurásico supuestamente habían aparecido las plantas más evolucionadas, las angiospermas (Judd *et al.* 1999).

Al comienzo de la formación del Cretácico, en el norte del Altiplano, vuelve a aparecer una situación geosinclinal. Al este, este mar está limitado por la Cordillera Oriental “herciniana”. En el oeste también el macizo de Arequipa proporcionó sedimentos para la depresión altiplánica. Este geosinclinal que avanza desde el norte, durante el Cretácico inferior, abarcó regiones en los alrededores del Lago Titicaca y llegó hasta Puerto Acosta. Al este de la Cordillera Oriental “herciniana”, en la región de las Sierras Subandinas, también se produjeron sedimentaciones cretácicas que son similares a aquellas del Altiplano. Posiblemente en el norte de este geosinclinal (en Perú) haya existido una conexión entre ambos brazos marinos. En el Cretácico superior hubo transgresiones marinas en los sedimentos paleozoicos hasta la región de Charaña (al norte del Salar de Uyuni). El brazo marino oriental llegó hasta aproximadamente 20° S, en Argentina. Según conceptos modernos, el geosinclinal andino fue una

estructura homogénea en el Cretácico. Fosas paralelas de sedimentación fueron separadas por umbrales submarinos (Zeil 1986). El Cretácico de Bolivia fue investigado de manera relativamente intensiva (Newell 1949). Los calcáreos de la formación “Moho” en la Serranía de Muñecas indican que el mar Cretácico, ya en el Cretácico mediano, llegó a tener su extensión máxima. Los sedimentos del Cretácico superior consisten en areniscos de más de 2.500 m señalando condiciones cada vez más continentales. En el Cretácico, las angiospermas lograban ser más abundantes, y al final de esta época se extinguieron los dinosaurios.

De manera descriptiva, el Terciario, en la depresión altiplánica, consiste de sedimentos molásicos de más de 1.400 m (Ahlfeld 1970). Consisten de areniscos rojizo-amarillos, conglomerados, margas, evaporitas, y areniscos. En los conglomerados del Terciario del Altiplano por primera vez se registra grava de los macizos cordilleranos (Martínez 1980). Esto indica que el levantamiento del bloque andino recién se produjo después del Cretácico. Por otro lado, el desarrollo estratigráfico del Terciario en la fosa altiplánica indica que el plegamiento y la compresión de los sedimentos estaban vinculados con el levantamiento del bloque andino. En Bolivia, la fase “supra-cretácica” (o “peruana” según Steinmann 1929) causó movimientos del bloque y discontinuidades locales y la fase larámica (cambio Cretácico/Terciario) fue la fase principal de compresión. En los Andes centrales, esta fase llegó a tener impacto en el cambio Eoceno/Oligoceno (fase “incaica” Steinmann 1929) afectando grandes partes de la cordillera.

Las Serranías Subandinas acompañan a los Andes en dirección paralela. Sus cumbres hacia las tierras bajas, son cada vez más bajas, y las últimas estructuras están escondidas debajo de los sedimentos de las tierras bajas (Zeil 1986). Se trata de sinclinales y anticlinales muy anchas que consisten de sedimentos cretácicos y terciarios, que tapan el Paleozoico de la serranía basal y siguen hacia el este las estructuras tectónicas, con cierta divergencia. Los anticlinales, en partes tectónicamente más débiles, fueron virtualmente aserrados por ríos con origen andino. Las serranías son las de Eslabón, Mosevenes, Mataracú, Abapó, Aguaragüe, para mencionar algunos ejemplos. Entre la frontera con el Perú y la región de Santa Cruz estas serranías tienen una dirección noroeste-sudeste; en la parte meridional una dirección norte-sur. El cambio de dirección de la Cordillera Oriental y del Subandino en la latitud de la actual ciudad de Santa Cruz, crea el así llamado Codo de los Andes, que es de una importancia crucial para los patrones del clima y por lo tanto de la vegetación y la biodiversidad. El Subandino consta de varias serranías paralelas que coinciden con grandes alineamientos anticlinales. En medio de las cuevas formadas, se encuentran valles sinclinales angostos y anchos. Por su implicancia en la biodiversidad y su conservación, es necesario destacar que las serranías anticlinales constituyen importantes estructuras petrolíferas, ya que reúnen las condiciones necesarias para presentar sedimentos orgánicos (devónicos, carboníferos y cretácicos) que gracias a la presión y a las temperaturas causadas por el levantamiento de los Andes podían convertirse en petróleo y gas, garantizando la formación de reservorios a través de los plegamientos correspondientes.

Las Llanuras se encuentran al este de la región subandina; su altitud oscila entre los 200 y 600 m. Se han formado por la acumulación de cientos de metros de sedimentos finos, especialmente Cuaternarios. Se diferencia una faja preandina o de pie de monte que baja del subandino, donde se distinguen las depresiones de inundación en el Beni y Pantanal, las terrazas aluviales poco disectadas, las llanuras aluviales especialmente en el Dpto. de Pando, y la llanura del Chaco que es diferente de las llanuras norteñas principalmente debido al clima árido (ríos poco frecuentes, infiltran arenales o bañados; Montes de Oca 1989).

No se sabe mucho acerca de la historia del paisaje pre-Pleistocénico de los Andes centrales. Cuando la orogenia larámica significó el fin de la fase del geosinclinal Mesozoico, la cordillera fue plegada y resultó ser definitivamente continental. Durante el Terciario las montañas fueron levantadas en diferentes fases y, en la fase más reciente de su desarrollo, se convirtió en una región de erosión. Actualmente, se tiene la siguiente hipótesis de morfogénesis de los Andes en el Plio-Pleistoceno: Cuando apenas se habían levantado los Andes, una erosión fuerte logró aplanarlos dando origen a una planicie puneña ondulada (Martínez 1980). Hace 2,5 millones de

años, en el Noroeste del Altiplano, se presentaba una fase volcánica (“Cinerita Chijini”; Everden *et. al.* 1961; comparar Clapperton 1979). En la formación superior de “La Paz” la capa de cenizas fue cubierta por grava clástica fluvial y sedimentos arcillosos que luego fueron erosionados casi completamente; luego siguieron sedimentos glaciales (Servant 1977, 1978). Según estos conceptos la glaciación más antigua hubiera ocurrido después de la fase volcánica “Cinerita Chijini” (Clapperton 1979).

La mencionada planicie Puneña Terciaria fue levantada en el Pleistoceno en tres fases de levantamiento a diferentes niveles, para luego aserrarse intensivamente. Restos de la planicie terciaria se encuentran en las Cordilleras Occidental y Oriental en altitudes que van desde los 3.800 a 4.600 m (Martínez 1980). Hace 3,27 millones de años en los Andes, según Clapperton (1979), existieron ciertos sedimentos que se habrían levantado tanto que podía haber ocurrido una glaciación. Se conoce muy poco sobre el clima Terciario en Bolivia. Sin embargo, los profundos sedimentos rojizo-amarillentos del Terciario superior, la formación de la planicie puneña y la sedimentación glacial, permitieron el desarrollo de ciertas hipótesis. En el Terciario inferior el clima debe haber sido caliente y húmedo lo que provocó la descomposición, erosión y acumulación de sedimentos profundos. En el Terciario superior el clima se enfrió, llegando a un mínimo en el cambio del Plioceno al Pleistoceno, lo que hizo posible una glaciación extensa.

Con el comienzo de la época glacial, hace aproximadamente 2,0-1,8 millones de años, se inició un cambio climático importante. El ciclo de épocas calientes y frías que primero se investigó en Europa, también se aplica a los Andes. A este respecto, las primeras observaciones en la Cordillera fueron las de R. Hauthal (1911), en la Cordillera Real, que han sido el fundamento para estudios más sistemáticos de Carl Troll (p.ej., 1929). Troll & Finsterwalder (1935) clasificaron los sedimentos glaciales en las áreas adyacentes de la Cordillera Real en un Glacial antiguo y uno reciente (ver también Jordán 1991, Lauer & Rafiqpoor 1989). En los años 1960 Dobrovoly (1962) creyó que fue posible diferenciar cinco fases glaciales, cada una separada de la otra, por una fase interglacial. En los años 1970 la ORSTOM realizó estudios sobre la cronología del hielo glacial de la Cordillera Real. Servant (1977) presentó una estratigrafía completa del Pleistoceno de esta cordillera; él registró, luego del Plioceno, cuatro oscilaciones calientes que fueron acompañadas por erosión y generación de suelos. Las fases calientes están divididas por cinco fases glaciales. Una sinopsis de los datos sobre la historia climática del Pleistoceno en los Andes centrales ha sido presentada por Lauer & Rafiqpoor (1986).

La determinación de la edad de los complejos glaciales del Pleistoceno inferior y mediano se basa en indicios morfológico-paleopedológicos. Para el Pleistoceno superior se cuentan con datos más exactos o hasta absolutos. También se utilizaron datos paleolimnológicos sobre los lagos pleistocénicos del Altiplano (“Minchin” y “Tauca”) (Servant & Fontes 1978). En base a ésta información, se piensa que hubo un periodo glacial húmedo hace aproximadamente 27.000 años, que fue seguido por un periodo glacial seco aproximadamente hace 20.000-13.000 años dejando cuatro morrenas bajas, y dos fases más, que ocurrieron a pesar de un clima general que calentaba paulatinamente (hace 12.500 y 10.000 años) generando morrenas muy marcadas (Lauer & Rafiqpoor 1986, 1989, 1990).

Hace 10.000 años el clima calentó muy rápidamente y los glaciares se retiraron mucho. En esta fase postglacial, los glaciares, algunas veces, avanzaron de nuevo o detuvieron su retirada. Según datos palinológicos de Kurt Graf (1981, 1987), hace 9.560 ± 90 años, en la parte alta de los Andes, aumentó la abundancia de Asteraceae, Poaceae, Malvaceae, Amaranthaceae, Caryophyllaceae y Ephedra, indicando una fase más caliente y húmeda. Los registros de polen del pino del monte (*Podocarpus*) y esporas de helechos arbóreos (*Cyathea*) en el Altiplano norteño indican que los bosques de neblina habían avanzado altitudinalmente quedando a alturas superiores a las de hoy. La época correspondiente coincide con la formación intensiva de pantanos (bofedales). La época más caliente se registró entre 7.000 y 3.500 años atrás. Entre los 7.830 ± 85 y 7.035 ± 130 años, en los perfiles del norte del Altiplano y en la serranía de Muñecas, se registra una dominancia de Poaceae y Asteraceae; la escasez

de polen de *Alnus* (Betulaceae) indica un clima no muy húmedo (Graf 1987). En el perfil del pantano de Jankho Khala en la Cordillera Apolobamba (Lauer & Rafiqpoor 1986), hace 8.090±170 - 4.590±70 años, la formación de turba fue interrumpida por sedimentos arcillosos. Esto indica que el clima enfrió y los glaciares avanzaron levemente; los riachuelos de glaciares depositaron sedimentos de suspensión encima de la turba. En el mismo perfil, entre 4.590±70 y 3.720±65 años antes de hoy se registran dos capas de arcilla más, de nuevo indicando fases más frías. La última interrupción de la formación de turba se registra entre 3.720±65 y 3.080±65 años antes de hoy (Lauer & Rafiqpoor 1986). Kurt Graf, en los perfiles de Cotapampa y Amarete, pertenecientes a la cordillera de Muñecas, observó que hace 3.000 años comenzó una fase de un clima húmedo-frío como corresponde a las condiciones de hoy. En Jankho Khala la misma fase se caracteriza por una sedimentación continua de arcilla. En el caso del perfil de Amarete es interesante hacer notar cómo, hace 2.500 años, comienza una fase en la cual se registra cada vez más el polen de cultivos como p.ej., el maíz (*Zea mays*), la quinua (*Chenopodium quinoa*) y la papa (*Solanum tuberosum*).

2.3. Fisiografía, topografía y orografía

P.L. Ibisch

Según Montes de Oca (1989) la zona de los Yungas que forma parte del flanco oriental de la cordillera Andina, presenta características fisiográficas especiales de clima, suelo y paisaje, se sitúan entre los 1.000 y 2.500 m, existiendo una zona superior situada entre los 2.500 y 3.500 m, denominada Ceja de Yungas. Un sector intermedio entre la cordillera de los Andes y los llanos, denominado como Subandino, conformado por serranías paralelas entre sí que coinciden con grandes alineamientos anticlinales, alargados, asimétricos, con uno de sus flancos más tendido que los otros, dando lugar a una morfología de cuevas. En medio de estos cordones existen valles sinclinales de diferentes tamaños, los ríos longitudinales desembocan en otros mayores que tienen un curso transversal de oeste a este y que son en gran parte ríos antecedentes que han dado lugar a estrechos cañones.

Continuando el subandino, se conforma la zona de pie de monte, donde los depósitos de gravas finas y arena provenientes del material transportado por los ríos de la cordillera al perder su capacidad de arrastre llegan a formar una especie de abanicos aluviales que invaden la zona hasta casi 50 Km de donde terminan las últimas serranías subandinas.

Ribera (1992) caracteriza, entre otros, la topografía del área: La Ceja de Yungas ubicada entre los 2.000 y 3.600 m, se caracteriza por la presencia de crestas, laderas abruptas y valles profundos. Los Yungas con pisos altitudinales entre los 2.000 y 700 m, zona montañosa de laderas empinadas, valles profundos y crestas bien expuestas. Hacia la zona de Apolo se conforman pequeñas mesetas, planicies onduladas, serranías y valles poco profundos, en un rango altitudinal entre 2.000 y 700 m. El sector subandino entre los 2.000 y 300 m, está compuesto por serranías de valles profundos paralelo al rumbo mayor de la cordillera y un conjunto de colinas con relieve ondulado y escarpado. A medida que el curso de los ríos se acerca al subandino los valles se hacen más amplios y con terrazas aluviales altas y bien desarrolladas. El Piedemonte entre los 300 y 250 m, se conforma en las últimas estribaciones andinas, se caracteriza por la presencia de colinas suaves, altas terrazas aluviales antiguas, ondulaciones y planicies de pendiente amplia. La llanura de topografía principalmente plana y alturas menores a 250 m.

El mapa 4, ilustra la topografía del área. La variación topográfica que es la presencia de diferentes pisos altitudinales dentro de un área es un indicador para la diversidad de hábitats y en ciertos pisos también de la diversidad de especies.

Información sobre la orografía puede ser extraída de Montes de Oca (1989): La zona del CAM está principalmente influenciada por las sierras subandinas que se elevan desde las llanuras entre los 500 y 2.000 m, con una

dirección general noreste-sudeste, desde la frontera con el Perú hasta la latitud de 19°, donde cambia de rumbo en dirección norte-sur hasta llegar a la frontera con Argentina.

En el sector del CAM se destacan las serranías: Eslabón, Chiru, del Beu, Chepite, Muchani, Tacuaral, Sejeruma y Mosetenes con dirección noroeste-sudeste, Mataracú y Florida en dirección norte-sur. Continuando la zona del subandino y fuera del CAM, se encuentran las serranías de Corralones, Catariri, Abapó, Ibio, del Ingre, Huacaya, Caipipendi Aguarague, Ipaguazu, Alto de las Cañas, San Telmo, del Candado y Gemelos.

La cordillera de Cochabamba es un macizo ubicado en dirección este-oeste, agrupa cordilleras menores como Cocapata, Mazo Cruz, Totorá y Tiraque, en este sector los Andes adquieren un ancho mayor hasta de 300 km. Al noreste de esta cordillera se desarrollan los Yungas de Corani y Chapare.

2.4. Hidrología

N. Araujo & D. Quiroga

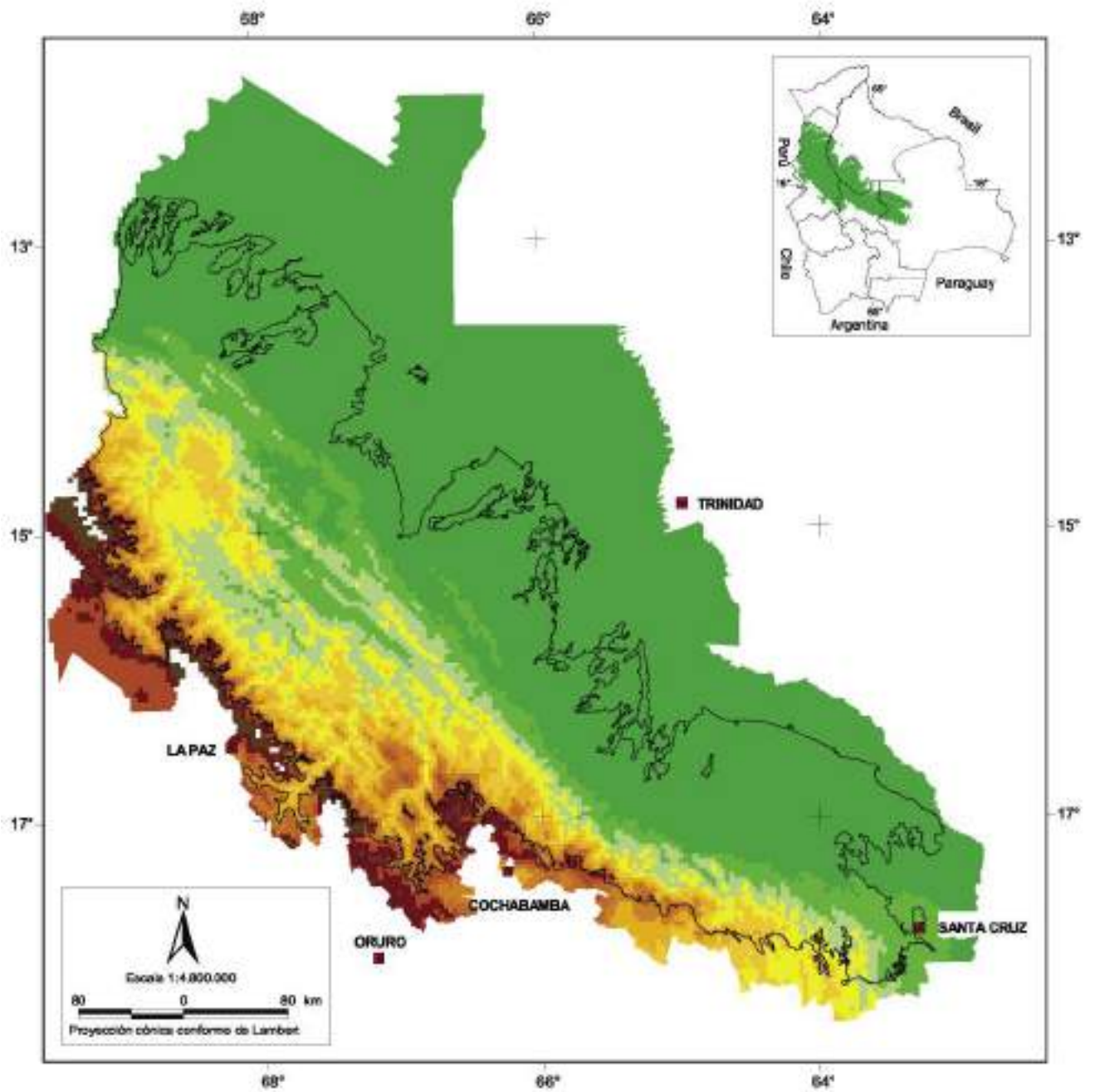
Los recursos hídricos de Bolivia son principalmente provenientes de aguas superficiales, los cuales tienen su origen en la Cordillera de los Andes. Los ríos que surcan la zona del Corredor Amboró-Madidi (mapa 5), forman parte de dos de las cinco subcuencas del Amazonas: La subcuenca del Río Beni y la subcuenca del Río Mamoré, en la tabla 17 se presentan algunas características de su recorrido.

Tabla 17. Cuencas hidrográficas del Corredor Amboró-Madidi

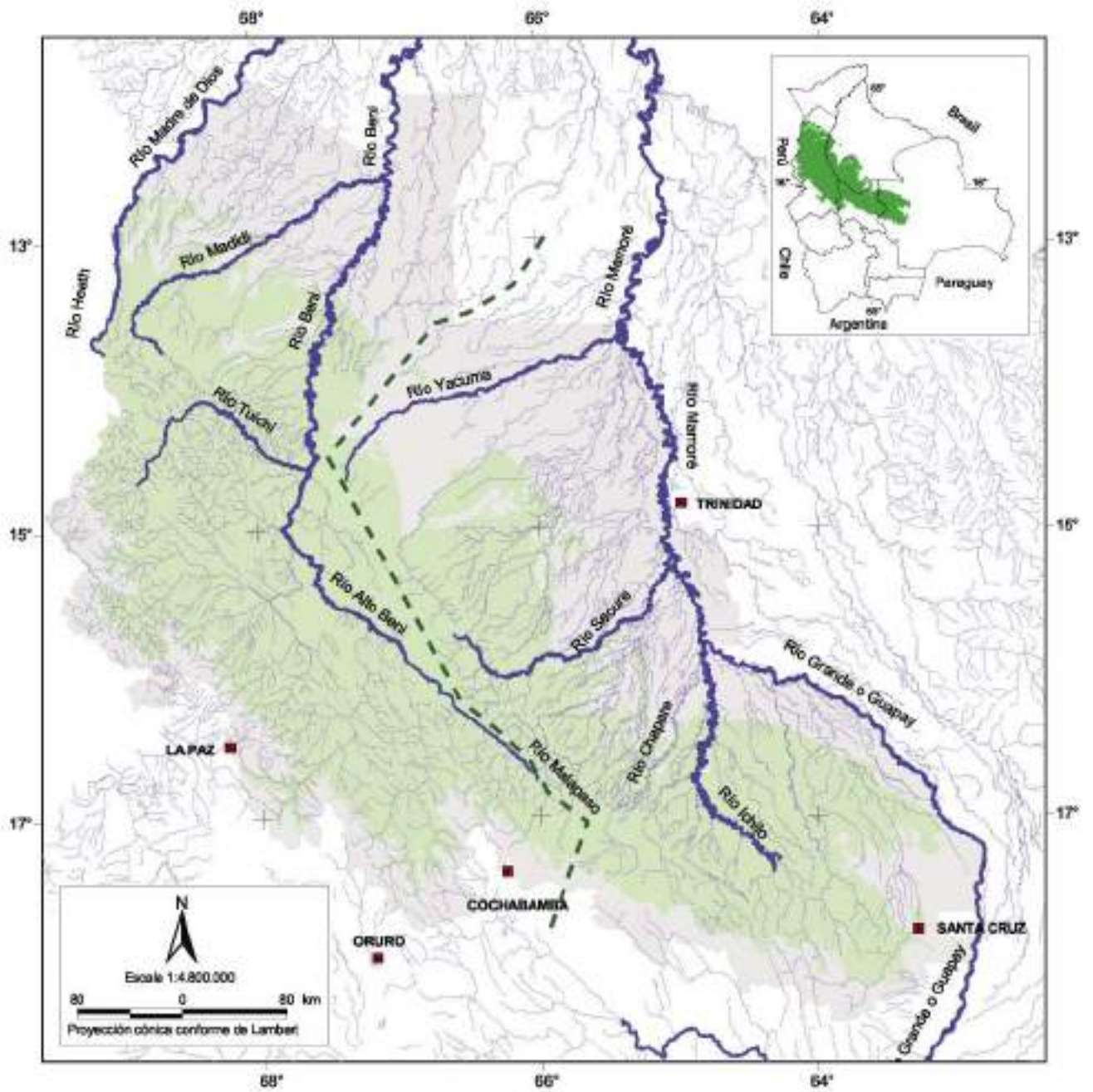
Subcuencas del Amazonas	Ríos Principales	Nacientes	Afluentes
Río Beni (182.400 km ²)	Alto Beni	Provincia Tapacarí (Cochabamba) con el nombre de río Tallija, aguas abajo se junta con el río Bopi que nace en Chacaltaya (La Paz) con el nombre de Choqueyapu.	Ríos Santa Elena, Kaka, Tipuani, Challana y Coroico. En gran parte de su recorrido continúa con el nombre de Kaka hasta juntarse con el río Beni.
	Tuichi	Nace con el nombre de Pelehuco, a partir del junte con el río Irupana se denomina Tuichi.	Atén, Enapurera, Tequeje, Undumo, Emero, Bagueni, Madidi, Negro, Cabinas, Viata, Verde e Ivón. A partir de Puerto Pando continúa con el nombre de río Beni.
Río Mamoré (249.900 km ²)	Ichilo	Provincia Caballero (Santa Cruz).	Ríos Sacta, Víbora, Chimoré y Choré.
	Grande	Cercanías de la ciudad de Cochabamba, con el nombre de río Caine, en su trayectoria se une a los ríos San Pedro, Chayanta, Chico, Charobamba, a partir del cual se denomina río Grande.	Ríos Azero, Pailas, Yapacaní, Ichilo y Chapare. Después de la confluencia con Ichilo y Chapare se denomina Mamorecillo.
	Sécure	Provincia Moxos (Beni), en la confluencia de los ríos Cacarillas y Natusama.	Ríos Chipiriri, Isiboro e Ichoa, que luego se juntan con el Mamoré.

Fuente: Elaboración propia en base de Montes de Oca, 1989.

En términos de hidrología en el subsuelo, las aguas subterráneas se podrían zonificar según Montes de Oca (1989) por su estructura hidrogeológica de la Cordillera y de la Llanura; La primera afectada por relieve de alta montaña que pasa gradualmente hasta el subandino.



Mapa 4



Mapa 5

La zona de la Cordillera Oriental conformada por rocas sedimentarias consolidadas, podrían ser consideradas como rocas impermeables. Es una región con aguas minerales y termales, principalmente presencia de aguas sodio-bicarbonatadas, con alto contenido de sílice y temperaturas que llegan a los 80° C.

La región subandina constituye una zona extensa de infiltración de aguas subterráneas de la Llanura, de forma general está compuesta por rocas impermeables y no existen acumulaciones de aguas subterráneas de relevancia. Una característica de la zona es la presencia de manantiales surgentes, también es una zona rica en aguas minerales de temperatura variable.

La región de la Llanura es una cuenca hidrogeológica abierta, la mayoría de los acuíferos están conectados, la saturación disminuye en dirección noreste a medida que se alejan del borde marginal montañoso de la cuenca, según disminuye la granulometría de los sedimentos.

3. Aspectos biológicos-ecológicos

3.1. Ecorregiones

(Extractos de Ibisch *et al.* 2003⁹)

En el CAM están representadas cuatro ecorregiones de las 12 definidas para Bolivia. Los Bosques del Sudoeste de la Amazonia, con dos subecorregiones y, los Yungas ocupan el centro de atención para la planificación de conservación del CAM, según se explica en el capítulo de definición de límites (ver Cap. III.1). El Bosque Tucumano-Boliviano y los Bosques Secos Interandino son las otras dos ecorregiones que forman parte del CAM. En este sentido, se aprovechan las descripciones más recientes sobre las ecorregiones de Bolivia (Ibisch *et al.* 2003) para presentar esta sección del documento.

A. Ecorregión Bosques del Sudoeste de la Amazonia

Varias clasificaciones de los bosques amazónicos (Navarro & Maldonado 2002, Dinerstein *et al.* 1995, Prance 1989, Hueck 1978 etc.) consideran para Bolivia solamente unas estribaciones al sudoeste. Sin embargo, aquí definimos como Bosques Amazónicos todos aquellos que se encuentran en la cuenca amazónica, que son siempreverdes, y que albergan elementos biogeográficos característicos de la Amazonia (p.ej. goma, *Hevea brasiliensis*, castaña, *Bertholettia excelsa*).

La ecorregión sudoeste de la Amazonia es -conjuntamente con los Yungas, una de las más complejas y más ricas en especies de plantas y animales del país. Debido a la falta de mayor conocimiento no se puede presentar una caracterización completamente satisfactoria.

Sub-ecorregión Bosques Amazónicos Subandinos (Faja Subandina)

Debe aclararse que la denominación “subandino” sigue la terminología comúnmente aceptada, p.ej., en el medio de las ciencias geológicas (“faja subandina”). No debe confundirse con la terminología aplicada a los pisos de vegetación, como en Europa (p.ej. “subalpino” se refiere al piso directamente inferior al límite del bosque; así por ejemplo, “alpino” es el piso más bajo no cubierto por bosque). Los Bosques Amazónicos Subandinos se refieren solamente a las zonas subandinas al norte del codo de los Andes, en los alrededores de la ciudad de Santa Cruz. El “Subandino sureño” está incluido en el Chaco Serrano. El límite altitudinal entre aproximadamente 800 y 1.100 m, entre Amazonia y bosques verdaderamente andinos, se reconoce fisonómica y biogeográficamente.

⁹ Ibisch, P.L., S.G. Beck, B. Gerkmann & A. Carretero 2003. Ecorregiones y ecosistemas. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz. 47-88 pp.

Ubicación geográfica (áreas político-administrativas)	Beni (Ballivián), Cochabamba (Ayopaya, Chapare, Tiraque, Carrasco), La Paz (Iturralde, F. Tamayo, Larecaja), Santa Cruz (Ichilo, Sara, A. Ibáñez). Continuación en Perú.
Superficie (km²)	23.529
Altitudes	500-1.000 m
Temperatura promedio anual	24-26° C
Precipitación anual	1.500-7.000 mm
Número de meses áridos	0-3
Paisaje	Últimas estribaciones de los Andes hacia la llanura, serranías con valles profundos, crestas pronunciadas.
Vegetación	Bosque húmedo siempre verde, alto (30/35 m), varios estratos, frecuente epifitas y lianas. Azonal: Palmares con <i>Mauritia flexuosa</i> .
Familias botánicas importantes	<i>Annonaceae, Arecaceae, Euphorbiaceae, Moraceae, Meliaceae, Lauraceae, Lecythidaceae, Leguminosae, Sapotaceae</i> , (familias de árboles).
Especies de árboles importantes	<i>Astrocaryum murumuru, Attalea phalerata, Brosimum lactescens, Cabralea canjerana, Cedrelinga catenaeformis, Eschweilera andina, Ficus</i> spp., <i>Geonoma deversa, Guatteria</i> spp., <i>Hura crepitans, Iriartea deltoidea, Nectandra</i> spp., <i>Ocotea</i> spp., <i>Poulsenia armata, Socratea exorrhiza, Trichilia</i> spp.
Número total de especies de árboles (estimación)	>1.000, los bosques con la diversidad más alta en árboles.
Número total de especies de epifitas (estimación)	>300 (sobre todo Orchidaceae, Araceae, Bromeliaceae y Piperaceae).
Particularidades biológicas	Zona de transición donde se mezclan especies amazónicas y andinas; sin embargo, hay dominancia de elementos amazónicos. Elementos amazónicos suben hasta encima de los 2.000 m. Posiblemente la región más rica en especies (considerando tanto flora como fauna). Endemismo notable en muchos grupos de organismos.
Uso del suelo	Colonización creciente, extracción de madera. Zona hidrocarbúfera importante.
Áreas protegidas	Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi , Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pilón Lajas , Parque Nacional y Territorio Indígena Isiboro-Sécure , Parque Nacional Carrasco , Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró .

* En **negrilla** las áreas protegidas que forman parte del CAM

Sub-ecorregión Bosques Amazónicos Preandinos

Debe entenderse que la denominación es principalmente geográfica, ya que se trata de una región netamente amazónica (*suffix* latín *prae-* = ante, delante de, al frente). Sin embargo, debe considerarse una influencia ecológica de los Andes que aumenta con la distancia decreciente hacia las Serranías Subandinas (p.ej., mayor precipitación). El límite de los Bosques Preandinos, en el caso que exista una transición directa hacia los bosques amazónicos más (nor) orientales de las llanuras del Beni y de Pando, es arbitraria, definiéndose por la distancia de 100 km de las últimas estribaciones andinas.

Ubicación geográfica (áreas político-administrativas)	Beni (Ballivián), Cochabamba (Ayopaya, Chapare, Tiraque, Carrasco), La Paz (Iturralde, F. Tamayo, Larecaja), Santa Cruz (Ichilo, Sara, Ibáñez). Continuación en el Perú.
Superficie (km²)	58.308
Altitudes	150-500 m
Temperatura promedio anual	24-28° C
Precipitación promedio anual	1.300- >7.000 mm
Número de meses áridos	0-2
Paisaje	Colinas suaves, altas terrazas aluviales, ondulaciones y planicie.
Vegetación	Bosque húmedo, mayormente siempre verde, alto (30/-45 m). Árboles con aletones, árboles emergentes; en algunas partes destruido (Chapare). Azonal: Palmares con <i>Mauritia flexuosa</i> ,
Familias botánicas importantes	Annonaceae, Arecaceae, Burseraceae, Combretaceae, Elaeocarpaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Leguminosae, Lecythidaceae, Moraceae, Meliaceae (familias de árboles).
Especies de árboles importantes	<i>Attalea phalerata</i> , <i>Astrocaryum murumuru</i> , <i>Brosimum lactescens</i> , <i>Cabrlea canjerana</i> , <i>Calophyllum brasiliense</i> , <i>Calycophyllum spruceanum</i> , <i>Cariniana</i> spp., <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Clarisia racemosa</i> , <i>Eschweilera coriacea</i> , <i>Ficus</i> spp., <i>Guatteria</i> spp., <i>Hura crepitans</i> , <i>Iriartea deltoidea</i> , <i>Pouteria bilocularis</i> , <i>Pseudolmedia laevis</i> , <i>Sloanea obtusifolia</i> , <i>Socratea exorrhiza</i> , <i>Swartzia jorori</i> , <i>Terminalia</i> spp., <i>Tetragastris</i> spp., <i>Trichilia</i> spp., <i>Virola peruviana</i> , <i>Xylopia</i> spp.
Número total de especies de árboles (estimación)	>800
Número de especies de epifitas (estimación)	>200 (sobre todo Orchidaceae y Araceae).
Particularidades biológicas	Zona de transición hacia los bosques subandinos con relativamente pocas especies andinas, <i>Talauma boliviana</i> , único representante de las Magnoliaceae en Bolivia y, endémico.
Uso del suelo	Áreas de colonización; agricultura en pequeña escala de campesinos provenientes del occidente del país hasta gran escala y mecanizada (especialmente Chapare, Cochabamba, y en Sara e Ichilo, Santa Cruz), muchos bosques secundarios. Aprovechamiento forestal, zona hidrocarburífera importante.
Áreas protegidas	Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi , Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pilón Lajas , Parque Nacional y Territorio Indígena Isiboro-Sécure , Parque Nacional Carrasco , Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró .

* En **negrilla** las áreas protegidas que forman parte del CAM

B. Ecorregión Yungas (Boliviano-Peruanos)

Definimos como Yungas la región de los bosques (casi) andinos perhúmedos de la ladera nororiental de los Andes. “Los Yungas” hace tiempo han sido un término geográfico para las laderas nororientales húmedas de los Andes bolivianos (y peruanos). El término tiene una historia larga e interesante. Según Fossa (1999) en el imperio incaico se clasificó el territorio según criterios geográficos. Los Yungas (yunka, yunca) representaban los llanos o cualquier tierra calurosa, mientras Quechhua era la tierra templada y la Puna la tierra fría (p.ej. González 1608, cit. por Fossa 1999). Además los españoles se acostumbraron a llamar Yungas a los nativos

de esta zona del oriente del imperio, y también las lenguas respectivas¹⁰. En Bolivia, popularmente, el área de Yungas se refiere sobre todo a los Yungas de La Paz (Provincias Nor y Sur Yungas). Sin embargo, también se aplica en otras regiones (p.ej. la Yunga de Mairana en Santa Cruz).

Los Yungas son climatológica y biogeográficamente muy distintos de las laderas orientales de la región del Bosque Tucumano-Boliviano, llamado por Cabrera & Willink (1973) *las Yungas*. Sin embargo, por falta de información adecuada, las regiones fueron juntadas en primeras clasificaciones ecorregionales. Reconociendo y respetando la práctica terminológica en Argentina, sugerimos distinguir **los Yungas Boliviano-Peruanos** de **las Yungas Tucumano-Bolivianas** como dos ecorregiones con marcadas diferencias ecológicas y biogeográficas¹¹. Las diferencias son consecuencia de la latitud pero sobre todo de la orogenia de los Andes. Los Yungas Boliviano-Peruanos son más húmedos y menos estacionales porque tienen una exposición nororiental (orientación noroeste-sureste) beneficiándose de la humedad traída por los vientos alisios, mientras las Yungas Tucumano-Bolivianas, al sur del codo de los Andes, tienen una orientación norte-sur, y sufren de una manera mucho más directa y drástica de los frentes fríos del sur (“surazos”). Debido a estas diferencias ecológicas y relaciones biogeográficas distintas (con áreas extratropicales y con bosques secos) las Yungas Tucumano-Bolivianas no son una variedad florísticamente y faunísticamente emparentada de los Yungas Boliviano-Peruanos sino representan una ecorregión propia y muy singular. Las dos regiones no deberían unirse en una sola Provincia Biogeográfica como fue propuesto por Cabrera & Willink (1973) y Cabrera (1994, cit. por Navarro 2002) y no apoyado por Navarro (2002).

En los Yungas Boliviano-Peruanos se pueden distinguir varios pisos altitudinales, florísticamente muy distintos, que posiblemente merezcan una subdivisión: se pueden diferenciar una parte baja de los Yungas y una parte alta, con la Ceja de monte que incluiría los bosques mixtos de neblina, y, más arriba, los bosques de *Polylepis pepeii*, hoy casi completamente remplazados por pastizales húmedos representando el Páramo Yungueño. Posiblemente son mayormente de origen antropogénico. Los “páramos yungueños” son semejantes fisonómica y florísticamente a los “páramos verdaderos” de los Andes en el norte del continente que se encuentran en el norte de los Andes, bajo condiciones climáticas intratropicales. Se localizan en franjas y manchas encima de la ceja de monte y forman pajonales y matorrales casi siempre húmedos.

En los Yungas, la tasa intraecorregional de reemplazamiento de los taxa (diversidad beta) es mayor que en cualquier otra ecorregión. Considerando inventarios de diferentes taxa podrían distinguirse tres subregiones latitudinales (que en realidad existen más por la presencia de barreras orográficas y por diferencias climatológicas que por un gradiente latitudinal): los Yungas paceños (de la frontera con Perú hasta la Cordillera de Cocapata), los Yungas cochabambinos (desde la Cordillera de Cocapata hasta la región de Siberia) y los Yungas cruceños (coincidiendo con una gran parte del Parque Nacional Amboró). Especialmente la Cordillera de Cocapata es un importante “divisor biogeográfico” (Ibisch *et al.* 2001). Navarro (2002) distingue dos sectores biogeográficos: Yungas del Beni con seis distritos (que serían los Yungas paceños) y Yungas del Ichilo con dos distritos (que serían los Yungas cochabambinos y cruceños)¹².

¹⁰ Fossa (1999): “González Holguín trae los tres términos en su vocabulario: yunca, qqueshua y puna, que clasifican el territorio según su temperatura y orografía. Sus habitantes se identifican como ‘naturales’ de esos territorios. (...) Los españoles extendieron el alcance semántico de los términos qichwa y yunka hasta cubrir también con ellos las lenguas que se hablaban en esas zonas. Esta triple identidad: territorial, poblacional y lingüística sólo se encuentra en autores españoles algo más tardíos y quizás poco informados sobre las variedades lingüísticas en el Tawantinsuyu.”

¹¹ La discusión terminológica fue estimulada por un intercambio del primer autor con Alejandro Brown, Fundación Pro Yungas, Alfonso Blanco, PROMETA, Tarija, e Iván Arnold, Reserva Tariquía, Tarija.

¹² La ecorregión Yungas Boliviano-Peruanos coincide más o menos con la Provincia Biogeográfica de los Yungas de Navarro (2002). Sin embargo, ya que es otro enfoque de zonificación el incluye en esta provincia biogeográfica también los ecosistemas áridos que según nuestra clasificación pertenecen a los Bosques Secos Interandinos.

Ubicación geográfica (áreas político-administrativas)	Cochabamba (Ayopaya, Tiraque, Chapare, Carrasco), La Paz (Caranavi, Inquisivi, Larecaja, Muñecas, Murillo, Nor Yungas, Saavedra, Sud Yungas), Santa Cruz (Caballero, Florida). Continuación en Perú.
Superficie (km²)	55.556
Altitudes	1.000-4.200 m (incluyendo el Páramo Yungueño, ver comentario arriba)
Temperatura promedio anual	7-24° C. Límite de heladas en alrededor de 2.300 m.
Precipitación promedio anual	Aprox. 1.500- > 6.000 mm. Posibles máximas no documentadas entre 1.500-1.800 m (debajo el primer nivel de condensación). La zona más húmeda de Bolivia se encuentra en los Yungas de Cochabamba (Chapare). En la Ceja de Monte importa mucho no sólo la precipitación por lluvias sino también por neblina (precipitación horizontal). Segundo nivel de condensación encima de los 2.700 m.
Número de meses áridos	0-2
Paisaje	Laderas parcialmente muy escarpadas. Valles disectados.
Vegetación	Bosque húmedo siempreverde mediano a bajo (5-15-25/30 m). Mosaicos de diferentes fases de sucesión causados por derrumbes naturales. Hay varios pisos altitudinales con muy diferentes tipos de vegetación siempreverde. No se encuentran límites naturales entre pisos altitudinales bien definidos; arriba de los aproximadamente 2.500 m se encuentra la subregión de Ceja del Monte con bosques de neblina mixtos cuya diversidad decrece con la altitud; entre los 3.100-3.500/3.700 m se encuentra un piso, entre otros, caracterizado por <i>Podocarpus</i> spp., <i>Polylepis racemosa</i> , <i>Symplocos nana</i> y <i>Weinmannia</i> spp. Entre 3.500/3.700-4.000/4.200 m se encuentra un piso potencialmente dominado por bosques bajos de <i>Polylepis pepeii</i> , hoy reemplazados por matorrales siempreverdes y pajonales antropogénicos que forman la región del Páramo Yungueño.
Familias botánicas importantes	Araliaceae, Bromeliaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Orchidaceae, Piperaceae, Podocarpaceae, Rubiaceae, y muchas más. En la Ceja del Monte: Asteraceae, Cunoniaceae, Ericaceae, Solanaceae etc. (muchas familias de helechos como Aspleniaceae, Polypodiaceae etc.).
Especies de árboles importantes	Géneros ricos en especies de los bosques más inferiores: <i>Acalypha</i> , <i>Alchornea</i> , <i>Aniba</i> , <i>Cinchona</i> , <i>Cyathea</i> , <i>Ficus</i> , <i>Guatteria</i> , <i>Inga</i> , <i>Nectandra</i> , <i>Persea</i> , <i>Solanum</i> , <i>Trichilia</i> . Géneros ricos en especies de los bosques debajo la Ceja del Monte: <i>Brunellia</i> , <i>Acalypha</i> , <i>Clethra</i> , <i>Clusia</i> , <i>Cyathea</i> , <i>Hedyosmum</i> , <i>Miconia</i> , <i>Oreopanax</i> , <i>Piper</i> , <i>Podocarpus</i> , <i>Ocotea</i> , <i>Senna</i> , <i>Solanum</i> , <i>Weinmannia</i> . En la Ceja: <i>Clusia</i> spp., <i>Freziera</i> spp., <i>Gaiadendron punctatum</i> , <i>Myrica pubescens</i> , <i>Oreopanax</i> spp., <i>Persea ruizii</i> , <i>Thibaudia crenulata</i> , <i>Weinmannia</i> spp. En el piso más alto (Páramo) además de <i>Polylepis pepeii</i> : <i>Baccharis</i> spp., <i>Escallonia</i> spp., <i>Gaultheria</i> spp., <i>Gynoxys</i> spp. (Hierbas típicas del Páramo: Poaceae: <i>Chusquea</i> (subgenero <i>Swallenochloa</i>), <i>Cortaderia</i> , <i>Neurolepis</i> , Cyperaceae: <i>Carex</i> , <i>Rhynchospora</i> , <i>Uncinia</i>).
Número total de especies de árboles (estimación)	> 500
Número de especies de epifitas (estimación)	>1.500-2.000 (sobre todo, Orchidaceae y Pteridophyta)
Particularidades biológicas	Muy rica en especies (diversidad más alta por área standard). Centro de diversidad de la familia más diversa, las orquídeas, y también centro de diversidad de otros grupos sensibles dependientes de un clima húmedo poco estacional como helechos y briófitas. Centro de endemismo más importante del país; alta diversidad de especies endémicas, especialmente en altitudes medianas.
Uso del suelo	Agricultura (locoto, café, coca, cítricos; en la Ceja especialmente papa, aprovechamiento de leña, pastoreo), colonización creciente.

Áreas protegidas	Área Natural de Manejo Integrado Apolobamba , Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi , Área Natural de Manejo Integrado (Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena) Pilón Lajas , Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata , Parque Nacional y Territorio Indígena Isiboro-Sécure , Parque Nacional Carrasco , Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró .
-------------------------	--

* En **negrilla** las áreas protegidas que forman parte del CAM

C. Ecorregión Bosque Tucumano-Boliviano = Yungas Tucumano-Bolivianas

Los bosques (semi)húmedos de las laderas orientales en Argentina se llaman **las Yungas** (ver arriba discusión del tema). Sin embargo-por la estacionalidad térmica e hídrica (y temperaturas mínimas más bajas) se distinguen claramente de los bosques montanos húmedos al norte del codo de los Andes que en esta obra se consideran como **los Yungas** (Boliviano-Peruanos). En Bolivia hace algún tiempo se conoce esta ecorregión de los bosques húmedos sureños como Bosque Tucumano-Boliviano (p.ej. Beck *et al.* 1993; comparar “Selva Tucumano-Boliviana” de Hauman 1931)¹³.

Ubicación geográfica (áreas político-administrativas)	Chuquisaca (L. Calvo, H. Siles, Tomina), Santa Cruz (Cordillera, Florida, Vallegrande), Tarija (Arce, O'Connor). Continuación en Argentina.
Superficie (km2)	29.387
Altitudes	800-3.900 m
Temperatura promedio anual	5-23° C. Influencia de vientos fríos del sur (<i>surazos</i>) causando temperaturas mínimas muy bajas.
Precipitación promedio anual	700-2.000 mm
Número de meses áridos	3-5
Paisaje	Laderas (escarpadas), valles, cimas.
Vegetación	Bosques semihúmedos (semi-) deciduos con lapacho (<i>Tabebuia lapacho</i>) hasta siempreverdes en pisos inferiores (con Myrtaceae: <i>Blepharocalyx salicifolius</i> , <i>Myrcianthes</i> spp., y Lauraceae). En pisos superiores (1.800/2.200 m hasta 2.500/3.200 m) bosque siempreverde con pino (<i>Podocarpus parlatorei</i>) y bosques deciduos con <i>Alnus acuminata</i> . Más arriba, en altitudes hasta 3.900 m, se encuentran relictos de <i>Polylepis crista-galli</i> , que podrían considerarse como parte de la ecorregión del Bosque Tucumano-Boliviano; hoy consiste de matorrales y pajonales semejantes a la puna semihúmeda. Los límites altitudinales de los pisos de Myrtaceae y de pino bajan hacia el sur.
Familias botánicas importantes	<i>Lauraceae</i> , <i>Myrtaceae</i> (familias de árboles).
Especies de árboles importantes	<i>Alnus acuminata</i> , <i>Blepharocalyx salicifolius</i> , <i>Cedrela lilloi</i> , <i>Cinnamomum porphyria</i> , <i>Juglans australis</i> , <i>Morella chevalieri</i> , <i>Myrcianthes pseudo-mato</i> , <i>Podocarpus parlatorei</i> , <i>Sambucus australis</i> , <i>Tabebuia lapacho</i> , <i>Weinmannia boliviensis</i> .
Número total de especies de árboles (estimación)	<300

¹³ No coincide geográficamente con la Provincia Biogeográfica Boliviana-Tucumana de Navarro (2002) que según sus argumentos tal vez pueda representar una región biogeográfica; sin embargo, abarca ecosistemas ecológicamente, estructuralmente y biogeográficamente tan distintos (desde áreas puneñas y valles secos hasta los bosques semihúmedos y el Chaco Serrano) que no se pueden unir en una ecorregión.

Número de especies de epifitas (estimación)	>100 (sobre todo helechos, orquídeas, Bromeliaceae y Piperaceae).
Particularidades biológicas	Algún endemismo a nivel del bosque tucumano-boliviano. Afinidades florísticas a bosques de Yungas y Ceja. Muy distinto del bosque chaqueño. Ecorregión, naturalmente muy fragmentada; bosques siempreverdes aislados en cimas de varias serranías subandinas y andinas.
Uso del suelo	Aprovechamiento de madera, actividad agrícola y de pastoreo creciente.
Áreas protegidas	Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquia, Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró .

* En **negrilla** las áreas protegidas que forman parte del CAM

D. Ecorregión Bosques Secos Interandinos

Bajo este término se incluyen una variación grande de formaciones vegetales deciduos que van desde los bosques secos en la región del los Yungas, hasta los extensos valles en el centro y sur del país. Últimamente Antezana & Navarro (2002) confirman para los valles centrales de Bolivia, la zona de las provincias Campero y Mizque en el departamento de Cochabamba, una notable diversidad con diversas especies endémicas, que no se relaciona con el Chaco Serrano.

Ubicación geográfica (áreas político-administrativas)	Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Potosí, Tarija. Continuación en valles correspondientes del Perú y Argentina.
Superficie (km²)	44.805
Altitudes	500-3.300 m
Temperatura promedio anual	12-16° C Máxima: >30° C; mínima: <0° C.
Precipitación promedio anual	(<) 500-700 mm
Número de meses áridos	6-8
Paisaje	Valles más o menos disectados, pequeñas planicies.
Vegetación	Bosque seco deciduo (10-20 m). En su mayoría destruido o fuertemente perturbado. Diferentes formaciones y tipos florísticos; importantes bosques de la vegetación potencial natural, especialmente: bosques mixtos con <i>Schinopsis haenkeana</i> y <i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> (2.300-3.000 m), bosque de churqui (<i>Prosopis ferox</i> ; especialmente en Potosí), bosques con <i>Acacia visco</i> y <i>Prosopis alba</i> (debajo de los 2.300 m), bosque con <i>Schinopsis brasiliensis</i> (800-1.300 m, especialmente en La Paz). Parcialmente con suculentas columnares muy altas (p.ej. <i>Neoraimondia herzogiana</i> , Cactaceae).
Familias botánicas importantes	<i>Anacardiaceae</i> , <i>Asteraceae</i> , <i>Cactaceae</i> , <i>Leguminosae</i> , <i>Verbenaceae</i> .
Especies de árboles importantes	<i>Acacia</i> spp., <i>Astronium urundeuva</i> , <i>Cardenasiodendron brachypterum</i> , <i>Erythrina falcata</i> , <i>Kageneckia lanceolata</i> , <i>Polylepis neglecta</i> , <i>Prosopis</i> spp., <i>Schinus molle</i> , <i>Schinopsis haenkeana</i> , <i>Tipuana tipu</i> . Géneros más ricos en especies: <i>Acacia</i> , <i>Capparis</i> , <i>Ceiba</i> , <i>Prosopis</i> .
Número total de especies de árboles (estimación)	100-200
Número total de especies de epifitas (estimación)	>40 (sobre todo Bromeliaceae).

Particularidades biológicas	Centro de diversidad de especies endémicas de muchos grupos de organismos. Eco-rregión, naturalmente muy fragmentada y heterogénea con muy distintas afinidades biogeográficas.
Uso del suelo	Agricultura, ganadería, aprovechamiento de leña/madera; problemas severos de erosión de suelos.
Áreas protegidas	Áreas pequeñas y, en su mayoría, fuertemente perturbadas en los Parques Nacionales Amboró, Carrasco , Tunari y Toro Toro. Especialmente los pocos bosques más intactos prácticamente sin protección.

* En **negrilla** las áreas protegidas que forman parte del CAM

3.2. Sinopsis ecológica y florística de la vegetación del Corredor Amboró-Madidi

Gonzalo Navarro⁽¹⁾, Alfredo Fuentes⁽²⁾, Wanderley Ferreira⁽³⁾, Nelly De la Barra⁽⁴⁾, Carola Antezana⁽⁴⁾, Margoth Atahuachi⁽⁴⁾, Saúl Altamirano⁽⁴⁾ & Erika Fernández⁽⁴⁾

- (1) Cochabamba; e-mail: gonzalonaavarrosanchez@gmail.com
- (2) La Paz: Herbario Nacional de Bolivia (LPB).
- (3) Cochabamba: RUMBOL, S.R.L.; e-mail: rimowa@supernet.com.bo
- (4) Cochabamba: Herbario Forestal Nacional "M. Cárdenas" (BOLV).

3.2.1. Introducción y antecedentes

El objetivo principal de este trabajo es presentar un resumen sinóptico y un breve diagnóstico revisado y actualizado de las unidades de vegetación del Corredor Amboró-Madidi (CAM), unidades que fueron estudiadas en campo, descritas y cartografiadas por los autores y colaboradores en la segunda mitad del año 2001 (junio a diciembre), como trabajo de consultoría para CISTEL-WWF. En una segunda fase del estudio de biodiversidad del CAM, se implementaron parcelas de investigación de la flora situadas en las principales unidades de vegetación antes identificadas, estudio que fue llevado a cabo por investigadores del Centro de Biodiversidad de la Universidad Mayor de San Simón de Cochabamba, coordinados por E. Fernández y S. Altamirano, cuyos resultados están en vías de publicación, a excepción de una parte de la vegetación de epífitas ya publicada (Altamirano & Fernández 2003).

Una descripción más detallada de la que ahora se presenta para los tipos de vegetación del CAM, ya fue parcialmente publicada como trabajos puntuales (Mercado 1998; Navarro y Ferreira 2000) y en el contexto de la vegetación de toda Bolivia (Navarro 1997; Navarro & Maldonado 2002). Contándose asimismo, con la monografía y mapas de la vegetación del CAM (Navarro *et al.* 2004).

En el marco del proyecto de *NatureServe/TNC* para homologar y clasificar los tipos de vegetación de América del sur, el primer autor de este artículo propuso como consultoría para NatureServe los sistemas ecológicos de la mayor parte de Bolivia y centro de Sudamérica, entre ellos los existentes en los Yungas. Estas propuestas para distintas regiones se discutieron, modificaron y validaron con especialistas regionales de Bolivia (S. Beck, R. Lara, P. Ibisch, T. Killeen y S. Reichle) y el resto de los países, en una serie de talleres de trabajo y como resultado se publicaron las bases conceptuales y el conjunto de sistemas ecológicos basados en la vegetación (Josse *et al.* 2003 y 2007; NATURESERVE 2003).

Simultánea y posteriormente a estos trabajos, fueron publicados otros aportes al conocimiento de la vegetación de los Yungas de Bolivia. Estos trabajos, son mayormente de carácter general o modelos teóricos, con menores datos florísticos de campo (Müller *et al.* 2002); o bien representan en parte (Ibisch *et al.* 2003a) síntesis o recopilaciones de otros estudios. Por otro lado, el reciente y valioso esfuerzo integrador y recopilador de Ibisch *et al.* (2003b), acepta y sigue para la vegetación de Bolivia en general y de los Yungas, en particular varias de nuestras principales propuestas de 1997 y 2002, arriba citadas.

En los últimos años, varios botánicos bolivianos trabajan con *Missouri Botanical Garden*, el Herbario Nacional de Bolivia (La Paz), Herbario Forestal Nacional (Cochabamba) y Herbario del Oriente Boliviano (Santa Cruz) en la implementación de parcelas de estudio de la flora en varias zonas del Parque Nacional Madidi, Parque Nacional Carrasco, el área de Altamachi-Cotacajes y el Parque Nacional Amboró; esfuerzo que contribuirá en forma esencial al conocimiento de la compleja diversidad florística de estas importantes áreas del Corredor Amboró-Madidi.

Asimismo, varios de los autores de este capítulo, finalizaron actualmente en el Proyecto de NatureServe “*Mapping priority conservation areas in the Upper Amazon watershed of Perú and Bolivia*,” (Josse *et al.* 2007), lo que ha supuesto una importante oportunidad para avanzar en el ajuste y precisión del mapeo de vegetación ya existente para el área del CAM (Navarro *et al.* 2004).

En este contexto, que enmarca los esfuerzos más recientes por comprender o aproximarse a la vegetación de los Yungas, está claro que el objetivo todavía se halla lejano, al ser ésta una de las regiones más complejas y diversas del Neotrópico. Cualquier intento de producir clasificaciones más precisas de la vegetación yungueña de Bolivia, necesariamente basadas en prospecciones de campo, choca frontalmente con enormes dificultades, principalmente relacionadas con la inaccesibilidad de muchas de las áreas más remotas y mejor conservadas, lo que hace de la investigación en estas zonas una tarea particularmente penosa. Además, la extraordinaria diversidad florística se halla todavía muy poco conocida, con grupos taxonómicos de gran importancia ecológica (p.ej. Lauraceae) en los que donde las posibilidades de identificaciones precisas son limitadas incluso para los especialistas y donde van apareciendo periódicamente nuevas especies para la ciencia.

Ante estas dificultades, nuestra propuesta representa una aproximación holística al problema, tratando de combinar e integrar en un modelo conceptual de interpretación causal de la vegetación (bioclima) los resultados de prospecciones rápidas de campo efectuadas en la mayoría de las zonas accesibles. Está claro que es necesario todavía mucho más trabajo de campo e inventarios florísticos y trabajo taxonómico para precisar tanto los tipos de vegetación que proponemos como su caracterización botánica, así como sobre todo sus límites espaciales. Sin embargo, esperamos que esta contribución pueda orientar y enmarcar conceptualmente futuros trabajos para un conocimiento detallado de esta fascinante región.

3.2.2. Métodos y marco conceptual

En la clasificación y caracterización de la vegetación del CAM, utilizamos los siguientes elementos conceptuales y metodológicos:

1. El punto de partida y marco conceptual explicativo es el modelo bioclimático global de Rivas-Martínez *et al.* (1999). Aplicamos este modelo a la interpretación y análisis de los datos climáticos de la totalidad de las estaciones meteorológicas disponibles para el área del CAM y zonas próximas, existentes en la red meteorológica del SENAMHI y en algunas otras estaciones de diversa procedencia. Para cada estación, se calcularon los índices de Rivas-Martínez siguientes:
 - a) Índice de termicidad, $It = (T+M+m) \times 10$, donde **T** es la temperatura media anual, **M** es la temperatura media de las máximas del mes más frío y, **m** es la temperatura media de las mínimas del mes más frío. Los intervalos de valores del **It**, considerados conjuntamente con los de la Temperatura positiva anual (**Tp**, como sumatoria de las medias mensuales de temperatura que superan los cero grados centígrados), permite diferenciar los termotipos (pisos bioclimáticos) existentes en el CAM:

Termotipos del CAM (Pisos Bioclimáticos)	It	Tp
Infratropical	711-890	> 2900
Termotropical	490-711	2300-2900
Mesotropical	320-490	1700-2300
Supratropical	160-320	950-1700
Orotropical	< 160	450-950
Criorotropical	-----	1-450
Atérmico o gélido	-----	0

- b) Índice ombrotérmico anual, $I_o = P_p/T_p$, donde **Pp** es la sumatoria de las precipitaciones medias de todos los meses cuya media de temperaturas es superior a cero grados y, **Tp** es la sumatoria en grados centígrados de las temperaturas medias de todos los meses en que ésta supera asimismo los cero grados. Si en todos los meses la temperatura media supera los cero grados centígrados, el **I_o** se calcula directamente dividiendo la precipitación total anual media por la temperatura media anual multiplicada por 12. Los intervalos de valores del índice ombrotérmico así calculado, delimitan los ombrotipos existentes en el CAM, que son los siguientes:

Ombrotipos del CAM	I_o
Hiperhúmedo	12.0-24.0
Húmedo	6.0-12.0
Subhúmedo	3.6-6.0
Seco	2.0-3.6
Semiárido	1.0-2.0

- c) Índice ombrotérmico de los dos meses consecutivos más secos del año, $I_{od2} = P_{2d}/T_{2d}$, donde **P_{2d}** es la sumatoria de la precipitación de los dos meses seguidos más secos del año y, **T_{2d}** es la sumatoria de las temperaturas medias de esos dos mismos meses. Este índice es una medida de la intensidad de la época seca y es particularmente eficaz para discriminar causalmente los tipos de vegetación. La consideración conjunta del I_o y del I_{od2} , permite diferenciar los siguientes bioclimas en el CAM:

Bioclimas del CAM	I_o	I_{od2}
Pluvial	> 3.6	> 2.5
Pluviestacional	> 3.6	< 2.5
Xérico	1.0-3.6	-----

2. Una primera zonificación de la vegetación del área supone la aplicación del concepto de **provincias biogeográficas**, consideradas como los centros generalmente aceptados de dispersión y diferenciación de la flora, la fauna y la vegetación en general. Nuestro concepto de provincia biogeográfica, integra por tanto las siguientes variables en su definición:
- Existencia de conjuntos biocenóticos repetitivos, es decir, de combinaciones florísticas y faunísticas características espacialmente, que comparten similares centros de origen y/o diversidad, o son el resultado de similares patrones de rutas migratorias o de dispersión paleo-histórica, todo lo cual condiciona asimismo la similitud de los procesos de especiación y diferenciación experimentados por las biocenosis.
 - Presencia de tipos de vegetación relacionados desde el punto de vista florístico, ecológico y estructural.
 - Existencia de una variación bioclimática característica, que incluye peculiares patrones o pautas espaciales repetitivas de distribución de ombrotipos y termotipos, a los cuales se han adaptado los organismos de manera diferencial.
 - Existencia de una variación geológica, tectónica y geomorfológica característica, que incluye peculiares patrones o pautas espaciales repetitivas de los suelos, las rocas y el relieve. Lo que generalmente implica el compartir análogos eventos geofísicos paleo-históricos.

3. En el área del CAM, y como aplicación de los criterios integrados anteriores, se reconocen las siguientes provincias biogeográficas (propuestas y justificadas en: Rivas-Martinez & Navarro 1994; Navarro 1997; Rivas-Martinez *et al.* 1999; Navarro & Maldonado 2002)¹⁴:
 - a) **Provincia de los Yungas Peruano-Bolivianos**: es la más extensa, ocupando casi las tres cuartas partes del área.
 - b) **Provincia Boliviano-Tucumana**: limitada al extremo sur del CAM, en los Yungas del Amboró.
 - c) **Provincia Amazónica Suroccidental o del Acre-Madre de Dios**: ocupa toda la zona del piedemonte de los Andes (subandino inferior y preandino), desde la frontera con el Perú, hasta aproximadamente la latitud del Río Yapacaní en el preandino de Santa Cruz.
 - d) **Provincia del Beni**: incluye la zona más oriental del CAM situada geográficamente en los Llanos de Moxos.
 - e) **Provincia del Cerrado**: en el CAM, únicamente presente en el subandino inferior y preandino de Santa Cruz, aproximadamente al sur del Río Yapacaní y al norte de la salida del Río Grande desde los Andes a la llanura oriental.
 - f) **Provincia de la Puna Peruana**: solamente pequeñas extensiones de las divisorias orográficas más elevadas de la Cordillera Oriental se hallan incluidas dentro de esta provincia en el CAM.
4. Utilizando las discontinuidades vegetacionales y florísticas conocidas para grupos de taxa indicadores, así como las discontinuidades geofísicas y bioclimáticas, se propuso (en Navarro 2002), una sectorización ecológico-biogeográfica en las principales y más extensas unidades biogeográficas existentes en el CAM: las provincias de los Yungas Peruano-Bolivianos y Amazónica Suroccidental.

Las siguientes fuentes de datos se utilizaron y se superpusieron espacialmente para llevar a cabo esta sectorización:

- a) Distribución espacial de las series de vegetación en base a nuestros datos de campo.
- b) Distribución espacial de los ombrotipos, termotipos y bioclimas que se deducen de nuestro análisis de los datos climáticos para el área del CAM.
- c) Comparación entre los diferentes modelos de zonificación altitudinal de la vegetación observados en el CAM y su variación o distribución geográfica en sentido norte-sur.
- d) Distribución geográfica de especies clave o indicadoras de plantas, basándonos para ello en los registros de colecciones existentes en los herbarios de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz; en nuestros datos de campo y en la literatura existente o monografías para algunos grupos.
- e) Distribución y variaciones en sentido norte-sur del gradiente topográfico y fisiográfico altitudinal.

¹⁴Nota de los editores: Las Provincias Biogeográficas aquí mencionadas, en términos generales, coinciden con las ecorregiones definidas para Bolivia (Ibisch *et al.* 2003b), las cuales no están definidas solamente según criterios biogeográficos. Especialmente los Yungas Peruano-Bolivianos y la Provincia Amazónica Suroccidental o del Acre-Madre de Dios corresponden a las ecorregiones de los Yungas Peruano-Bolivianos (incluyendo la ecorregión de los Bosques Secos Interandinos) y de la Sudoeste de la Amazonia. La definición de las ecorregiones en la región de las vertientes nororientales de los Andes contempló desde el inicio la clasificación de vegetación propuesta por Gonzalo Navarro y colegas.

5. El esquema de las unidades y sub-unidades ecológico-biogeográficas obtenidas preliminarmente según este proceso, se resume en la siguiente tabla, con los bioclimas presentes en cada una:

Tabla 18. Esquema de las unidades y sub-unidades ecológico-biogeográficas

Provincia Biogeográfica	Sector Biogeográfico	Distrito Biogeográfico	Bioclimas
Yungas Peruano-Bolivianos	Yungas Cuenca alta del Beni	Yungas de Apolobamba	Ps, Pv, X
		Yungas de Muñecas	Ps, X
		Yungas de Coroico	Ps, Pv
		Yungas del Boopi	Ps, X, Pv
		Yungas del Cotacajes	Ps, X
		Yungas de Altamachi y Corani	Pv, Ps
	Yungas Cuenca alta del Ichilo	Yungas del Chapare	Pv
		Yungas del Amboró	Ps, Pv
Amazónica Suroccidental (Acre-Madre de Dios)	Madre de Dios	Pampas del Heath	Ps
	Amazónico del Piedemonte Andino	Amazónico del Alto Madidi	Ps, Pv
		Amazónico del Alto Beni	Ps, Pv
		Amazónico del Chapare	Pv

Nota: Los bioclimas para cada distrito se presentan en el orden de mayor a menor extensión ocupada en el distrito. **Símbolos:** Pv = Pluvial; Ps = Pluviestacional; X = Xérico.

6. En las anteriores unidades bioclimáticas y ecológico-biogeográficas, se realizaron **prospecciones geobotánicas rápidas de la vegetación** a lo largo de las principales rutas de acceso en vehículo, con prospecciones puntuales más intensas a pie, desde unas horas a varios días de duración por punto, para determinadas áreas consideradas fundamentales. Asimismo, se realizaron sobrevuelos a baja altura, en avioneta y en helicóptero en zonas de muy difícil acceso, como el centro de los Yungas del Amboró y del Altamachi (véase mapa de itinerarios y puntos de corroboración en Navarro *et al.* 2004).
7. En las prospecciones de campo, se realizaron **inventarios florístico-ecológicos** de la vegetación, basados en el método clásico de Braun-Blanquet, en áreas homogéneas representativas, anotando las principales especies presentes a lo largo de transectas de longitud variable según el tipo de vegetación, así como su abundancia relativa. Se concedió particular atención a las especies dominantes en cada formación y, especialmente, a aquellas especies características o diferenciales de unas formaciones frente a las otras aunque no fuesen dominantes. Numerosas taxa importantes no identificados en campo fueron colectados (números de colecta de C. Antezana, N. De la Barra y M. Atahuachi en BOLV con duplicados en LPB) y posteriormente identificados o enviados a especialistas. Asimismo, fueron tomados mediante GPS, más de 700 puntos de corroboración georeferenciados de los diferentes tipos de vegetación.
8. La comparación entre los inventarios geobotánicos anteriores y su distribución altitudinal, bioclimática y geográfica, permitió delimitar grupos de especies o comunidades vegetales preliminares, centrándonos sobre todo en las **formaciones vegetales climáticas o potenciales**, pero con observaciones adicionales de las diferentes etapas seriales o sustituyentes presentes (series de vegetación). Por tanto, la unidad de vegetación básica, utilizada tanto en la descripción como en la cartografía es la **serie de vegetación**, entendida como el conjunto paisajístico conformado por el mosaico de la vegetación potencial y sus etapas seriales, secundarias o de degradación por acción antrópica. Las series de vegetación se nombran siempre por referencia a la asociación o comunidad vegetal potencial o climática y en esta aproximación, se nombran, en la mayoría de

los casos en forma preliminar, por esperarse todavía que el posterior y progresivo ingreso de nuevos datos florístico-ecológicos permita, en un futuro próximo, ajustes en los nombres y conceptos de las series que se proponen.

9. Según la complejidad estructural de la vegetación y su diversidad específica, varió el nivel de consecución de los inventarios, los cuales en la mayoría de los casos, son todavía una idea preliminar sobre lo esencial de la composición florística para numerosos puntos clave **georeferenciados y por tanto verificables**. Este aspecto permite a cualquier investigador acceder directamente a los puntos de inventario y de esta forma no sólo verificar, precisar y completar la composición florística, sino asimismo, observar directamente el tipo concreto de vegetación que se describe. **Inventarios preliminares seleccionados verificables o corroborables**, para varios de los tipos de vegetación propuestos, se han publicado en Navarro & Maldonado (2002) y en Navarro *et al.* (2004).
10. En la nomenclatura taxonómica de las especies que se citan como combinaciones florísticas características, se sigue en general a: Missouri Botanical Garden VAST (Vascular Tropicos) nomenclatural database. Para el género *Polylepis* en particular, seguimos la nomenclatura de Kessler & Schmidt-Lebuhn (2005).

3.2.3. Resultados

Se expone a continuación un resumen de las unidades de vegetación potencial del CAM, llevando a cabo una breve diagnosis y caracterización florístico-ecológica de los bosques climácicos de cada serie de vegetación, ordenados por provincias biogeográficas. Los tipos de vegetación secundaria y/o sustituyente de cada bosque clímax no se citan aquí por razones de espacio, pero pueden consultarse en Navarro & Maldonado (2002). Las diferentes series de vegetación (mapa 6), se agrupan en unidades mayores o “Sistemas ecológicos,” que generalmente corresponden, con algunas modificaciones o adaptaciones, a la recientemente propuesta clasificación de dichos sistemas para toda Sudamérica (Josse *et al.* 2003). En cada serie, se indican correlativamente:

- Nombre de la serie.
- Breve diagnosis ecológica y/o bioclimática.
- Distribución en los diferentes sub-districtos, districtos y/o sectores biogeográficos.
- Intervalo altitudinal promedio conocido de ocurrencia de la serie, cuando ésta se distribuye en los Andes.
- Combinación florística característica y diferencial, que permite reconocer la serie y distinguirla de las próximas o afines.
- Salvo mención expresa de los autores de cada serie y/o comunidad de vegetación que sigue, éstas se hallan propuestas y descritas en Navarro (1997, 2002) y Navarro *et al.* (2004). Lo que se expone a continuación, representa una actualización y avance respecto a lo existente en dichas publicaciones.

3.2.3.1. Vegetación de la provincia biogeográfica de los Yungas

Se proponen dos sectores biogeográficos dentro de esta provincia: el Sector de los Yungas de la Cuenca alta del Río Beni, ocupando los yungas del Departamento de La Paz y del noroeste del Departamento de Cochabamba; y el Sector de los Yungas de la Cuenca alta del Ichilo distribuido en los departamentos de Cochabamba y Santa Cruz. El primero con predominio del bioclima pluviestacional y el segundo con predominio del bioclima pluvial, hecho debido al más fuerte gradiente topográfico de los Yungas del Ichilo (Navarro & Maldonado 2002), lo que

provoca mayores ascendencias orográficas de los alisios e intensas precipitaciones. La vegetación se resume para cada piso ecológico separada por sectores y distritos biogeográficos, indicando además, en los casos en que se conoce, la distribución de la serie en los diferentes subdistritos biogeográficos dentro de cada distrito; los cuales en la mayoría de los casos parecen mostrar una buena coincidencia con las principales subcuencas hidrográficas.

Pisos Altimontano y Altoandino (Ceja de Monte Yungueña)

Vegetación yungueña de los pisos bioclimáticos supratropical y orotropical inferior, distribuida en la franja altitudinal de: 2.900-3.100 m a 4.000-4.200 m con bioclimas pluviales, pluviestacionales y excepcionalmente xéricos. Incluye los siguientes sistemas, series de vegetación y/o comunidades vegetales:

1. **Bosques de *Polylepis altimontanos* y altoandinos pluviales de los Yungas.** Sistema ecológico de la Ceja de Monte pluvial de los Yungas, cuya vegetación potencial climática son bosques siempre verdes, bajos y medios, ampliamente dominados por especies de Queñoa o Khewiña (*Polylepis*). Incluye:
 - a) Serie de *Gynoxis asterotricha*-*Polylepis pepeii*. Orotropical pluvial hiperhúmedo de los Yungas, tanto del Sector Cuenca alta del Beni (Yungas de La Paz) como Cuenca alta del Ichilo (Yungas de Cochabamba). En su mayor parte, degradada a etapas seriales de pajonales y matorrales, con escasos relictos de los bosques clímax. 3.600-3.700 m a 4.200 m. *Polylepis pepeii*, *Gynoxis asterotricha*, *Pentacalia epiphytica*, *Berberis aff. agapatensis*, *Rubus* sp.
 - b) Serie de *Ilex mandonii*-*Polylepis lanata* (Mercado 1998). Supratropical pluvial hiperhúmedo. Cochabamba: Distrito Yungas del Chapare (Alto Ivirizu). 3.100-3.700 m. *Polylepis lanata*, *Ilex mandonii*, *Clethra cuneata*, *Myrsine pearcei*, *Podocarpus rusbyi*, *Weinmannia fagaroides* y *Gaiadendron punctatum*.
 - c) Serie de *Desfontainia spinosa*-*Polylepis triacontandra*. Supratropical pluvial húmedo. La Paz: Distrito Yungas de Apolobamba (Valle de Pelechuco). 3.100-3.900 m. *Polylepis triacontandra*, *Desfontainia spinosa*, *Berberis weddellii*, *Myrsine pearcei*, *Citharexylum dentatum*, *Barnadesia pycnophylla*, *Ribes bolivianum*, *R. steinbachiorum*, *R. sucheziense*, *Hesperomeles ferruginea*, *H. latifolia*.
2. **Bosques altimontanos pluviales de los Yungas:** sistema ecológico de la Ceja de Monte inferior supratropical pluvial de los Yungas cuya vegetación potencial climática son bosques siempre verdes, bajos y medios, con dominio de biotipos lauroides y esclerófilos, donde las especies del género *Polylepis* no están presentes o cuando se hallan no son el elemento claramente dominante del bosque. Dentro de este sistema, se han identificado en el CAM:
 - a) Serie preliminar de *Schefflera trollii*-*Weinmannia fagaroides* (Fuentes, en prep.): Ceja de monte inferior pluvial húmeda del distrito Yungas de Apolobamba (Keara-Puina, La Paz). 2900 a 3600-3700 m. *Persea ruizii*, *Weinmannia fagaroides*, *Escallonia myrtilloides* var. *patens*, *Polylepis sericea*, *Hesperomeles ferruginea*, *Oreopanax grosseserratum*, *Schefflera trollii*, *Psychotria reticulata*, *Miconia theizans*, *M. higrrophylla*, *Symplocos fimbriata*, *Myrsine dependens*, *M. coriacea*, *Brunellia rhoides*, *Gynoxis asterotricha*, *Vallea stipularis*, *Clusia flaviflora*, *Clethra cuneata*, *Prunus huantensis*, *Sessea dependens*.

- b) Serie preliminar de *Ilex teratopis*-*Podocarpus rusbyi*. Supratropical pluvial húmedo-hiperhúmedo. Distrito Yungas de Coroico (La Paz). 2.900 m a 3.400-3.600 m. *Ilex teratopis*, *I. imbricata*, *Podocarpus rusbyi*, *Hedyosmum scabrum*, *H. maximum*, *Weinmannia auriculata*, *W. bangii*, *W. fagaroides*, *W. multijuga*, *Prunus huantensis*, *P. rigida*, *Symplocos denticulata*, *S. poliphylla*, *S. psiloclada*, *Morella pubescens*, *Persea ruizii*, *Oreopanax rusbyi*, *Bocconia integrifolia*, *Orthaea boliviensis*, *Gaultheria reticulata*, *G. erecta*, *Schefflera nephelophila*.
- c) Serie preliminar de *Prunus tucumanensis*-*Hesperomeles ferruginea*. Supratropical pluvial húmedo. Distritos: Yungas del Cotacajes, de Altamachi y Corani (Cochabamba). 2.900 m a 3.300 m. *Prunus tucumanensis*, *Hesperomeles ferruginea*, *H. cf. weberbauerii*, *Myrsine pseudocrenata*, *Podocarpus rusbyi*, *Symplocos fimbriata*, *Weinmannia geometrica*, *W. fagaroides*, *W. microphylla*.
- d) Serie preliminar de *Weinmannia bangii*-*Weinmannia fagaroides* (Altamirano, en prep.). Vegetación climatofila de la Ceja de Monte inferior, supratropical pluvial hiperhúmeda, del Distrito Yungas del Chapare (Cochabamba: cuencas del Alto Espíritu Santo y ¿Vandiola?). 2.800-3.100 m. *Weinmannia fagaroides*, *W. bangii*, *W. microphylla*, *Hesperomeles ferruginea*, *Oreopanax rusbyi*, *O. trollii*, *Brunnellia boliviana*, *Symplocos subcuneata*, *Freziera karsteniana*, *Cyathea caracasana*.
- e) Serie preliminar de *Symplocos subcuneata*-*Weinmannia microphylla*. Supratropical pluvial húmedo. Norte del Distrito Yungas del Amboró (Yungas de Comarapa, Santa Cruz). 2.900-3.000 m a 3.100 m. *Symplocos cf. subcuneata*, *Weinmannia microphylla*, *W. fagaroides*, *Clethra scabra*, *C. cardenasii*, *C. cuneata*, *Gaiadendron punctatum* y *Oreopanax kuntzei*.
- 3. Bosques de *Polylepis altimontanos* pluviestacionales de los Yungas:** vegetación potencial climática de la Ceja de Monte inferior, con bioclima supratropical pluviestacional de los Yungas, constituida por bosques siempre verdes, bajos y medios, ampliamente dominados por especies de Khewiña (*Polylepis*). Este sistema ecológico incluye en el CAM las siguientes series:
- a) Serie preliminar de *Berberis edentata*-*Polylepis pacensis*. Supratropical pluviestacional húmedo. Distrito Yungas del Cotacajes (La Paz: Inquisivi). 2.900-3.100 m a 3.600-3.700 m. *Polylepis pacensis*, *Berberis edentata*, *B. rariflora*, *Hesperomeles cuneata*, *H. ferruginea*, *Oreopanax pentlandianus*.
- b) Serie preliminar de *Styloceras columnare*-*Polylepis lanata*. Supratropical pluviestacional húmedo. Distritos Yungas del Cotacajes, Altamachi y Corani (Cochabamba). 2.900-3.100 m a 3.600-3.700 m. *Polylepis lanata*, *Styloceras columnare*, *Symplocos obcuneata*, *Berberis weddellii*, *B. paucidentata*, *Hesperomeles cuneata*, *H. lanuginosa*, *Oreopanax pentlandianus*, *Weinmannia fagaroides*.
- c) Serie preliminar de *Styloceras columnare*-*Polylepis triacontandra*. Supratropical pluviestacional húmedo. Distritos Yungas del Boopi, Muñecas y Apolobamba (La Paz). 3.000-3.200 m a 3.900 m. *Polylepis triacontandra*, *P. sericea*, *Weinmannia microphylla*, *W. fagaroides*, *Miconia theaezans*, *Styloceras columnare*, *Hesperomeles lanuginosa*, *Oreopanax pentlandianus*, *O. rusbyi*, *Prunus tucumanensis*, *Berberis weddellii*, *B. phyllacantha*.
- d) Serie preliminar de *Buddleja montana*-*Polylepis triacontandra*. Supratropical pluviestacional sub-húmedo. Distrito Yungas de Muñecas (La Paz). 3.100-3.900 m. *Polylepis triacontandra*, *Buddleja montana*, *Mutisia acuminata*, *Schinus microphyllus*, *Hesperomeles cuneata*.

e) Serie preliminar de *Polylepis pacensis*. Supratropical pluviestacional subhúmedo. 3.600-4.100 m. Distrito Yungas del Boopi, en las cabeceras altas de la cuenca de los ríos La Paz y Luribay. Constituiría la vegetación potencial original del piso altimontano de los profundos valles interandinos de La Paz y Luribay; sólo conocida hasta el momento por remanentes dispersos de árboles aislados o pequeños grupos de los mismos.

4. Bosques y arbustales altimontanos xéricos de los Yungas. Bosques bajos y arbustales espinosos restringidos al piso bioclimático supratropical xérico seco de las cuencas altas de los ríos La Paz y Luribay. Conexiones florísticas y biogeográficas con la Prepuna del centro-sur de Bolivia. Actualmente muy destruidos y representados mayormente por la etapa serial de matorral. Constituirían la vegetación potencial original de las zonas medias y bajas del área actualmente ocupada por la ciudad de La Paz, área que por encima del nivel de estos arbustales (3.600-3.700 m), debió de tener una vegetación original de bosquecillos de *Polylepis pacensis*. Una sola serie de vegetación se incluye en este sistema:

a) Serie preliminar de *Oreocereus fossulatus-Kageneckia lanceolata*. Supratropical xérico seco. 3.200-3.700 m. Distrito Yungas del Boopi (La Paz): cuencas de los ríos La Paz y Luribay. *Oreocereus fossulatus*, *Kageneckia lanceolata*, *Schinus molle*, *Dasyphyllum ferox*, *Lophopappus foliosus*, *Proustia pungens*, *Opuntia sulphurea*, *O. verschaffeltii*, *Baccharis boliviensis*, *Mutisia acuminata*, *Corryocactus melanotrichus*, *C. perezianus*.

Piso Montano

Incluye la vegetación yungueña del piso bioclimático mesotropical, distribuida en la franja altitudinal desde 1.700-1.900 m a 2.900-3.100 m, donde se encuentran bioclimas pluviales, pluviestacionales y localmente también xéricos. En el área del CAM, dentro de este piso se han identificado los siguientes sistemas ecológicos y series de vegetación:

5. Bosques yungueños montanos pluviales. Sistema ecológico que agrupa un conjunto de series de vegetación en las cuales la vegetación climácica son bosques lauroides siempre verdes, con altura del dosel promedio entre 25 m y 30 m, distribuidos en el piso montano mesotropical pluvial, donde a menudo son frecuentes diferentes especies de pinos de monte (*Podocarpus*, *Prumnopitys*) que parecen tener en estas situaciones una de sus principales zonas óptimas de distribución. Por el momento, se han identificado en este sistema, dentro del CAM, las siguientes series:

a) Serie preliminar de *Weinmannia bangii-Podocarpus ingensis*. Mesotropical superior pluvial hiperhúmedo. Distrito Yungas de Coroico (La Paz: cuencas de los ríos Unduavi, Huarinillas, ¿Zongo?). 2.300-2.400 m a 2.800-2.900 m. *Podocarpus ingensis*, *Weinmannia bangii*, *W. microphylla*, *W. dryadifolia*, *Hedyosmum dombeyanum*, *H. scabrum*, *Symplocos fimbriata*, *Saurauia rusbyi*, *Brunnellia boliviana*, *B. rhoides*, *Myrsine andina*, *M. pearcei*, *Gunnera peruviana*, *Cyathea caracasana*, *C. boliviana*, *Nephelea erinacea*, *Ruagea glabra*, *R. hirsuta*, *Lozanella enantiophylla*, *Clusia flaviflora*, *Hieronyma moritziana*.

b) Serie preliminar de *Weinmannia crenata-Podocarpus ingensis*. Mesotropical superior pluvial húmedo. Distrito Yungas de Coroico (La Paz: zona de Huancané). 2.400 a 2.900 m. *Podocarpus ingensis*, *Weinmannia sorbifolia* var. *crenata*, *W. pentaphylla*, *W. crassifolia*, *Hedyosmum cuatrecazanum*, *Ilex*

nervosa, *Siparuna auriculata*, *S. echinata*, *Cybianthus peruvianus*, *Brunnellia coroicoana*, *Cyathea caracasana*, *Myrsine coriacea*.

- c) Serie preliminar de *Ocotea jelskii*-*Podocarpus oleifolius*. Mesotropical inferior pluvial húmedo-hiperhúmedo. Distritos Yungas de Coroico, Altamachi y Corani (La Paz y Cochabamba). 1.900-2.100 m a 2.300-2.400 m. *Podocarpus oleifolius*, *Ocotea jelskii*, *Ladenbergia carua*, *Oreopanax jelskii*, *Schefflera allocotantha*, *Hedyosmum angustifolium*, *Alchornea latifolia*, *Hyeronima oblonga*, *Panopsis pearcei*, *Ruagea ovalis*, *Weinmannia ovata*, *Clethra revoluta*.
- d) Serie preliminar de *Prumnopitys harmsiana*-*Weinmannia pinnata*. Mesotropical inferior pluvial húmedo. Distrito Yungas de Coroico (La Paz: zona de Huancané). 1.900-2.300 m. *Prumnopitys harmsiana*, *Clethra scabra* var. *laevigata*, *Cedrela lilloi*, *Cinchona pubescens*, *Mollinedia boliviana*, *Siparuna auriculata*, *S. echinata*, *Cybianthus lepidotus*, *Brunnellia rhoides*, *Weinmannia pinnata*, *W. poliphylla*, *Cinchona calisaya*, *Stylogine ambigua*.
- e) Serie preliminar de *Prumnopitys exigua*-*Podocarpus oleifolius*. Mesotropical inferior pluvial hiperhúmedo. Distrito Yungas del Chapare (Cochabamba: Alto Ivirizu). 2.000-2.100 m a 2.500-2.600 m. *Prumnopitys exigua*, *Podocarpus oleifolius*, *Prumnopitys harmsiana*, *Hedyosmum dombeyanum*, *H. lechleri*, *Saurauia chaparensis*, *Clethra revoluta*, *Weinmannia cochabambensis*, *W. lechleriana*, *W. pinnata*, *Ruagea glabra*, *Meliosma boliviensis*, *Schefflera herzogii*, *S. allocotantha*.
- f) Serie preliminar de *Podocarpus oleifolius*-*Freziera karsteniana*. Mesotropical pluvial hiperhúmedo. Distrito Yungas del Chapare (Cochabamba: Alto Espíritu Santo, Vandiola?). 1.900-2.800 m. *Podocarpus oleifolius*, *Weinmannia heterophylla*, *W. multijuga*, *W. lechleriana*, *Freziera karsteniana*, *F. glabrescens*, *Schefflera allocotantha*, *Brunnellia boliviana*, *Oreopanax rusbyi*, *O. trollii*, *Clethra cuneata*, *Hedyosmum angustifolium*, *H. dombeyanum*, *Ruagea glabra*, *R. ovalis*, *Siparuna boliviensis*, *Myrsine dependens*, *Alchornea latifolia*, *Cyathea caracasana*, *C. pallescens*, *Geonoma undata*.
- g) Serie de *Persea ruizii*-*Prumnopitys exigua* (Mercado 1998). Mesotropical superior y supratropical inferior. Distrito Yungas del Chapare (Cochabamba: Alto Ivirizu). 2.600-3.200 m. *Prumnopitys exigua*, *Podocarpus rusbyi*, *Persea ruizii*, *Clethra cuneata*, *Hesperomeles lanuginosa*, *Myrsine pearcei*, *Oreopanax macrocephalon*, *O. kuntzei*, *Weinmannia fagaroides*, *W. microphylla*.
- h) Serie preliminar de *Alnus acuminata*-*Hedyosmum dombeyanum* (Altamirano, en prep.). Vegetación permanente topográfica o sucesional, propia de las laderas erosivas montañosas muy abruptas con fuertes pendientes, sometidas a deslizamientos y derrumbes periódicos, en el piso montano, mesotropical pluvial hiperhúmedo, del distrito Yungas del Chapare (Cochabamba: Alto Espíritu Santo). 1.900-2.500 m. *Alnus acuminata*, *Weinmannia heterophylla*, *W. multijuga*, *Hedyosmum dombeyanum*, *H. angustifolium*, *H. racemosum*, *Alchornea latifolia*, *A. pearcei*, *A. triplinervia* var. *boliviana*, *Clethra scabra*, *Hieronima andina*, *Morus insignis*.
- i) Serie preliminar de *Podocarpus rusbyi*-*Prumnopitys exigua*. Mesotropical pluvial húmedo. Distrito Yungas del Amboró (Santa Cruz: Yungas de Comarapa y Mairana), en el comienzo de la zona de transición entre las provincias biogeográficas de los Yungas Peruano-Bolivianos y Boliviano-Tucumana. 2.100-2.300 m a 2.900 m. *Prumnopitys exigua*, *Podocarpus rusbyi*, *Clethra cuneata*, *Weinmannia*

sorbifolia, *Viburnum witteanum*, *Crinodendron tucumanum*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Cedrela lilloi*, *Ilex trichoclados*, *Tabebuia lapacho*.

- j) Serie preliminar de *Clethra elongata*-*Podocarpus ingensis*. (Fuentes, en prep.). Mesotropical inferior pluvial húmedo. Distrito Yungas de Apolobamba (La Paz: Apolo). 1.900-2.400 m. *Alchornea triplinervia* var. *boliviana*, *Clethra elongata*, *Podocarpus ingensis*, *Myrsine coriacea*, *Miconia brittonii*, *Psychotria bangii*, *Weinmannia ovata*, *Ruagea ovalis*, *Tapirira guianensis* subsp. *subandina*, *Ilex goudotii*, *Hieronyma moritziana*, *Richeria grandis*, *Chaetocarpus myrsinites* var. *stipularis*, *Hedyosmum racemosum*.
- k) Serie preliminar de *Podocarpus ingensis*-*Weinmannia pinnata*. (Fuentes, en prep.). Mesotropical superior pluvial húmedo de transición hacia pluviestacional. Distrito Yungas de Muñecas: divisorias orográficas y laderas altas expuestas a los vientos húmedos entre los valles de Chuma-Ayata y de Camata (La Paz). 2600-3200 m. *Podocarpus ingensis*, *Weinmannia chrisdavidsonii*, *W. pinnata*, *W. crassifolia*, *Baccharis solomonii*, *Hedyosmum angustifolium*, *Ocotea mandonii*, *Oreopanax membranaceus*, *Schefflera trollii*, *Pentacalia sailapatensis*, *Brunellia rhoides*, *Viburnum semannii*, *Clusia sphaerocarpa*, *Alchornea brittonii*, *Nectandra laurel*, *Gaiadendron punctatum*, *Myrsine pellucida*, *Miconia undata*, *Freziera lanata*, *Symplocos mapiriensis*, *Ceroxylon parvifrons*, *Maytenus jelskii*, *Hesperomeles ferruginea*.
- l) Serie preliminar de *Styloceras laurifolium*-*Weinmannia pinnata*. Mesotropical superior pluvial húmedo. Distrito Yungas de Apolobamba (La Paz: cuenca del Río Pelechuco). 2.400-3.100 m. *Styloceras laurifolium*, *Weinmannia lechleriana*, *W. pinnata*, *W. ovata*, *W. microphylla*, *Clethra cuneata*, *Hesperomeles ferruginea*, *Symplocos denticulata*, *Miconia thaeizans*, *Vallea stipularis*, *Morella pubescens* *Freziera uniauriculata*, *F. lanata*, *Gordonia fruticosa*, *Alcornea grandiflora*, *Elaeagia mariae*, *Clusia multiflora*, *C. flaviflora*, *Hedyosmum dombeyanum*, *Podocarpus ingensis*, *Ocotea* sp.
- m) Serie preliminar de *Clusia flaviflora*-*Weinmannia lechleriana*. Mesotropical pluvial húmedo. Distrito Yungas de Coroico (La Paz: cuenca del Río Zongo). 2.400 m-3100 m. *Weinmannia lechleriana*, *W. microphylla*, *W. ovata*, *Hesperomeles ferruginea*, *Clusia flaviflora*, *C. multiflora*, *Oreopanax thaumasiophyllus*, *Gaiadendron punctatum*, *Clethra cuneata*, *Brunellia rhoides*, *Berberis lutea*.

6. Bosques yungueños montanos pluviestacionales. Sistema ecológico que agrupa varias series cuya vegetación potencial clímax son bosques siempre verdes estacionales y semidecíduos, con dosel promedio de 20-25 m de altura, a menudo dominado en ombroclimas húmedos por especies de pinos de monte (*Podocarpus*, *Prumnopitys*) y por árboles del género *Weinmannia*; mientras que en áreas con ombroclima subhúmedo es común el ceibo o chilijchi (*Erythrina falcata*). Incluye:

- a) Serie preliminar de *Blepharocalyx salicifolius*-*Podocarpus glomeratus*. Mesotropical superior y supratropical inferior, pluviestacional húmedo. Distrito Yungas del Cotacajes (Cochabamba y La Paz: Cordillera de Independencia). 2.800 m a 3.200-3.300 m. *Blepharocalyx salicifolius*, *Podocarpus glomeratus*, *Weinmannia fagaroides*, *W. lechleriana*, *Cedrela lilloi*, *Myrsine pseudocrenata*, *Hesperomeles ferruginea*, *Cervantesia bicolor*, *Duranta mandoni*, *Oreopanax pentlandianus*, *O. thaumasiophyllus*.

- b)** Macroserie de *Clethra cuneata*-*Weinmannia pinnata*. Grupo de series de vegetación que constituyen la vegetación climatófila del piso montano, mesotropical pluviestacional húmedo, del sector biogeográfico Yungas de la Cuenca Alta del Beni. Intervalo altitudinal: 1.900-2.000 m a 2.800-2.900 m. *Alchornea pearcei*, *Cedrela lilloi*, *Ceroxylon parvifrons*, *Cinchona micrantha*, *C. pubescens*, *Clethra cuneata*, *C. laevigata*, *Freziera lanata*, *F. reticulata*, *Siparuna muricata*, *Styrax pentlandianum*, *Ternstroemia asymmetrica*, *T. subserrata*, *Weinmannia microphylla*, *W. pentaphylla*, *W. pinnata*, *W. sorbifolia*, *W. crassifolia*.
- c)** Serie preliminar de *Juglans boliviana*-*Podocarpus oleifolius* (Fernández, en prep.). Mesotropical inferior pluviestacional húmedo. Vegetación climatófila de los valles en sombra de lluvia parcial de la cuenca del Río San Mateo (Kharauasi), en el límite entre los distritos Yungas del Chapare y Yungas del Amboró (Cochabamba y Santa Cruz). También, en pequeños enclaves pluviestacionales debidos a efectos orográficos locales, dentro de las zonas pluviales de los Yungas del Chapare (cuenca del Espíritu Santo, Incachaca). 1.800 a 2.300 m. *Juglans boliviana*, *Podocarpus oleifolius*, *Weinmannia microphylla*, *W. multijuga*, *W. sorbifolia*, *Nectandra discolor*, *Myrsine coriacea*, *Hedyosmum cf. racemosum*, *Oreopanax cf. reticulatus*.
- d)** Serie preliminar de *Citharexylum laurifolium*-*Styloceras laurifolium*. Mesotropical superior pluviestacional húmedo. Distrito Yungas de Muñecas (La Paz: valles de Charazani y Chuma). 2.700-3.200 m. *Citharexylum laurifolium*, *Styloceras laurifolium*, *Hesperomeles ferruginea*, *Nectandra membranacea*, *Schinus myrtifolius*, *Escallonia schreiteri*, *Morella pubescens*, *Vallea stipularis*, *Myrsine pseudocrenata*, *Prunus huantensis*, *Duranta mandonii*.
- e)** Serie preliminar de *Citharexylum laurifolium*-*Weinmannia crassifolia*. Mesotropical inferior pluviestacional húmedo. Distrito Yungas de Muñecas (La Paz: valles de Charazani y Chuma). 2.000-2.700 m. *Weinmannia crassifolia*, *W. elliptica*, *W. sorbifolia*, *W. microphylla*, *Citharexylum laurifolium*, *Saurauia spectabilis*, *Hesperomeles ferruginea*, *Bejaria aestuans*, *Mauria ferruginea*, *Prunus huantensis*, *Morella pubescens*, *Clethra cuneata*, *Hedyosmum angustifolium*, *Miconia theizans*, *Dasyphyllum brasiliensis*, *Nectandra laurel*, *Myrcianthes rhopaloides*, *M. pseudomato*, *Styrax pentlandianus*, *Gaultheria eriophylla*, *Fuchsia boliviana*, *Cissus granulosa*, *Spathanthem fallax*.
- f)** Serie preliminar de *Clusia ternstroemioides*-*Columellia oblonga*. (Fuentes, en prep.) Mesotropical pluviestacional húmedo. Vegetación permanente de las laderas rocosas abruptas. Distrito Yungas de Muñecas (La Paz: Valle de Charazani-Camata). 1.900-2.700 m. *Columellia oblonga*, *Clusia ternstroemioides*, *Escallonia paniculata*, *Myrcia multiflora*, *Ternstroemia subserrata*.
- g)** Serie preliminar de *Podocarpus parlatorei*-*Prumnopitys exigua*. Mesotropical pluviestacional húmedo del distrito Yungas del Amboró (Santa Cruz: Cuenca alta sur del Río San Mateo: Siberia sur, Yungas de Comarapa), en el comienzo de la zona de transición entre las provincias biogeográficas de los Yungas Peruano-Bolivianos y Boliviano-Tucumana. 2.100-2.300 m a 2.900 m. *Prumnopitys exigua*, *Podocarpus parlatorei*, *Crinodendron tucumanum*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Viburnum witteanum*, *Symplocos subcuneata*, *Clethra cardenasii*, *Hesperomeles ferruginea* y *Azara salicifolia*.
- h)** Serie preliminar de *Prumnopitys exigua*-*Myrcianthes pseudomato* (Navarro *et al.* 2004). Bosques climatófilos, con dominio o gran abundancia de mirtáceas, distribuidos en el piso montano, mesotro-

pical pluviestacional húmedo, del distrito Yungas del Amboró (Santa Cruz: Yungas de Comarapa y de Mairana, sur de Siberia), en el comienzo de la zona de transición entre las provincias biogeográficas de los Yungas Peruano-Bolivianos y Boliviano-Tucumana. 2.100 m a 2.300 m. *Prumnopitys exigua*, *Myrcianthes callicoma*, *M. pseudomato*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Cedrela lilloi*, *Tabebuia lapacho*, *Viburnum witteanum*, *Clethra cardenasii*.

- i) Serie preliminar de *Leucochloron bolivianum-Erythrina falcata*. Mesotropical pluviestacional subhúmedo. Distrito Yungas del Cotacajes (La Paz y Cochabamba). 2.200-2.400 m a 2.500-2.700 m. *Leucochloron bolivianum*, *Parapiptadenia excelsa*, *Erythrina falcata*, *Jacaranda mimosifolia*, *Carica quercifolia*, *Caesalpinia spinosa*, *Dasyphyllum brasiliensis*, *Mimosa woodii*, *Justicia pluriformis*, *Philibertia fontellae*.
- j) Serie preliminar de *Juglans soratensis-Erythrina falcata*. Vegetación potencial relictica, con casi total desaparición de los bosques originales. Mesotropical pluviestacional subhúmedo. Distrito Yungas de Muñecas. 2.500-3.200 m. *Erythrina falcata*, *Juglans soratensis*, *Cedrela lilloi*, *Mimosa revoluta*.

7. Bosques y arbustales yungueños montanos xéricos interandinos. Sistema ecológico que, en el CAM, únicamente existe en los valles yungueños altos con ombroclima seco a semiárido de las cuencas de los ríos Sorata, La Paz y Luribay. Incluye las siguientes series de bosques y arbustales espinosos semi-cauducifolios:

- a) Serie de *Cleistocactus variispinus-Lythraea ternifolia*. Mesotropical inferior xérico seco 1.900-2.500 m. Distrito Yungas de Muñecas: Cuenca de Sorata. *Cleistocactus variispinus*, *Lythraea ternifolia*, *Tecoma arequipensis*, *Prosopis andicola*, *Trichocereus lageniformis*, *T. cf. cuzcoensis*, *Apurimacia boliviana*, *cf. Commicarpus crassifolius*.
- b) Serie de *Caesalpinia bangii-Prosopis andicola*. Mesotropical xérico seco inferior a semiárido superior. 2.200-3.200 m. Distrito Yungas del Boopi: Cuenca del Río La Paz. *Prosopis laevigata* var. *andicola*, *Caesalpinia bangii*, *C. gilliesii*, *Tecoma arequipensis*, *Oreocereus fossulatus*, *Corryocactus melanotrichus*, *Trichocereus lageniformis*, *Opuntia verschaaffeltii*, *Echinopsis bridgesii*, *Lycianthes lycioides*, *Heterophyllaea lycioides*, *Puya meiziana*.
- c) Serie de *Cleistocactus luribayensis-Prosopis andicola*. Mesotropical xérico seco inferior a semiárido superior. 2.200-3200 m. Distrito Yungas del Boopi: Cuenca del Río Luribay. *Cleistocactus luribayensis*, *Prosopis laevigata* var. *andicola*, *Corryocactus perezianus*, *Atriplex rusbyi*, *Helogyne straminea*, *Caesalpinia coulteroides*, *Opuntia alko-tuna*, *O. sulphurea*, *Trichocereus lageniformis*, *Echinopsis bridgesii*, *Tecoma arequipensis*, *Puya meiziana*.

8. Vegetación ribereña yungueña montana. Sistema ecológico que agrupa varias series de vegetación, cuya vegetación clímax son los bosques ribereños propios de los márgenes fluviales del piso montano, los cuales en muchos casos son bosques de aliso que se incluyen en la macroserie de *Vallea stipularis-Alnus acuminata*. En el CAM, se ha identificado las siguientes series y/o comunidades riparias:

- a) Serie de *Vallea stipularis-Alnus acuminata* (Mercado 1998). Bosques riparios montanos mesotropicales de los Yungas pluviales y pluviestacionales. *Alnus acuminata*, *Morella pubescens*, *Vallea stipularis*, *Pteris podophylla*, *Equisetum bogotense*, *Dryopteris* spp.

- b) Comunidad de *Croton piluliferus-Ficus matthewsii*. Bosques riparios del piso montano inferior pluvial del distrito biogeográfico Yungas de Coroico.
- c) Comunidad de *Guadua weberbauerii*. Tacuarales o bambusales riparios del piso montano pluvial del distrito Yungas del Boopi.

Piso Basimontano o Subandino

En este piso ecológico, se incluye la vegetación yungueña del piso bioclimático termotropical, distribuida en promedio en el intervalo altitudinal de 800-900 m a 1.700-2.000 m. En el área del CAM, se han identificado los siguientes sistemas, series y/o macroseries:

- 9. Bosques y palmares yungueños pluviales basimontanos (subandinos):** sistema ecológico de la vegetación siempre verde, basimontana o subandina superior, de los Yungas Peruano-Bolivianos con bioclima pluvial termotropical, distribuida en la franja altitudinal de los 1.200-1.400 m a 1.700-2.000 m. Unidad compleja florísticamente y poco conocida todavía, que incluiría diferentes series de vegetación, varias de ellas con abundantes palmas andinas (*Dictyocaryum lamarckianum*), sobre todo en relieves abruptos expuestos a las neblinas; y otras series desarrolladas en suelos profundos sobre relieves suaves o casi llanos, con ausencia o rareza de *Dictyocaryum* y gran abundancia de lauráceas. Todas ellas las englobamos en una sola macroserie:

- a) Macroserie de *Nectandra laurel-Dictyocaryum lamarckianum*. Termotropical superior pluvial húmedo-hiperhúmedo, tanto en el sector de los Yungas de la Cuenca Alta del Beni, como en el de los Yungas de la Cuenca Alta del Ichilo (La Paz, Cochabamba y Santa Cruz). 1.200-1.400 m a 1.900-2.100 m. *Dictyocaryum lamarckianum*, *Weinmannia pinnata*, *W. pentaphylla*, *Prumnopitys harmsiana*, *Podocarpus oleifolius*, *Alchornea glandulosa*, *Hieronyma andina*, *Tovomita weddelliana*, *Nectandra laurel*, *N. reticulata*, *Persea peruviana*, *P. trollii*, *Clethra elongata*, *Euterpe luminosa*, *Ceroxylon parvum*, *Cinchona humboldtiana*, *Ladenbergia carua*, *Guettarda hirsuta*, *Elaeagia mariae*, *E. microcarpa*, *Protium altsonii*, *Alchornea glandulosa*. Dentro del concepto florístico-ecológico de esta macroserie, se han identificado las siguientes series:

- Serie preliminar de *Persea peruviana-Dictyocaryum lamarckianum* (Fuentes, en prep.). Distrito Yungas de Apolobamba (La Paz).
- Serie preliminar de *Protium montanum-Dictyocaryum lamarckianum*. Distritos Yungas de Altamachi, Corani y Chapare (Cochabamba).

- 10. Bosques pluviales basimontanos (subandinos) de los Yungas transicionales con la Amazonia:** Grupo de selvas y bosques siempre verdes, del nivel más inferior de los Yungas, con muy alta diversidad, distribuido en el intervalo altitudinal de los 400-500 m a 1.200-1.400 m. Unidad todavía muy poco conocida, que engloba varias series de vegetación florísticamente transicionales entre los Yungas y la Amazonia, incluíbles posiblemente en dos macroserie de vegetación:

- a) Macroserie de *Eschweilera andina-Oenocarpus bataua*. Termotropical inferior pluvial húmedo, en el sector de los Yungas de la Cuenca Alta del Beni (La Paz, Cochabamba). 800-900 m a 1.200-1.400 m. *Podocarpus celatus*, *P. magnifolius*, *Prumnopitys harmsiana*, *Eschweilera andina*, *E. coriacea*,

Oenocarpus bataua, *Iriarte deltoidea*, *Aspidosperma ramiflorum*, *Caryocar dentatum*, *C. microcarpum*, *Parinari occidentalis*, *Hevea brasiliensis*, *Hura crepitans*, *Cespedezia spathulata*, *Vochysia boliviana*, *Schefflera tipuanica*, *Siparuna sprucei*, *Ladenbergia magnifolia*, *L. sericea*, *Cinchona micrantha*, *Elaeagia mollis*, *Sclerolobium radlkoferi*, *Calatola costaricensis*, *Balizia pedicellaris*, *Endlicheria lhotzkyi*, *Cybianthus peruvianus*, *Ferdinandusa chlorantha*, *Symplocos mapirensis*. Una sola serie se ha identificado dentro de esta macroserie:

- Serie preliminar de *Ladenbergia carua-Hevea brasiliensis*. Distritos Yungas de Apolobamba, Muñecas y Coroico (La Paz: Yuyo, Mapiri, Tipuani).
- b) Macroserie de *Talauma boliviana-Eschweilera coriacea*. Termotropical inferior pluvial hiperhúmedo, en el sector de los Yungas de la Cuenca Alta del Ichilo (Cochabamba). Por debajo de 900-1.100 m de altitud. *Talauma boliviana*, *Eschweilera coriacea*, *Oenocarpus bataua*, *Iriarte deltoidea*, *Hura crepitans*, *Prumnopitys harmsiana*, *Cavanillesia umbellata*, *Terminalia amazonia*, *Clarisia biflora*, *Dipteryx odorata*, *Guarea macrophylla*, *Ladenbergia carua*, *Triplaris efistulifera*, *Manilkara excelsa*, *Sloanea fragrans*, *S. guianensis*, *S. terniflora*, *Tapura tessmannii*, *Calatola venezuelana*, *Elaeagia obovata*, *Swartzia jorori*. Hasta ahora, se ha reconocido una sola serie dentro de esta macroserie:
- Serie preliminar de *Elaeagia obovata-Talauma boliviana* (Altamirano, en prep.). Distrito Yungas del Chapare (Cochabamba, Santa Cruz).

11. Bosques yungueños pluviestacionales húmedos basimontanos (subandinos): sistema ecológico de los bosques subandinos yungueños siempre verde estacionales, desarrollados en bioclima pluviestacional húmedo. Conocidos del sector biogeográfico de los Yungas de la Cuenca Alta del Beni e incluidos en una sola macroserie de vegetación:

- a) Macroserie de *Saurauia peruviana-Juglans boliviana*. Termotropical superior pluviestacional húmedo. Distritos de los Yungas de Apolobamba, Coroico, Boopi, Cotacajes y Altamachi. 1.100-1.200 m a 1.900-2.100 m. *Juglans boliviana*, *Saurauia peruviana*, *S. spectabilis*, *Ceiba salmonea*, *Nectandra cissiflora*, *N. cuneatocordata*, *Myroxylon balsamum*, *Protium heptaphyllum*, *Clethra scabra*, *Ilex boliviana*, *Alchornea pearcei*, *Buddleia coroicensis*, *Cedrela odorata*, *Mollinedia caloneura*, *Pourouma tomentosa*, *Myrcia splendens*, *Triplaris cumingiana*, *Cinchona pubescens*, *Ladenbergia carua*, *L. macrocarpa*, *Vochysia mapirensis*, *Matayba boliviana*, *Mauria boliviana*, *Laplacea fruticosa*, *Freziera angulosa*, *Luehea splendens*, *Centrolobium cf. minus*. Incluye, hasta el momento, cuatro series de vegetación:
- Serie preliminar de *Myroxylon balsamum-Juglans boliviana* (Fuentes, en prep.). Distrito Yungas de Apolobamba (La Paz).
- Serie preliminar de *Pterygota amazonica-Copaifera reticulata* (Fuentes, en prep.) Termotropical inferior pluviestacional húmedo. Distrito Yungas de Apolobamba (La Paz). 900-1.100 m. *Juglans boliviana*, *Myroxylon balsamum*, *Copaifera reticulata*, *Pterygota amazonica*, *Ixora breviflora*, *Amburana cearensis*, *Pseudolmedia laevis*, *Agonandra cf. peruviana*, *Casearia gossypiosperma*, *Clarisia racemosa*, *Albizia niopoides*, *Hymenaea courbaril*.

- Serie preliminar de *Ladenbergia oblongifolia*-*Juglans boliviana*. Distritos Yungas de Muñecas y Coroico (La Paz).
- Serie preliminar de *Centrolobium cf. minus*-*Juglans boliviana*. Distrito Yungas de Altamachi (Cochabamba).

12. Bosques yungueños pluviestacionales subhúmedos basimontanos (interandino-subandinos). Grupo de bosques semicaducifolios que constituyen la vegetación climácica de los Yungas subandinos en los valles internos donde se manifiesta el efecto orográfico de sombra de lluvia, presentando un bioclima marcadamente pluviestacional y un ombroclima subhúmedo a húmedo inferior. Se distribuyen por debajo de los 1.800-1.900 m de altitud. Constituyen “islas” de vegetación con flora de la Provincia Biogeográfica del Cerrado, disyuntas en los valles interandinos de los Yungas. En el CAM se han identificado las siguientes series de vegetación dentro de este sistema ecológico:

- a) Serie preliminar de *Cariniana estrellensis*-*Schinopsis brasiliensis*. Termotropical superior, pluviestacional subhúmedo. Distritos de Apolobamba, Coroico, Boopi y Cotacajes (La Paz). 1.100-1.200 m a 1.800 m. *Schinopsis brasiliensis*, *Cariniana estrellensis*, *Astronium urundeuva*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *A. macrocarpon*, *Ceiba mandonii*, *Cereus tacuaralensis*, *Opuntia brasiliensis*, *Maytenus ilicifolius*, *Hedyosmum angustifolium*, *Clusia ducuoides*, *Juglans boliviana*, *Hymenaea courbaril*, *Piptadenia buchtienii*, *P. viridiflora*, *Anadenanthera colubrina*, *Maclura tinctoria*, *Stylogine ambigua*, *Aiphanes aculeata*, *Cinchona calisaya*.
- b) Serie preliminar de *Ceiba boliviana*-*Astronium urundeuva*. Termotropical superior pluviestacional subhúmedo inferior. Distrito Yungas de Muñecas (La Paz: Valle de Camata). 1.500-1.900 m. *Astronium urundeuva*, *Ceiba boliviana*, *Cereus tacuaralensis*, *Machaerium pilosum*, *Maclura tinctoria*, *Cedrela odorata*, *Clusia trochiformis*, *Allophylus edulis*, *Opuntia brasiliensis*, *Ficus maroma*, *Maytenus tunarina*, *Luehea tomentella*, *Sebastiania cf. edwalliana*, *Myriocarpa stipitata*, *Aparisthium cordatum*, *Eugenia ligustrina*, *Myrcia multiflora*.
- c) Serie preliminar de *Cavanillesia umbellata*-*Aspidosperma cylindrocarpon*. Termotropical inferior, pluviestacional subhúmedo-húmedo. Distribuida altitudinalmente por debajo de la serie anterior, siempre que se mantenga el bioclima pluviestacional (< 1.000-1.100 m). Distritos de Coroico, Boopi y Cotacajes (La Paz). *Cavanillesia umbellata*, *Apuleia leiocarpa*, *Caesalpinia floribunda*, *Cedrela fissilis*, *Centrolobium tomentosum*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Combretum leprosum*, *Lonchocarpus macrocarpus*, *Machaerium guanaiense*, *Kielmeyera paniculata*, *Physocalymma scaberrimum*, *Attalea phalerata*, *Gallesia integrifolia*, *Machaerium scleroxylon*, *Spondias mombim*.
- d) Serie preliminar de *Cinchona calisaya*-*Anadenanthera colubrina*. Bosque edafoxerófilo de laderas abruptas muy pedregosas, sobre litosuelos. 900-1.200 m. Distritos de Cotacajes y Boopi (La Paz, Cochabamba).
- e) Serie preliminar de *Luehea tomentella*-*Zeyheria tuberculosa*. Termotropical superior pluviestacional subhúmedo. Valle del Río San Mateo, en el límite entre los distritos Yungas del Chapare y Yungas de Amboró (Cochabamba, Santa Cruz). < 1.600-1.700 m. *Zeyheria tuberculosa*, *Luehea tomentella*, *Cedrela fissilis*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Roupala montana*, *Cordia alliodora*, *Trichilia clausenii*.

13. Bosques yungueños xéricos basimontanos (interandino-subandinos). Sistema ecológico que agrupa un conjunto de series de vegetación cuya vegetación clímax son bosques caducifolios xerofíticos, distribuidos en el fondo de los valles interandinos de los Yungas del sector biogeográfico Cuenca Alta del Río Beni, ocupando áreas con marcado efecto orográfico de sombra de lluvia. En el CAM, se ha identificado dentro de este grupo las siguientes series:

- a) Serie de *Samaipaticereus inquisivensis*-*Schinopsis haenkeana*. Termotropical superior xérico seco. < 2.200 m. Distrito Yungas del Cotacajes. *Samaipaticereus inquisivensis*, *Schinopsis haenkeana*, *Anadenanthera colubrina*, *Phyllostyllon rhamnoides*, *Astronium urundeuva*, *Sideroxylon obtusifolium*, *Ruprechtia apetala*, *Acacia angustissima*, *Pereskia weberiana*, *Opuntia brasiliensis*, *Cereus tacuaralensis*, *Basistemon spinosus*.
- b) Serie de *Cleistocactus laniceps*-*Schinopsis haenkeana*. Termotropical superior xérico semiárido. 1.100 m a 1.900-2.100 m. Distrito Yungas del Cotacajes. *Cleistocactus laniceps*, *Schinopsis haenkeana*, *Cereus huilunchu*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Capparis polyantha?*, *Ruprechtia laxiflora*, *Harrisia tephracantha*, *Opuntia alko-tuna*, *Pereskia weberiana*, *Parodia pseudoayopayana*, *Puya kuntzeana*, *Acacia angustissima*, *Carica quercifolia*.
- c) Serie preliminar de *Cereus yungasensis*-*Celtis cf. loxensis* (Fuentes, en prep.). Termotropical inferior xérico seco a semiárido. < 1.200 m. Distrito Yungas Apolobamba (valles del Tuichi-Machariapo). *Cereus yungasensis*, *Trichilia catigua*, *Celtis cf. loxensis*, *Pereskia weberiana*, *Cleistocactus sp.*, *Triplaris vestita*, *Capparis polyantha*, *C. coimbrana*, *Amyris sp. nov.*, *Achatocarpus praecox*, *Eugenia ligustrina*, *Myrciaria tenella*, *Xylosma velutina*, *Erythrina amazonica*, *Machaerium scleroxylon*, *Acacia tucumanensis*, *Astrocasia jacobinensis*, *Bauhinia sp. nov.*, *Aspidosperma cylindrocarpon*.
- d) Serie preliminar de *Syagrus yungasensis*-*Schinopsis brasiliensis*. Termotropical inferior xérico seco a semiárido. < 1.200-1.300 m. Distrito Yungas del Boopi (La Paz). *Schinopsis brasiliensis*, *Samaipaticereus inquisivensis*, *Pereskia weberiana*, *Syagrus yungasensis*, *Piptadenia viridiflora*, *P. communis*, *Acacia angustissima*, *Phyllostyllon rhamnoides*, *Cleistocactus reae*, *Fosterella graminea*, *F. weddellii*, *Pseudoananas sagenarius*, *Astronium urundeuva*, *Anadenanthera colubrina*.
- e) Serie preliminar de *Lythraea ternifolia*-*Astronium urundeuva*. Termotropical superior, xérico seco. 1.300-2.000 m. Distrito Yungas de Muñecas: Río Llica-Consata (La Paz). *Astronium urundeuva*, *Lythraea ternifolia*, *Jacaranda mimosifolia*, *Luehea splendens*, *Celtis spinosa*, *Cereus tacuaralensis*, *Maytenus ilicifolia*, *Piptadenia buchtienii*, *Puya mollis*, *Cleistocactus variispinus*.

14. Sabanas arboladas y bosques secundarios yungueños basimontanos (subandinos). Conjunto de sabanas arboladas y bosques bajos abiertos, ambos de origen antrópico, derivadas de la destrucción de los bosques yungueños subandinos por tala, quema y pastoreo. En la actualidad, pueden ocupar grandes extensiones muy degradadas, como en la región de Apolo, y también, en parte en la región de Coroico. En su composición florística, se presentan elementos biogeográficos disyuntos, tanto de los campos cerrados de la Chiquitanía como de las sabanas amazónicas. Únicamente existentes en el sector biogeográfico de los Yungas de la Cuenca Alta del Río Beni. En el CAM se identificaron, en forma preliminar, las siguientes comunidades:

- a) Comunidad de *Schefflera morototoni-Roupala montana*. Termotropical superior, pluvial húmedo. Distrito Yungas de Apolobamba: La Paz, sur de Apolo (Pampas de Atén). 1.500-1.600 m.
- b) Comunidad de *Schefflera morototoni-Byrsonima crassifolia*. Termotropical superior, pluvial húmedo. 1.100-1.300 m. Yungas de Apolobamba: zona de Mapiri (La Paz). Posiblemente solo una variante a menor altitud de la anterior comunidad.
- c) Comunidad de *Myrsine latifolia-Alchornea triplinervia*. Termotropical superior, pluviestacional húmedo y subhúmedo. 1.000-1.650 m. Distrito Yungas de Apolobamba: zona de Apolo, ríos Tuichi y Mojós (La Paz). Sabanas abiertas arboladas esclerófilas, muy impactadas por fuego y sobrecarga ganadera. *Alchornea triplinervia*, *Myrsine latifolia*, *Byrsonima crassifolia*, *Psidium guineense*, *Solanum wrightii*, *Vernonia patens*, *Miconia albicans*, *Palicourea rigida*, *Cuphea nivea*.
- d) Comunidad de *Cinchona calisaya-Qualea grandiflora* (Fuentes, en prep.). Bosques bajos y ralos secundarios del piso termotropical superior, pluviestacional húmedo y subhúmedo. 1.000-1.650 m. Distrito Yungas de Apolobamba: zona de Apolo, ríos Tuichi y Mojós (La Paz). *Qualea grandiflora*, *Cinchona calisaya*, *Plathymenia reticulata*, *Lafoensia pacari*, *Vochysia mapiriensis*, *Maprounea guianensis*, *Warszewiczia coccinea*, *Simarouba amara*.
- e) Comunidad de *Dodonaea viscosa-Luehea paniculata*. Termotropical superior pluviestacional subhúmedo. Distritos Yungas de Cotacajes y Boopi (La Paz).

15. Vegetación riparia yungueña basimontana (subandina). Sistema ecológico que agrupa los bosques ribereños del piso subandino yungueño (termotropical) y los variados tipos de vegetación propios de las márgenes fluviales sometidas periódicamente a erosión y re-deposición por acción del agua. Incluye en el CAM:

- a) Macroserie provisional de *Croton lechleri-Inga heterophylla*. Conjunto de series de bosques ribereños del Distrito Yungas de Coroico (La Paz). Termotropical superior pluviestacional húmedo. 1.100-1.200 m a 1.900-2.100 m. *Croton lechleri*, *C. piluliferus*, *Ficus cervantesiana*, *F. cuatrecasana*, *F. mathewsii*, *Macrocnemum roseum*, *Inga saltensis*, *I. striata*, *I. heterophylla*, *I. marginata*.
- b) Comunidad de *Albizia coripatensis-Gallesia integrifolia*. Bosques higrofiticos y ribereños subandinos de los distritos Yungas del Cotacajes, Boopi y Muñecas (La Paz). Termotropical superior pluviestacional subhúmedo. 500-1.500 m.
- c) Comunidad de *Cariniana estrellensis-Attalea phalerata* (Fuentes en prep.). Bosques higrofiticos y ribereños subandinos del Distrito Yungas de Apolobamba (La Paz: cuenca del Tuichi). Termotropical superior pluviestacional subhúmedo y húmedo. 700-1.500 m.
- d) Comunidad de *Albizia coripatensis-Maclura tinctoria*. Bosques higrofiticos (freatofiticos) subandinos del Distrito Yungas de Apolobamba (La Paz: cuenca del Tuichi). Termotropical superior pluviestacional subhúmedo y xérico seco. 500-1.500 m.
- e) Comunidad de *Myrsine aff. coriacea-Baccharis salicifolia*. Arbustales ribereños sucesionales de las playas fluviales del Distrito Yungas del Cotacajes (Cochabamba, La Paz). Termotropical superior pluviestacional subhúmedo y xérico seco. 1.000-1.500 m.

- f) Macroserie de *Inga adenophylla*-*Inga marginata*. Conjunto de series de bosques ribereños sucesionales subandinos de los distritos: Yungas de Apolobamba, Yungas del Chapare y Yungas del Amboró. Termotropical pluvial y pluviestacional. 900-1.800 m.
- g) Comunidad de *Calliandra angustifolia*. Arbustal o bosque bajo casi monoespecífico, de carácter sucesional ribereño, propio de las playas pedregosas de los ríos del piso subandino inferior de todos los Yungas termotropicales pluviales y pluviestacionales de Bolivia. 500-1.100 m.
- h) Comunidad de *Baccharis salicifolia*-*Tessaria integrifolia*. Arbustales o bosques bajos, de carácter sucesional ribereño, propios de las playas arenoso-fangosas de los ríos del piso subandino inferior de los Yungas termotropicales pluviales y pluviestacionales. 500-1.500 m.
- i) Serie de *Erythrina poeppigiana*-*Ochroma pyramidale*. 200-900 m. Piedemonte, Yungas del Alto Beni y del Alto Ichilo. Características: *Ochroma pyramidale*, *Erythrina poeppigiana*, *Cecropia membranacea*, *Inga marginata*, *I. tomentosa*, *Croton matourensis*, *Senna reticulata*, *Gynerium sagittatum*, *Salix humboldtiana*.

3.2.3.2. Vegetación de la provincia biogeográfica Boliviano-Tucumana

En el área ocupada por el Corredor Amboró-Madidi, esta provincia biogeográfica se halla representada únicamente en el sur del Parque Nacional Amboró. A partir de la Siberia y del valle del Río San Mateo, hacia el sur, se produce en el distrito biogeográfico Yungas del Amboró, la importante transición fitogeográfica entre las provincias de los Yungas Peruano-Bolivianos y Boliviano-Tucumana (Navarro 1997, Navarro & Maldonado 2002). Solamente al sur de la cuenca alta del Río Yapacaní, la vegetación de los pisos subandino y montano es ya incluíble en la Provincia Boliviano-Tucumana, habiendo identificado en esta zona del CAM tres sistemas ecológicos, cada uno con una serie de vegetación:

16. Bosques húmedos montanos boliviano-tucumanos.

- a) Serie de *Myrcianthes callicoma*-*Myrcianthes pseudomato*. Bosques de mirtáceas (“sahuintales”) boliviano-tucumanos del piso bioclimático mesotropical pluviestacional subhúmedo a húmedo. 1.900-2.000 m a 3.000-3.100 m. Distrito Yungas del Amboró (Santa Cruz). *Myrcianthes callicoma*, *M. pseudomato*, *M. osteomeloides*, *Vallea stipularis*, *Morella pubescens*, *Nectandra angusta*, *Prunus tucumanensis*, *Kaunia saltensis*, *Jungia pauciflora*.

17. Bosques subandinos boliviano-tucumanos de transición con los Yungas.

- a) Serie de *Tabebuia lapacho*-*Juglans boliviana* (Vargas 1995, Navarro 1997, Navarro & Maldonado, 2002). Bosques semicaducifolios del piso bioclimático termotropical pluviestacional subhúmedo de Amboró (Santa Cruz: cuencas altas de los ríos Yapacaní, Colorado y Pirai). 1.400-1.500 m a 1.900-2.000 m. *Juglans boliviana*, *Tabebuia lapacho*, *Erythrina falcata*, *Parapiptadenia excelsa*, *Piptadenia cf. buchtienii*, *Saurauia peruviana*, *Cordyline dracaenoides*, *Cariniana estrellensis*, *Cedrela lilloi*.

18. Bosques seco-subhúmedos boliviano-tucumanos del subandino superior.

- a) Serie de *Stillingia yungasensis*-*Schinopsis haenkeana*. Bosque de las faldas occidentales en sombra orográfica de lluvia de las serranías interiores del centro-sur del Parque Amboró (Santa Cruz: Samaipata, Mairana). Termotropical superior seco a subhúmedo inferior. 1.700-2.000 m. *Schinopsis haenkeana*, *Myroxylon peruiferum*, *Tipuana tipu*, *Stillingia yungasensis*, *Luehea fiebrigii*, *Pisonia ambigua*, *Astronium urundeuva*, *Anadenanthera colubrina*, *Alvaradoa subovata*.

3.2.3.3. Vegetación de la provincia biogeográfica amazónica suroccidental (Acre-Madre de Dios)

La vegetación amazónica correspondiente a esta provincia biogeográfica, ocupa la mayor parte del piedemonte andino del CAM, desde la frontera con el Perú hasta la cuenca alta del Río Yapacaní, en Amboró. La Amazonia del piedemonte andino se distribuye, tanto en las primeras alineaciones más bajas de las serranías externas del subandino inferior, como en las llanuras preandinas con suave pendiente hacia el este (glacis) que se extienden a sus pies. En el subandino inferior externo, la vegetación amazónica terminaría a unos 1.400 m de altitud en la cuenca alta del Río Beni, mientras que en la cuenca alta del Río Ichilo, ascendería sólo hasta unos 900-1.100 m de altitud. En los glacis preandinos, el paso a la vegetación de la Provincia Biogeográfica del Beni coincide con el predominio en el paisaje de los bosques y sabanas inundables. Como fue explicado al comienzo de este artículo, las discontinuidades florísticas, vegetacionales y bioclimáticas permiten distinguir en la Amazonia del piedemonte andino (Navarro 2002) los siguientes distritos biogeográficos: Pampas del Heath, Amazónico del Alto Madidi, Amazónico del Alto Beni y Amazónico del Chapare.

A continuación, se describen muy brevemente las diferentes unidades de vegetación identificadas en el área amazónica del CAM:

- 19. Selvas pluviales amazónicas, preandino-subandinas, de tierra firme.** Sistema ecológico cuya vegetación climática son bosques amazónicos siempre verdes, sobre suelos bien, a medianamente, bien drenados, distribuidos en el piedemonte andino con bioclima pluvial húmedo a hiperhúmedo. Incluye en el CAM:

- a) Macroserie preliminar de *Talauma boliviana*-*Eschweilera coriacea*. Grupo de series de vegetación, preandinas y subandinas, del Distrito Amazónico del Chapare preandino y subandino. Incluye series con flora amazónica y series con flora transicional a los Yungas. Termotropical inferior, pluvial hiperhúmedo. < 900-1.000 m. *Talauma boliviana*, *Eschweilera coriacea*, *Oenocarpus bataua*, *Iriarte deltoidea*, *Hura crepitans*, *Prumnopitys harmsiana*, *Cavanillesia hylogeiton*, *Terminalia amazonica*, *Clarisia biflora*, *Dipteryx odorata*, *Guarea macrophylla*, *Ladenbergia oblongifolia*, *Triplaris efistulifera*, *Manilkara excelsa*, *Sloanea fragrans*, *S. guianensis*, *S. terniflora*, *Tapura tessmannii*, *Calatola venezuelana*.
- b) Macroserie preliminar de *Eschweilera andina*-*Oenocarpus bataua*. Grupo de series de vegetación subandinas, con flora amazónica de transición a los Yungas, de los distritos amazónicos del Alto Beni, Alto Madidi y Chapare. Termotropical inferior pluvial húmedo. 800-900 m a 1.200-1.400 m. *Podocarpus celatus*, *P. magnifolius*, *Prumnopitys harmsiana*, *Eschweilera andina*, *Oenocarpus bataua*, *Iriarte deltoidea*, *Aspidosperma ramiflorum*, *Caryocar dentatum*, *C. microcarpum*, *Parinari occidentalis*,

Hevea brasiliensis, Hura crepitans, Cespedezia spathulata, Vochysia boliviana, Schefflera tipuanica, Siparuna sprucei, Ladenbergia oblongifolia, L. sericea, Symplocos mapiriensis, Triplaris efistulifera, Astrocaryum aculeatum.

- c) Macroserie preliminar de *Huberodendron swietenoides-Cedrelinga catenaeformis*. Grupo de series de vegetación, preandinas y subandinas, con flora amazónica, del Distrito Amazónico del Alto Madidi. Infratropical y termotropical inferior, pluvial húmedo y pluviestacional húmedo. < 900-1.000 m. *Cedrelinga catenaeformis, Huberodendron swietenoides, Erisma uncinatum, Aspidosperma excelsum, A. parvifolium, Tabebuia incana, Tetragastris altissima, Caryocar amygdaliforme, Citronella incarum, Cariniana decandra, Couratari guianensis, Dialium guineense, Brosimum alicastrum, Miquartia guianensis, Oenocarpus bataua, O. mapora, Phytelphas macrocarpa, Calycophyllum megistocaulum, Micropholis guyanensis, Calatola costaricensis.*

20. Selvas pluviestacionales amazónicas, preandino-subandinas, de tierra firme. Sistema ecológico cuya vegetación está compuesta por selvas y bosques siempreverdes estacionales, de suelos bien, a medianamente, bien drenados, que desplazan y se intercalan en el paisaje con las del sistema anterior, reemplazándolas en las zonas con bioclima pluviestacional húmedo del piedemonte andino amazónico del CAM. Se ha identificado dos macroseries dentro de este sistema:

- a) Macroserie de *Swietenia macrophylla-Terminalia oblonga*. Conjunto de series de vegetación amazónica pluviestacional, distribuidas en el preandino y subandino inferior del sur del Distrito Amazónico del Chapare, aproximadamente entre los ríos Ichilo y Yapacaní. Termotropical inferior pluviestacional húmedo. 400-900 m. *Terminalia oblonga, Swietenia macrophylla, Aspidosperma rigidum, Cariniana estrellensis, Cedrela odorata, Celtis schippi, Centrolobium ochroxylum, Clarisia racemosa, Guarea macrophylla, Iriarte deltoidea, Porcelia steinbachii, Poulsenia armata, Pseudolmedia laevis, Ruizodendron ovale, Sloanea guianensis, Socratea exorrhiza, Sparattosperma leucanthum, Tabebuia serratifolia, Tapura acreana, Terminalia amazonia, Trophis caucana.*

- b) Macroserie de *Pentaplaris davidsmithii-Tetragastris altissima*. Grupo de series de vegetación amazónica pluviestacional del subandino inferior del Distrito Amazónico del Alto Beni, aproximadamente desde el Alto Río Isiboro-Ichoa hasta el Alto Río Undumo. Termotropical inferior, pluviestacional húmedo. 400 m a 1.100-1.200 m. *Tetragastris altissima, Pentaplaris davidsmithii, Pterygota amazonica, Astronium graveolens, Cavanillesia umbellata, Quararibea wittii, Protium rhynchophyllum, Alchornea latifolia, Brosimum alicastrum, Helicostylis tomentosa, Virola peruviana, Triplaris poeppigiana, T. setosa, Diploon cuspidatum, Sterculia tessmannii, Swietenia macrophylla, Terminalia amazonia, Phytelphas macrocarpa, Centrolobium tomentosum, C. minus, Apuleia leiocarpa, Cariniana estrellensis, Caryocar dentatum, Qualea cf. acuminata, Leonia glyccarpa, Rinorea viridifolia, Sloanea guianensis, Socratea exorrhiza, Iriarte deltoidea, Jacaranda copaia, Tabebuia impetiginosa.*

21. Selvas higrofiticas amazónicas preandinas. Sistema ecológico cuya vegetación climática son selvas o bosques amazónicos siempre verdes, a siempreverde estacionales, desarrollados sobre los suelos mal drenados o con niveles freáticos someros existentes en las terrazas fluviales, abanicos aluviales y glacis preandinos del piedemonte oriental de los Andes. Este sistema se halla representado por la macroserie de *Dypterix odorata-Poulsenia armata*, que incluye en el CAM dos series preliminares muy relacionadas:

- a) Serie preliminar de *Eschweilera coriacea-Dypterix odorata*. Selvas amazónicas preandinas sobre suelos mal drenados o con niveles freáticos altos del Distrito Amazónico del Chapare, aproximadamente desde el Alto Ichilo al Alto Sécore-Ichoa. Termotropical inferior, pluvial hiperhúmedo. 300-500 m. *Eschweilera coriacea*, *Dypterix odorata*, *Ceiba pentandra*, *Poulsenia armata*, *Astrocaryum murumuru*, *Guadua chacoensis*.
- b) Serie preliminar de *Quararibea whittii-Dypterix odorata*. Selvas amazónicas preandinas, sobre suelos mal drenados hasta algo anegados ocasionalmente, o con niveles freáticos altos de los distritos amazónicos del Alto Beni y Alto Madidi, aproximadamente desde el Río Madidi a los ríos Chimanes y Alto Sécore-Ichoa. Termotropical inferior e infratropical superior, pluviestacional húmedo. 350-500 m. *Dypterix odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Copaifera reticulata*, *Duguetia spixiana*, *Calycophyllum spruceanum*, *Ceiba pentandra*, *Pseudolmedia laevigata*, *Hura crepitans*, *Rheedia acuminata*, *Quararibea cordata*, *Q. whitti*, *Poulsenia armata*, *Otoba parvifolia*, *Cabrlea canjerana*, *Terminalia amazonia*, *Guarea macrophylla*, *Cariniana estrellensis*, *Iryanthera juruensis*, *Sapium marmieri*, *Spondias mombim*, *Myroxylon balsamum*, *Clarisia racemosa*, *Astrocaryum murumuru*, *Iriartea deltoidea*, *Socratea exorrhiza*, *Oenocarpus mapora*, *Quararibea withii*, *Swartzia myrtilloides*.

22. Selvas de Várzea preandino-subandinas. Conjunto de selvas o bosques amazónicos, inundables estacionalmente por aguas blancas hipo-mesomineralizadas, existentes en el piedemonte andino oriental de los Yungas, tanto en la zona preandina como en las llanuras de inundación de los ríos del subandino inferior, en altitudes por debajo de los 900-1.000 m. Se incluyen en la macroserie de *Calycophyllum spruceanum-Hura crepitans*, dentro de la cual se han identificado en el CAM las siguientes series:

- a) Serie preliminar de *Hura crepitans-Attalea butyracea*. Selvas de Várzea de aguas estancadas, sobre suelos con microrelieve gilgai (sartenejal), del Distrito Amazónico del Alto Madidi, a donde se extienden desde el oeste y centro de Pando. Infratropical pluviestacional húmedo. *Hura crepitans*, *Attalea butyracea*, *Calycophyllum spruceanum*, *Dypterix micrantha*, *Chelyocarpus chucco*, *Albizia niopoides*, *Bactris cf. major*, *Heliconia marginata*, *H. episcopalis*, *Geonoma* spp.
- b) Serie preliminar de *Gustavia hexapetala-Manilkara inundata*. Selvas maduras de Várzea inundadas estacionalmente por aguas fluyentes. Distrito Amazónico del Alto Madidi. Infratropical pluviestacional húmedo. *Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis*, *M. inundata*, *Ficus trigona*, *F. killipii*, *F. paraensis*, *Dypterix odorata*, *Brosimum alicastrum*, *B. lactescens*, *Clarisia biflora*, *Ceiba pentandra*, *Gustavia hexapetala*, *G. augusta*, *Sloanea cf. obtusifolia*, *Astrocaryum murumuru*, *Attalea phalerata*, *Euterpe precatória*, *Sapindus saponaria*, *Apeiba echinata*, *Rinorea* spp., *Chelyocarpus chucco*, *Bactris major*, *Theobroma speciosum*, *T. subincanum*, *Quararibea rombifolia*, *Hura crepitans*, *Lecointea peruviana*, *Sarcaulus brasiliensis*, *Luehea cymulosa*, *Turpinia occidentalis*, *Huetea glandulosa*.
- c) Serie preliminar de *Ficus insipida-Hura crepitans*. Selvas inmaduras de Várzea inundadas estacionalmente por aguas fluyentes. Distrito Amazónico del Alto Madidi. Infratropical pluviestacional húmedo. *Ficus insipida*, *F. maxima*, *F. trigona*, *Inga marginata*, *Croton draconoides*, *Cecropia membranacea*, *Ochroma pyramidale*, *Cedrela odorata*, *Schizolobium amazonicum*, *Trema micrantha*, *Guazuma crinita*, *Hura crepitans*, *Nectandra reticulata*, *Licania britteniana*, *Guarea guidonia*, *Erythrina ulei*.

- d) Serie preliminar de *Acacia lorentensis-Gallesia integrifolia*. Bosques de Várzea ocasionalmente inundados por aguas fluyentes, propias de los albardones o levées fluviales. Distrito Amazónico del Alto Madidi. Infratropical pluviestacional húmedo. *Gallesia integrifolia*, *Acacia lorentensis*, *Tabebuia capitata*, *Cedrela odorata*, *Xylopia ligustrifolia*, *Virola* spp., *Triplaris americana*, *Ficus insipida*.
- e) Serie de *Xylopia ligustrifolia-Hura crepitans*. Selvas maduras preandinas de Várzea, estacionalmente inundadas por aguas fluyentes. Distrito Amazónico del Chapare. Termotropical inferior pluvial hiperhúmedo. *Hura crepitans*, *Xylopia ligustrifolia*, *Calophyllum brasiliensis*, *Pithecellobium corymbosum*, *Ficus trigona*, *F. insipida*, *Symphonia globulifera*, *Eschweilera albiflora*, *Astrocaryum murumuru*, *Attalea phalerata*, *Socratea exorrhiza*, *Guarea macrophylla*.
- f) Serie preliminar de *Hura crepitans-Inga nobilis*. Selvas inmaduras preandinas de Várzea inundadas estacionalmente por aguas fluyentes. Distrito Amazónico del Chapare. Termotropical inferior pluvial hiperhúmedo. *Cecropia concolor*, *Ceiba pentandra*, *Ficus insipida*, *Genipa americana*, *Inga nobilis*, *I. pallida*, *Hura crepitans*, *Leonia glyxicarpa*, *Xylopia ligustrifolia*.
- g) Serie preliminar de *Hura crepitans-Calycophyllum spruceanum*. Selvas preandinas de Várzea de aguas estancadas, sobre suelos con microrelieve gilgai (sartenejal), del Distrito Amazónico del Chapare. Termotropical inferior pluvial hiperhúmedo.
- h) Serie preliminar de *Calycophyllum spruceanum-Terminalia amazonia*. Selvas preandinas de Várzea de aguas estancadas, sobre suelos con microrelieve gilgai (sartenejal), del Distrito Amazónico del Alto Beni (San Ignacio de Moxos a San Borja). Termotropical inferior pluviestacional húmedo. *Terminalia amazonia*, *Calycophyllum spruceanum*, *Genipa americana*, *Calophyllum brasiliensis*, *Attalea phalerata*, *Vitex cymosa*, *Triplaris americana*, *Swartzia jorori*.

23. Vegetación ribereña sucesional amazónica de aguas blancas. Sistema ecológico del complejo de tipos de vegetación sucesional que se instala en las playas fluviales de los ríos amazónicos de aguas blancas. En el CAM, el sistema ocupa las playas de los ríos en el preandino y subandino inferior, donde se han identificado las siguientes unidades:

- a) Bosques ribereños sucesionales tardíos, bajos, que se desarrollan en la parte más interna y relativamente más estable de las playas fluviales. Pertenecen a la macroserie de *Ochroma pyramidale-Cecropia membranacea*, que en el CAM incluye las series siguientes:
- Serie preliminar de *Inga ruiziana-Cecropia membranacea*. Subandino inferior amazónico de los distritos Alto Beni y Alto Madidi.
 - Serie preliminar de *Croton draconoides-Cecropia membranacea*. Preandino amazónico de los distritos Alto Beni y Alto Madidi.
 - Serie preliminar de *Ochroma pyramidale-Croton matourensis*. Subandino amazónico del Distrito del Chapare.
 - Serie preliminar de *Inga marginata-Cecropia membranacea*. Preandino amazónico del Distrito del Chapare.

- b) Cañaverales ribereños sucesionales: comunidades de *Gynerium sagittatum*. Preandino y subandino.
- c) Arbustales ribereños sucesionales de playas fluviales fangosas: comunidad de *Baccharis salicifolia-Tessaria integrifolia*. Subandino inferior amazónico.
- d) Arbustales ribereños pioneros de playas fluviales pedregosas: comunidad de *Calliandra angustifolia*. Subandino inferior amazónico.
- e) Matorrales ribereños sucesionales de playas fluviales pedregosas: comunidad de *Adenaria floribunda*. Subandino inferior amazónico.
- f) Cañuelares ribereños sucesionales de playas fluviales: comunidad de *Paspalum fasciculatum-Echinochloa polystachya*. Preandino y subandino inferior amazónico.

24. Chaparrales esclerófilos y sabanas amazónicas de suelos mal drenados. Sistema ecológico que agrupa las sabanas arboladas del suroeste de la Amazonia, desarrolladas en suelos pobres en nutrientes, de texturas finas y mal drenados o anegados temporalmente, en los cuales son comunes los microrelieves gilgai (“sartenejal”) y los termiteros. En el CAM, se presentan solamente en su extremo norte, incluyendo las Pampas de Curumete en la zona de Ixiamas y una pequeña parte de las Pampas del Heath. Diferenciamos por el momento una sola serie de vegetación:

- a) Serie de *Cardiopetalum calophyllum-Xylopia aromatica*. Pampas del Heath y de Curumete (La Paz). Infratropical pluviestacional húmedo. *Bellucia grossularioides*, *Cardiopetalum calophyllum*, *Coussarea hydrangeifolia*, *Erythroxylum daphnites*, *Miconia albicans*, *Ocotea gracilis*, *Qualea grandiflora*, *Simarouba amara*, *Xylopia aromatica*, *Curatella americana*, *Siparuna guianensis*, *Virola sebifera*, *Vismia guianensis*, *Casearia arborea*, *Tabebuia aurea*, *Physocalymma scaberrimum*, *Astronium fraxinifolium*, *Dypterix alata*, *Pseudobombax marginatum*, *Tabebuia heptaphylla*, *Ternstroemia candolleana*.

3.2.3.4. Vegetación de la provincia biogeográfica del Beni

Esta provincia biogeográfica incluye las extensas llanuras aluviales de inundación, recientes y antiguas, del Río Mamoré, las cuales alcanzan la mayor parte de la zona oriental del CAM, inmediatamente, hacia el este de los glaciares preandinos del piedemonte oriental de los Andes. Comprende los siguientes sistemas ecológicos, series de vegetación y comunidades vegetales reconocidos en el área del Corredor:

25. Palmares, bosques bajos y sabanas anegables de las semialturas del Beni. Sistema ecológico cuya vegetación climática son bosques bajos (tajibales) y palmares, a menudo, transformados por el uso humano en sabanas arboladas abiertas. Ocupan superficies geomorfológicas algo elevadas sobre el nivel topográfico medio de las llanuras aluviales de inundación (semialturas), por lo cual se ven afectadas sólo 0-3 meses por inundaciones someras. Los suelos a menudo presentan microrelieves gilgai (sartenejal) y abundantes termiteros. La vegetación la incluimos en la macroserie de *Piptadenia robusta-Tabebuia heptaphylla*, la cual incluye por el momento, en el área del CAM, dos series de vegetación:

- a) Serie de *Tabebuia heptaphylla-Copernicia alba*. Palmares y tajibales sobre las semialturas del Beni con suelos alcalinos mal drenados o anegables. *Copernicia alba*, *Piptadenia robusta*, *Tabebuia heptaphylla*,

Machaerium hirtum, *M. latifolium*, *Sapium bolivianum*, *Swartzia jorori*, *Coccoloba paraguariensis*, *Cordia glabrata*, *Cereus braunii*, *Sorocea saxicola*, *Geoffroea spinosa*, *Tabebuia nodosa*, *Luehea paniculata*, *Tabebuia aurea*, *Agonandra brasiliensis*, *Astronium fraxinifolium*.

- b) Serie preliminar de *Tabebuia heptaphylla*-*Callisthene fasciculata*. Bosques bajos de las semialturas del Beni con suelos silíceos no alcalinos, mal drenados o anegables. *Callisthene fasciculata*, *Tabebuia heptaphylla*, *Genipa americana*, *Curatella americana*, *Dipteryx alata*, *Tabebuia aurea*, *Simarouba amara*.

26. Sabanas herbáceas estacionalmente inundadas del Beni. Sistema ecológico que agrupa a las sabanas inundables, con escaso o nulo componente leñoso de los Llanos del Beni. Distribuidas, tanto en las semialturas como en los bajíos estacionales, incluyendo por tanto:

- a) Sabanas anegables de las semialturas del Beni: grupo de comunidades de *Panicum tricholaenoides*-*Paspalum plicatulum*. Sabanas herbáceas gramíneas que se anegan someramente en forma temporal, durante 1-3 meses al año. *Paspalum virgatum*, *P. plicatulum*, *Panicum tricholaenoides*.
- b) Sabanas estacionalmente inundadas de los bajíos del Beni: grupo de comunidades de *Paspalum fasciculatum*-*Echinochloa polystachya*. Sabanas herbáceas constituidas por gramíneas de gran porte (cañuelas), que se inundan durante 4-6 meses al año por aguas blancas hipo-mesomineralizadas. *Echinochloa polystachya*, *Paspalum fasciculatum*, *P. densum*, *P. atratum*, *P. intermedium*, *Panicum elephantipes*, *P. mertensii*, *Hymenachne amplexicaulis*, *H. donacifolia*, *Leersia hexandra*.

27. Sabanas arboladas inundadas y bosques ribereños de los bajíos del Beni. Vegetación de las sabanas abiertas arboladas de los bajíos de aguas permanentes del Beni, inundados ocho a doce meses del año. Incluye los bosquecillos de galería de los pequeños arroyos y riachuelos que surcan las sabanas. Estos tipos de vegetación son incluibles en una macroserie:

- a) Macroserie de *Machaerium aristulatum*-*Erythrina fusca*. Características: *Alchornea schomburgkii*, *Buchenavia oxycarpa*, *Combretum jacquini*, *C. lanceolatum*, *C. laxum*, *Crateva tapia*, *Erythrina fusca*, *Eschweilera ovalifolia*, *E. ovata*, *Genipa americana*, *Inga pallida*, *Machaerium aristulatum*, *Matayba macrostylis*, *Pithecellobium multiflorum*, *Salacia elliptica*, *Swartzia jorori*, *Vitex cymosa*, *Albizia inundata*.

28. Selvas de várzea y vegetación ribereña de aguas blancas del Beni. Sistema ecológico que incluye los bosques estacionalmente inundados por aguas blancas de los ríos del Beni y el complejo de vegetación sucesional que se instala en sus orillas. Ambos tipos de vegetación incluibles en dos macroseries y varias comunidades:

- a) Macroserie de *Calycophyllum spruceanum*-*Hura crepitans*. Bosques o selvas de Várzea del río Mamoré y sus principales afluentes del Beni. Incluye las siguientes series:
- Serie preliminar de *Clarisia racemosa*-*Hura crepitans*. Bosques de Várzea de las semialturas topográficas que flanquean los ríos del Beni, las cuales se inundan ocasionalmente y por poco tiempo con aguas blancas someras, o bien presentan suelos con niveles freáticos superficiales. Características: *Clarisia racemosa*, *Hura crepitans*, *Dypterix odorata*, *Duguetia spixiana*, *Ficus maxima*, *F. trigona*,

Poulsenia armata, Calophyllum brasiliensis, Eschweilera aff. coriacea, Inga punctata, Socratea exorrhiza, Nectandra longifolia, Hasseltia floribunda, Sorocea steinbachii, Leonia glyxicarpa, Pourouma guianensis.

- Serie de *Xylopia ligustrifolia-Hura crepitans*. Bosques o selvas de Várzea maduros, estacionalmente inundados por aguas fluyentes o semi-fluyentes, de la cuenca beniana del Mamoré. Características: véase sistema ecológico número 21e.
- Serie preliminar de *Hura crepitans-Inga nobilis*. Bosques o selvas de Várzea inmaduros, estacionalmente inundados por aguas fluyentes o semi-fluyentes, de la cuenca beniana del Mamoré. Características: véase sistema ecológico número 21f.
- Serie preliminar de *Hura crepitans-Calycophyllum multiflorum*. Bosques de Várzea estacionalmente anegados por aguas estancadas, sobre suelos muy arcillosos con notorios microrelieves gilgai (sartenejal).
- b) Bosques ribereños sucesionales: Macroserie de *Ochroma pyramidale-Cecropia membranacea*. Bosques bajos sucesionales tardíos que se desarrollan en la parte más interna y relativamente más estable de las playas fluviales. En el CAM incluye:
 - Serie preliminar de *Inga marginata- Cecropia membranacea*. Bosques sucesionales ribereños de la cuenca beniana del Ichilo-Mamoré. Características: *Cecropia concolor, C. membranacea, Inga marginata*.
- c) Cañaverales ribereños sucesionales: comunidades de *Gynerium sagittatum*.
- d) Arbustales y bosquecillos ribereños sucesionales de playas fluviales: comunidad de *Salix humboldtianum-Tessaria integrifolia* y comunidad de *Alchornea castaneifolia*.
- e) Cañuelares ribereños sucesionales de playas fluviales: comunidades de *Paspalum fasciculatum-Echinochloa polystachya*.

29. Vegetación acuática y palustre del Beni. Sistema ecológico que agrupa variados tipos de vegetación acuática, desarrollados en o los alrededores, de los cuerpos de agua permanentes del Beni. Incluye los siguientes grupos principales de comunidades:

- a) Junquillares, cañuelares, arrocillares y patujusales inundados: grupo de comunidades de *Eleocharis elegans-Cyperus giganteus*. Comunidades dominadas por plantas acuáticas con biotipo de helófitos, inundadas la mayor parte del año. Características: *Aeschynomene sensitiva, A. scabra, Cyperus giganteus, Echinodorus macrophyllus, E. grandiflorus, Eleocharis elegans, E. interstincta, Polygonum acuminatum, P. hispidum, Sagittaria rhombifolia, Thalia geniculata, Rhabdadenia macrostoma, R. pohlii, Rhynchospora corymbosa, R. gigantea, Hymenachne amplexicaulis, Leersia hexandra, Luziola peruviana, Paspalum lacustre, P. pallens, Oryza latifolia, Ipomoea carnea fistulosa, Heliconia marginata*.
- b) “Colchas o yomomales” flotantes: grupo de comunidades de *Oxycarium cubense-Paspalum repens*.

Comunidades acuáticas de helófitos que dan lugar a “islas” flotantes, dominadas por grandes gramíneas y ciperáceas. Características: *Cyperus giganteus*, *Hymenachne amplexicaulis*, *H. donacifolia*, *Leersia hexandra*, *Eleocharis acutangula*, *Fuirena robusta*, *F. umbellata*, *Oxycarium cubense*, *Paspalum repens*, *Panicum elephantipes*.

- c) Taropales: grupo de comunidades de *Pistia stratiotes*-*Eichhornia crassipes*. Comunidades de plantas acuáticas flotantes que pueden enraizar temporalmente al bajar el nivel del agua (“taropes”). Características: *Pistia stratiotes*, *Eichhornia azurea*, *E. crassipes*, *Ceratopteris pteridioides*, *Hydrocotyle bonariensis*, *Limnobium laevigatum*, *Neptunia natans*, *Pontederia rotundifolia*, *P. subovata*.
- d) Vegetación acuática flotante, no enraizada: grupo de comunidades de *Azolla caroliniana*-*Salvinia auriculata*. Comunidades de plantas acuáticas pequeñas, siempre flotantes (pleustófitos). Características: *Azolla caroliniana*, *A. mexicana*, *Lemna aequinoctialis*, *L. valdiviana*, *Ludwigia helminthorrhiza*, *Phyllanthus fluitans*, *Ricciocarpos natans*, *Salvinia auriculata*, *Spirodela intermedia*, *Utricularia gibba*, *U. foliosa*, *Wolffia columbiana*, *Wolffiella lingulata*, *W. oblonga*.
- e) Vegetación acuática sumergida y flotante, siempre enraizada: grupo de comunidades de *Cabomba furcata*-*Nymphaea amazonum*. Comunidades de plantas acuáticas enraizadas en el fondo y con hojas sumergidas, flotantes o ambas. Características: *Apalanthe granatensis*, *Cabomba furcata*, *Ludwigia sedoides*, *Najas arguta*, *Potamogeton pusillus*, *Sagittaria guyanensis*, *Hydrocleys nymphoides*, *Nymphaea amazonum*, *N. ampla*, *Nymphoides indica*, *Victoria amazonica*.

3.2.3.5. Vegetación de la provincia biogeográfica del Cerrado

La vegetación de esta provincia biogeográfica incluye, en Bolivia fundamentalmente, diversos tipos de bosques chiquitanos y de chaparrales esclerófilos o sabanas arboladas, que se distribuyen en el escudo precámbrico chiquitano y serranías relacionadas, en la llanura aluvial de la cuenca del bajo Río Grande y en el piso subandino inferior de Santa Cruz. Ocupan solamente el extremo sur del área del CAM, donde se identificaron los siguientes sistemas ecológicos y series de vegetación:

30. Bosques subhúmedos semidecíduos chiquitanos del subandino de Santa Cruz. Sistema ecológico cuya vegetación climática son bosques chiquitanos semi-caducifolios, extendidos desde las primeras estribaciones de colinas y serranías bajas del subandino inferior a las serranías del subandino superior, en la región de Santa Cruz de la Sierra. Tienen relaciones florísticas muy marcadas con los bosques semidecíduos de los valles internos de los Yungas; sin embargo, en el subandino de Santa Cruz estos bosques se hallan en continuidad espacial y geográfica con los bosques chiquitanos de la llanura aluvio-eólica de Santa Cruz y por tanto, a través de ellos, con los bosques chiquitanos del escudo precámbrico; mientras que los bosques semidecíduos de los valles internos de los Yungas constituyen islas disyuntas, y por tanto, son incluidos en la Provincia Biogeográfica de los Yungas. El sistema incluye por el momento dos series de vegetación:

- a) Serie preliminar de *Acanthosyris asipapote*-*Astronium urundeuva*. Bosques chiquitanos subhúmedos semidecíduos del subandino inferior de Santa Cruz. Termotropical superior, pluviestacional subhúmedo. 600-1.000 m. *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Astronium urundeuva*, *Caesalpinia pluviosa*, *Cedrela fissilis*, *Eriotheca roseorum*, *Gallesia integrifolia*, *Zeyheria tuberculata*, *Acanthosyris asipapote*, *Tipuana tipu*, *Aiphanes aculeata*.

- b) Serie preliminar de *Pachystroma longifolium*-*Cariniana estrellensis*. Bosques chiquitanos subhúmedos del subandino superior de Santa Cruz (sur de Amboró), florísticamente transicionales hacia los bosques de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana. Termotropical superior pluviestacional subhúmedo superior. 1.000 m a 1.300-1.900 m. *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis*, *Chorisia speciosa*, *Opuntia brasiliensis*, *Pachystroma longifolium*, *Sorocea saxicola*, *Pogonopus tubulosus*, *Roupala montana*, *Tabebuia lapacho*, *Myrcianthes pungens*, *Tabebuia ochracea* subsp. *heteropoda*, *Tipuana tipu*.

31. Chaparrales esclerófilos y campos cerrados del preandino y subandino. Este sistema agrupa las representaciones más occidentales conocidas de la formación del Cerrado, incluyendo islas o disyunciones de chaparrales esclerófilos sobre suelos pobres arenosos o bien muy pedregosos, que se intercalan topográficamente con los bosques semidecíduos del sistema anterior (30), los cuales ocupan suelos más fértiles o más profundos. Dos series y una comunidad se han identificado:

- a) Serie preliminar de *Myrsine umbellata*-*Terminalia argentea*. Chaparrales esclerófilos y sabanas arboladas del Cerrado, distribuidos en las colinas bajas arcillosas con cobertura eólica arenosa del preandino de Santa Cruz (región de Terevinto: cuenca de los ríos Güendá y Surutú). Termotropical inferior, pluviestacional subhúmedo superior. 300-500 m. *Terminalia argentea*, *Myrsine umbellata*, *Luehea paniculata*, *Persea coerulea*, *Curatella americana*, *Hexachlamys edulis*, *Brosimum gaudichaudii*, *Pseudobombax marginatum*, *Davilla eliptica*, *Machaerium acutifolium*, *M. hirtum*, *Simarouba amara*, *Cydistax antisiphylitica*, *Jacaranda cuspidifolia*, *Astronium fraxinifolium*, *Dypterix alata*, *Combretum leprosum*, *Vochysia haenkeana*, *Zamia boliviana*, *Allagoptera leucocalyx*, *Pseudananas sagenarius*.
- b) Serie preliminar de *Syagrus cardenasii*-*Lafoensia pacari*. Chaparrales esclerófilos del Cerrado, disyuntos en situaciones pedregosas edafoxerófilas (lajas rocosas) del subandino inferior del sur de Santa Cruz y el norte de Chuquisaca adyacente. Termotropical superior pluviestacional subhúmedo. 800-1.500 m. *Lafoensia pacari*, *Syagrus cardenasii*, *Pseudobombax marginatum*, *Astronium fraxinifolium*, *Tabebuia aurea*, *Plathymenia reticulata*, *Magonia pubescens*, *Jacaranda cuspidifolia*, *Machaerium acutifolium*, *M. hirtum*, *Mauria thaumatophylla*, *Agonandra brasiliensis*, *Sebastiania brasiliensis*, *Diatenopteryx sorbifolia*.
- c) Comunidad de *Warszewiczia coccinea*-*Terminalia argentea* (Fuentes, en prep.). Bosques bajos esclerófilos del Cerrado, en relieves rocosos del preandino y subandino inferior amazónico pluviestacional húmedo del norte de La Paz (Yucumo a Rurrenabaque). *Dilodendron bipinnatum*, *Qualea multiflora*, *Warszewiczia coccinea*, *Terminalia argentea*, *Protium heptaphyllum*, *Curatella americana*, *Roupala montana*, *Zamia boliviana*, *Condaminea corymbosa*, *Luehea paniculata*.

32. Bosques chiquitanos semicaducifolios higrofiticos y freatofiticos de Santa Cruz. Grupo de bosques chiquitanos propios de los suelos medianamente drenados con niveles freáticos someros y de los suelos mal drenados, existentes en la llanura aluvio-eólica de Santa Cruz, donde cubrían grandes extensiones de la cuenca baja del Río Grande, actualmente, reducidos a islas remanentes y más o menos perturbadas debido a la acción antrópica. Además, estos bosques constituyen la vegetación potencial de los fondos de valle de las serranías bajas del subandino inferior. Se ha identificado las siguientes series:

- a) Serie de *Albizia niopoides*-*Galesia integrifolia*. Bosques climácicos, mesofítico-freatofíticos, desarrollados sobre suelos profundos con niveles freáticos, al menos, estacionalmente someros, en la llanura aluvio-eólica de Santa Cruz, donde ocupan las partes algo más elevadas de la microtopografía. Termotropical inferior pluviestacional subhúmedo. Características: *Albizia niopoides*, *Attalea phalerata*, *Cordia alliodora*, *Erythrina dominguezii*, *Galesia integrifolia*, *Guarea macrophylla*, *Nectandra megapotamica*, *Vitex cymosa*, *Acacia poliphylla*, *Anadenanthera colubrina*, *Astronium urundeuva*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Caesalpinia pluviosa*, *Cedrela fissilis*, *Tabebuia impetiginosa*, *Triplaris americana*.
- b) Serie preliminar de *Geoffroea spinosa*-*Swartzia jorori*. Esta serie alterna en el paisaje con la anterior, desplazándola en los suelos arcillosos de la llanura aluvial cruceña, mal drenados y que pueden llegar a anegarse temporalmente. Muy relacionada con las series de vegetación de las sabanas arboladas de los bajos estacionales del Beni. Características: *Acacia albicorticata*, *Genipa americana*, *Geoffroea spinosa*, *Swartzia jorori*, *Tabebuia nodosa*, *Salacia elliptica*, *Vitex cymosa*, *Sapindus saponaria*, *Bactris major*, *Sapium haematospermum*, *Piptadenia robusta*.
- c) Serie preliminar de *Vitex cymosa*-*Licaria triandra*. Bosques higrofiticos de los fondos de valles del subandino inferior de Santa Cruz. 600 m a 1.000-1.100 m. Características: *Attalea phalerata*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Erythrina dominguezii*, *Sapindus saponaria*, *Vitex cymosa*, *Salacia elliptica*, *Licaria triandra*, *Nectandra hihua*, *N. megapotamica*.

33. Bosques chiquitanos sobre arenas de la llanura aluvio-eólica de Santa Cruz. Sistema ecológico cuya vegetación potencial climácica son bosques semicaducifolios desarrollados sobre los campos de dunas o médanos arenosos de la llanura de Santa Cruz. Una serie identificada:

- a) Serie preliminar de *Hexachlamys edulis*-*Erythrina dominguezii*. Características: *Annona nutans*, *Hexachlamys edulis*, *Erythrina dominguezii*, *Astronium fraxinifolium*, *A. urundeuva*, *Casearia sylvestris*, *Cereus tacuaralensis*, *Chloroleucon tenuiflorum*, *Platymiscium pubescens*, *P. fragrans*, *Sterculia striata*, *Trichilia elegans*, *Samanea tubulosa*, *Aspidosperma australe*.

34. Palmares sucesionales higrofiticos y freatofíticos de Santa Cruz y la Chiquitania. Palmares abiertos secundarios, derivados de la eliminación antrópica de los bosques mesofíticos e higrofiticos de la llanura aluvio-eólica de Santa Cruz descritos anteriormente en el “sistema 31”. En la actualidad, ocupan grandes extensiones con fisonomía de “sabana-palmar” dedicadas a la ganadería. Características: *Attalea phalerata*, *Acrocomia aculeata*, *Acacia albicorticata*, *Sapium haematospermum*, *Samanea tubulosa*, *Xylosma venosum*.

3.2.3.6. Vegetación de la provincia biogeográfica de la Puna Peruana

Esta provincia biogeográfica es la menos representada espacialmente en el área del CAM, ocupando solamente algunas zonas de altas divisorias orográficas de la Cordillera Oriental de los Andes, en los pisos altoandino y subnival con bioclima pluviestacional húmedo de los pisos bioclimáticos orotropical y crivotropical. Incluye en el CAM los siguientes sistemas, series de vegetación y comunidades vegetales:

- 35. Pajonales altoandinos de la Puna húmeda.** Sistema ecológico cuya vegetación climácica son pajonales densos dominados por grandes gramíneas amacolladas, desarrollados en los suelos bien drenados de las laderas montañosas del piso altoandino con bioclima orotropical pluviestacional húmedo. 3.900 m a 4.600 m. Incluye numerosas asociaciones y comunidades vegetales, pertenecientes a la macroserie de *Azorella diapensioides-Festuca dolichophylla*. Principales características: *Azorella diapensioides*, *A. multifida*, *A. biloba*, *Festuca dolichophylla*, *F. stubelii*, *F. stebeckii*, *F. rigescens*, *Deyeuxia filifolia*, *D. heterophylla*, *D. rigida*, *D. vicunarum*, *Stipa hans-meyeri*, *S. pungens*, *Poa asperiflora*, *P. gymnantha*, *Aciachne acicularis*, *Pycnophyllum molle*, *Werneria strigosissima*, *W. villosa*, *Baccharis alpina*, *B. caespitosa*.
- 36. Pajonales higrofiticos altoandinos y subnivales de la Puna húmeda.** Sistema ecológico cuya vegetación climácica son pajonales densos dominados por gramíneas amacolladas y cespitosas, desarrollados en los suelos mal drenados o algo anegados de las depresiones topográficas (vegas) del piso altoandino con bioclima orotropical pluviestacional húmedo 3.900 m a 4.600 m. Principales características: *Eleocharis albibracteata*, *E. acicularis*, *Festuca humilior*, *Lachemilla pinnata*, *Trifolium amabile*, *Deyeuxia curvula*, *Aciachne pulvinata*, *Ranunculus filamentosus*, *Lysipomia pumila*, *Juncus stipulatus*, *J. ebracteatus*, *Perezia sublyrata*, *Poa chamaeclinos*, *P. ovata*, *Hypochoeris taraxacoides*.
- 37. Turberas altoandinas y subnivales de la Puna húmeda.** Vegetación de las turberas duras altoandinas (bofedales) de los pisos bioclimáticos orotropical y criorotropical pluviestacional húmedo. Estas turberas presentan morfologías planas o en cojín y se hallan anegadas por aguas oligótroficas, sub-mineralizadas o hipomineralizadas. 4.000 m a 5.200 m. Principales características: *Plantago tubulosa*, *P. rigida*, *Distichia muscoides*, *D. filamentosa*, *Oxychloe andina*, *Gentianella primuloides*, *Werneria marcida*, *W. pygmaea*, *Deyeuxia rigescens*, *D. jamesonii*, *Huperzia crassa*.
- 38. Vegetación acuática y palustre altoandina y subnival de la Puna húmeda.** Sistema ecológico que engloba diversas comunidades vegetales desarrolladas en los cuerpos de agua sub-mineralizada o hipomineralizada de los pisos bioclimáticos orotropical y criorotropical pluviestacional húmedo. 4.000 m a 5.200 m. Principales características: *Deyeuxia chrysantha*, *D. eminens*, *Cotula mexicana*, *Lilaeopsis macloviana*, *Callitriche heteropoda*, *Ranunculus flagelliformis*, *Myriophyllum quitense*, *Crassula venezuelensis*, *Elatine peruviana*, *Isoetes boliviensis*, *I. lechleri*, *I. herzogii*, *Elodea potamogeton*.
- 39. Prados subnivales y Vegetación geliturbada subnival de la Puna húmeda.** Sistema ecológico que agrupa los prados o pajonales subnivales de suelos no geliturbados y la vegetación especializada, abierta o dispersa que se instala, intercalándose con los prados, en los suelos geliturbados del piso subnival con bioclima criorotropical pluviestacional húmedo. 4.600 m a 5.200 m. Principales características: *Werneria melandra*, *W. ciliolata*, *W. dactylophylla*, *Deyeuxia minima*, *D. lagurus*, *D. glacialis*, *Anthochloa lepidula*, *Dielsiochloa floribunda*, *Nototriche longirostris*, *N. mandoniana*, *N. obtusata*, *N. sulphurea*, *Parodiodoxa mandoniana*, *Poa humillima*, *Senecio algens*, *Stangea rhizantha*, *Valeriana nivalis*.
- 40. Vegetación saxícola altoandina y subnival de la Puna húmeda.** Sistema desarrollado en los afloramientos rocosos y laderas de derrubios pedregosos de los pisos bioclimáticos orotropical y criorotropical pluviestacional húmedo. 4.000 m a 5.500 m. Principales características: *Cajophora horrida*, *Senecio rufescens*, *Woodsia montevidensis*, *Saxifraga magellanica*, *Lobivia caespitosa*, *Phacelia pinnata*.

3.3. Flora

P.L. Ibisch

Un primer resumen acerca del conocimiento de la diversidad de la flora del CAM se publicó en 2001 (Ibisch *et al.* 2001a). Desde entonces, se han obtenido algunos datos adicionales que, en general, confirman lo publicado. En lo siguiente se utilizan partes del texto citado (marcado por comillas, y no se cita cada vez la referencia Ibisch *et al.* 2001a), y dentro de este se han actualizado en algunos casos los datos de las referencias.

3.3.1. Estado de conocimiento botánico

Theodor Herzog, pionero botánico en Bolivia, fue uno de los primeros científicos que publicó descripciones de la flora y vegetación en el área de nuestro estudio (Herzog 1923). La época de Herzog marca el comienzo de una exploración más sistemática del área; sin embargo, la mayoría de las colecciones de plantas se han realizado después de 1970. “Según el mapa de Beck (1998), en términos florísticos, el área del CAM pertenece a la zona relativamente mejor estudiada del país. Se destacan, especialmente, los Yungas de La Paz que es una principal área de colectas botánicas. Sin embargo, los documentos sobre la flora del área son escasos y poco conocidos.” Esto ya fue constatado por Solomon, hace veinte años (1983), y, a pesar de cierto avance del inventario, no ha cambiado de una manera muy significativa. Hace un par de años escribimos: “Surge la pregunta: ¿Qué importancia tiene este inventario florístico más avanzado en términos del conocimiento sobre la diversidad de la flora como base para la toma de decisiones de conservación? Al no existir ninguna flora de Bolivia o un procesamiento informático de todas las muestras colectadas y depositadas en los herbarios, hasta ahora no representan más que un tesoro escondido que recién se convertirá en información útil, una vez que se analicen y publiquen todos los datos” (Ibisch *et al.* 2001a). Afortunadamente, la situación ha mejorado un poco. Actualmente, está en preparación el primer checklist moderno y comentado de la flora boliviana (con apoyo del Missouri Botanical Garden, los grandes herbarios de Bolivia, y muchos taxónomos nacionales e internacionales). Para los análisis de los patrones de diversidad, fue posible utilizar algunas bases de datos de ciertas familias. Sin embargo, en la mayoría de los casos, aún no se pueden publicar detalles ya que las mismas bases están en preparación y por publicar por los autores. Los análisis cuantitativos acerca de la distribución espacial de la diversidad florística se dan a conocer en los próximos capítulos. En lo siguiente se resume la bibliografía existente.

Según taxa: En el caso de las **briófitas (hepáticas y musgos)** se cuenta con una información mínima que permite decir cuántas especies se han registrado y donde son más abundantes. “Las potenciales fuentes para los análisis son principalmente trabajos taxonómicos (p.ej. Spruce 1890, Herzog 1916, Müller & Heinrichs 1999). En el Herbario Nacional de Bolivia se tiene una considerable colección de las especies bolivianas. Investigadores que trabajan activamente con este grupo se encuentran p.ej. en Europa o Estados Unidos; han realizado estudios de diversidad y vegetación que parcialmente se basan en trabajo de campo realizados en Bolivia (p.ej. Gradstein & Frahm 1987, Gradstein 1995, Churchill *et al.* 1995).” Un resumen actual acerca de la diversidad de las briófitas de toda Bolivia fue publicado por Churchill (2003). El mismo, entre otros, se basa también en nuevas monografías como aquella publicada por Gradstein *et al.* (2001).

“El conocimiento de las **pteridófitas** también es muy deficiente. Apenas hay un inventario básico de las especies existentes; menos aún se entiende la taxonomía de muchos grupos poco estudiados. Cada estudio que considera este grupo con mayor profundidad, genera muchas sorpresas. En un estudio reciente que contempla, entre otros, los helechos y sus parientes en el Parque Nacional Carrasco, un 13% de las especies encontradas eran nuevos registros para el país y un 22% eran especies por describir (Kessler *et al.* 1999, 2001 b, c).” Kessler (2003) lamenta una falta de colectas y un conocimiento incipiente que es la causa del hecho que cualquier expedición pueda tener resultados sorprendentes: “Por ejemplo, una colección de 230 especies realizada cerca de Pelechuco

(Prov. Franz Tamayo, Dpto. La Paz) en el 2001 incluyó 3 registros nuevos para el país y 12 especies nuevas para la ciencia (I. Jiménez datos no publicados).”

“Las **gimnospermas** por su muy reducida diversidad son mejor conocidas. Sin embargo, no existen monografías actuales sobre el grupo. Es probable que, justamente en el área del CAM, se registren nuevas especies p.ej., del género *Podocarpus*.”

“Existe una bibliografía amplia y dispersa que se refiere a trabajos taxonómicos que mencionan especies de **angiospermas** del área. Hay pocos estudios específicos que analizan la diversidad de ciertos grupos de las **dicotiledóneas** en el área de estudio. La base para una información potencial son las miles de muestras de herbarios aún no documentadas ni procesadas en publicaciones. “Hay algunos estudios sobre familias, principalmente montanas, como las **Araliaceae**, **Rubiaceae** o **Symplocaceae** (Frodin 1995, Andersson 1995, Ståhl 1995). Una publicación reciente se dedica a las **Cactaceae** epifíticas (Ibisch *et al.* 2000). En términos de inventarios, diversidad y distribución, algunas familias de las **monocotiledóneas** pertenecen a los grupos mejor analizados. Kessler & Croat (1999) resumen el estado de conocimiento de las **Araceae** bolivianas que se concentran en el área del CAM. Hay una información básica sobre las **Areaceae** (p.ej. Moraes 1998, Moraes *et al.* 1995). También se cuenta con una buena base para analizar las **Bromeliaceae** que actualmente pertenecen a los taxa con las tasas más altas de descubrimiento y descripción taxonómica (Krömer *et al.* 1999, Ibisch & Vásquez 2000, Kessler 2002 a, b, Kessler & Krömer 2000, Krömer *et al.* en prep.).”

Principalmente, en los últimos años, el avance de conocimiento de las especies existentes en el CAM se refiere a la descripción de nuevas especies y/o tratamientos taxonómicos (p.ej. Araceae: Hettterscheid *et al.* 2003; Bromeliaceae: Krömer & Gross 2001, Ibisch *et al.* 2002, 2003a, Ibisch & Vásquez 2003, Vásquez & Ibisch 2003a, Vásquez *et al.* 2003; Ericaceae: Luteyn 2002; Melastomataceae: Renner & Beck 2003; Moraceae: Berg & Villavicencio 2003a; Orchidaceae: Vásquez 2003, Vásquez & Ibisch 2003b).

Tal como las Bromeliaceae, se pueden calificar a las **Orchidaceae** como un taxon con una tasa muy alta de descubrimiento y que se investigan intensivamente. “Se cuenta con análisis profundos de las Pleurothallidinae, una subtribu muy rica en especies y muy típica del área del CAM” (Vásquez & Ibisch 2000, Müller *et al.* 2003)-este estudio ya fue actualizado y complementado por el análisis de tres otras subtribus de las orquídeas (Laeliinae, Polystachinae, Sobraliinae; Vásquez & Ibisch 2004). Tomando este ejemplo se puede indicar que, por aproximadamente 2.000 colecciones de plantas individuales, se conocen unas 570 especies de estas subtribus; sin embargo, se estima que el número real alcanzaría unas 900 (Ibisch *et al.* 2004a). Quiere decir que no se conoce más de un 63% de la diversidad real. En algunos casos la clasificación taxonómica es más insuficiente que el inventario; por ejemplo, del género *Epidendrum* se han registrado 117 especies bolivianas- de estas 40 son morfoespecies no identificadas, posiblemente, representando especies nuevas para la ciencia (Vásquez *et al.* 2004). El análisis del estado de conocimiento de las subtribus Pleurothallidinae, Laeliinae, Sobraliinae y Polystachinae de la familia de las orquídeas revela que un 37% de las especies conocidas y mapeables ha sido registrado solamente en una localidad, y un 64% no se conoce de más de 4 localidades. En promedio, las especies han sido colectadas solamente 3,58 veces (Vásquez *et al.* 2004).

“En el caso de la familia de las **Poaceae**, entre otros, existe un documento sobre la diversidad de los bambúes andinos (Clark 1995).” El libro de Renvoize (1998) brinda una base para apreciar la diversidad de las gramíneas en las diferentes regiones de Bolivia. Un primer análisis de esta información interpretando los patrones espaciales de este grupo fue realizado por Ibisch *et al.* (2003b) comparándolo con otros taxa.

Según formas de vida: “La primera y única publicación que permite entender preliminarmente la diversidad y la distribución de los **árboles** es la respectiva guía (Killeen *et al.* 1993) que fue publicada hace varios años y ya necesita una actualización. Un primer análisis sobre patrones de diversidad fue realizado por Ibisch (1996).

Fuentes dispersas y menos accesibles significan inventarios forestales comúnmente no publicados. Un estudio correspondiente p.ej. fue publicado por Seidel (1995). Datos preliminares también se encuentran en documentos sobre algunas áreas protegidas (p.ej. Pílon Lajas; VSF 1995). Gentry (1995) analizó la diversidad de **árboles y lianas**, comparando, entre otros, sitios de todo el neotrópico con tres sitios de los Yungas de La Paz. Un grupo algo mejor estudiado -en términos de diversidad- son las **epífitas** (Ibisch 1996). Estudios recientes sobre pteridófitas y monocotiledóneas mencionadas arriba contribuyen a un mejor entendimiento de esta forma de vida.” Hay estudios recientes como p.ej. Acebey & Krömer (2001) o Krömer (2003).

Según áreas geográficas: “Si más bien los **Yungas de La Paz** están entre las áreas donde más plantas se han colectado, la cantidad de publicaciones sobre su diversidad florística es mínima. Algunos inventarios realizados en áreas protegidas, normalmente en el contexto de la elaboración de planes de manejo o documentos relacionados, son bastante incompletos y generalmente no publicados. El área que cuenta con un inventario más sistemático y completo es el **Parque Nacional Amboró**, Santa Cruz, para lo cual M. Nee está elaborando una flora” -aún no publicada en forma de libro pero ya disponible, de manera preliminar, en la internet (Nee 2004)- “pero ya se cuentan con algunos resultados preliminares. Hay algunos sitios como el bosque de la Laguna Verde y el Valle de El Fuerte en Samaipata, adyacentes al Parque Nacional Amboró, que cuentan con un inventario bastante completo y publicado de todas las formas de vida (Ibisch *et al.* 1996a, 2001c). Últimamente se ha mejorado el conocimiento sobre la diversidad florística del **Parque Nacional Carrasco** (Kessler *et al.* 1999, 2001a, b, Ibisch 1996), pero solamente refiriéndose a ciertos taxa o inventarios muy puntuales.” Los estudios de Krömer (2003) han contribuido a un mejor conocimiento florístico de la zona de **Sapecho** en la región del Alto Beni (área estudiada por Seidel; ver p.ej. Seidel 1995), pero también del **Parque Nacional Cotapata**. Gonzalo Navarro, sus colaboradores y colegas (p.ej. Israel Vargas, Roberto Vásquez) han entrado en zonas del CAM, anteriormente, apenas conocidas e identificadas en el primer estudio sobre el CAM (Araujo & Ibisch 2000). Han resultado muchos nuevos datos acerca de la flora (p.ej. Vásquez 2003, Ibisch *et al.* 2003a) y vegetación (Navarro & Ferreira 2004). Michael Kessler y colegas, hace poco, han realizado expediciones a áreas remotas en la Cordillera de Cocapata.

“La gran mayoría de las colectas se ha realizado a lo largo de las carreteras y caminos. Esto, sin embargo, no necesariamente significa que la flora de los bosques primarios sea mal representada porque en muchos caminos se mantuvieron bosques muy intactos hasta los momentos de colecta. Los “caminos mejor conocidos” son los de La Paz-Caranavi-Yucumo y Cochabamba-Villa Tunari (ver también Kessler & Croat 1999).”

Refiriéndose a las subtribus Pleurothallidinae, Laeliinae, Sobraliinae y Polystachinae de la familia de las orquídeas, Vásquez *et al.* (2004) demuestran que un 37% de las especies conocidas y mapeables ha sido registrado solamente en una localidad, y un 64% no se conoce de más de 4 localidades. En el promedio, las especies han sido colectadas solamente 3,58 veces. La distribución de los puntos de colecta en los diferentes pisos altitudinales es bastante homogénea (entre >200 hasta 350 registros por piso de 500 m), registrándose una disminución hacia el límite superior, hacia los 3.000 m. Obviamente, esto significa que hay mayor representación de registros en los pisos de menor superficie (especialmente los pisos encima de los 500 m). Llama la atención que en La Paz hay menos registros que en Cochabamba, a pesar de la mayor riqueza de especies en el norte. Esta situación se debe a la actividad de colección más intensiva en la región de los Yungas de Cochabamba. Se puede predecir que la mayoría de los descubrimientos de nuevas especies se realizará en La Paz.

3.3.2. Diversidad florística

Según estimaciones recientes, Bolivia cuenta con alrededor de 20.000 especies angiospermas (Beck 1998, Ibisch & Beck 2003). Para algunos sitios dentro del CAM se cuenta con inventarios avanzados. “Moraes & Beck (1992) indican que la zona de Apolobamba-Madidi-Pampas del Heath (300-6.000 m) tiene una diversidad enorme de

hasta 8.000 spp. de plantas.” Nee (com. pers.; Nee 2004) ha registrado más de 3.000 spp. de plantas en el Parque Nacional Amboró y alrededores (1.200 géneros; angiospermas: 1.126 géneros y 2.800 especies); “por las tasas de descubrimiento de nuevas taxa en algunos grupos y por el hecho de que, prácticamente, no se ha estudiado el interior del parque sospechamos que este número puede llegar a 4.000 o 5.000 spp.”

Dentro de poco, gracias al checklist por publicar en uno a dos años, se podrá cuantificar mejor para todos los taxa los números de especies del CAM. Ahora mismo ya se conocen los números de unas cuantas familias.

Churchill (2003) expresa que “Bolivia tiene una flora excepcionalmente rica de **briófitas**, estimada en 1.500 especies de hepáticas y musgos. (...) Tenemos pocos datos cualitativos y casi nada cuantitativos para apoyar aproximaciones de la diversidad de briófitas en Bolivia, solo estimaciones basadas en nuestras experiencias de campo.”

“Hasta mediados de 2002, se han registrado alrededor de 1.215 especies de pteridófitas en Bolivia, de las cuales aproximadamente 200 especies aún no han sido descritas científicamente (Smith *et al.* 1999, M. Kessler datos no publicados). Sin embargo, es de esperarse que el número real de especies en el país esté entre 1.500 y 1.700” (Kessler 2003).

Con respecto a la familia más diversa de plantas, las **orquídeas**, se puede manifestar que existen unas 1.500 especies registradas en el país de las cuales unas 1.200 están debidamente identificadas (Vásquez *et al.* 2003, Vásquez & Ibsch 2004). Se estima que pueden existir entre 2.000 y 3.000 especies. De estas, un 60-70% se restringe al CAM (60% solamente en la ecorregión de los Yungas).

Se puede utilizar el número de especies de las orquídeas para estimar el número de las especies de plantas del CAM, donde se puede estimar que alcanzan un 15% de la diversidad florística (comparar p.ej. Ibsch 1996). Si habrían unas 1.500-2.000 especies de orquídeas resultarían unas 10.000 hasta más de 13.000 especies de plantas vasculares en el CAM, lo que parece altamente probable (50% o más de las especies de todo el país).

3.3.3. Patrones espaciales de diversidad

“Desde hace un buen tiempo existen documentos que dan estimaciones de la diversidad florística de toda Bolivia y que citan el área del CAM, o partes de la misma (especialmente Yungas) como centro de la fitodiversidad (Solomon 1989, Moraes & Beck 1992). Desde entonces, se han llevado adelante estudios incrementando la evidencia científica de la importancia de esta área. En muchos casos, los resultados ya sobrepasan el nivel de simples inventarios analizando también patrones espaciales de diversidad.”

“Gradstein (1995) ha demostrado que la mayoría de las especies de las **Hepaticae** y **Anthocerotae** de los Andes tropicales se encuentran encima de los 1.000 m. La diversidad más alta de especies se registra en aproximadamente 2.000 m. Churchill *et al.* (1995) destacan que Bolivia tiene más especies de briófitas que cualquier otro país andino. Los patrones de la riqueza de especies de musgos indican que la misma es más alta en los bosques húmedos de montaña (Yungas), donde pueden estar concentrados más del 50 al 70% de los taxa (Churchill 2003). Los Andes son 8 veces más ricos en especies que la Amazonia donde existen solamente unas 250-300 especies (Churchill *et al.* 1995). Los autores definen las áreas hasta una altitud de 1.000 m como amazónico; debajo de esta altitud solamente hay un 21% de las especies. Hay solamente un 7% de las especies restringidas a altitudes debajo de 1.000 m. Significa que encima de los 1.000 m se encuentra un 93% de las especies. Un 50% se registra por encima de 2.600 m. La zona que ocupa el segundo lugar en términos de riqueza de especies es la faja entre 2.000 y 2.600 m.”

Pteridófitas: “Geográficamente, las mayores concentraciones de especies se encuentran en bosques húmedos montanos de los Yungas de La Paz y Cochabamba, sobre todo, entre 1.000 y 2.000 m (Kessler 2000 a, b, 2001 b, c, Kessler *et al.* 2001 b). Allí, se ha registrado hasta 86 especies en 400 m², aprox. 250 especies en 2 km², y aprox. 1.000 especies en total (M. Kessler, datos no publicados). Con alrededor de 600 especies registradas hasta el presente, el Parque Nacional Carrasco es una de las zonas de mayor riqueza de pteridófitas a nivel mundial (Kessler 2001 c, Kessler *et al.* 1999, 2001 c). Estudios recientes, en La Paz, demuestran niveles de riqueza comparables, aunque con una composición florística bastante diferente (Kessler 2001 d, M. Kessler, K. Bach, T. Krömer, datos no publicados).” (Kessler 2003).

Dicotiledóneas: “Es destacable que los Yungas bolivianos pertenecen a los centros de diversidad de varios grupos de dicotiledóneas; es así p.ej. en el caso de las Araliaceae (Frodin 1995), las Cactaceae epifíticas (Ibisch *et al.* 2000) o de las Symplocaceae (Ståhl 1995). Un 70% de las Symplocaceae, una familia andina, se encuentra por encima de los 2.500 m. Anderson (1995) analiza el caso de un grupo claramente amazónico, las Rubiaceae, es notable que, aunque el origen de esta familia se encuentra en los llanos amazónicos, la diversidad más alta se registra en altitudes de aproximadamente 2.000 m.”

Árboles: “Por el hecho que la mayoría de los árboles (con excepción de las Arecaceae) son dicotiledóneas se analizan los datos de este grupo antes de mirar a las monocotiledóneas. Según Gentry (1995) la diversidad de los árboles de tres sitios andinos de Bolivia corresponde al promedio de su altitud; no se observa una disminución latitudinal de la diversidad desde el norte de los Andes hasta los Yungas de Bolivia (hasta el codo de los Andes en Santa Cruz).”

“La guía de árboles (Killeen *et al.* 1993) permite una estimación preliminar de la distribución espacial de la diversidad de los árboles (Ibisch 1996). Los árboles claramente tienen su centro de diversidad en bosques debajo de los 500 m, especialmente en la región amazónica. La diversidad baja continuamente con la altitud. Sin embargo, la diversidad queda considerable hasta los 1.500 m, resultado consistente con datos de Gentry (1995) que se explican en lo siguiente. Según este autor, en general, la diversidad de los árboles, y también de las lianas, no correlaciona con ningún otro factor ecológico (p.ej. precipitación) como con la altitud. En general, la fitodiversidad andina tropical es un patrón muy predecible. La diversidad se mantiene en el mismo nivel de los llanos preandinos hasta una altitud de 1.500 m. Encima de los 1.500 m decrece linealmente con la altitud. También la composición florística de los bosques subandinos hasta los 1.500 m es muy similar a la de los bosques amazónicos. Las Leguminosae son el grupo más diverso en árboles, y las Bignoniaceae en lianas. En segundo lugar están las Moraceae (árboles). Otras familias importantes son las Rubiaceae, Sapindaceae, Annonaceae, Sapotaceae. Entre los 1.500 y 2.500 m se diferencia el bosque montano de altitud mediana, y entre los 2.500 y 3.500 m está el bosque montano superior. En altitudes medianas predominan las Lauraceae. Después siguen las Melastomataceae, Rubiaceae y Moraceae. Los bosques montanos superiores son similares, pero mucho menos diversos. Las familias más importantes son las Lauraceae (sobre todo *Ocotea*), Melastomataceae, Solanaceae, Myrsinaceae, y otras. Encima de los 3.000 m comienza la zona de predominancia de las Asteraceae.”

“En el caso de las Leguminosae (ver Ruíz de Centurión 1993, Saldías 1993, Vargas 1993) se observa un centro de diversidad en los bosques amazónicos del norte. En el CAM las Leguminosae son más importantes en los bosques preandinos que en los Andes. Sólo la subfamilia de las Mimosoideae tiene una diversidad importante en el área andina. Sin embargo, hay familias arbóreas diversas y de origen amazónico que tienen una considerable riqueza de especies en los Yungas. Un ejemplo son las Euphorbiaceae (Vargas, I. 1993): de casi 120 especies, aproximadamente un 40%, se ha registrado en bosques amazónicos; el porcentaje de las especies presentes en los Yungas (encima de los 1.000 m) es el mismo superando la diversidad de especies preandina y subandina (25-30% de todas las especies).”

Monocotiledóneas: Hasta ahora se conocen aproximadamente 115 especies de **Araceae** bolivianas (comparar Kessler & Croat 1999). “Es probable que existen alrededor de 300 spp. La diversidad es inferior en comparación con otros países andinos tropicales. Un máximo de diversidad de la familia en Bolivia se observa en las laderas húmedas del CAM. En el CAM, posiblemente hay una diversidad comparable en los Yungas de La Paz y en la región de Chapare en Cochabamba. La diversidad hacia el Dpto. Santa Cruz baja considerablemente.”

“En el caso de la familia arbórea amazónica de las palmeras (**Arecaceae**) sólo un 29% de las más de 80 especies bolivianas se encuentra en los Andes, principalmente en el área del CAM (Moraes 1996, 1998). De las especies de llanos un 66% se concentra en el norte del país. Asimismo, muy probablemente existe una gradiente de diversidad decreciente desde Madidi hasta Amboró.”

“De todas las **Bromeliaceae** de Bolivia (aprox. 300 spp.) la mayor parte se encuentra en el área del CAM, y aquí por lo menos un 30% en los bosques húmedos montanos de los Yungas (Ibisch & Vásquez 2000). De 18 especies nuevas descritas entre 1997 y 1999 un 89% fue registrado en el CAM,” y de 16 nuevas entre 2000 y 2003 un 63%. “La diversidad en los bosques preandinos es reducida aumentándose hacia los bosques del pie de monte. El máximo de la diversidad de especies se registra entre 1.500 y 2.500 m; en altitudes más altas la diversidad baja considerablemente” (Ibisch *et al.* 2001b).

Hasta en grupos que no parecen ser tan típicas de los bosques montanos húmedos como las **Poaceae**, los porcentajes más altos de las especies “se registran en el piso andino, tanto en los Yungas como en los Bosques Secos Interandinos” (Ibisch *et al.* 2003b).

De las aproximadamente 1.500 especies de las **Orchidaceae** registradas en el país un porcentaje muy alto de por lo menos un 60% se concentra en los Yungas -casi un 80% de las endémicas (Vásquez *et al.* 2002). La mayoría de las nuevas especies se encuentra en el CAM. De 43 especies nuevas descritas entre 1997 y 1999, un 90% fue registrado en los Yungas. Los centros de diversidad de especies de las Laeliinae, Polystachyinae, Sobraliinae y Pleurothallidinae “están ubicados en la región de Madidi, en la Provincia de Nor Yungas de La Paz, y en el Chapare (en la última región se encuentra la celda de la cuadrícula de 2' con el número más alto de especies representadas con rangos extrapolados: 142 spp. de las cuatro subtribus; en los Yungas de La Paz, por ejemplo, entre Mapiri y Tipuani, los números de especies por celda llegan a unas 120). En el sur de la ecorregión de los Yungas, en el área del Amboró, las celdas llegan a tener solamente 62 spp. En las tierras bajas norteñas, en la franja de los bosques preandinos, se registran números de especies por celda relativamente altos llegando a 30-50; sin embargo, más hacia la Amazonia, los números son más bajos (en Pando 20-30)” (Ley *et al.* 2004).

Los datos de la riqueza de especies de las mismas subtribus de las orquídeas “están claramente correlacionados de manera positiva con la precipitación y de manera negativa con la cantidad de los meses áridos. En el caso de la altitud y de la temperatura también existe una correlación clara; sin embargo, no se trata de una función lineal sino de una distribución normal según Gauss, con los valores más altos entre altitudes de 1.000 y 2.000 m (temperatura promedio anual entre 15 y 25° C)” (Ley *et al.* 2004).

Patrones generales: “El área del CAM concentra la diversidad florística del país y pertenece a las áreas más fitodiversas del mundo (Barthlott *et al.* 1996). La riqueza muy alta en especies de toda el área no se debe exclusivamente a la diversidad de ecosistemas y una alta tasa de reemplazo de las especies entre diferentes áreas (diversidad beta), sino también, a factores que permiten una diversidad alfa muy alta en muchos sitios, especialmente en los bosques húmedos. Hay bosques montanos húmedos que posiblemente albergan hasta 1.000 especies por hectárea (Ibisch 1996; para comparar, diversidad de árboles en bosques pre o subandinos: Pílon Lajas 140 spp./ha, Bosque Chimán 90 spp./ha, EBB: 40 spp./ha; VSF 1995).”

“En los Yungas no solamente hay gradientes de diversidad y endemismo altitudinales sino también latitudinales.” Por ejemplo, los datos de orquídeas, en general, indican una mayor diversidad en el norte (Dpto. La Paz) que en el sur (Dptos. Cochabamba, Santa Cruz) (Vásquez & Ibsch 2000, Müller *et al.* 2002, Vásquez *et al.* 2003, Ley *et al.* 2004). “Tendencias similares hay en otros grupos (por ejemplo Araceae, Kessler & Croat 1999, Bromeliaceae, Ibsch *et al.* 2001). Excepciones pueden haber en ciertos grupos que requieren mucha humedad y que tienen un centro de diversidad en la zona húmeda del Chapare (p.ej., helechos, género *Lepanthes*, Orchidaceae)” (Ibsch *et al.* 2003b). “Un estudio de Kessler (2001e) muestra que p.ej., la zona del Chapare [más sureña] es más rica en especies que Pílon Lajas.”

“La diversidad total de plantas más alta del país y en el CAM, con seguridad, se registra en los Andes, a una altura entre 1.000 y 2.000 m. Es el piso donde aún la diversidad de árboles y lianas es considerable y en el cual se registra el máximo de diversidad de las epífitas (y posiblemente también de hierbas y arbustos). Esta conclusión también está apoyada por la distribución vertical de la diversidad florística de Perú (Brako & Zarucchi 1993, Ibsch *et al.* 1996b).” Tomando en cuenta el análisis de Ibsch (1996) y datos más actuales, se supone que las epífitas en los bosques húmedos de los Yungas llegan a tener un 20-30% de todas las especies. Un máximo de diversidad encima de 1.000 metros también es de esperar por la mezcla de los elementos biogeográficos -es el piso del mayor traslape de taxa amazónicos y andinos.

3.3.4. Relaciones biogeográficas y endemismo

“En toda Bolivia no hay otras zonas de endemismo de plantas tan importantes como en el área del CAM. En general, en bosques andinos tropicales, se observa poco endemismo al nivel de género y mucho al nivel de especie indicando una evolución activa y reciente, especialmente en formas de vida no arbóreas (Webster 1995, Ibsch 1996).”

“Sin embargo, hay familias arbóreas que tienen un porcentaje alto de especies endémicas, especialmente si son grupos mayormente distribuidos en los Yungas superiores o en la Ceja: p.ej. las **Symplocaceae** están representadas en Bolivia con 16 especies, de las cuales 11 son endémicas en el país, especialmente en los Yungas de La Paz (Ståhl 1995). En contrario, la familia arbórea, antigua y mayormente amazónica de las **palmeras**, no ha desarrollado ningún endemismo en los bosques húmedos del CAM (hay una sola especie endémica en un valle seco, *Syagrus yungasensis*; Moraes 1998). Un ejemplo de un grupo muy “endémico” es la familia principalmente arbustiva **Rubiaceae**: un 59% de las especies andinas tiene una distribución muy restringida (Andersson 1995).”

Varios grupos de **hierbas terrestres** tienden a un endemismo importante. En el caso de los **musgos** se cuenta con un porcentaje de endemismo de 24% (referido a toda Bolivia, pero con una clara concentración de las especies endémicas en los Andes, especialmente en el CAM; por problemas taxonómicos “el número de endémicas probablemente pueda disminuir en el orden del 8 al 10%,” Churchill 2003). “El endemismo a nivel de género, en Bolivia, es excepcionalmente rico, representando uno de los niveles más altos del Neotrópico. Ocho géneros (más una sección de *Sphagnum*) son endémicos para Bolivia” (Churchill 2003).

“Sin contar las Orchidaceae, las **epífitas** tienden a un endemismo menos importante que los representantes terrestres de las mismas familias. Sin embargo, hay una cantidad importante de especies epifíticas supuestamente endémicas de **helechos**, **Bromeliaceae**, **Araceae** (Ibsch 1996, Kessler *et al.* 1999, 2001c, Ibsch & Vásquez 2000, Kessler & Croat 1999).”

“Las especies endémicas de **pteridófitas** bolivianas muestran una distribución aglomerada. En general, las concentraciones corresponden a las regiones de mayor precipitación (Kessler 2001 c, 2002). La gran mayoría de

endemismos se centra en los bosques montanos húmedos de La Paz y Cochabamba. Allí, las zonas con mayor número de especies endémicas conocidas están alrededor de Unduavi y en el Parque Nacional Cotapata (Prov. Nor Yungas), la Serranía Bellavista al norte de Caranavi (Prov. Caranavi, Dpto. La Paz), en el lado oriental del valle del Río Cotacajes (Prov. Ayopaya), y en el Parque Nacional Carrasco (Provs. Chapare y Carrasco, Dpto. Cochabamba). Estos patrones se deben, en gran parte, a la alta intensidad de colecta en esas zonas y es de esperarse que colectas intensivas en otras regiones encuentren números similares de endemismos. Sin embargo, una zona que aparentemente es interesante, es el valle del Río Cotacajes, donde incluso especies de amplia distribución están representadas por poblaciones morfológicamente diferenciables. Esta zona también es de alto interés ornitológico y probablemente corresponde a una zona de alta estabilidad ecológica, lo cual facilita la evolución y el mantenimiento de especies endémicas (Fjeldså *et al.* 1999, Herzog *et al.* 1999, Kessler *et al.* 2001a). Dentro del ecosistema de los bosques montanos, la mayor concentración de especies endémicas se encuentra en quebradas y en paredes rocosas, con menos endemismos en bosques, y aún menos, en hábitat secundarios (Kessler 2002). Hay indicaciones de que especies endémicas de helechos dependen en cierto grado de la dinámica en sus hábitats y toleran actividades humanas, mientras la estructura del bosque no sea alterada dramáticamente (Kessler 1999, 2001a). Hábitats fuertemente disturbados o en etapas sucesionales tempranas, en general, tienen pocas especies de pteridófitas y una dominancia de especies de amplia distribución.” (Kessler 2003).

“En el caso de las **Cactaceae** epifíticas el área del CAM representa el centro de diversidad y endemismo (Ibisch, Kessler *et al.* 2000): De 16 especies de la tribu **Rhipsalideae**, por lo menos 7, son endémicas en el CAM, *Rhipsalis goebeliana* en los bosques pre y subandinos del Chapare, *R. cuneata* y *Lepismium bolivianum* en los Yungas de La Paz hasta Santa Cruz, *Lepismium paragonense* en los bosques semihúmedos de los Yungas de Cochabamba y La Paz, *L. incachacanum* y *L. crenatum* en los Yungas superiores de Cochabamba y La Paz, *L. asuntapatense* en los Yungas de La Paz.”

El grupo más rico de especies endémicas en Bolivia y en el CAM son las **Orchidaceae** que principalmente son epifitas. Hasta ahora es un 33% de las especies presentes en el país, que no se conoce de otros países, y la mayoría de ellas están presentes en el CAM (80%) (Vásquez *et al.* 2003). Es posible que existan hasta 1.000 spp. endémicas de orquídeas en el CAM. Uno de los grupos mejor estudiados “es la subtribu **Pleurothallidinae** (casi 100% epifitas; Vásquez & Ibisch 2000): Casi un 56% de las especies bolivianas de las Pleurothallidinae se conoce exclusivamente de este país. Aproximadamente un 50% se puede considerar como endémicas locales, en la mayoría de los casos, observadas sólo en los alrededores de la localidad tipo. Supuestamente, avanzando con el inventario orquideológico en otras zonas de los Yungas de Bolivia, se registrarán, en varios casos, rangos más amplios. Sin embargo, hasta ahora, y aplicando métodos de extrapolación bio-climática de los rangos de distribución, un 30% de las más de 570 especies de las subtribus **Pleurothallidinae**, **Laeliinae**, **Sobraliinae** y **Polystachinae** tiene un rango inferior a 500 km² (Ley *et al.* 2004). “Las áreas donde se concentran las mayores cantidades de especies con rangos geográficos más pequeños (...) se concentran donde también se ubican los centros de diversidad” (Ley *et al.* 2004). El endemismo más importante se registra en una celda en el Chapare. “Áreas muy notables con altos valores se encuentran en Charazani, Sorata, Mapiro a Tipuani, Valle de Zongo, alrededores de Coroico, altitudes medianas de los Yungas de Cochabamba, a lo largo del camino hacia Villa Tunari, Sehuencas, las serranías entre Siberia y Bermejo, en Santa Cruz” (Ley *et al.* 2004). Al sur del codo de los Andes, en el Bosque Tucumano-Boliviano, y también en la Amazonia los valores son muy bajos.

“Es un hecho interesante que la relación endémicas locales vs. otras endémicas más ampliamente distribuidas, baja con la altura, aunque aumenta el endemismo. En general, parece lógico que el endemismo aumente con la altura porque los valles disectados promueven la fragmentación y separación geográfica de poblaciones (Ibisch *et al.* 1996b; ver también Gentry 1982, 1986; Major 1988), tanto en el momento de la orogénesis como en el transcurso de repetidas migraciones verticales causadas por cambios climáticos. Otros grupos de plantas, como p.ej. las **bromelias**, muestran la misma tendencia (Ibisch & Vásquez 2000, Ibisch, *et al.* 2001b; Kessler 2002b):

en los llanos un 50% de las bromelias tiene una distribución muy amplia-continental; este valor está debajo de los 30% a los 3.000 m y debajo de los 10% a 4.000 m (Bromeliaceae epifíticas y terrestres).”

“Estudios de gradientes de diversidad y endemismo altitudinales en los Andes, en base a las listas de plantas vasculares de Perú, Ecuador y también de Bolivia, han demostrado que en el caso de la flora el mayor porcentaje de endemismo se encuentra alrededor de los 3.000-4.000 m (Ibisch *et al.* 1996b, Ibisch & Vásquez 2000, Kessler 2002b). Sin embargo, los patrones específicos varían entre los diferentes grupos de plantas, posiblemente debido a la historia evolutiva específica de cada grupo. Prácticamente en todos los casos estudiados hasta el presente, el máximo porcentaje de endemismo se encuentra a elevaciones mayores que el máximo de diversidad. Esto también ha sido documentado para aves (Graves 1985, Kessler 2002c)” (Ibisch *et al.* 2003b).

“El piso andino representa el área de mayor actividad evolutiva actual. Los mecanismos de generación y mantenimiento de diversidad en esta área tienen que ver con:

- La creación de ecosistemas nuevos con muchas ‘licencias ecológicas libres’ en el momento del levantamiento andino, que permitió una radiación adaptativa de grupos con la predisposición respectiva.
- La diversidad de hábitats por la geodiversidad (clima, geología, suelos) y gradientes ambientales muy pronunciados a corta distancia.
- La permanente dinámica natural de los hábitats a nivel micro (por procesos geomorfológicos como erosión, derrumbes, sedimentación etc.) que permite la coexistencia de diferentes expresiones sucesionales de comunidades biológicas y que aumenta la misma diversidad de hábitats.
- La mezcla de elementos biogeográficos muy distintos que, entre otros, causó la necesidad o posibilidad de nuevas interacciones bióticas.
- La creación de ambientes muy húmedos y templados en los Yungas, beneficiando a una gran diversidad de formas de vida de plantas y la coexistencia de un gran número de especies (por la humedad también creación de la posibilidad de colonizar el espacio epifítico, cuyas características de hábitat también estimulan la generación y el mantenimiento de diversidad).
- La estabilidad climática a nivel local que mitiga el riesgo de extinciones en tiempos de cambios climáticos.
- Los cambios climáticos periódicos que han llevado al aislamiento y/o movimientos forzados de poblaciones y sus rangos, promoviendo la especiación especialmente en taxa que tienden a tener dificultades en mantener el flujo genético (p.ej. Orchidaceae, subfamilia Pitcairnoideae de las Bromeliaceae).
- La alta probabilidad de aislamiento geográfico por cadenas montañosas y el efecto fundador en casos de individuos o diásporas que logran colonizar una nueva área. Este factor sería más importante en los valles interandinos, pero también se aplica en los Yungas.” (Ibisch *et al.* 2003b).

“Contando todas las **epifitas**, el análisis preliminar de Ibisch (1996) demuestra que los bosques de neblina de la Ceja y los bosques montanos húmedos son las únicas regiones ecológicas de Bolivia donde las especies endémicas están sobrerrepresentadas (considerando la relación *Total especies/Total endémicas* y el promedio de todo el territorio). Son las zonas de la más alta actividad evolutiva, lo que indica también las relaciones más bajas de cantidad de géneros por cantidad de especies (0,2). Cabe mencionar que algo similar es válido en el caso de los **árboles**: en las zonas altas del CAM hay pocos géneros que, en general, han evolucionado varias/muchas especies, frecuentemente endémicas; en los bosques de los llanos amazónicos hay muchos géneros representados

por pocas especies, normalmente con una distribución bastante amplia. Sin embargo, si en los bosques de llanos se cuentan los bosques de pie de monte, también hay una relación relativamente baja en cantidad de géneros por cantidad de especies (0,4; Ibsch 1996, según Killeen *et al.* 1993). Lo anterior significa que la gradiente altitudinal de la actividad evolutiva reciente no está tan pronunciada en los árboles como en las epífitas; hay géneros muy especiosos en los bosques amazónicos como p.ej. *Ficus* o *Piper* que fuertemente influyen la estadística.” Sin embargo, hasta en el caso de taxa de árboles diversos en las tierras bajas, como el género *Ficus*, casi la mitad de las especies registradas en el país existen en el CAM (comparar Berg & Villavicencio (2003b) -allá también ocurre la única especie endémica (*Ficus chaparensis*, en una altitud de 1.800 m; Berg & Villavicencio 2003a).

“Otro aspecto relacionado con el tema de endemismo surge por los resultados de Kessler & Krömer (2000) que estudian los modos de polinización de las bromelias en comunidades de bromelias en bosques andinos. Los autores concluyen que, en altitudes más bajas, hay más polinización no específica; una causa podría ser la abundancia de polinizadores en los llanos y las zonas subandinas. Esto implicaría una necesidad no tan fuerte de establecer relaciones específicas de interdependencia con ciertos polinizadores mientras que esto sí es muy importante en la altura para garantizar la polinización. Esto por un lado puede significar que hay un factor etológico que promueve el endemismo en la altura (más relación específica entre polinizador-planta significa más riesgo de aislamiento genético en el caso de cambios menores del sistema) y, por otro lado, también es interesante una posible conclusión: en los bosques montanos de altura hay más especies clave que en los llanos.”

3.4. Fauna

En las siguientes secciones se describen algunos aspectos importantes sobre la fauna del CAM en relación a patrones de diversidad, endemismo y formas de movimiento de las poblaciones. Los grupos seleccionados para este fin son los insectos, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, debido a su mejor conocimiento y disponibilidad de información.

Posiblemente el CAM sea una de las regiones de Bolivia con mayor investigación faunística, debido mayormente, al alto número de áreas protegidas existentes que han necesitado y motivado a la realización de inventarios de biodiversidad. Igualmente existe el interés particular de muchos científicos de encontrar nuevas especies, siendo el CAM, una de las áreas en Bolivia con mayor probabilidad para descubrir especies nuevas, debido a su alto grado de diversidad y endemismo. No obstante, de la cantidad de estudios que se llevaron a cabo en todos los grupos, aún se estima un buen porcentaje de especies por descubrir, tanto nuevos registros para el país, como también especies nuevas para la ciencia.

3.4.1. Insectos

N. Araujo, S. Reichle & Y. Gareca

3.4.1.1. Estado de conocimiento

Los invertebrados en general son uno de los taxa menos conocidos en Bolivia. Para el área del CAM su conocimiento es también muy básico. Aunque en varios grupos existen numerosas colectas, no existen buenas listas, ni mapas de distribución, ni siquiera a nivel de ecorregiones para la mayoría de los grupos. En un primer intento de compilar los estudios realizados para el área del CAM se identificaron 15 estudios sobre “biología y ecología” y 12 reportes que se refieren a “listas e inventarios” de especies. De los 27 estudios compilados sólo el 26% se encontró como publicado (Araujo 2000).

El estudio publicado más completo sobre un grupo de insectos para el país es el de Pearson *et al.* (1999), en él se hace referencia a los escarabajos tigres (Coleoptera: Cicindelidae). Referente al área del CAM existen algunos estudios, como el de Ledezma (1998) que publicó una guía de mariposas para el área protegida Amboró, siendo la primera en su género para el país, así también, el trabajo sobre los Sphingidae de Bolivia de Kitching *et al.* (2001) se basó mayormente en colectas y registros dentro del CAM. Otro estudio interesante pero aún no publicado es el de J.F. Guerra citado por Gutiérrez *et al.* (2003), en el que hacen referencia a una colecta intensiva de 11 meses en la Estación Biológica de Tunquini y sus alrededores (Provincia Nor Yungas del Dpto. de La Paz) registrando 326 especies de lepidópteros diurnos y 396 especies en 20 días de colecta no intensiva para el área de Cotacajes-Altamachi (Provincia Ayopaya del Dpto. de Cochabamba).

Principales fuentes adicionales a nivel supraregional son las revisiones de algunos grupos como por ejemplo para Papilionidae (Taylor & Brown 1994), y Nymphalidae: Catasticta (Eitschberger & Racheli, 1998).

La falta de información sobre los invertebrados del CAM se constituye en uno de los mayores vacíos de conocimiento del área. Grupos muy importantes para procesos ecológicos (hormigas y termitas), las cuales a la vez aportan más del 50% de la biomasa de fauna, son prácticamente desconocidos dentro del área. Los escarabajos, probablemente son el grupo más diverso de la fauna del CAM, pero sólo existe una lista de los Cicindelidae, que es un pequeño grupo en comparación con otros del mismo orden. Así también la investigación sobre insectos acuáticos ha tenido mayor impulso en los últimos años, especialmente en el departamento de Cochabamba. Recientemente, debido a su interés comercial, los inventarios sobre abejas sin aguijón (Meliponidae) han incrementado el conocimiento de este grupo a nivel del CAM (citas con R. Tejada)

3.4.1.2. Patrones espaciales de distribución y diversidad

La escasa información disponible sobre insectos, no permite definir sus patrones espaciales de diversidad. Algunos estudios, en el Parque Nacional Amboró (FAN & TNC 1997), indican que los insectos siguen un patrón de diversidad asociado con la altitud, en el cual el número de especies tiende a disminuir sustancialmente a medida que aumenta la altura. Por otro lado y aunque existe mayor concentración de especies en tierras bajas, en zonas de mayor altitud, aparecen grupos más exclusivos que normalmente no habitan en zonas bajas.

Rocabado & Wasson (1999) en un estudio sobre invertebrados bentónicos en la cuenca alta del río Beni indican que la zona de Yungas Bajos y Valles Secos presentan menor diversidad y densidad de especies en relación a otras zonas de la cuenca, debido principalmente a efectos del pH y sólidos en suspensión. De igual manera, la variación de la fauna bentónica entre los Yungas y el Subandino sigue el cambio geomorfológico de la cuenca, donde existe una diferenciación bien clara entre la fauna de los Yungas y la del Subandino (Rocabado & Wasson 1999). En la región de los Yungas la fauna es exclusivamente de “insectos” que prefieren ambientes lóticos mientras que hacia la zona del Subandino, van apareciendo otros grupos de artrópodos, como Gastropoda, Hirudinea, Oligochaeta, que habitan ambientes preferentemente lénticos (Wasson & Barrere 1999).

Los estudios existentes ofrecen una pauta muy general, sobre algunos patrones de diversidad de los insectos. No se conoce nada sobre patrones de endemismos o sobre sus movimientos poblacionales (temas tratados para otros taxa) en el área del CAM. En este sentido, se identifica la necesidad de generar mayor conocimiento sobre movimientos y distribución de, por lo menos, algunos grupos clave de insectos, para la identificación de hábitats importantes para la conservación.

3.4.2. Peces

N. Araujo

3.4.2.1. Estado de conocimiento

En Bolivia la cuenca del Río Mamoré ha sido la más estudiada y la lista de peces más completa es la realizada por Lauzanne *et al.* (1991) para la Amazonia boliviana.

La zona del CAM, en relación a peces, tal vez sea la menos estudiada del país, en especial los Yungas y la Faja Subandina. El estudio más representativo para el área es el de Sarmiento & Barrera (1997), quienes realizan una caracterización preliminar de la ictiofauna en la vertiente oriental Andina.

La mayor parte de los estudios se concentran hacia zonas de tierras bajas y en las áreas protegidas de Amboró, Isiboro-Sécure y la Estación Biológica del Beni. Recientemente se han desarrollado varios estudios para la cuenca del río Ichilo, y aunque gran parte del río se encuentra fuera del área CAM, la interacción de los peces hacia el área es de importancia.

3.4.1.2. Patrones espaciales de distribución y diversidad

Los pocos estudios sobre peces realizados en Bolivia, no permiten definir eficientemente los patrones espaciales de distribución y diversidad; sin embargo, estudios de caso para algunas zonas muestran cierto comportamiento en la distribución de la ictiofauna, indicando que la alta riqueza de especies tiende a concentrarse en tierras bajas y este patrón va disminuyendo sustancialmente a medida que aumenta la altitud. Investigaciones de Sarmiento (1996) en el Parque Nacional Amboró demuestran la influencia de la variación altitudinal sobre las poblaciones de peces y define de forma preliminar tres zonas de importancia para el parque:

- Zona inferior (200-300 m) de mayor representación de la riqueza de especies, entre ellas peces pequeños como charácidos y siluriformes; especies medianas a grandes como *Prochilodus labeo* (sábalo), *Pseudoplatystoma fasciatum* (surubí), *Piaractus brachypomus* (pacú) y otros.
- Zona intermedia (700-1.000 m) caracterizada por grandes saltos, que de cierta forma se convierten en barreras para un gran número de especies, demostrando cierta tendencia de disminución de especies, conformándose en el límite altitudinal para peces de porte mediano a grande como el sábalo, pacú y surubí. La ictiofauna dominante se compone de pequeños charácidos, siluriformes y algunas especies de Trichomycteridae.
- Zona superior (sobre los 1.000 m), en parte asociada a la presencia de saltos y la diversidad de especies disminuye de manera considerable. Los charácidos disminuyen notablemente y existe cierto predominio de pimelodidos y loricaridos.

Este mismo patrón de diversidad y distribución generado para el Amboró se podría aplicar para toda la zona del Corredor Amboró-Madidi, tomando en cuenta que en otras zonas se ha registrado el límite altitudinal para especies de tierras bajas como el pacú, sábalo y surubí en los 1.500 m y especies de la familia Trichomycteridae podrían sobrepasar los 2.000 m (Van Damme, com. pers.).

En términos hidrológicos el CAM corresponde a la Vertiente Oriental Amazónica. Sarmiento & Barrera (1997) demuestran a través de un análisis basado en estudios generales, que existe un predominio de especies entre los 300 y 600 m, y a alturas menores o mayores hay una tendencia a disminuir la frecuencia de esta diversidad, entonces la concentración de especies será variable según los pisos altitudinales como lo demuestra la siguiente tabla.

Tabla 19. Concentración de especies según distribución altitudinal en la Vertiente Oriental Amazónica

Altitud (m)	Cuenca del Río Beni	Cuenca del Mamoré	Vertiente Oriental Amazónica	Vertiente Oriental en Bolivia
200-300	80	137	161	174
300-600	136	145	203	231
600-1.500	17	36	38	61

Fuente: Sarmiento & Barrera, 1997.

Sin embargo este patrón descrito por Sarmiento & Barrera (1997), aparentemente no toma en cuenta la diversidad existente en lagunas de inundación que se forman en diferentes ríos, principalmente entre los pisos altitudinales 200-300 (Van Damme, com pers.); este factor significa que la diversidad de peces aumentaría en este nivel altitudinal y los picos de concentración de diversidad serían más homogéneos hasta los 600 m. En términos generales, estos datos sólo demuestran que el nivel de conocimiento sobre la ictiofauna del CAM es muy bajo aún.

3.4.2.3. Relaciones biogeográficas y endemismos

En Bolivia existen especies conocidas sólo para una localidad tipo, sin embargo, el estado de conocimiento sobre la distribución de los peces sudamericanos en general, es bastante pobre, en este sentido y en la mayoría de los casos no se podría hablar aún de endemismos en el país, exceptuando algunas especies del género *Orestias* que son endémicas de la cuenca del Altiplano (Sarmiento & Barrera 1997). Por otro lado y aunque no se cuenta con especies endémicas identificadas especialmente para la zona del CAM, algunas publicaciones (Kullander 1986; Sarmiento 1996, 1996a; Sarmiento & Barrera 1997) proponen la posible existencia de una

alta presencia de endemismos en los ríos de la cuenca del Mamoré, especialmente en zonas con saltos de agua, creando ciertas barreras o límites, que formarían supuestos escenarios para el desarrollo de especies con hábitat restringido e incluso endémicas; de igual manera los sistemas montanos, debido a la hidrología de sus ríos, con aguas torrentosas, se encuentran varias especies adaptadas a estos sistemas, pudiendo constituirse en exclusivas de la zona andina. Publicaciones más recientes de Sarmiento & Barrera (2003) indican también que al menos 25 especies de los ríos Beni y Madre de Dios se han registrado como restringidas a la cuenca alta del Madeira entre Perú y Bolivia.

3.4.2.4. Apuntes sobre movimiento de poblaciones-efectos y necesidades dentro del Corredor

Apuntes sobre patrones de distribución (Sarmiento & Barrera 1997) permiten dar una idea de cómo ocurren los movimientos de las poblaciones de peces en la zona, uno de los factores importantes es la intensa dinámica fluvial (holocénica y reciente) en la vertiente oriental andina y la zona preandina, la cual ha tenido influencia en la distribución y dispersión de especies de peces, en el sentido de su dispersión a través de la deriva de diferentes ríos especialmente en la zona del subandino como los ríos Beni y Maniquí, estos movimientos incluyen cambios de cuencas y subcuencas. Por otro lado movimientos de algunas especies medianas a grandes, típicas de tierras bajas, como *Brachyplatystoma*, *Pseudoplatystoma*, *Piaractus*, *Colossoma*, *Prochilodus* y *Salminus*; muestran movimientos verticales alcanzando su límite de distribución en la Base de los Andes (hasta 1.500 m).

En la cuenca del Mamoré y del Beni, se observan movimientos de “arribada” de los peces al final de la época seca. Observaciones realizadas para el pacú (*Colossoma macropomum*) muestran que, durante la época de aguas bajas, se inicia una migración río arriba de reproducción que alcanza hasta la zona premontana y submontana del río Sécuré, donde se produce el desove durante el último trimestre del año (Loubens & Panfili 1997, citado por Sarmiento & Barrera 1997). Varias otras especies realizan este tipo de movimientos y utilizan la base de los Andes como área de reproducción (*Brycon* sp., *Prochilodus* spp., varias especies de Curimatidae y especies grandes de Pimelodidae como *Brachyplatystoma* spp., *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum*). De igual manera Navarro & Ferreira (2000) confirman que varios peces amazónicos realizan migraciones con fines de desove hacia el subandino pudiendo llegar hasta los 900 m.

3.4.3. Anfibios

N. Araujo & S. Reichle

3.4.3.1. Estado de conocimiento

Los estudios sobre anfibios, como los de otros grupos de animales y plantas, mayormente se restringen a zonas contiguas de caminos principales o de fácil acceso. Tres estudios específicos en el área del CAM fueron concluidos en el año 2000: a) Köhler (2000) comparó la diversidad y patrones de distribución, especialmente en las zonas de bosques de montaña de los departamentos de Santa Cruz y Cochabamba; b) Cortéz (2000) verificó la distribución altitudinal en el PNAMNI Cotapata y c) Aguayo (2000) examinó las comunidades de anfibios en diferentes alturas del PN Carrasco. Desde entonces sólo publicaciones sobre especies individuales, mayormente sobre taxonomía, fueron realizados (por ejemplo Aguayo & Harvey 2001, Reichle *et al.* 2001, Köhler & Lötters 2001, De la Riva 2002).

En general, las investigaciones para el CAM se han concentrado en los alrededores de los parques nacionales Amboró y Carrasco, otras zonas de investigación se reflejan hacia PNANMI-Cotapata, Estación Biológica del Beni y algunas localidades aledañas al tramo carretero Yucumo-Ixiamas. En los últimos años, las investigaciones se han enfocado más hacia las áreas protegidas de Madidi y Apolobamba.

El trabajo más completo que hace referencia, en parte, al CAM, es el estudio de Köhler (2000) quién da una buena idea sobre la zona, destacando que todavía hay muchas especies por encontrar y describir. Especialmente en la familia Leptodactylidae en los géneros *Eleutherodactylus*, *Phrynopus*, *Phyllonastes* y *Telmatobius* ya se sabe de la existencia de por lo menos 20 especies nuevas para la ciencia (datos personales, com. pers. De la Riva), otro grupo que demuestran una cantidad alta de especies por describir es la familia Hylidae en la cual se conocen alrededor de 10 especies nuevas para la ciencia, aún no descritas. Es interesante el aumento en el descubrimiento de especies en el grupo de Leptodactylidae, ya que en el año 2000 se conocieron alrededor de 10 especies nuevas dentro de estos grupos. En total se pueden esperar a más de 40 especies nuevas en el CAM, para describir en el corto plazo. Vale la pena destacar, que de seis especies que fueron descritas entre los años 2001-2003, cinco de ellas habitan dentro del CAM.

En general hay que destacar que el conocimiento de los anfibios en la parte alta del CAM, se puede comparar con otras zonas montañosas de Sudamérica, como por ejemplo Perú o Ecuador, y probablemente se conoce un 60-70% de las especies. Por otro lado, en las partes más bajas, el conocimiento es mayor y se debe conocer, más del 90% de las especies existentes, aunque, aún existen muchas confusiones taxonómicas y varias de estas especies probablemente cambien de nombre en los próximos años.

3.4.3.2. Patrones espaciales de distribución y diversidad

(Textos modificados en base de Köhler 2000)

El estudio realizado por Köhler (2000) revela un análisis interesante basado en 195 especies de anfibios, para las cuales se contaban con datos de referencia sobre la riqueza y el endemismo con relación a su distribución por ecorregiones. Los resultados obtenidos demuestran patrones para la diversidad de anfibios:

- Los bosques amazónicos mantienen un 45% de las especies del país, siendo de esta forma los más diversos.
- Otra zona de importancia, con poca participación (superficie) en el CAM son los bosques húmedos de transición que tienen mucha más influencia hacia la zona del Corredor Mamoré y representan un 34,9% de la diversidad de anfibios.
- En los bosques montanos húmedos, completamente dentro del CAM, se encuentran representadas un 32,2% de especies.
- Un 11,8% de especies están representadas en la zona del bosque nublado o “ceja.”
- En los valles secos interandinos, que parcialmente ocupan algunos sectores del CAM, se encuentran en distintos grados un 8,2% de las especies del país.

Vale la pena destacar, que si bien el análisis de Köhler sobre patrones de diversidad de anfibios, fue en base a 195 especies, de las 204 especies de anfibios registradas para Bolivia (Reichle 2003); el patrón de diversidad se mantendría similar, considerando el total de especies.

Tabla 20. Patrones de distribución de diversidad de anfibios

Zona Biogeográfica	Riqueza de Especies		Endemismo	
	(%)	(Nº)	(%)	(Nº)
Amazonia	45	88	4.5	4
Bosques Húmedos de Transición	34,9	68	0	0
Bosques Montanos Húmedos	32,3	63	54	34
Bosque Nublado (Ceja)	11,8	23	69,6	16
Valles Secos Interandinos	8,2	16	18,8	3

Con estos resultados y observando los valores propuestos en la Fig. 7, se puede llegar a la conclusión clara, que una diversidad alta de anfibios se encuentra representada en la zona del CAM. En general, el sector húmedo de los Andes, puede ser considerado como la región más diversa e importante de Bolivia con relación a los anfibios, debido a que las mismas variaciones y condiciones ambientales favorecen a una gran variabilidad de especies.

Los bosques amazónicos de montaña en conjunto con los bosques nublados, albergan una alta riqueza de anfibios y conforman una zona de contacto, donde las comunidades de especies de dos zonas de alta riqueza, interactúan combinando dos aspectos, alta diversidad de especies y alto grado de especies endémicas.

Realizando un análisis más fino sobre los patrones espaciales de la diversidad de anfibios, Köhler también, identificó 12 patrones de distribución (Fig. 8) basándose principalmente en especies (en muchos casos no exclusivas) de **bosques montanos húmedos** de Santa Cruz y Cochabamba. Los patrones propuestos son preliminares y no son rígidos. Sin duda alguna, existirán variaciones para algunas especies según se incremente el conocimiento o existan nuevos registros de distribución.

Tabla 21. Patrones de distribución de los anfibios, con especial referencia a especies de montaña

Patrón	Característica de las especies que siguen estos patrones	Nº de especies de bosques montanos
Patrón 1	Las especies se distribuyen arriba del bosque lluvioso de montaña y el bosque nublado de los departamentos de Cochabamba y Santa Cruz, principalmente entre los 1.600 y 2.700 m.	12
Patrón 2	Se refiere a especies distribuidas en los bosques lluviosos de montaña desde el sudeste de Perú a lo largo de los Andes hasta los departamentos de Cochabamba y Santa Cruz en Bolivia.	6
Patrón 3	Se refiere a especies distribuidas en los bosques lluviosos de montaña desde el sudeste de Perú a lo largo de los Andes hasta los departamentos de Cochabamba y Santa Cruz en Bolivia.	7
Patrón 4	Las especies están distribuidas a lo largo de los Andes desde el departamento de Santa Cruz hacia el norte de por lo menos Perú central.	6
Patrón 5	Especies endémicas de la región del Chapare, este patrón podrá ser modificado probablemente en el futuro dependiendo de la ampliación de los rangos de distribución de las especies que por ahora son endémicas de la región del Chapare.	5
Patrón 6	Especies endémicas para la región de “La Siberia,” zona de bosque nublado entre el límite de los departamentos de Santa Cruz y Cochabamba.	4

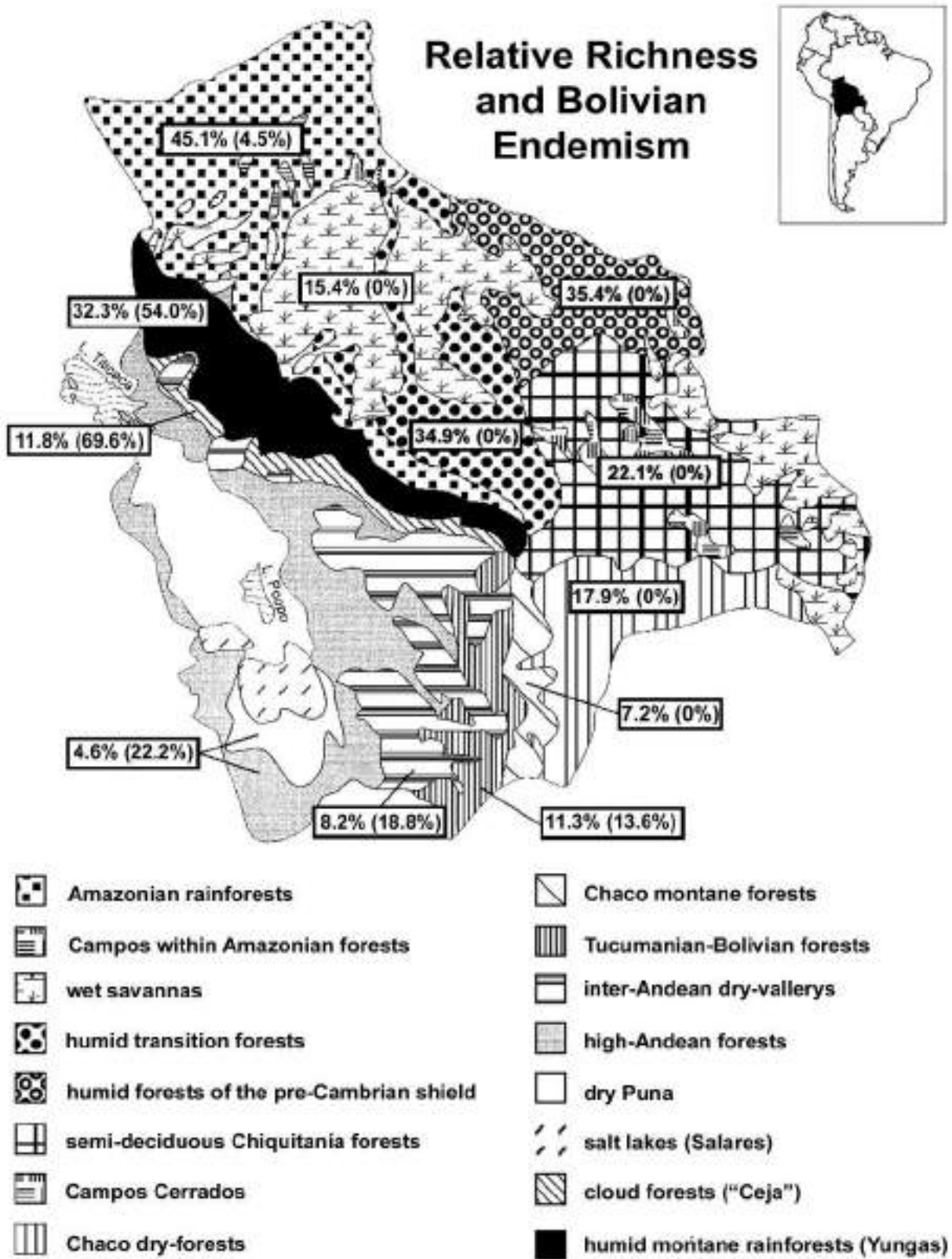


Fig. 7. Patrones de diversidad de Anfibios (Köhler 2000)

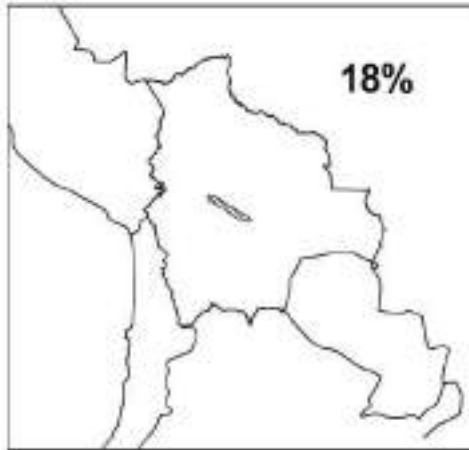


Fig. 4.46 - Pattern 1: upper elevations of Yungas de Santa Cruz and Cochabamba.

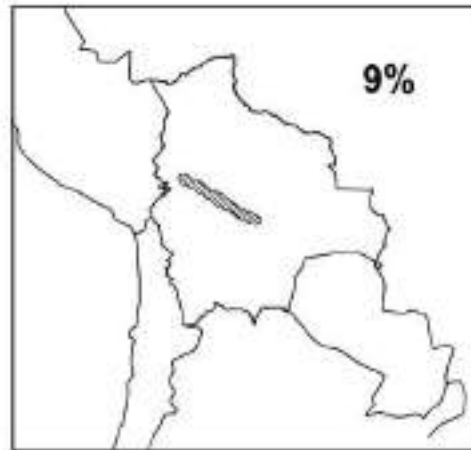


Fig. 4.47 - Pattern 2: Yungas de Cochabamba, Santa Cruz and La Paz.

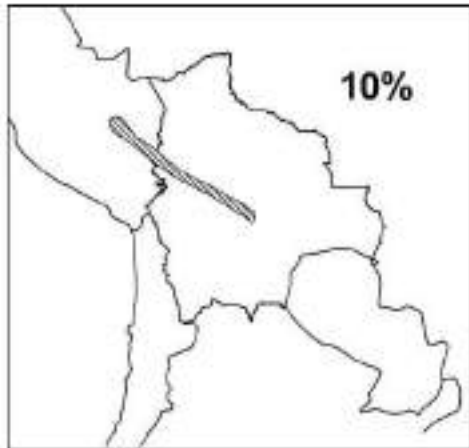


Fig. 4.46 - Pattern 3: Bolivian Yunga regions and slopes of southeastern Peru.

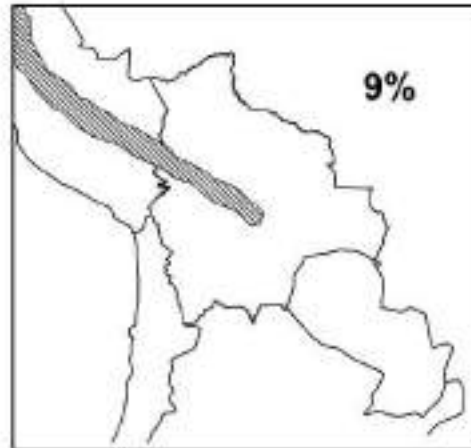


Fig. 4.46 - Pattern 3: Bolivian Yunga regions and slopes of southeastern Peru.

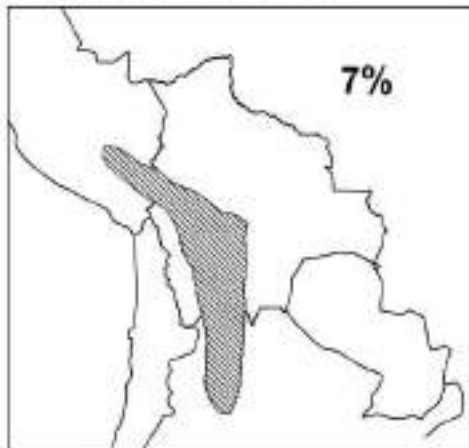


Fig. 4.50 - Pattern 5: Bolivian endemics of the Chapare region.

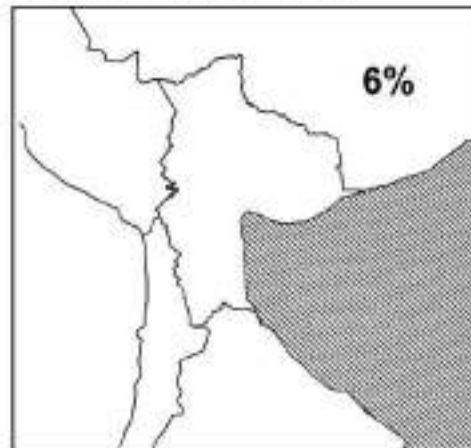


Fig. 4.51 - Pattern 6: Bolivian endemics of the "La Siberia" region.

Fig. 8. Patrones de diversidad de Anfibios, con especial referencia a especies de montaña (Köhler 2000)

Patrón 7	Las dos especies que se consideran en este patrón están sólo conocidas para los bosques semi-húmedos de montaña de los departamentos de Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija.	2
Patrón 8	Especies típicas de bosques montanos de la región Tucumano-Boliviana. Van desde el departamento de Cochabamba o Santa Cruz hasta el norte de Argentina.	4
Patrón 9	Especies distribuidas en los valles secos interandinos, pero eventualmente entrando hacia la parte alta de los bosques montanos.	4
Patrón 10	Sólo dos especies son consideradas en este patrón, ambas están primariamente distribuidas para el Chaco y el Cerrado y suelen ocurrir en el sudeste de Brasil. Estas especies están propensas a ingresar a hábitats montanos hasta elevaciones considerables.	2
Patrón 11	Especies que ocurren en ambientes húmedos, pero estacionales de bosques de tierras bajas y están propensas a ingresar a inclinaciones andinas hasta elevaciones considerables	4
Patrón 12	Cubierto por especies de tierras bajas con rangos amplios en los bosques secos, semi-húmedos y húmedos del este de Bolivia y países adyacentes. Todas estas especies tienden a encontrarse en la inclinación este de los Andes.	9

Fuente: Modificado según Köhler (2000).

El 96% de las 68 especies de bosques de montaña analizadas sigue por lo menos uno de los doce patrones descritos y los valores de representación para cada patrón se pueden observar en la tabla 21. Este análisis llegó a las siguientes conclusiones:

- 43% de las especies de bosques de montaña ocurren sólo en Bolivia.
- 68% de las especies pueden ser consideradas como endémicas de bosques montanos y de este porcentaje casi el 46% presenta rangos de distribución bastante restringidos hacia los Yungas húmedos de Cochabamba y La Paz.
- 6% son especies andinas que ingresan al lado este de los Andes.
- 22% son especies de tierras bajas que llegan a distribuirse hasta los bosques montanos.

3.4.3.3. Relaciones biogeográficas y endemismos

En el análisis anterior, se muestra que los bosques amazónicos concentran la mayor diversidad de especies (tabla 20). En contraposición a este resultado la concentración de endemismo es bastante baja (4,5%) y la distribución de estas especies endémicas está más limitada hacia los bosques amazónicos montanos dentro del área del CAM, que a los bosques amazónicos del norte.

Las razones para la baja concentración de especies endémicas en la Amazonia, puede deberse a diversos factores, como, la poca existencia de barreras geográficas que restrinjan la distribución de las especies dentro de los límites del país, o al conocimiento limitado de la zona o de la taxonomía de algunas especies. Por otro lado, una zona interesante para la diversidad y el endemismo, son los bosques montanos húmedos (Yungas); que representan un 32,3% de la anfibiafauna del país y más del 50% de estas especies son endémicas. El mismo caso ocurre en la zona del bosque nublado donde el endemismo alcanza un 69,9% del total de las especies registradas. En términos generales, la ecorregión de Yungas alberga un porcentaje de endemismo del 68% (Köhler 2000; Köhler *et al.* 1998). Esta área presenta una considerable heterogeneidad de hábitats y como resultado sus comunidades no sólo son ricas en especies y endemismo, sino también que su composición puede variar considerablemente

en distancias cortas. En un mayor detalle del comportamiento del endemismo en la zona, Köhler (2000) indica, que una gran parte de las especies ocurren de forma más o menos exacta entre el límite del **bosque nublado** y los **Yungas**.

Tabla 22. Porcentaje de representación de las especies endémicas de Bolivia por ecorregiones

Ecorregión	Porcentaje del total de especies endémicas conocidas (%)	Porcentaje del total de especies conocidas para Bolivia (%)
Bosque Nublado “Ceja”	37.2	11.8
Bosque Montano Húmedo-Yungas	79.1	32.3
↑Endemismo Sobre-representado ↑		
Bosque Altoandino y Puna	4.7	4.6
↓Endemismo Sub-representado ↓		
Valles secos interandinos	7.0	8.2
Bosque Tucumano-Boliviano	7.0	11.3
Bosque Húmedo Amazónico	9.3	45.1
Sabanas Húmedas	0	15.4
Bosque Húmedo de transición	0	34.9
Bosque Húmedo del Escudo Precámbrico	0	35.4
Bosque Chiquitano y campos cerrados	0	22.1
Bosque Chaqueño de tierras bajas	0	17.9
Bosque Chaqueño de montaña	0	7.2

Fuente: Köhler (2000).

En un cálculo más fino (tabla 22) para observar la representación del endemismo con relación a su concentración en diferentes ecorregiones de Bolivia, los resultados indicaron que:

- La zona de los Yungas manifiesta una sobre representación de especies endémicas con relación a la riqueza de especies que presenta.
- La riqueza de especies y el endemismo en la región Altoandina y Puna están correlacionadas.
- Otras ecorregiones del país se encuentran sub-representadas y en algunos casos las ecorregiones no concentran ninguna especie endémica.

3.4.4. Reptiles

D. Embert & S. Reichle

3.4.4.1. Estado de conocimiento

El conocimiento sobre los reptiles en el CAM, aunque aumentó bastante en los últimos años, todavía se encuentra en un estado incompleto. Listas para los reptiles de esta zona se basan en los datos de diferentes colecciones científicas de diferentes países, en trabajo de campo y en datos personales de varios científicos vinculados. En los últimos años varias especies nuevas para la ciencia fueron encontradas en esta zona y hasta la fecha siempre se siguen aumentando los descubrimientos. Algunas de estas especies son especies endémicas y presentan así un valor importante para el CAM (p.ej. *Apostolepis multicincta*, *Oxyrhopus* sp. nov.).

Hasta el año 2000, en un intento de compilar información relacionada al área, se identificaron 37 estudios sobre reptiles de los cuales 19 se refieren a “listados de especies,” 13 se refieren a estudios sobre “biología y ecología” y cinco de ellos hablan sobre “usos y amenazas” y menos de la mitad del total de estos estudios fueron publicados (Araujo & Ibsch 2000). Desde entonces varios estudios más fueron realizados, encontrando por lo menos dos nuevas especies para la ciencia en un estudio sobre los reptiles de la provincia Florida (Embert 2002) y por lo menos dos especies más en el año 2004.

Las áreas geográficas mejor estudiadas para reptiles en el CAM, aunque aún en baja intensidad, han sido los alrededores del Área Protegida Amboró y la Estación Biológica del Beni.

3.4.4.2. Patrones espaciales de diversidad

A pesar de la insuficiencia de información, ya se puede destacar en base a las colectas existentes, que la diversidad de este grupo sigue un patrón similar al conocido en otros vertebrados. Los patrones preliminarmente identificados indican que:

- Se encuentran muchas más especies en zonas bajas que en alturas (hasta los 500 m) que tiene su razón en la falta de radiación y en las temperaturas más bajas en esta zona. La humedad que es un factor en favor para los anfibios, pero puede ser un factor negativo para muchos reptiles.
- Pasando los 1.000 m, no se encuentran ciertas especies como tortugas, cocodrilos y boides.
- En las zonas entre 1.000 y 2.000 m, todavía se encuentra una alta diversidad en lagartijas y serpientes. Sólo en la Provincia Florida se encuentran más de 48 especies de reptiles (Embert 2002).
- Aunque faltan muchos estudios, parece ser claro que los bosques de montaña en el CAM fueron poblados mayormente por especies de géneros originarios de llanuras tropicales, como la Amazonia y Bosques Tropicales Secos, y los valles secos de esta zona muestra una gran afinidad a las zonas del Chaco o del Bosque Chiquitano.
- Recién cuando se pasa la zona de los bosques de neblina cambia la composición de los reptiles. Estas zonas altas se encuentran dominadas por especies del género *Liolaemus*, lagartijas de origen andino, y de pocas víboras de los géneros *Tachymenis*, *Liophis* y *Bothrops*.

3.4.4.3. Endemismo

Todavía no se sabe mucho sobre la tasa de endemismo de reptiles en la zona del CAM; sin embargo, se conocen algunas especies endémicas de serpientes y lagartijas por ejemplo *Dipsas chaparensis* (Reynolds & Foster 1992) *Bothrops jonathani* (Harvey 1994), *Apostolepis multicincta* (Harvey 1999), *Atractus bocki* (Werner 1909), *Atractus boettgeri* (Boulenger 1896), *Oxyrhopus* sp. nov. (Embert *et al.*, en revisión), *Echivanthera* sp. nov. (Embert *et al.*, en prep.), *Tomodon* sp. nov. (Muñoz & Harvey, en revisión), *Cnemidophorus vittatus* (Boulenger 1902), *Ameiva vittata* (Boulenger 1902) y *Amphisbaena cegei* (Montero *et al.* 1997).

Las zonas con mayor endemismo, en los reptiles, parecen ser los valles. Una explicación histórica para este fenómeno está dado en Ibisch & Böhme (1993), indicando que el resultado de la orogénesis de los Andes y la pérdida y recuperación de hábitat durante las épocas de hielo, causó que algunas poblaciones quedaran aisladas y evolucionaran separadas de las otras poblaciones, creando así nuevas especies. Pero también, en los bosques húmedos, rodeando estos valles, se encuentran frecuentemente especies nuevas y aparentemente endémicas. Muchas especies de los valles secos muestran diferencias en la pholidosis o tamaño total (Embert 2002), que puede tener su origen en muchas razones, probablemente se trata de otras especies, que ya están aisladas tanto tiempo de los especímenes de las llanuras y han desarrollado diferencias, pero todavía son fértiles con los especímenes de las llanuras (subespecies), o que también se trata de una adaptación a otro clima, que hasta la fecha no se puede explicar. Sin embargo la zona de CAM representa la mayoría de las especies de reptiles endémicos registrados para Bolivia.

3.4.5. Aves

S. Kreft

3.4.5.1. Patrones espaciales de diversidad

La lista más reciente de aves para el territorio boliviano abarca 1.398 especies (Hennessey *et al.* 2003) y datos aún no publicados mencionan por lo menos 1.400 especies. Realizando una estimación prudente, se podría calcular que poblaciones de un 70% o más de la avifauna del país contribuyen a la riqueza de especies en el CAM. Algunos datos ya existentes sugieren que esto no sea una aproximación exagerada, por ejemplo, Clark & Sagot (1996) registraron 830 especies sólo para el Parque Nacional Amboró; y en el extremo norte del CAM Remsen & Parker (1995) han estimado que, el Parque Nacional Madidi tiene una diversidad más alta aún, con 1.088 especies.

Por otro lado, en una comparación interecorregional para Bolivia, se observa que “las aves tienen su centro de diversidad en los Bosques Amazónicos Preandinos y la Faja Subandina (=Bosques Amazónicos Subandinos), cada una de estas regiones con 47-54% del total de las especies bolivianas consideradas [...]. Los Yungas son relativamente menos importantes. Regiones más áridas y más altas, son mucho menos ricas en especies.” (Ibisch *et al.* 2003)¹⁵.

¹⁵“Fueron utilizadas la base de datos de Parker *et al.* (1996), la lista de Arribas *et al.* (1995) y varias listas de regiones específicas para redistribuir las especies en las ecorregiones definidas” (Ibisch *et al.* 2003). La base para los cálculos fueron las 1.358 especies abarcadas en Arribas *et al.* (1995) y no 1.398 especies, como Ibisch *et al.* (2003) indican.

Haciendo uso de la “base de datos de la distribución de las aves bolivianas compilada por la Asociación Armonía/BirdLife International” y basándose en las “Zonas de Vida” definidas por los autores mencionados anteriormente, Herzog (2003) calcula que “en los cuatro tipos de la puna boliviana [...] habitan alrededor de 240 especies (incluyendo especies acuáticas), o sea, toda la Puna en conjunto presenta menos especies que un sólo sitio de bosque yungueño o amazónico. Tanto en los Valles Secos Interandinos (520 especies) como en la zona del Bosque Tucumano-Boliviano (407) se encuentran menos especies que en los Yungas (596, incluyendo los bosques amazónicos de la Faja Subandina). Fuera de los Andes, los bosques de la Amazonia albergan aproximadamente 740 [...] especies.”

De forma general, Haffer (1990) indica que la diversidad alfa de aves, más alta del continente e incluso del mundo, se encuentra en la zona de transición entre la cordillera de los Andes y el sudoeste de la Amazonia. Por otro lado, el valor biológico de la zona del CAM especialmente de la región de los Yungas, se explica más por sus particularidades locales (alta diversidad beta, alto nivel de endemismo) que por la alta riqueza de especies en un sólo lugar (con diversidad alfa relativamente baja).

“Entre las aves, la mayor diversidad se encuentra en bosques amazónicos de tierras bajas. Sin embargo, si solamente se considera especies que habitan bosques de tierra firme, la diversidad de aves tiene su máximo alrededor de los 800-1.000 m, debido al solapamiento de la avifauna netamente montañosa, y de la avifauna tropical que asciende en la falda andina baja (Rahbek 1997, S. Herzog, datos no publicados)” (Ibisch *et al.* 2003). Stotz *et al.* (1996) y varios otros estudios llegan a resultados similares.

En contraste a bosques montanos húmedos, la riqueza de especies de aves a lo largo del gradiente altitudinal, estudiada para dos valles interandinos adyacentes en el CAM (cuenca del río Cotacajes) resulta en un patrón “jorobado”¹⁶ (Kessler *et al.* 2001): En el transecto entre 1.600 m y 3.500 m (con un vacío entre 2.150 m y 2.600 m existe un máximo de riqueza alrededor de 2.500 m). En el otro transecto, entre 2.500 m y 3.800 m, el máximo se encuentra cerca de 3.000 m. La posición altitudinal de los máximos, probablemente, se debe a una combinación de múltiples factores, más que todo a la intensidad del impacto humano y la complejidad de la vegetación natural en los diferentes pisos altitudinales (en correlación negativa y positiva, respectivamente, con la riqueza de especies).

El *turnover* de la avifauna a lo largo del gradiente altitudinal, resulta en una diferenciación en comunidades de aves bastante distintas, distribuyéndose en zonas altitudinales que principalmente caen en las categorías de las subcorregiones definidas para el CAM: La diferencia más obvia existe entre, la comunidad de aves del piso montano (Yungas) y la comunidad amazónica (Bosques Amazónicos Preandinos; incluso hay un cierto número de especies que habitan esta zona exclusivamente, sin ocurrir en la Amazonia central). Los Bosques Amazónicos Subandinos forman una zona de solapamiento de estas dos comunidades muy distintas. Sin embargo, existen especies típicas del piedemonte (“*foothill species*”) cuyos centros de distribución caen en la subcorregión los Bosques Amazónicos Subandinos.

En la actualidad, se observa un proceso antropogénico de aumento de la distribución altitudinal de varias especies. Son especies de hábitats (semi-) abiertos o bordes de bosque, que siguen el desbosque en la cordillera de los Andes, que actualmente, está llegando a los pisos intermedios de los Yungas. En algunos casos son poblaciones amazónicas (p.ej., *Ramphocelus carbo*, *Molothrus oryzivorus*), en otros son poblaciones que se originan en los Valles o en el Páramo yungueño (p.ej., *Muscisaxicola sp./maculirostris?!*, *Zonotrichia capensis*) y que

¹⁶ Este estudio también considera helechos (Pteridophyta) y bromelias (Bromeliaceae) y encuentra patrones muy diferentes.

están involucradas en estas colonizaciones de las altitudes medianas (S. Kreft, datos no publicados). Además, se observan colonizaciones por individuos cuyo origen aún no es posible de determinar; podrían llegar de arriba o de abajo (p.ej., *Notiochelidon cyanoleuca*, *Troglodytes aedon*, *Thraupis sayaca*, *Sicalis flaveola*).

3.4.5.2. Relaciones biogeográficas y endemismo

Existen algunos aspectos biogeográficos importantes que influyen sobre la distribución de las especies. El análisis siguiente se concentrará en patrones biogeográficos importantes de las especies de hábitat boscosos, considerando especies de hábitat abiertos, solamente donde parece oportuno.

Aspectos latitudinales

El área del CAM es la región tropical húmeda ubicada más al sur del continente. Esto y su posición céntrica en el continente condicionan que la avifauna regional sea un producto de diversas influencias biogeográficas (ver también abajo “aspectos altitudinales”). Las más importantes son presentadas en lo siguiente:

La distribución de muchas especies con distribución amazónica tanto como andina termina dentro del área del CAM. Por ejemplo, considerando solamente la provincia Ichilo en el departamento de Santa Cruz, Remsen *et al.* (1987) identifican un sorprendente número de aproximadamente 150 especies amazónicas, cuyos rangos llegan a su límite de distribución sureño (Remsen & Traylor en 1989 presentaron una lista de aves de Bolivia con aún sólo 1.274 especies). De manera similar, las especies de aves de los bosques húmedos en su mayoría tampoco llegan más allá de esta latitud (Fjeldså & Mayer 1996¹⁷). Situada aún un poco más al sur, la región del “codo de los Andes” coincide con la distribución extrema sureña de algunas especies montanas (p.ej., la ratona *Henicorhina leucophrys*, Troglodytidae, *Myioborus melanocephalus*, Parulidae). Los rangos de muchas especies, principalmente las yungueñas, llegan a su distribución extrema sureña en algún otro punto situado más al noroeste, pero aún dentro del CAM. Además de la región del “codo de los Andes,” los Yungas de La Paz y el Chapare son especialmente importantes como límites de distribución latitudinal.

De forma complementaria, hay varias especies tropicales y subtropicales cuyo centro de distribución está ubicado más al sur o al oeste, pero que también ocurren en la zona del CAM. La mayoría de las especies que representan este tipo biogeográfico, son especies de hábitat abiertos o semi-abiertos, más que todo en los Bosques Amazónicos Preandinos/Subandinos (y/o en los Valles, ver abajo; p.ej., el cuervo *Cyanocorax cyanomelas*).

Aunque parezca menos espectacular, es interesante tomar en cuenta que la propia vertiente amazónica de la Cordillera Oriental también forma un límite para un sinnúmero de especies, éstas llegan hasta una cierta altitud en esta vertiente, no ocurriendo en la vertiente opuesta, ya que allí, en los Valles, la Puna y el Bosque Tucumano-Boliviano, el régimen climato-ecológico es bastante hasta completamente diferente.

¹⁷ Sus amplios trabajos avifaunísticos en los bosques andinos húmedos en el Departamento de Chuquisaca, confirman la importancia biogeográfica de esta zona: “Despite the presence of humid forest on many mountain scarps in southern Bolivia and northern Argentina, most Andean cloud-forest [species] have their southern limit south of the Siberia watershed near the Cochabamba/Santa Cruz border in central Bolivia.” Sin embargo, relativan este patrón (sin desvalidarlo), descubriendo poblaciones de 20 especies en los bosques andinos húmedos de Chuquisaca.

Para varias especies amazónicas (p.ej., *Chlorophanes spiza*) tanto como especies andinas (*Euphonia cyanocephala*), existen relaciones biogeográficas también con el sureste de Brasil. Un caso biogeográfico especial y muy interesante parece la cotinga (Cotingidae) *Phibalura flavirostris*: Mientras *P. f. flavirostris* habita un rango relativamente amplio en el sureste de Brasil, al oeste llegando hasta el oriente de Paraguay, también existe una población muy pequeña de *Phibalura* en el Departamento de La Paz. Esta población recientemente fue redescubierta después de 98 años sin registros (Hennessey 2002, Bromfield *et al.* 2004), siendo una nueva especie nueva y endémica de Bolivia.

Una categoría de relación biogeográfica se refiere al grupo de especies con rangos amplios, que se extienden hacia el norte, como al sur del CAM, donde el CAM no forma un límite de distribución (p.ej., la ratona *Troglodytes aedon*, *T. melancholicus*). De manera similar, existen varias especies que están distribuidas a lo largo de los Andes sin que el Codo de los Andes forme un límite de distribución. Muchas veces son especies de los bosques montano húmedo que muestran exigencias ecológicas algo menos angostas y así logran ocupar los hábitats algo más disjuntos que son disponibles en las partes sur de los departamentos Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija, algunos llegando hasta Argentina (p.ej., el hornero *Synallaxis azarae*, la ratona *Troglodytes solstitialis*).

Otro tipo biogeográfico es la distribución circum-amazónica (Remsen *et al.* 1991): Especies (o la combinación de taxa estrechamente relacionados) con este patrón distribucional ocurren alrededor de, pero evitando la Amazonia central. Los rangos que ocupan son disyuntos, el piedemonte de los Andes, las tierras bajas en el sur central y el sureste de Brasil, la región de los tepuís, la cordillera marítima de Venezuela, o al menos algunos de ellos. Existe un número considerable de ejemplos entre los Passeriformes (p.ej., el atrapamoscas *Platyrinchus mystaceus*; Remsen *et al.* 1991).

Finalmente, existen especies que exclusivamente viven en el CAM (especies endémicas para el CAM, ver abajo). En el análisis siguiente se brinda información interesante analizando algunos patrones de endemismo, aunque en la próxima sección se presenta un análisis específico con otro método, basado en un método de extrapolación de rangos de distribución. En este sentido, los puntos a continuación brindan un análisis complementario.

Son 11 especies endémicas para el CAM, la mayoría son especies de los Yungas: *Aglaeactis pamela*, *Schizoeaca harterti*, *Simoxenops striatus*, *Grallaria erythrotis*, *Phyllomyias* sp. nov., *Phibalura boliviana*, *Atlapetes rufinucha*. De ellas, *S. striatus* y *Phyllomyias* sp. nov., con la parte inferior de sus rangos llegan a los Bosques Amazónicos Subandinos. *Myrmotherula grisea* es una especie de los Bosques Amazónicos Subandinos y Preandinos (Hennessey *et al.* 2003).

Finalmente, *Asthenes berlepschi* (Mayer 1995, Sagot 1998); *Cranioleuca henricae* (Maijer & Fjeldså 1997) y *Cnemotriccus* sp. nov. (Herzog *et al.* 1999) son especies endémicas de los Valles del CAM (Herzog & Kessler 2002).

Sin embargo, el CAM es una región no enteramente definida por parámetros bio-ecológicos, ya que la frontera con Perú forma su límite noroeste. Para obtener una idea de la integridad biogeográfica del CAM, es interesante comparar sus especies endémicas con las especies de rango restringido en la vertiente oriental de la cordillera oriental de los Andes del sureste de Perú y el oeste de Bolivia¹⁸ (esencialmente el Corredor Vilcabamba-Ambo-ró, *sensu* Conservación Internacional). Analizando la distribución de estas especies, Stattersfield *et al.* (1998) llegan a la delimitación de dos áreas en forma de franjas, con sus partes bolivianas esencialmente representando el CAM: El Área Endémica de Aves (AEA) 054 “*Bolivian and Peruvian lower Yungas*” está centrada en los Bosques Amazónicos Subandinos (con algunas especies llegando hasta las partes inferiores de la subcorregión Yungas), mientras AEA 055 “*Bolivian and Peruvian upper Yungas*” representa los Yungas propios. Además, el AEA 056 “*High Andes of Bolivia and Argentina*” con su periferia noreste solapa con la periferia superior ex-

trema de Yungas (también en un área pequeña en Perú). Se toma esta última área en consideración aquí, ya que justamente en esta franja angosta de solapamiento se concentran varias especies de rango restringido.

Entonces, ese estudio reconoce 26 especies de rango restringido, compartidas por ambos países¹⁹, además de seis que solamente ocurren en territorio boliviano²⁰ y siete exclusivamente distribuidas en Perú²¹.

Llama la atención, primeramente que, Bolivia y Perú tienen prácticamente el mismo número de especies endémicas en la vertiente oriental de la cordillera oriental de los Andes (6 vs. 7). Segundo, estos números son bajos en comparación con el número de especies compartidas entre ambos países (6/7 vs. 26) que están restringidas a dicha zona. Se hace obvio que **la frontera entre Perú y Bolivia biogeográficamente divide los “Yungas”** (*sensu* Stattersfield *et al.* 1998) **aproximadamente en su mitad**, dejando dos partes equivalentes, pero con la gran mayoría de las especies endémicas (y de otras relaciones biogeográficas) compartidas entre las dos. La conclusión principal, resalta la importancia de coordinar los esfuerzos conservacionistas que se dirigen al CAM con las actividades complementarias al otro lado de la frontera (en Perú). Sólo así, habrá logros a largo plazo en la conservación de esta región.

¹⁸ Mientras el endemismo para el CAM sigue una definición compuesta por criterios bio-ecológicos tanto como administrativos, las especies “endémicas” del estudio de Stattersfield *et al.* (1998), en realidad no muestran alguna restricción a una cierta área (lo cual sería el criterio de endemismo por definición), sino se basa en la decisión arbitraria de considerar como especies de rango restringido cuyos rangos no llegan a los 50.000 km². Una AEA consiste de las áreas sobrepuestas de las especies de rango restringido locales. Sin embargo, las especies cuyos rangos definen una AEA normalmente tienen al menos algunas exigencias ecológicas importantes en común, resultando así en un área ecológicamente homogénea.

Aunque sean dos conceptos diferentes de “endemismo”, sirven en el contexto de esta comparación. Esto ya se muestra en el hecho que todas las especies endémicas para el CAM también serían “endémicas” *sensu* Stattersfield *et al.* (1998). Se basan en listas avifaunísticas separadas por 6-7 años. A pesar que se hayan descubierto nuevas especies en la parte peruana de las AEA 054-056 desde 1998, es poco probable que estas, igual que otros avances, cambien el patrón general.

¹⁹ AEA 054:10 especies: *Pauxi unicornis*, *Thamnophilus aroyae*, *Terenura sharpei*, *Grallaria albigula*, *Pseudotriccus simplex*, *Zimmerius bolivianus*, *Myiophobus inornatus*, *Chiroxiphia boliviana*, *Creurgops dentata*, *Tangara argyrofenges*; AEA 055:11 especies: *Odontophorus balliviani*, *Hapalopsittaca melanotis*, *Metallura aeneocauda*, *Andigena cucullata*, *Cranioleuca albiceps*, *Scytalopus schulenbergi*, *Myiotheretes fusciorufus*, *Lipaugus uropygialis*, *Hemispingus calophrys*, *Iridosornis jelskii*, *Diglossa carbonaria*; AEA 056:5 especies:

Chalcostigma olivaceum, *Cinclodes aricomae*, *Asthenes urubambensis*, *Asthenes maculicauda*, *Anairetes alpinus* (quizás más *Upucerthia harterti*, *Lophospingus griseocristatus*, *Idiopsar brachyurus*, *Poospiza boliviana*, *Saltator rufiventris* que posiblemente con la periferia de sus rangos lleguen al CAM). (La lista de Hennessey *et al.* (2003) incluye 5 especies más que ahora formarían parte de las especies de rango restringido, compartidas por ambos países: *Otus marshalli*, *Heliodoxa branickii*, *Zimmerius cinereicapilla* (054), *Nothoprocta taczanowskii*, *Schizoeaca helleri* (055).)

²⁰ Estas (*Aglaeactis pamela*, *Asthenes berlepschi*, *Schizoeaca harterti*, *Simoxenops striatus*, *Myrmotherula grisea*, *Grallaria erythrotis*) son idénticas con especies endémicas bolivianas mencionadas arriba; una, *Hemitriccus spodiops*, fue descubierta recientemente también en Perú, y por consecuencia ahora ya no es endémica para Bolivia. De las 11 especies endémicas mencionadas, tres especies (*Cranioleuca henricae*, *Phyllomyias* sp. nov., *Cnemotriccus* sp. nov.) fueron descubiertas recientemente; y dos (*Phibalura boliviana*, *Atlapetes rufinucha*) son taxa endémicas ahora elevados a nivel de especies.

²¹ *Tinamus osgoodi*, *Phlogophilus harterti*, *Cranioleuca marcapatae*, *Grallaria erythroleuca*, *Thryothorus eisenmanni*, *Hemispingus parodii*, *Iridosornis reinhardti*, *Schizoeaca helleri* y *Tangara meyerdeschauenseei* (el último estando listado para un área aislada que no pertenece a ninguna de las 3 AEA, pero que, sin embargo, queda en la vecindad directa de 054 y 055) fueron descubiertas también en Bolivia, así que ya no son endémicas para Perú. Posiblemente se hayan descubierto nuevas especies en la parte peruana de las AEA consideradas aquí, pero es poco probable que cambien el patrón general.

Resumiendo esta pantalla general de las relaciones biogeográficas de la avifauna muy diversa del CAM, es importante reconocer que **la gran mayoría de sus especies, al menos en un trecho de su límite de distribución, ocurre en el área del CAM**. Posiblemente, en la combinación de los aspectos alta diversidad, ubicación no periférica en el continente y ubicación periférica en la zona tropical, se trata de una situación especial o tal vez única en el Neotrópico. Esta conclusión tiene implicaciones muy importantes para la importancia del área en el contexto del cambio climático (comparar 3.5.2.d, 3.5.6.)

Hasta este punto no se ha considerado la avifauna de los Valles abarcados en el CAM. Estos valles albergan comunidades bastante distintas, no solamente en comparación con los bosques húmedos que los rodean, sino también entre sí (Herzog & Kessler 2002). Se interpreta que varias especies de los bosques húmedos logren colonizar los valles interandinos (Perry *et al.* 1997).

Las especies típicas de bosque seco en los valles norteños (entonces, en el CAM) *altos* son en muchos casos las mismas que en los Valles sureños (fuera del CAM). Tal vez sorprenda a primera vista que el porcentaje de especies típicas de bosque seco compartidas entre los Valles norteños *bajos* y los Valles sureños es relativamente pequeño²².

Aspectos altitudinales

Principalmente, hay que diferenciar entre la avifauna de la tierra baja y la avifauna montana (ver también textos anteriores y posteriores).

“Muchas aves amazónicas se caracterizan por tener una distribución amplia en gran parte de la Amazonia a nivel continental. Las especies yungueñas, por otro lado, generalmente tienen una distribución estrecha a lo largo de angostas bandas altitudinales” (Herzog 2003).

De hecho, las comunidades de aves amazónicas y andinas son bastante distintas. Pese a que la avifauna andina se origina de especies amazónicas y, por la formación reciente de los Andes en escalas temporales geológicas, existen pocas especies sin parientes cercanos en las tierras bajas adyacentes, este período bastante breve, ha alcanzado para la evolución de una muy alta riqueza de especies endémicas para los Andes (Fjeldså & Krabbe 1990). Actualmente, en términos de evolución y diversificación, la comunidad andina de aves sigue extraordinariamente dinámica. Los Andes propios funcionan como fuente de colonización para otras regiones (Tepuis de Venezuela; Mata Atlántica: Sick 1985).

Generalmente, el grado de endemismo en la avifauna neotropical (además que en otros grupos orgánicos) crece con la altitud (Graves 1985, 1988). La distribución de las especies endémicas (ver arriba) sobre las subregiones Bosques Preandinos Amazónicos, Bosques Subandinos Amazónicos y Yungas cabe en este patrón general.

“Prácticamente en todos los casos estudiados hasta el presente, el máximo porcentaje de endemismo se encuentra a elevaciones mayores que el máximo de diversidad. Esto también ha sido documentado para aves (Graves 1985, Kessler *et al.* 2001). Lo que significa, que a nivel local, en los Andes, puede haber una cierta discrepancia entre las localidades prioritarias para la conservación de la mayor diversidad y las de mayor endemismo (p.ej.

²² Esto se explica por sus diferentes modos de colonización: Mientras los Valles norteños altos fueron colonizados por especies del Chaco a través de los Valles sureños, los Valles norteños bajos fueron colonizados desde la Amazonia en la época pleistocénica, cuando bosque seco semi-deciduo la había invadido (Herzog & Kessler 2002).

Kessler *et al.* 2001). Lo mismo ha sido documentado para aves a lo largo de la línea de bosques en la vertiente oriental de los Andes, desde el Ecuador hasta Bolivia (M. Kessler, com. pers.). Por lo tanto, las estrategias de conservación, deben tener en cuenta este posible problema” (Ibisch *et al.* 2003).

Las especies de rango restringido, sin embargo, se distribuyen de manera uniforme sobre las AEA 054 y 055. Sería necesario dedicar a estas cuestiones un análisis más detallado y con mayor resolución espacial. La distribución de la avifauna a lo largo de la gradiente altitudinal en dos valles interandinos adyacentes en el CAM (cuena del río Cotacajes) sigue un patrón similar de endemismo²³ (Kessler *et al.* 2001). Las condiciones climato-ecológicas y con ellas los resultados biogeográficos en la zona estudiada pueden ser consideradas representativos para los valles secos del CAM; sin embargo, estas condiciones son muy diferentes en las partes húmedas, que forman la mayoría del CAM, requiriendo estudios adicionales.

3.4.6. Mamíferos

N. Araujo & H. Gómez

3.4.6.1. Estado de conocimiento

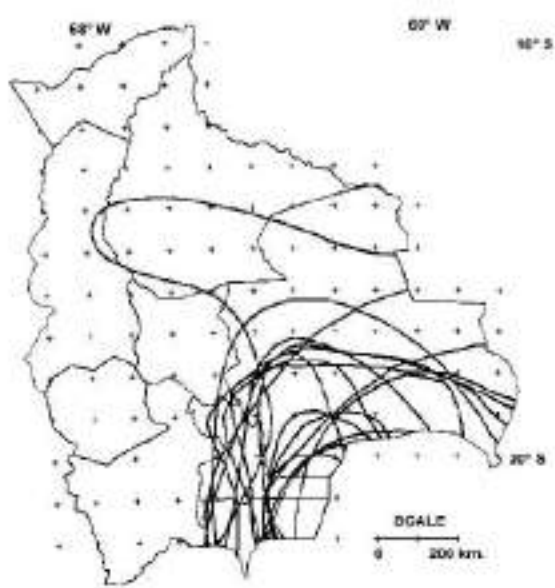
Los estudios sobre mamíferos para el CAM, se encuentran bastante dispersos y en su mayoría no publicados. Por otro lado de 86 estudios compilados para el área, 50 son listas e inventarios, 26 se refieren a temas de “biología y ecología” y el resto habla de “usos y amenazas” a las especies (Araujo 2000). Sin embargo, recientemente, los registros de nuevas especies y los estudios mismos se han ido alejando de los sitios de colecta típicos (camino y centros poblados) hacia lugares con menor accesibilidad, lo que ha incrementado el número de especies y ampliado los registros de distribución de otras (Salazar *et al.* 2002)

Anderson (1997) hace la contribución más importante para mamíferos de Bolivia, publicando datos sobre distribución y taxonomía; desde entonces, se han descrito nuevas taxa, se han hecho nuevos registros de distribución en y para Bolivia, y han ocurrido cambios taxonómicos (Salazar *et al.* 2003). Los estudios en el CAM se concentran hacia áreas protegidas, teniendo nuevamente como en los otros grupos, mayor intensidad en la zona de las áreas protegidas Amboró y Madidi. Los mamíferos medianos y grandes son los mejores documentados, y especies pequeñas son prácticamente desconocidas.

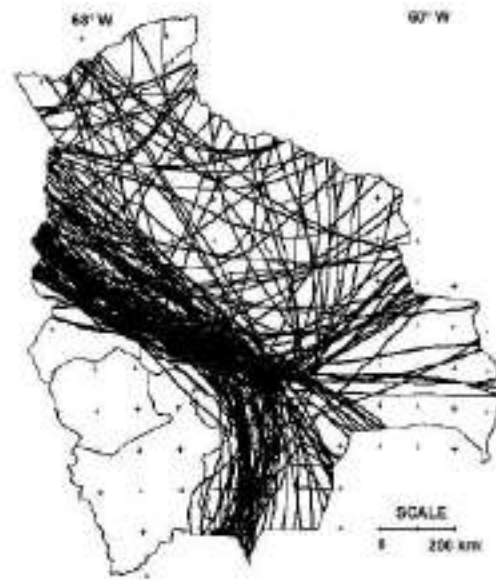
3.4.6.2. Patrones espaciales de distribución y diversidad

Los patrones de distribución y diversidad son variables en los diferentes grupos de mamíferos, especialmente en especies pequeñas, un ejemplo de ello es la variación de la diversidad de roedores que aumenta correlativamente según el incremento altitudinal, alcanzando un punto máximo en la zona de los Yungas, caso contrario sucede con los quirópteros que aumentan su diversidad hacia las tierras bajas (Anderson, 1997). Un análisis de la distribución y zoogeografía de los murciélagos en Bolivia, mostró que la provincia biogeográfica Acre-Madre de Dios es la que presenta la mayor cantidad de especies, mientras que la provincia de los Yungas presentan un núcleo de especies más abundante en relación a los núcleos amazónicos (Aguirre *et al.* 2003).

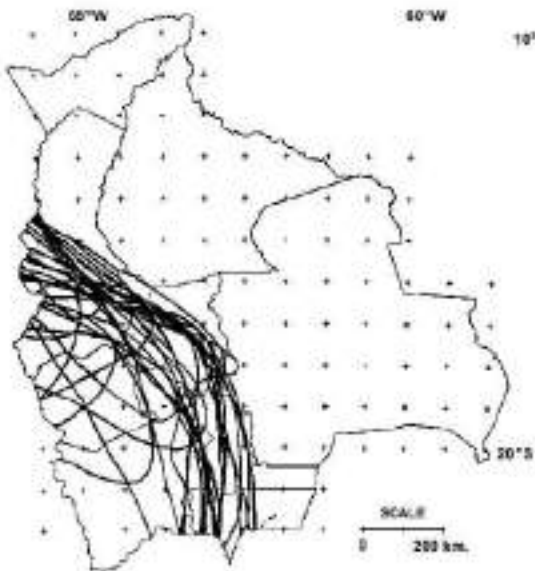
²³ Sin embargo, el mismo análisis para helechos tanto como bromelias resultó en patrones diferentes, tal como patrones “jorobados” u “ondulados”. -Los autores como medida de endemismo utilizan la “rareza de tamaño de área” (*range-size rarity*): el valor invertido promedio del número de celdas de 1° ocupadas por las presuntas áreas naturales, por todas especies registradas.



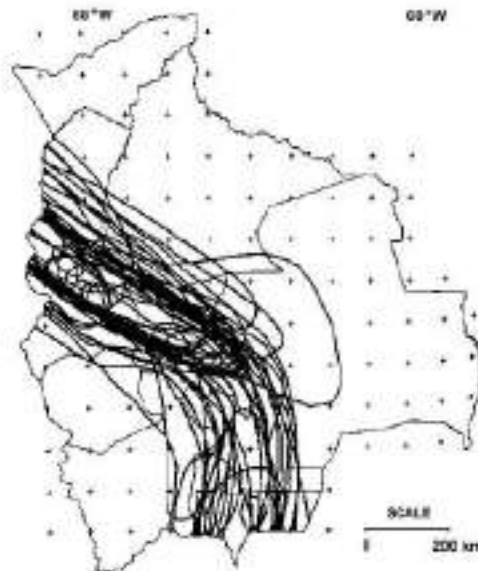
(A) Límites de distribución de especies del Chaco



(B) Límites de distribución de especies de la Amazonia



(C) Límites de distribución de especies del Altiplano



(D) Límites de distribución de especies de Yungas

Fig. 9. Patrones de distribución de mamíferos en Bolivia (modificado según Anderson 1997)

Desde otra perspectiva, analizar los patrones espaciales de distribución a un nivel muy fino sería una tarea casi imposible por el momento, debido principalmente a la ausencia de estudios específicos, y a la falta de sitios de evaluación en diferentes áreas (Salazar *et al.* 2002; Aguirre *et al.* 2003). Sin embargo, Anderson (1997) identificó preliminarmente cuatro zonas básicas de distribución de los mamíferos en Bolivia, en este sentido y después de superponer líneas con rangos de distribución para todas las especies, llegó a la conclusión, de que por lo menos el 76% de las 296 especies analizadas obedecen a alguno de los cuatro patrones propuestos. En la Fig. 9 se puede observar que el patrón (A) especies mayormente chaqueñas, no llegan a tener contacto con la zona del CAM; el patrón (B) conformado por especies amazónicas con rangos de distribución bastante amplios y con límite oeste para una gran parte de las especies hacia la zona del subandino y Yungas; en el patrón (C) se muestran los rangos para la fauna andina, observándose límites de distribución Este bajando a los Yungas, y finalmente, las especies que se enfocan en el patrón (D) presentan una distribución siguiendo la inclinación este de los Andes, muchas especies presentan distribución más restringida, coincidiendo relativamente sus límites con los límites del CAM y extendiendo su distribución hacia el Perú siguiendo la cordillera.

El comportamiento en general de la diversidad de mamíferos tiende a concentrarse en zonas cálidas y normalmente hacia tierras bajas, el bosque Amazónico exhibe la más alta diversidad de especies; en la Fig. 10, se observan algunos patrones de diversidad de la mastofauna, según zonas biogeográficas generalizadas, en este sentido, Anderson (1997) indica que de las 316 especies nativas registradas en Bolivia en aquel entonces, el 36% se distribuye en los bosques de Yungas y el 48% entre los bosques amazónicos del norte y los bosques Sub-tropicales (gradiente entre la zona baja de los Yungas y la llanura). Estudios más recientes de Salazar *et al.* (2003), indican 356 especies de mamíferos para Bolivia, ascendiendo este número a 357 con el descubrimiento de una nueva especie de mono en el Parque Nacional Madidi (Wallace *et al.* 2006), aunque no se han realizado estudios para analizar si la proporción en la distribución se mantiene igual en relación a los resultados de Anderson, es de esperar que el patrón se mantenga relativamente igual, respaldados en que la tasa de descubrimiento de nuevas especies es así.

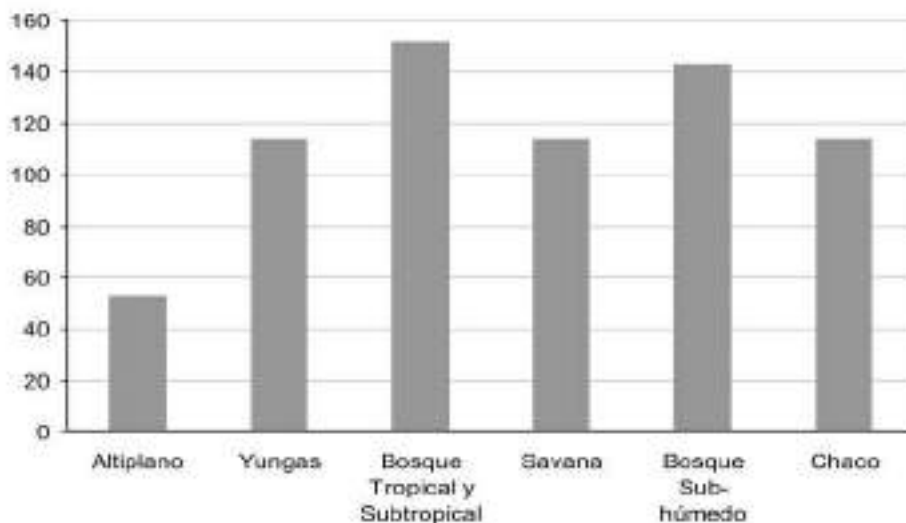


Fig. 10. Zonas de representación para la diversidad de mamíferos, según Anderson (1997)

3.4.6.3. Relaciones biogeográficas y endemismos

La única evaluación completa realizada para un taxa, en cuanto a sus relaciones biogeográfica, fue para el caso de murciélagos (Aguirre *et al.* 2003). Tomando en cuenta la diversidad en distintas zonas biogeográficas (siguiendo la clasificación de Navarro y Maldonado, 2002) la provincia de los Yungas es más similar a la provincia de Bosque Tucumano, y más distinta a la provincia del Acre-Madre de Dios. Por lo que, la composición de la fauna yungueña (por lo menos en el caso de los murciélagos), aunque contiene elementos de los bosques amazónicos, parece tener más relación con la distribución de los bosques montanos mismos.

En el país existen registros de 15 especies endémicas, sin embargo algunas de ellas con determinación taxonómica aún no bien definida (Anderson & Tarifa 1996). Este pequeño número de especies no permite tener una idea clara de los patrones de endemismos para los mamíferos, sin embargo se puede llegar a identificar dos zonas claras de concentración de especies endémicas y con características ecológicas únicas que promueven a la especiación local:

- Zona de transición entre bosques húmedos de Yungas y valles secos en Cochabamba.
- Bosques deciduos transicionales en el centro de Santa Cruz

Las especies endémicas citadas por Anderson & Tarifa (1996), distribuidas en la zona del CAM, se indican a continuación:

- *Marmosops dorothea*, reportada para los bosques húmedos de Yungas (840-2.300 m) y las tierras áridas más bajas del pie de monte de Santa Cruz (250 a 620 m).
- *Callicebus modestus* y *C. olallae*, existen registros sólo para el departamento del Beni, con la localidad tipo en las cercanías de Santa Rosa, con una distribución restringida a los bosques asociados a sabanas y bosques ribereños.
- *Thomasomys ladewi*, conocida para bosques de Yungas, los reportes específicos se sitúan para el valle del Río Unduavi y su tributario el Río Aceramarca, a elevaciones entre 2.500 y 3.240 m.
- *Akodon dayi*, es una especie mejor conocida con relación a su distribución, existen registros para los departamentos de Cochabamba, Santa Cruz, La Paz, Beni y Pando, oscilando entre elevaciones de 160-1.740 m, en bosque de Yungas y bosque de tierras bajas.
- *Akodon siberiae*, los registros de esta especie, están para seis localidades en el bosque montano húmedo y nublado de Siberia entre 1.830 y 3.070 m, próximo a la frontera entre Cochabamba y Santa Cruz.
- *Oxymycterus hucucha*, especie conocida para algunas localidades en el bosque montano húmedo y nublado de Siberia entre 2.650 y 2.960 m, próximo a la frontera entre Cochabamba y Santa Cruz.
- *Chibchanomys* n.sp., registrada en el bosque montano húmedo del Valle del Zongo a 2.160 m. Su status de endemismo para Bolivia necesita ser verificado.
- *Abrocoma boliviensis*, conocida sólo para dos localidades en las cercanías a Comarapa (Dpto. Santa Cruz). El hábitat de una de estas localidades pertenecía a una ladera rocosa, con elevación de 2.310 m.

Los Yungas muestran una mayor concentración de endemismo, sin embargo las especies endémicas, en muchos casos, no sólo se restringen a los Yungas en Bolivia, sino también hacia el Perú, ya que no existen barreras geográficas de importancia que limiten el movimiento de las poblaciones, especialmente para el caso de grandes mamíferos.

En este sentido es posible afirmar que de las 15 especies de roedores y marsupiales endémicas para Bolivia, ocho se distribuyen para la zona de los Yungas. Dos especies de primates tienen una distribución cercana a la cordillera Andina (Salazar-Bravo & Emmons 2003)

De manera general los Yungas funcionan como una especie de refugio para los mamíferos, según Patton *et al.* (1990), la pronunciada variación altitudinal y la intersección vertical con algunos valles han favorecido a la evolución local de pequeños mamíferos; un ejemplo claro de esto es el roedor *Akodon siberiae* que es conocido sólo para el bosque nublado de Siberia.

3.4.6.4. Apuntes sobre movimiento de poblaciones-efectos y necesidades dentro del Corredor

Debido a la falta de información existente, no es posible determinar como suceden los movimientos de las poblaciones de mamíferos en el área del CAM. Apuntes generales, permiten ofrecer algunos datos:

- Especies típicas amazónicas o de tierras bajas podrían realizar movimientos altitudinales, ya que sus rangos de distribución en los últimos años han variado, al ser registrados, a altitudes poco usuales para estas especies. Estos movimientos hacia tierras altas probablemente sean de carácter temporal y sucedan por periodos de inundación, refugio en algunos casos, y búsqueda de alimentos, en otros.

Tabla 23. Límite altitudinal superior para algunas especies típicas de tierras bajas

Especie	Nombre Común	Límite altitudinal superior (m)
<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir o Anta	Hasta los 1.840
<i>Ateles chamek</i>	Mono araña	Hasta los 2.200
<i>Panthera onca</i>	Tigre	Hasta los 2.000
<i>Mazama americana</i>	Huaso	Hasta los 2.000

Fuente: Emmons 1998; Anderson 1997.

- De igual manera se pueden observar movimientos especies andinas hacia tierras bajas, p.ej. se tienen registros sobre el uso de hábitat del oso andino o jucumari (*Tremarctos ornatus*) en el Parque Nacional Amboró a distintos pisos altitudinales desde los 550 m hasta los 3.080 m, teniendo marcada preferencia por las alturas superiores a los 2.000 m (Eulert 1994). Probablemente el jucumari, es una de las especies típicas de “corredores biológicos,” realizando movimientos altitudinales y latitudinales.

Algunas especies utilizan la base de los andes o zonas superiores, como refugio en casos de pérdida de hábitat, perturbación humana, o también, según la disponibilidad de alimentos. En algunos lugares como el Parque Nacional Amboró o Carrasco, especies como el tropero (*Tayassu pecari*) que en décadas anteriores se podían encontrar con relativa facilidad en tierras bajas, actualmente, son muy difíciles de registrar y normalmente se encuentran hacia el interior de los parques, en el piedemonte andino y a alturas superiores a los 800 m. En otro caso, Paisley (2001), al realizar seguimiento de dos osos andinos con radiotelemetría, no registró señal por 3 meses, lo que podría hacer pensar que “bajaron” hacia lugares donde la abundancia de otros recursos (como

palmito) estaba disponible en ese tiempo. En otro caso, los rangos de hogar amplios de los troperos (Ayala *et al.* 2005) muestran un uso estacional del espacio de acuerdo a la disponibilidad de recursos, que en época de escasez podría provocar movimientos grandes (tipo migración) hacia otras zonas con mayor abundancia.

Aspectos sobre rangos de distribución de diferentes grupos de mamíferos hace que sus mismas necesidades de movimientos locales sean especiales para cada grupo, por ejemplo, pequeños mamíferos como roedores y marsupiales son mucho más sedentarios que otros mamíferos y por ende son más dependientes del hábitat donde prosperan. En el caso de mamíferos grandes se observa una mayor capacidad de movimiento en el sentido de intercambiar hábitats, o cruzar ciertas barreras geográficas e incluso antropogénicas. Por ejemplo, en el caso de Madidi, para los troperos y otros ungulados el pie de monte ha resultado ser un sitio clave, en comparación con otros sitios de tierras bajas, debido a las elevadas abundancia encontradas (Gómez *et al.* 2006).

Los rangos de hogar amplios de los troperos (Ayala *et al.* 2005) muestran un uso estacional del espacio, de acuerdo a la disponibilidad de recursos, que en época de escasez podría provocar movimientos grandes (tipo migración) hacia otras zonas con mayor abundancia.

3.4.7. Patrones de diversidad y endemismo de flora y fauna

C. Nowicki & P.L. Ibisch

Los Andes tropicales sobresalen a nivel mundial por su alta diversidad y endemismo de especies. En Bolivia, el Corredor Amboró-Madidi, forma parte de este centro de diversidad biológica a nivel mundial. En un esfuerzo por elaborar mapas sobre patrones de diversidad y endemismo de especies para Bolivia, realizados con BIOM (Bioclimatic Model for the extrapolation of species ranges and diversity patterns/Sommer *et al.* 2003; Nowicki 2004) para 17 taxa diferentes entre flora y fauna, confirman claramente la importancia del CAM en Bolivia, como una zona clave para la biodiversidad, dada su alta diversidad de especies y sus valores elevados de riqueza de endemismo.

Los resultados de este análisis intensivo de los patrones de distribución de miles de especies, el ensayo de mapeo de biodiversidad más grande realizado hasta el momento, confirma las tendencias cualitativamente descritas en diferentes obras acerca de la distribución de la diversidad biológica de Bolivia (ver p.ej. texto acerca de la flora del CAM). También se pueden ver que los mapas aquí presentados no están sesgados por la falta de conocimiento y colección de especímenes en partes del territorio. Los resultados tampoco reflejan patrones de infraestructura y accesibilidad, sino más bien patrones climatológicos y topográficos, resultados que van conforme con las observaciones y explicaciones de la distribución de la diversidad. También debe considerarse que se trata de mapas de patrones de riqueza de especies y riqueza de endemismo potencial, que no tienen en cuenta el estado actual de conservación, y por lo tanto, tampoco la pérdida de diversidad, en áreas fuertemente intervenidas por el humano.

En términos generales los resultados sobre riqueza absoluta de especies y riqueza de endemismo, considerando diferentes taxa entre flora y fauna, se presentan a continuación.

a) Patrones de riqueza de especies

El análisis de los patrones de la riqueza de especies para Bolivia muestra un desequilibrio marcado en su distribución (mapa 7). Como máximo absoluto de la diversidad emerge la vertiente nor-occidental, que corresponde con el área del Corredor Amboró-Madidi. Con un máximo de 2.825 especies extrapoladas en sólo una celda (2 arc min = 3,6km * 3,6km), los Yungas de La Paz ocupan el primer lugar en cuanto a la riqueza de especies en Bolivia. Hacia el sudeste de la vertiente y hacia al codo de los Andes, baja el promedio de la riqueza de especies

continuamente, pero llega en algunas celdas, como por ejemplo en el Parque Nacional Amboró, todavía hasta 1.800 especies.

El patrón de distribución específico para flora (Fig. 11a) muestra una muy alta diversidad de especies dentro de los límites del CAM. En general, a nivel de Bolivia, sobresalen los Bosques del Subandino y los Yungas por su mayor concentración de especies. Los Yungas de La Paz, en especial, pueden considerarse como el centro de mayor diversidad florística del país. En el patrón general de distribución de la flora, igualmente se observa un gradiente en la riqueza de especies que disminuye hacia el codo de los Andes.

Por otro lado, la riqueza de especies en fauna (Fig. 11b) muestra fuera de los límites del CAM, un patrón diferente al de flora. A nivel de Bolivia, el CAM sigue sobresaliendo por su alta riqueza de especies, especialmente en los Bosques del Subandino y Yungas de La Paz, sin embargo, también se observa una alta concentración de especies fuera de los límites del CAM, en el área de transición entre los Llanos de Moxos, Bosques Amazónicos del Mamoré y el Cerrado Beniano.

b) Patrones de riqueza de endemismo

El desequilibrio en la distribución de especies se nota aun más en relación al endemismo (mapeado como riqueza de endemismo/mapa 8). Los valores máximos se encuentran otra vez en la vertiente nor-occidental de los Andes. Zonas de más alta riqueza de endemismo son la Cordillera de Cotapata, situada en los Yungas de La Paz, el Chapare en el departamento de Cochabamba y La Siberia, entre los departamentos Cochabamba y Santa Cruz. Este mismo patrón, se puede observar para el caso de flora (Fig. 11c) al analizar los patrones de riqueza de endemismo para flora y fauna por separado.

Los patrones de riqueza de endemismo en Bolivia para fauna (Fig. 11d), presentan valores altos en toda el área del CAM, gran parte de la Amazonia, los Valles Secos Interandinos, y el Bosque Tucumano-Boliviano. Sin embargo, los centros de mayor riqueza de endemismo en Bolivia se ubican en el CAM, en los Yungas entre Apolobamba y Madidi; la Cordillera de Cotapata, situada en los Yungas de La Paz, y la zona Altamachi en el Departamento de Cochabamba.

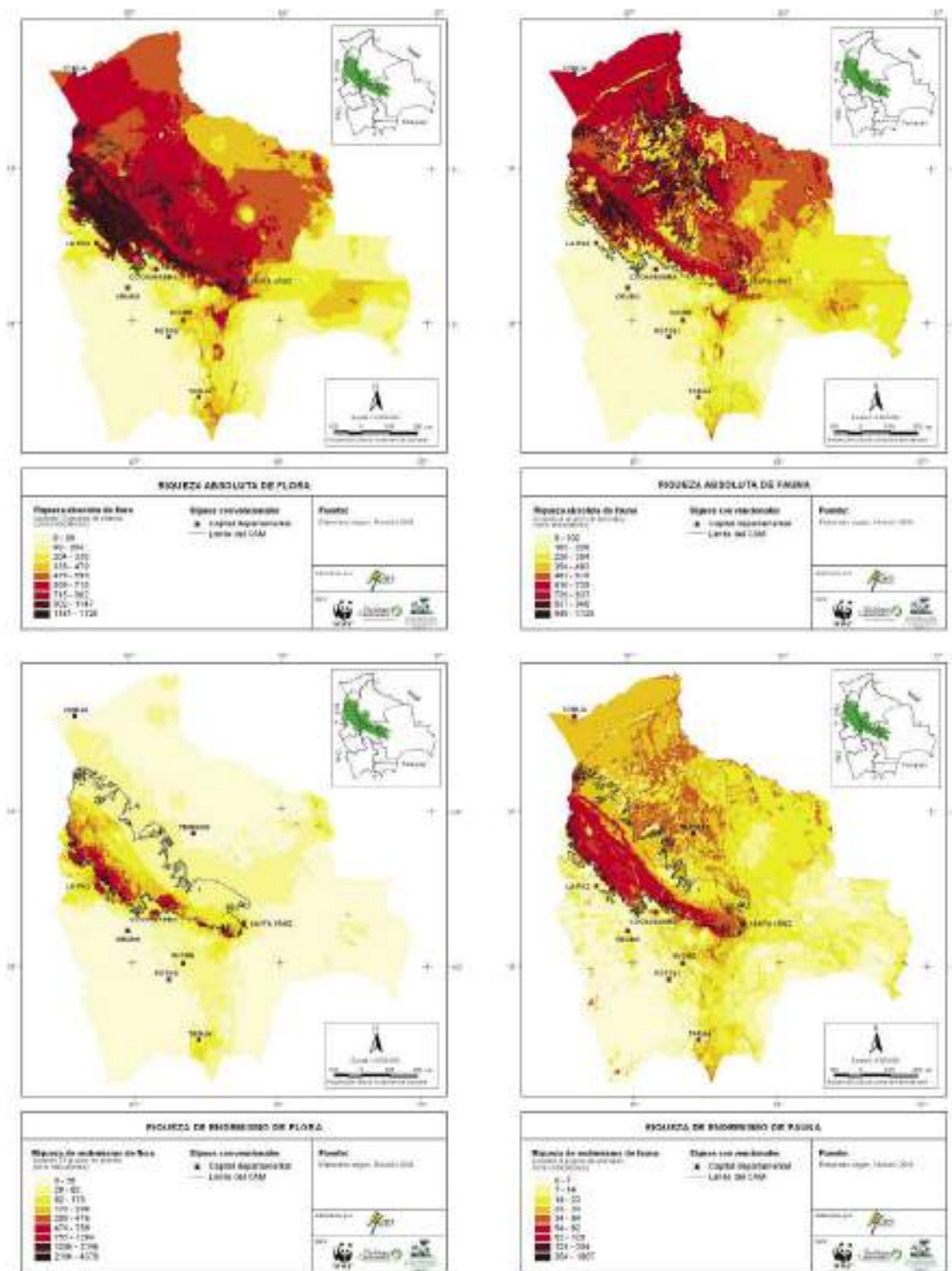
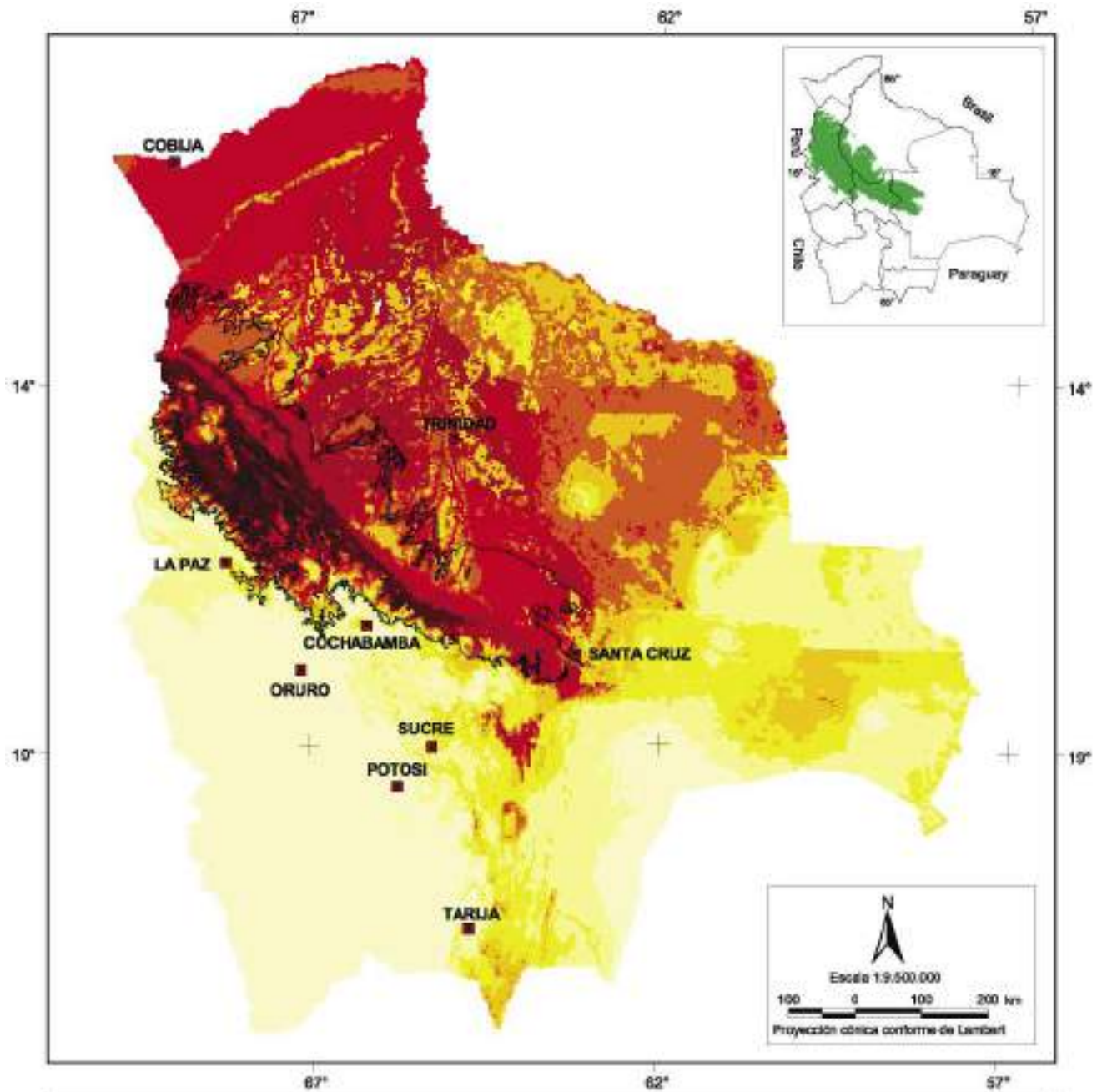
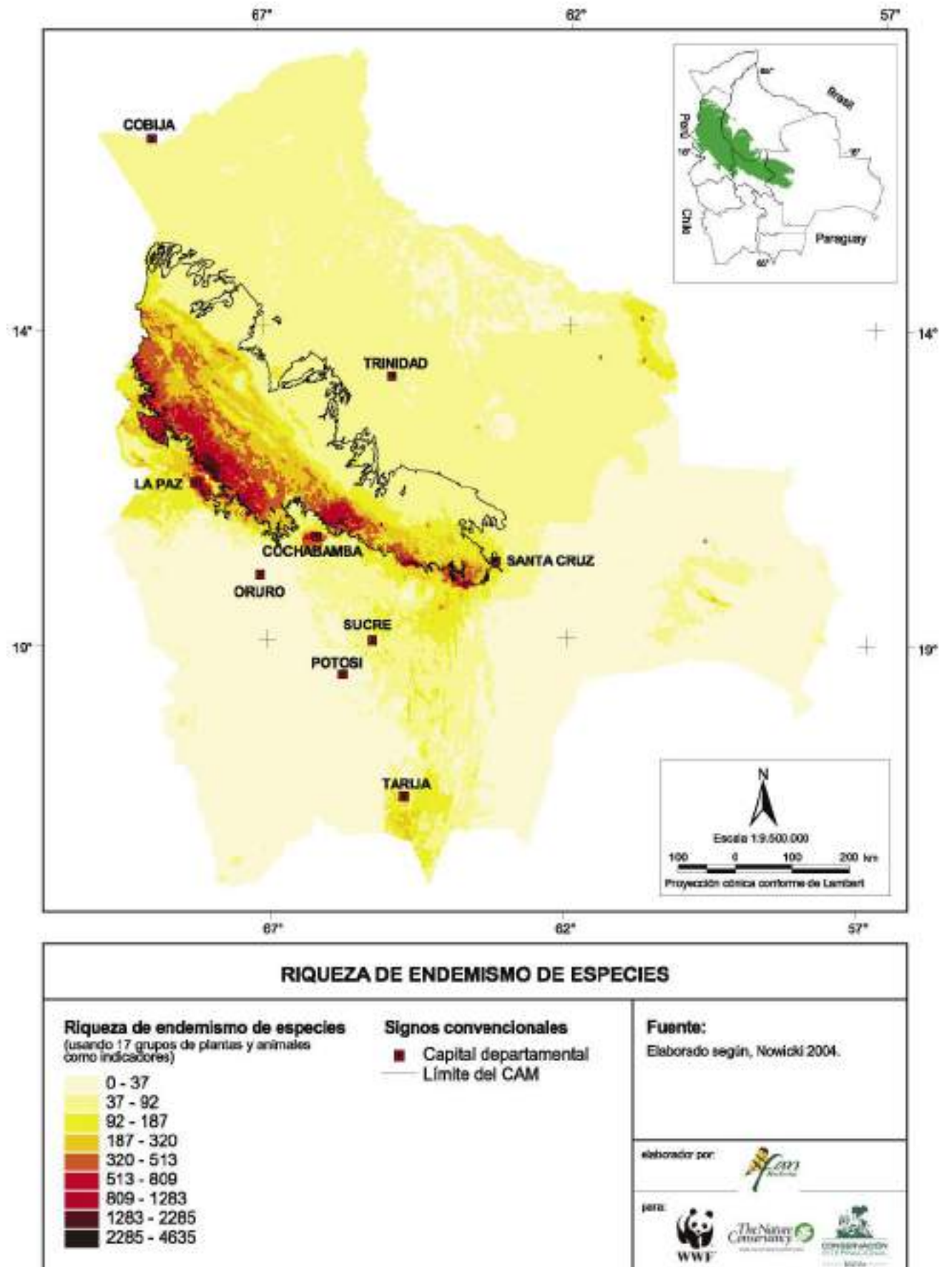


Fig. 11: Patrones de riqueza de especies y riqueza de endemismo para flora y fauna
a) riqueza de flora, b) riqueza de fauna, c) riqueza de endemismo de flora y d) riqueza de endemismo de fauna



RIQUEZA ABSOLUTA DE ESPECIES		
<p>Riqueza absoluta de especies (usando 17 grupos de plantas y animales como indicadores)</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 - 242 242 - 503 504 - 768 769 - 1005 1006 - 1202 1203 - 1419 1420 - 1709 1710 - 2049 2050 - 2825 	<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capital departamental — Límite del CAM 	<p>Fuente: Elaborado según, Nowicki 2004.</p>
<p>elaborador por: </p>		
<p>para: </p>		

Mapa 7



Mapa 8

3.5. Las funciones y procesos bio-ecológicos, funcionalidad y servicios

P.L. Ibisch & S. Kreft

Definiciones modernas y completas sobre biodiversidad reconocen que ésta misma representa toda la variabilidad de sistemas biológicos en sus diferentes niveles jerárquicos. A nivel de los ecosistemas, la biodiversidad incluye, también, las interacciones entre diferentes especies (Pearce & Moran 1994), y siendo consecuente, también abarca las interacciones entre ecosistemas. Estas interacciones son parte de un sistema de procesos dinámicos que llevan, tanto a patrones de biodiversidad observables (tales como riqueza de especies, endemismo) como a cambios de los mismos sistemas biológicos de muy alta relevancia para la conservación.

Los enfoques tradicionales de planificación de conservación se caracterizan por enfocarse fuertemente en los patrones y estructuras actualmente observables llevando a conceptos bastante estáticos. En el marco de los esfuerzos por desarrollar una metodología de planificación ecorregional en Bolivia (comparar Ibisch *et al.* 2003, Ibisch & Araujo 2003 Ibisch & Nowicki 2004) se ha tratado de enfatizar cada vez más el aspecto de los procesos bio-ecológicos relacionados con los ecosistemas funcionales. Al mismo tiempo, la investigación de los aspectos de la funcionalidad de la biodiversidad, a nivel mundial, ha avanzado permanentemente. Por lo tanto, es la primera vez que, se analiza de manera detallada el tema de los procesos y funciones para llegar a un concepto de conservación funcional en una región boliviana. Obviamente, la diversidad de procesos y el conocimiento reducido acerca de muchos de ellos, limita el nivel del análisis; sin embargo, se presentan aspectos importantes que tienen consecuencias relevantes para las estrategias de conservación.

Antes de describir algunas funciones y procesos bio-ecológicos del CAM, es necesario explicar más a fondo los conceptos y términos básicos y el estado de conocimiento científico, para destacar mejor la gran importancia del tema. Estas nuevas perspectivas -crearán- necesariamente cambios fundamentales en las estrategias de conservación.

Podríamos definir **procesos bio-ecológicos** como cualquier cambio del estado de la biodiversidad o del medio ambiente como consecuencia de una interacción entre dos o más elementos de la biodiversidad, en cualquier nivel jerárquico.

Los procesos dentro de una especie que promueven su evolución -sin contar los efectos de otras especies o del medio ambiente- serían los **procesos** netamente **biológicos**.

La interacción de individuos de organismos a nivel de genomas, generalmente, lleva a **procesos evolutivos**.

Los procesos que implican la interacción de dos o más especies o de una especie con factores abióticos, serían los **procesos ecológicos**. Claramente, los procesos ecológicos pueden tener consecuencias evolutivas, como p.ej., el efecto de un depredador en su presa o de un polinizador en una especie de planta ejecutando una presión selectiva.

Los **procesos biogeográficos** -p.ej., colonización, migración, desplazamiento/ampliación de rangos de especies, conjuntamente con procesos evolutivos como especiación y extinción, llevan a cambios temporales o definitivos de las comunidades biológicas y, por lo tanto, interacciones de especies coexistentes en ciertas dimensiones de tiempo y espacio.

Aparte de los procesos que involucran elementos de la biodiversidad, hay **procesos geofísicos** que causan cambios en el clima, la hidrológica, la geomorfología, la geología, la topografía, etc. Estos procesos geofísicos son los motores más fuertes del cambio en la biodiversidad. En el momento en que la biodiversidad, en un sentido contrario, también afecte y/o cambie los procesos geofísicos, el proceso cambiaría para ser un proceso ecológico.

Cualquier especie está involucrada en procesos bio-ecológicos. Claramente, algunos procesos son más observables y de mayor magnitud que otros, y algunas pocas especies tienen una importancia relativamente alta para procesos de mayor magnitud. Por ejemplo, la introducción de una especie que fija nitrógeno en un ecosistema caracterizado por la escasez de nutrientes tendría una importancia grande para el sistema (Chapin *et al.* 2000).

La mayoría de los procesos ecológicos representan funciones de características de dos o más especies, que no son más que la suma de las funciones de las especies, ya que son especialmente las interacciones entre especies que determinan las características de los ecosistemas (Chapin *et al.* 2000). Interacciones entre especies que pueden impactar al ecosistema, por ejemplo, son el mutualismo, interacciones tróficas y competencia, capaces de modificar el paso del flujo energético o de los nutrientes.

Si los procesos ecológicos son importantes o imprescindibles no solamente para cambiar, sino también para mantener otros elementos de la biodiversidad o mantenerse a sí mismo, podemos hablar entonces de **funciones ecológicas**.

Si en un ecosistema o en un complejo de ecosistemas (meta-ecosistema; comparar Loreau *et al.* 2003²⁴) las funciones están intactas, se puede decir que el sistema es **funcional**. Obviamente, un sistema funcional no es estático, sino más bien la interacción de los diferentes procesos bio-ecológicos, y también los procesos geofísicos, hacen que el sistema cambie su estado. En el contexto de la conservación, la **funcionalidad** de los ecosistemas representa un muy alto valor. Es posible conservar un ecosistema tratando de mantener su estructura, por lo menos, durante un cierto tiempo, pero si cambian o se pierden sus funciones ecológicas, ciertamente, a lo largo, el sistema estará convertido (degradado) en un otro sistema (supuestamente, con menos procesos ecológicos y con una estructura más simple). Tal como una población de una especie es viable solamente si cuenta con un número mínimo de individuos y una diversidad genética mínima. Los ecosistemas son viables únicamente si se mantiene un juego mínimo de funciones ecológicas.

Posiblemente, un ecosistema puede perder unas cuantas especies y unos procesos ecológicos sin, inmediatamente, cambiar su estructura y características. Justamente, esta pregunta es tratada por una subdisciplina reciente y muy activa de la ecología que trata de entender cuánto la funcionalidad de los ecosistemas depende de la cantidad y calidad de la biodiversidad (Loreau 2000, Loreau *et al.* 2001, 2002a,b,c, Naeem *et al.* 2002, Giller *et al.* 2004). Parece que la diversidad de tipos funcionales es importante para las funciones de los ecosistemas, pero sin embargo, es poco probable que cada una de las especies de un ecosistema, especialmente en el caso de los muy diversos, tenga un rol muy importante. Incluso hay taxa muy diversos (también en el área del CAM), como las orquídeas, que son recursos importantes para muy pocas otras especies, cuya eliminación posiblemente no afectaría la funcionalidad del ecosistema en la que viven (Ibisch 2004).

Existe la idea que la biodiversidad podría representar un “seguro” importante para enfrentar los cambios ambientales futuros: “*Even when high diversity is not critical for maintaining ecosystem processes under constant or benign environmental conditions, it might nevertheless be important for maintaining them under changing conditions*” (Loreau *et al.* 2001). Hay hipótesis e indicios referentes al tema, pero ningún dato seguro: “*As diversity increases, the variability of individual populations may increase as a result of the destabilizing influence of strong species interactions internal to the system, but the variability of aggregate ecosystem properties often decreases because of the stabilizing influence of asynchronous species responses to intrinsic or extrinsic environmental fluctuations. What remains unclear, however, is whether this stabilizing effect saturates at low or high diversity, which depends on model conditions*” (Loreau *et al.* 2001).

²⁴ “A meta-ecosystem is defined as a set of ecosystems connected by spatial flows of energy, materials and organisms across ecosystem boundaries” (Loreau *et al.* 2003). Siguiendo este concepto, las ecorregiones podrían entenderse como metaecosistemas.

De todas maneras, la discusión intensiva de la interacción biodiversidad-funcionalidad de ecosistemas contribuye a un cambio de enfoque relevante para la investigación y también la conservación: “*Shift the focus of investigation from a species-richness-centred approach to a broader consideration of the multifarious aspects of biodiversity that may well be critical to understanding effects of biodiversity changes on overall ecosystem functioning*” (Giller *et al.* 2004).

En los siguientes subcapítulos se describen procesos y funciones seleccionados que tienen relevancia en el CAM y cuyo análisis implica consecuencias para el diseño de estrategias de conservación:

- Procesos y funciones a nivel de especies: evolución biológica
- Movimiento y desplazamiento de organismos y conectividad
 - Movimientos de individuos de animales y diásporas de organismos sésiles dentro de su rango de distribución
 - Ampliación del rango de distribución
 - Desplazamiento de rangos de distribución y cambios de interacciones debido a cambios climáticos
- Procesos y funciones a nivel de comunidades biológicas e interacción de especies
 - Polinización
 - Dispersión zoocórica de diásporas
- Funciones y procesos climáticos e hidrológicos.

Como se verá, especialmente los procesos que involucran organismos están fuertemente interrelacionados: Por ejemplo, un proceso ecológico de interacción entre individuos de dos especies como es la dispersión, tiene que ver con el desplazamiento de organismos (proceso biogeográfico), lo cual puede ser altamente relevante para el origen de una nueva especie (proceso evolutivo). Los cambios climáticos también causarán el desplazamiento de rangos de distribución implicando que una nueva especie aparezca en un ecosistema mientras otras se pierdan, lo que cambiaría las interacciones de especies en el ecosistema.

3.5.1. Procesos y funciones a nivel de especies: Evolución biológica

P.L. Ibisich & S. Krefl

La evolución de la vida en el planeta, en sí, es un proceso biológico que se basa en un sinnúmero de procesos geofísicos, biológicos y ecológicos. Uno de los procesos más significativos de la evolución es aquella de la especiación. Las especies se originan debido a procesos ecológicos, por ejemplo, relacionados con presiones selectivas causadas por otras especies (depredadores, polinizadores, entre otros) o cambios ambientales con consecutivo cambio de los nichos ecológicos (*niche shifting*, colonización de nuevos hábitats, radiación adaptativa) y/o debido a procesos genéticos, tales como recombinación de información genética, hibridización y otros (comparar p.ej. Levin 2000). La especiación debe ocurrir en un contexto espacial, y se conocen eventos de especiación alopátricos y simpátricos (Levin 2000). El proceso opuesto de la especiación es la extinción. De alguna manera son las dos caras de la misma medalla: ambas tienen que ver con la diversidad genética en poblaciones que aumentan o disminuyen, y sobre todo con flujo genético entre miembros de poblaciones y entre poblaciones. La dinámica de poblaciones (meta) influenciada por accidentes históricos (p.ej., geología, geomorfología, cambios climáticos) o impactos fuertes por otras especies como el humano, define si una especie mantiene un *statu quo*, prospera, o pierde con respecto al tamaño de su rango de distribución, su diversidad genética y finalmente su viabilidad. El

problema principal de conservación de poblaciones viables de especies está relacionado con el tamaño de estas poblaciones y su diversidad genética. Endogamia y homocigótica en poblaciones pequeñas son los factores más importantes que pueden (no necesariamente deben) llevar a la extinción (Frankham *et al.* 2004).

Evolución en el CAM: En el área del CAM, la actividad evolutiva está netamente relacionada con el origen y la existencia de los Andes: “Destaca el hecho que el levantamiento de los Andes, geológicamente reciente, es el factor principal para hacer de Bolivia, un país megadiverso, con mucha biodiversidad única y distinta. El piso andino representa el área de mayor actividad evolutiva actual. Los mecanismos de generación y mantenimiento de diversidad en esta área tienen que ver con:

- la creación de ecosistemas nuevos con muchas “licencias ecológicas libres” en el momento del levantamiento andino, que permitió una radiación adaptativa de grupos con la predisposición respectiva, la diversidad de hábitats por la geodiversidad (clima, geología, suelos) y gradientes ambientales muy pronunciados a corta distancia,
- la permanente dinámica natural de los hábitats a nivel micro (por procesos geomorfológicos como erosión, derrumbes, sedimentación etc.) que permite la coexistencia de diferentes expresiones sucesionales de comunidades biológicas y que aumenta la misma diversidad de hábitats,
- la mezcla de elementos biogeográficos muy distintos que, entre otros, causó la necesidad o posibilidad de nuevas interacciones bióticas,
- la creación de ambientes muy húmedos y templados en los Yungas, beneficiando a una gran diversidad de formas de vida de plantas y la coexistencia de un gran número de especies (por la humedad también creación de la posibilidad de colonizar el espacio epifítico, cuyas características de hábitat también estimulan la generación y el mantenimiento de diversidad),
- la estabilidad climática a nivel local que mitiga el riesgo de extinciones en tiempos de cambios climáticos,
- los cambios climáticos periódicos que han llevado al aislamiento y/o movimientos forzados de poblaciones y sus rangos, promoviendo la especiación especialmente en taxa que tienden a tener dificultades en mantener el flujo genético (p.ej. Orchidaceae, subfamilia Pitcairnoideae de las Bromeliaceae),
- la alta probabilidad de aislamiento geográfico por cadenas montañosas y el efecto fundador en casos de individuos o diásporas que logran colonizar una nueva área. Este factor sería más importante en los valles interandinos pero también se aplica en los Yungas. (Comparar también Gentry 1982, Ibisch 1996, subcapítulos anteriores)” (Ibisch *et al.* 2003).

Varios puntos anteriormente mencionados se refieren a movimientos de especies, poblaciones, individuos o material genético. Estos movimientos determinan si existe o no flujo genético entre áreas donde la especie ya existía o no. Todas las diferentes clases de flujos y movimientos espacio temporales pueden ser latitudinales o altitudinales. Mientras las migraciones contribuyen más a la manutención de la diversidad actual, la dispersión facilita la manutención de la diversidad tanto como la evolución de nuevas especies (a través de poblaciones fundadoras); por otro lado, una capacidad para dispersión baja igual puede facilitar evolución (a través de aislamiento geográfico). Destacándose la importancia de los procesos relacionados con movimientos especies, poblaciones, individuos o material genético, los mismos que estarán analizados más a detalle en las siguientes secciones del presente capítulo.

Conclusiones para la conservación en el CAM

Debido a que en el CAM se encuentra el centro boliviano de especies con rangos muy restringidos de las cuales, una mayoría evolucionó en tiempos recientes en el área de su actual distribución, debe destacarse la sobresaliente importancia de conservar los procesos evolutivos en la región. No hay otra región en Bolivia donde la conservación de procesos evolutivos tenga una relevancia comparativa. El mapa de riqueza de endemismo (valor C), muestra que en toda el área hay valores altos indicando una actividad evolutiva elevada. Claramente, hay algunos centros donde se registra la actividad más alta. Naturalmente estas áreas requieren de mayor atención en la estrategia regional de conservación tomando las comunidades biológicas ricas en especies localmente endémicas como objetos de conservación. Idealmente, las áreas respectivas deben protegerse de una manera más o menos intensiva. El objetivo de conservación no sería solamente mantener las especies localmente endémicas, muchas veces caracterizadas por poblaciones bastante pequeñas, sino conservarlas como sistemas que en el futuro, potencialmente, seguirán evolucionando llevando a más y, sobre todo, distintas especies.

3.5.2. Movimiento y desplazamiento de organismos y conectividad

P.L. Ibsch & S. Krefl

Una característica importante de los ecosistemas continentales es que las comunidades biológicas no son muy estables con respecto a su composición; pueden y deben reaccionar de manera dinámica a los cambios de las condiciones ambientales que se presentan permanentemente (Walter 2004). Esta reacción ocurre a través del desplazamiento del rango de distribución de las especies. Claramente, algunas especies se desplazan más ágilmente que otras lo que causa, justamente, cambios de composición de las comunidades biológicas en el tiempo. Fue una reciente lección aprendida muy importante de la paleoecología que las especies se comportan de una manera bastante independiente e individual y que, p.ej., los cambios climáticos no causan el desplazamiento de ecosistemas enteros (Bush 1994, Pelatt 2002)²⁵. Por tanto, la conservación de la funcionalidad continental, especialmente, debe apuntar hacia la conectividad de poblaciones para que puedan mantener su identidad genética y demográfica en un área no claramente definida y restringida espacialmente (Walter 2004).

En este contexto es importante reconocer que los cambios ambientales no significan la misma necesidad de desplazamiento para todas las especies. Justamente, las especies endémicas a nivel local, por razones relacionadas con la dimensión espacio-funcional reducida de su nicho ecológico (*eigenplace*²⁶; Walter 2004) -muchas veces vinculado con condiciones ambientales azonales-, o problemas que tienen que ver con una capacidad reducida de colonizar nuevos sitios, a veces no pueden desplazarse de manera significativa. Esto, por un lado, puede significar que en el caso de cambios climáticos están entre las especies más amenazadas y que apenas pueden beneficiarse de medidas de conservación *in situ*. Por otro lado, en ciertos casos, pueden mantenerse en su *eigenplace* a pesar de la conversión de ecosistemas naturales a nivel macro (p.ej., especies dependientes de

²⁵ Comparar también: *Because of a continual turnover of ecological conditions, local communities show a continual turnover of species, at one time gaining species because the scale of processes allows a certain type of trait, and at others losing them again because the same trait happens to have resulted in too great a risk of extinction. Biological diversity is both the result and expression of all sorts of adaptations of life to the environmental turmoil; it can only be maintained as long as this turmoil exists*” (Hengeveld 1994 citado por FAO 2003).

²⁶ *The biotic space of a single taxon (usually a species, but applicable also to subspecies, populations and even individuals), is called its eigenplace defined as the functional spatial complex sustaining a taxon. [...] The eigenplace of a taxon includes every spatial pattern and process as part of its functional relevance for persistence. For example, climatology, landscape heterogeneity, current dispersion and dispersal (vagility), historic dynamics of local, regional and global distribution area, metapopulation structure, and reliance on particular substrates or mutualism are some but certainly not all factors defining an eigenplace*” (Walter 2004).

paredes rocosas muy escarpadas que mantienen sus condiciones como hábitat, a pesar de la deforestación del fondo del valle; Ibisch 2003). O, incluso, hay especies endémicas que se favorecen por el cambio antropogénico de los hábitats (Ibisch 2003).

Como conclusión de lo anterior cabe destacar que no son necesariamente aquellas especies con los rangos de distribución muy restringida que deben enfocar la planificación regional de conservación. Más bien pueden ser las especies con rangos medianos que tienen mayores problemas de mantener la conectividad de sus poblaciones y adaptar el espacio ocupado a las múltiples condiciones físicas y bióticas del medio ambiente. La pérdida de la mencionada funcionalidad continental -que tiene que ver con la necesidad de especies de desplazar su rango de distribución de manera bastante dinámica- puede considerarse como un problema central de conservación y que, hasta ahora, no ha sido tomado en cuenta, de manera suficiente, por los conservacionistas (Walter 2004).

La necesidad de facilitar movimientos -la migración y/o desplazamiento de individuos o diásporas y finalmente poblaciones y especies- se considera como una prioridad máxima para la planificación de conservación en el área del CAM. Por lo tanto, en las siguientes secciones, se analiza de manera detallada qué tipo de movimientos y desplazamientos están ocurriendo en el área de estudio.

3.5.2.1. Movimientos de individuos de animales y diásporas de organismos sésiles dentro de su rango de distribución

P.L. Ibisch & S. Kreft

Comúnmente, los animales son asociados con alta movilidad, mientras que las plantas se caracterizan por ser sésiles. Si bien esto representa una generalización realística y útil en cuanto a los estados maduros en los ciclos de vida de plantas y animales, es importante considerar que el ciclo de vida de la mayoría de las plantas también incluye dos períodos de desplazamiento, la **translocación del polen** y la dispersión de la diáspora. Las unidades de dispersión, semillas en el grupo de las espermatófitas, por un lado, sirven para mantener el flujo genético dentro de una población o entre las poblaciones de una población meta (en animales, muchas veces son individuos jóvenes que se dispersan). En otras palabras, a nivel poblacional, la dispersión es el mecanismo que distribuye los individuos sobre el área actualmente ocupada. Desde un punto de vista de la comunidad de especies, la dispersión garantiza la mezcla tendencialmente homogénea de las especies en su hábitat, evitando la formación de “grumos” (“*clumps*”) de individuos de las diferentes especies. Por otro lado, una segunda función existe en la colonización de nuevas áreas, no habitadas anteriormente por la especie correspondiente (ver contribuciones en Clobert *et al.* 2001; ver también 3.5.3.3 sobre zoocoría, mecanismos de dispersión de especies con la ayuda de otras). En términos biogeográficos, en los límites de distribución, la dispersión compensa la mortalidad y la presión competitiva de otras especies invadiendo el área.

En general, el conocimiento de la dispersión es aún escaso (Walters 2000, McDonald & Johnson 2001). Para muchas especies faltan datos relevantes en el contexto de la conservación, tales como las distancias atravesadas por diásporas y -en el caso de dispersión por agentes bióticos- las exigencias de los individuos dispersores con respecto a la matriz atravesada durante su dispersión, entre otros.

En el caso de las orquídeas existe el fenómeno interesante que tienen semillas aptas para la dispersión eólica a grandes distancias pero que el establecimiento de nuevas subpoblaciones está limitado

- por los rangos de los polinizadores que frecuentemente son mucho más pequeños que el alcance de las semillas,
- y también por las exigencias de las semillas con respecto a una germinación exitosa.

El resultado son poblaciones naturalmente pequeñas, discontinuas y dispersas que facilitan *drift* genética y especiación o extinción (Ibisch 2004). “Ya que las orquídeas desarrollaron diásporas aptas para el transporte a muy larga distancia, aumenta el riesgo que la semilla caiga en un lugar lejos del rango de distribución del polinizador y también de la población original de la orquídea. Por lo tanto, sin duda, en el caso de las orquídeas fácilmente se producen muchos eventos de fundación de nuevas poblaciones (*founder effect*) (Benzing 1981, 1987, Gentry & Dodson 1987, Ackerman 1998). Basta que vivan muy pocas semillas y plantas dispersadas a larga distancia (cientos o hasta miles de kilómetros) para fundar una población genéticamente aislada y además muy pequeña en la cual se producen cambios evolutivos muy rápidos” (Ibisch 2004).

En la dispersión activa, los mejores dispersores generalmente son animales volátiles (varios grupos de insectos: p.ej., libélulas, mariposas, abejas; vertebrados: aves, murciélagos). En general, especies que habitan campos abiertos, el dosel o el borde de bosque tiene una capacidad de dispersión alta, en especies del interior del bosque, en cambio, se puede observar una capacidad reducida (p.ej. Hill 1995). Asimismo, especies que buscan sus alimentos en sustratos (suelo, follaje etc.) tienden a ser dispersores menos capaces (Fjeldså & Krabbe 1990). Entre las especies con menor capacidad de dispersión se pueden mencionar algunas plantas con semillas no aptas para la dispersión por el viento ni por animales y que, fuertemente, tienden a poblaciones localmente endémicas (p.ej. Pitcairnoideae, Bromeliaceae).

Entre los animales, existen movimientos muy diversos en cuanto a su periodicidad, las distancias atravesadas, la función, los taxa que los llevan a cabo etc. Las distancias atravesadas diariamente, que están vinculadas a la búsqueda alimenticia, y con las distancias también las áreas cubiertas, dependen esencialmente del tamaño de la especie y de su movilidad y pueden abarcar distancias de unos milímetros o centímetros (insectos pequeños) hasta varios kilómetros (loros-Psittacidae, gatos-Felidae). Mientras muchos movimientos cíclicos son de un día, otros son estacionales y pueden durar varios meses. Aparte de movimientos para buscar alimentos, algunos movimientos pueden ser necesarios para marcar el territorio, para buscar una pareja, para esconderse de depredadores, protegerse de influencias abióticas contrarias etc. Otras diferencias consisten en la organización social: Algunos movimientos típicamente conciernen a individuos solitarios, mientras otros movimientos son característicos para parejas, familias, bandadas intra-específicas o incluso bandadas mixtas de muchas especies (en el bosque preandino del CAM, bandadas mixtas de aves pueden abarcar hasta 25 especies, compuestas de 40 hasta 60 individuos: S. Kreft, datos no publicados). Aunque todos estos movimientos requieren de una conexión adecuada entre parches de hábitat, son especialmente los movimientos de largas distancias y en áreas de gran tamaño que son relevantes en el contexto de la conservación regional.

Aparte de la dispersión, un otro fenómeno importante de movimiento es la **migración**, asociada solamente con animales de alta movilidad²⁷. Mientras dispersión generalmente representa movimientos de individuos independientes, la migración se lleva a cabo a nivel de poblaciones (para una breve comparación de características biológicas de las dos clases de movimientos, ver la tabla 24).

Un tercer tipo importante de movimiento de individuos a corto plazo son **migraciones forzadas** por eventos drásticos fuera del área normalmente habitada por una población. Estos eventos, que varían ampliamente en su predecibilidad (desde alta hasta semi estocástica) pueden ser cambios o catástrofes localizados, tales como inundaciones, incendios y derrumbes, o cambios meteorológicos, p.ej., la oscilación climática “El Niño” (England 2000) o los “surazos” (Willis 1976, O’Neill & Parker 1978, Fjeldså 1991; S. Kreft, datos no publicados; sobre “nortes” en una región en México geográficamente complementaria al CAM: Ramos 1988, Winker *et al.* 1997,

²⁷ Una vista general sobre cuáles son las especies migratorias y sobre algunas características importantes da el “Registro mundial de especies migratorias” - GROMS (Riede 2004), por sus iniciales en inglés.

Winker *et al.* 1999; sobre huracanes en el Caribe: Wunderle *et al.* 1992). En el caso de aves que son impactadas por tormentas frías, la población, o parte de ella, migra a un “refugio” (Winker *et al.* 1997), un lugar fuera del alcance de la influencia contraria. En una región montañosa como la representa en gran parte el CAM, estos refugios se encuentran en los pisos altitudinales más bajos, donde las condiciones climáticas (temperatura) y ecológicas (oferta alimenticia) son mejores. Además, la extensión del área es mayor y de tal modo se alivia la densidad poblacional y con ello la competencia por los alimentos. Probablemente dependiendo de la fuerza del evento, las migraciones pueden tocar mayormente a individuos inmaduros (Ramos 1988) o pueden incluir también a adultos (Winker *et al.* 1997, 1999). Cuando el hábitat vuelve a su estado normal, los animales vuelven paulatinamente al lugar de origen.

Tabla 24. Características de dispersión* vs. migración

	Dispersión		Migración
Taxón	Plantas	Animales	Animales
Nivel jerárquico poblacional	Individuos	Individuos	Poblaciones (o partes de ella)
Estado de ciclo de vida más importante	Juvenil	Subadulto	(Sub-) Adulto
Control interior	Disposición genética y morfológica	Disposición genética	Programa genético
Control exterior	Estacionalidad	Competición (expulsión, intra, inter específica)	Estacionalidad, oferta alimenticia, competición (intra-, interespecífica)
Mecanismo de movimiento*	Pasivo (viento, agua), activo (explosión etc.)	Pasivo (viento, agua), activo	Activo
Magnitud de Distancia [m]	1-100	1-10.000	1.000-10.000.000
Direccionalidad	Unidireccional	Unidireccional	Cíclica
Periodicidad	Evento singular (a nivel individual), anual (a nivel poblacional)	Evento singular (a nivel individual), anual (a nivel poblacional)	Anual
Duración	Resultado irreversible	Resultado irreversible	1 año
Predecibilidad	Semi-estocástica	Semi-estocástica	Predecible

* excluida está dispersión a través de agentes bióticos de dispersión (zoocoría)

Otras características de estas clases de movimientos relevantes para la conservación en el CAM requieren una discusión más detallada.

Movimientos como función para la manutención de abundancias naturales y de áreas de distribución:

Los centros reproductivos de una población meta, estén estos muy fragmentados o no, de alguna especie (“*population sources*”) muestran altas tasas reproductivas, y de tal manera pueden proveer individuos nuevos (a través de dispersión) para áreas adyacentes; en las últimas, la tasa reproductiva no alcanza para mantener una subpoblación autarca (“*population sinks*”), y sólo la inmigración ocasional, hasta continua de individuos, permite la persistencia de ella. Asimismo, la aislación de una subpoblación puede tener el efecto de su empobrecimien-

to genético. Con tal variedad genética reducida, por tendencia, entre otros, una población pierde su capacidad de resistir influencias contrarias (parásitos, depredadores, impactos catastróficos etc.). Dispersión a partir de centros reproductivos es la función biológica, la cual, puede mantener el flujo genético necesario para evitar esta degradación de subpoblaciones en paisajes fragmentados. Finalmente, una área, después de la extinción local de una subpoblación, solamente puede ser recolonizada si existe una población sobre-reproductiva (p.ej. Lawton 1996, Frankham *et al.* 2004).

La ubicación de los centros reproductivos obviamente varía entre las especies con sus autecologías y distribuciones biogeográficas particulares. Estos centros reproductivos generalmente están situados en los núcleos geográficos de sus áreas de distribución. Por ejemplo, las poblaciones de numerosas especies que habitan la Amazonia y además suben hasta una cierta altura en los Andes, en esta parte andina de su área de distribución dependen de la “sobra” de individuos en la parte amazónica. De esta manera existe un flujo constante de individuos desde la Amazonia hacia los Andes. Del mismo modo, la población de una especie básicamente andina puede poblar pisos altitudinales inferiores (o, con menor frecuencia o intensidad, pisos superiores), si la reproducción local excede la capacidad del área núcleo. Para el Parque Nacional Serra dos Orgãos, situado en la Mata Atlántica, Brasil, Stotz (1998) especula que la deforestación completa de la llanura adyacente a las montañas ya podría haber llevado a 22 especies a su extinción local, también en las, altitudes superiores dentro de la reserva.

Conectividad de hábitats en corredores como función que facilita los movimientos: “Un bio-corredor es un área más o menos lineal que se caracteriza por ciertas condiciones que:

1. garantizan el desplazamiento de individuos entre diferentes partes del hábitat de una especie para que puedan alimentarse, reproducirse o descansar,
2. permiten el flujo genético entre sub-poblaciones de una población meta de cualquier tipo de organismos que se encuentran en distintas manchas de hábitat
3. y/o aseguran la (re-)colonización de un espacio después de una extinción local o después de que ha comenzado a ser disponible como hábitat.

Un **bio-corredor natural** se caracteriza por el flujo genético dentro de sus límites y, generalmente, también por el hecho de que los organismos que se desplazan en él, no tienen alternativa espacial para sus movimientos. Ejemplos para bio-corredores naturales son las serranías de montaña para especies montañosas, los ríos para especies acuáticas, bosques de galería en climas áridos para especies que requieren condiciones más húmedas (comparar p.ej. Redford & De Fonseca 1986, Naiman *et al.* 1993, Dobson *et al.* 1999, Bennett 1999, De Lima *et al.* 1999). Sin duda, los Andes representan tal bio-corredor natural. Otro ejemplo es el istmo de Panamá que es crítico para el intercambio genético y orgánico entre Centro y Sudamérica.

El bio-corredor natural se convierte en un **corredor de conservación**, en el momento del establecimiento de un programa que busca que el bio-corredor no pierda sus características necesarias para garantizar los movimientos y flujos arriba mencionados. Consideramos el CAM como un bio-corredor natural que paulatinamente debe desarrollarse como un corredor de conservación. Hay diferentes dimensiones de corredores que tienen que ver con las escalas analizadas: Modificando definiciones de Meffe & Carroll (1994, citando Noss 1991), distinguimos: corredores locales que conectan manchas pequeñas de hábitat a nivel local (p.ej., manchas de bosque; “*fencerow scale*”), corredores de paisaje que conectan bloques más grandes de hábitat (“*landscape mosaic scale*”), corredores regionales que conectan áreas grandes abarcando diferentes ecosistemas hasta ecorregiones (“*regional scale*”). Cabe ya adelantar que el CAM es un corredor regional abarcando una serie de corredores de paisaje y un gran número de corredores locales” (Ibisch *et al.* 2003, Ibisch & Araujo 2003).

En el contexto de la “conectividad de poblaciones” es importante recalcar que se distinguen el uso estructural y funcional de los conceptos: Poblaciones están conectadas (situación de *connectedness*) y esto representa una característica estructural, y la función biológica es la conectividad (*connectivity*; comparar Baudrey & Merriam 1988). Igualmente, el “concepto de corredor” puede utilizarse de una manera tanto estructural como funcional (Hess & Fischer 2001). Estructuralmente, se trata de un área más o menos linear entre parches de un hábitat, la cual está ubicada dentro de una matriz de la cual es diferente. La diferencia marcada entre corredor y matriz es que solamente el corredor puede facilitar el desplazamiento de ciertos organismos o incluso servir como hábitat y área de reproducción (Hess & Fischer 2001).

La *dispersión dentro de una población* se lleva a cabo en los límites del área reproductiva. *Dispersión entre poblaciones* de una población meta, implica viajes durante los cuales los individuos se alejan de los hábitats a los cuales están adaptados. Similarmente, la migración se lleva a cabo entre el área reproductiva y el área no reproductiva, que en el caso de una grave perturbación (natural o antropogénea) están separadas por hábitats contrarios que son difíciles de cruzar por los migrantes.

- La Dispersión en una población meta y la migración requieren de la existencia de corredores en forma continua y apta como hábitat, o, menos conveniente, de manchas intermitentes de sus hábitats (“*stepping stones*”) que conecten las áreas principales.

Un posible efecto negativo de corredores de conservación podría consistir del funcionamiento de un corredor como una “trampa” (“*population sink*”), particularmente para especies del interior del bosque y sensibles a la fragmentación (Hill 1995), en un corredor mal diseñado (demasiado angosto o de mala calidad de hábitat), una alta mortalidad de individuos que entran al corredor podría reducir una subpoblación y debilitarla aumentando la probabilidad de su extinción por eventos estocásticos (ver discusión en Hess 1994). Sin embargo, se debe destacar que esta duda se refiere a *corredores angostos o de una mala calidad de hábitat* -en la mayoría del área del CAM, debido a su comparable buen estado actual de conservación, todavía existe la oportunidad de proteger *extensos corredores existentes* (que garantizarían todos los movimientos necesarios para la mantención de la funcionalidad de los ecosistemas), lo cual debería ser una de las metas principales dentro de la visión conservacionista para el CAM.

Movimientos y exigencias a la calidad de hábitat: Las aves, y posiblemente varios grupos de animales, tienen una capacidad de reconocer y seleccionar sus hábitats (p.ej., Klopfer & Ganzhorn 1985), que les corresponde por su autoecología. En cambio, diferentes especies de aves muestran diferentes niveles de miedo ante características nuevas de su entorno (término inglés: “*neophobia*,” p.ej., Greenberg 1983). Este miedo, que las puede llevar a evitar totalmente ese entorno, implica que hábitats perturbados o reemplazados por hábitats antropogéneos pueden resultar difíciles, hasta imposibles, de colonizar -aunque representen hábitats teóricamente aptos para ser explotados. Algunas especies tendrán dificultades en reconocerlos como hábitats potenciales, otras directamente las evitarán. Lo mismo se aplica para especies migratorias de alta “neofobia,” que, al llegar a su área reproductiva o el área no reproductiva, las encuentran cambiadas distintamente en comparación con el año anterior. Igualmente pueden tener dificultades en reconocer o explotar esa área a pesar de que ya lo habían explotado anteriormente y de que siga siendo un hábitat adecuado.

Como tendencia, la calidad de hábitat óptima es más importante en áreas reproductivas que en corredores.

- En los corredores tanto como en el área no reproductiva visitada por los migrantes, en algunos casos, no necesariamente, se requiere de condiciones óptimas; sin embargo, desde un punto de vista ecosistémico o ecorregional, la dispersión y la migración no están restringidas a ciertas áreas, así que no es factible priorizar áreas por su importancia para los movimientos descritos arriba (además, ver 3.5.2.2 por implicaciones del cambio climático).

Distancias atravesadas en ausencia de corredores: Para el éxito de la dispersión mucho más que para la migración, importa la distancia necesaria a atravesar entre el área de origen y el área de colonización (ya que la población migratoria ya está genéticamente programada para el itinerario). En animales tropicales, especialmente, en aves del interior de los bosques, es común el “miedo a los vacíos” (término inglés: “*gap fear*”) que se basa en una baja capacidad etológica (genéticamente programada) de cruzar vacíos anchos no habitables (“*gap crossing ability*”) que separan dos manchas de su hábitat (Beier & Noss 1998, Poulsen 1994, Sieving *et al.* 1996, 2000). En cambio, los migrantes comúnmente son menos exigentes con respecto a la conectividad en su(s) hábitat(s), aunque es obvio que también debe existir una conectividad mínima. Entonces, es importante recalcar que un corredor no siempre debe consistir en una franja de hábitat continuo. Sin embargo, las exigencias de diferentes especies acerca de la continuidad y conectividad del hábitat, dentro de un corredor varían mucho, principalmente en función de su habilidad de cruzar la matriz entre partes del hábitat. En este sentido debe aclararse que un área puede servir como corredor funcional para un jaguar (*Panthera onca*) que puede atravesar rápidamente áreas grandes no aptas como hábitat (muchos kilómetros), pero no para una rana sensible que sería incapaz de cruzar p.ej., un área deforestada de un ancho de pocos cientos de metros.

- Para la dispersión especialmente, hay que evitar que la fragmentación del hábitat resulte en vacíos (“gaps”) anchos entre áreas aptas o circundantes. Es importante tener en cuenta que cada especie tiene su propio rango de dispersión, así que la dispersión se lleva a cabo en todas escalas desde pocos milímetros hasta varios kilómetros al año. (Lo mismo se aplica, para sus exigencias, a la calidad de hábitat: ellas varían entre cada una de las especies encontradas en el CAM.) Además, el éxito de dispersión en un paisaje fragmentado depende también de la existencia de corredores continuos. En paisajes altamente fragmentados donde los corredores son ausentes o no son suficientes, el flujo genético estará considerable y negativamente afectado.

Grupos taxonómicos involucrados:

Dispersión: Efectivamente en todas las especies, de plantas tanto como de animales. Es una función biológica universal que ha permitido la colonización de prácticamente todo el planeta.

Migración: Varios taxa en el CAM incluyen poblaciones o partes de ellas que son migratorias (comparar Riede 2004).

- Insectos (Lepidoptera: p.ej. Jenkins 1990; Hymenoptera: p.ej. Hunt *et al.* 1999; Odonata: S. Kreft, observación personal; y probablemente otros taxa más).
- Peces (p.ej., pacú, *Colossoma macropomum*: S. Kreft, observación personal).
- Aves (en numerosos taxa: p.ej. Ridgely & Tudor 1989, 1994, Parker *et al.* 1996, del Hoyo *et al.* 1992-2003, Hennessey *et al.* 2003).
- Mamíferos (Chiroptera: p.ej. Fleming 1988, Fleming & Eby *in press*; probablemente especies grandes terrestres).

La Dispersión, es el fenómeno más general y de tal modo tiene una importancia universal para la conservación. En cambio, la migración es una función adicional en varios taxa; Las especies migratorias generalmente también son buenas dispersoras (Leck 1980), pero por ser migratorias, tienen exigencias ecológicas características (ver abajo).

Dimensionalidad (dirección y distancia): En la dispersión, la dirección y la distancia recorridas principalmente, no son fácilmente predecibles (en parte por la naturaleza semi estocástica de la dispersión, y en parte, por la

escasez de conocimiento de este comportamiento que es difícil de estudiar y cuantificar). Existe una excepción en la dispersión en terreno empinado: En zonas montañosas, las áreas de distribución típicamente son largas y angostas (restringidas altitudinalmente). Dentro de las áreas de distribución de muchas especies de aves existe una competencia intensa entre adultos individuales o parejas por los territorios. Un alto porcentaje de individuos jóvenes todavía no puede ocupar sus propios territorios y son expulsados por los propietarios de los territorios hacia el margen del área de distribución, entonces hacia el límite superior, o, más frecuentemente, al límite inferior del área. Esta dispersión forzada resulta en una concentración elevada de individuos jóvenes en las dos franjas adyacentes al núcleo del área reproductiva (Diamond 1973, Burgess & Mlingwa 2000).

La dimensionalidad de la migración está definida como: la migración es repetida anualmente, mostrando los mismos patrones espacio-temporales; sin embargo, éstos son flexibles dentro un marco puesto por sus adaptaciones ecológicas.

3.5.2.2. Migración en el CAM

S. Kreft

En este contexto, cabe destacar que el CAM, por su ubicación geográfica en Sudamérica central, se encuentra influenciado por tres sistemas migratorios diferentes. La gran parte de la información acumulada se refiere al taxón de las aves. Sin embargo, parece justo suponer que existen patrones generales similares en los otros taxa, aptos para la migración que fueron mencionados arriba, ya que estos patrones migratorios son influenciados últimamente por el contexto climático y ecológico que predomina en el CAM y su comunidad orgánica.

En el marco de la **migración latitudinal**, los sistemas más extensos son la **migración boreal** (poblaciones hibernantes provenientes de áreas reproductivas situadas en Norteamérica; ver referencias principales: Keast & Morton 1980, Rappole *et al.* 1983, Hagan & Johnston 1992) y la **migración austral** (p.ej. Davis 1993, Chesser 1994, Hayes 1994, Chesser 1997, Joseph 1997). Mientras la migración boreal ha recibido mucha atención por los investigadores, tanto como por entidades conservacionistas, la migración austral, principalmente había quedado al margen de ello hasta la última década del siglo pasado.

- Existen **otras migraciones latitudinales e intra tropicales** (p.ej. Morton 1977, Remsen & Parker 1990), que parecen especialmente diversas en sus patrones espacio temporales, pero aún sólo se cuenta con estudios de pocas especies.

La **migración altitudinal** representa el tercer sistema migratorio extenso. Aunque se trata de un sistema que en el Neotrópico, obviamente, incluye un alto porcentaje de la avifauna montana (p.ej. Stiles 1988, Chesser 1997, Strewé 1999), el conocimiento todavía es muy pobre, similar al vacío de datos con respecto a migración austral. Para el CAM, el único estudio existente de considerable profundidad (Chesser 1997), sin embargo, trata de un sólo taxón seleccionado (Tyrannidae). Aparte de él, se han acumulado valiosos datos preliminares (Hennessey *et al.* 2003, S. Kreft, datos no publicados).

Además, en Latinoamérica, este conocimiento está dramáticamente localizado, con el mayor número de estudios hechos en Costa Rica, seguido por México y países o regiones extratropicales (Argentina, Chile, Mata Atlántica en Brasil). Cabe destacar algunos estudios de otros países del Neotrópico que brindan información urgentemente requerida. Estas investigaciones representan estudios muy detallados, pero también limitados taxonómicamente (Thraupidae en Colombia: Strewé 1999; Trochilidae en Ecuador: Hobson *et al.* 2003).

A continuación, se discute la distribución de las especies migratorias en las diferentes altitudes. Antes de proseguir, es imprescindible observar la topografía típica en el CAM y su efecto en la distribución del área en los diferentes pisos altitudinales: El CAM está caracterizado por un sinnúmero de serranías paralelas al curso

de la cordillera oriental de los Andes. Como tendencia, las serranías más lejanas a la cordillera principal (es decir, situadas más al norte) son las más bajas, y las altitudes de las serranías van aumentando según se acercan a la cordillera occidental. Además, su distribución no es homogénea dentro del CAM: Mientras que en el Departamento de La Paz el grado de esta complejidad topográfica es muy alta, en el Chapare (Departamento de Cochabamba) llega desde las altitudes más bajas a las más altas, casi sin serranías intermitentes. Un tercer aspecto de importancia existe en la falta de cerros altos en los Andes del Departamento de Santa Cruz, donde el pico más alto no supera los 3.400 m. Estas características resultan en una distribución muy heterogénea del tamaño de las áreas entre los pisos altitudinales (ver también Graves 1988, Strewé 1999, 2003). Principalmente, el piso bajo (que no termina con los límites del CAM, que allí son arbitrarios) es el más extenso, y con él las áreas de distribución más extensas son las de las especies que habitan el piso bajo. Por la existencia de las serranías, los pisos inferiores arriba del piso bajo tienen áreas comparablemente grandes, que se van reduciendo paulatinamente al subir a altitudes superiores. Allí, el área está drásticamente comprimida, primero, porque el terreno generalmente es muy empinado, y segundo, porque, subiendo por la gradiente altitudinal, hay cada vez menos serranías que llegan a las altitudes correspondientes.

- Este análisis tiene implicaciones muy importantes para la conservación: Áreas de distribución comprimidas (es decir, lineares) son de vulnerabilidad elevada (Collar 1999). Una de las razones consiste en el hecho de que, en el trópico, son pocos los individuos que forman la población local entre el límite inferior y el límite superior del área de distribución. En una especie de ave, p.ej., son pocos los territorios, que se encuentran uno sobre el otro, a lo largo del gradiente altitudinal. Esta conformación de pocos individuos locales en un área de distribución linear implica una alta vulnerabilidad ante la fragmentación antropogénica de la población.

Tabla 25. Características de la migración boreal, austral y altitudinal de aves en el CAM*

Sistema migratorio	Boreal	Austral	Altitudinal
Taxones principales (spp. de estatus seguro+spp. de estatus inseguro)**	Scolopacidae (7+5), Tyrannidae (6+0), Parulidae (4+1)	Tyrannidae (35+12), Emberrizinae (9+3), Accipitridae (4+2)	Tyrannidae (17+5), Trochilidae (5+1)
Número de especies (+ especies de estatus inseguro)**	31 (+14)	69 (+49)	35 (+10)
Época de llegada (al área hiberna)	Septiembre-octubre	Marzo-abril	Enero-abril***
Época de salida (del área hiberna)	Febrero-marzo	Octubre-noviembre	Junio-julio***
Altitudes principales visitadas	Faja subandina, Yungas, bosque preandino	Bosque preandino, faja subandina	Todas
Hábitats principales	Vegetación secundaria/ borde de bosques, dosel, interior de bosque	Campo (semi) abierto, borde de bosque	Dosel, borde de bosque, interior de bosque, campo (semi) abierto
Dietas principales	Artrópodos, frutos + artrópodos	Artrópodos, frutos + artrópodos	Nectar + artrópodos, frutos + artrópodos
Organización social en área hiberna	Bandadas mixtas, solitaria territorial	Solitaria no territorial, bandadas mixtas	Bandadas mixtas, solitaria no territorial, solitaria territorial?
Fidelidad al sitio hiberna (“winter site fidelity”)	Varias especies	Al menos algunas especies	(Información no existente)

Número de especies amenazadas (+ ssp. de estatus inseguro)**	0 (+0)	0(+0)	0 (+0)
--	--------	-------	--------

* sinopsis general de literatura (salvo categorías indicadas con “***” y “****”)

** según Hennessey *et al.* 2003

*** Stefan Kreft, datos no publicados

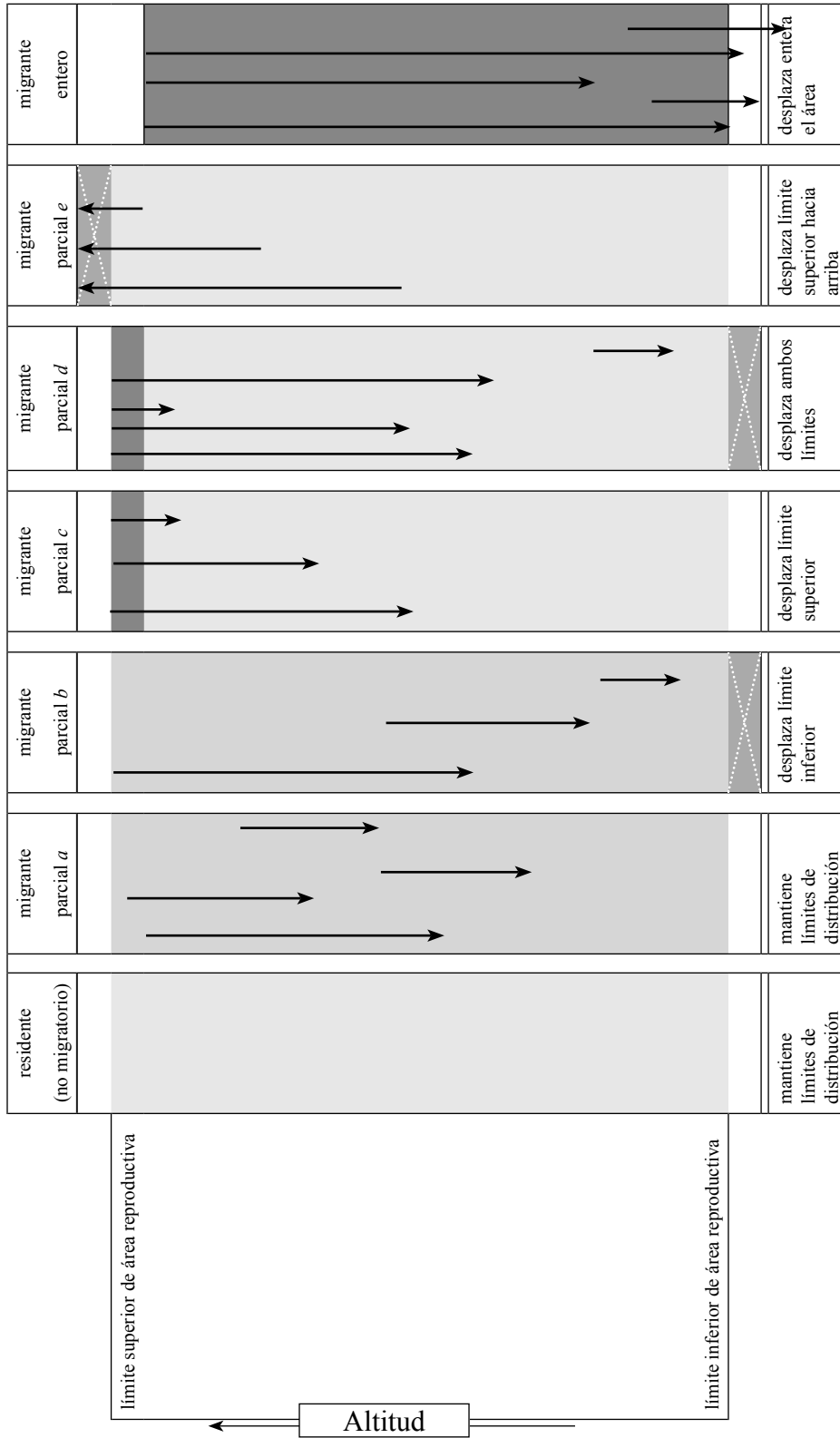
Migración altitudinal: Como la migración altitudinal es el sistema migratorio más importante en el CAM (ver Tabla 25), merece atención particular. Lamentablemente, no se conoce ningún estudio del CAM, sobre migración altitudinal en la multitud de otros taxa con potencial migratorio. Sin embargo, datos de otros países del Neotrópico tanto como de otras regiones, indican que este comportamiento existe en varios grupos de animales: Aparte de aves, se ha observado migración altitudinal en murciélagos (Chiroptera) en Costa Rica (Timm & LaVal 2000, McCarthy *et al.* in prep.), las islas Galápagos, en Ecuador (McCracken *et al.* 1997), en México (Montalvo 1997), Chile (Sanborn & Crespo 1957) y posiblemente en una especie en Brasil (Trajano 1996). Con respecto a otros grupos de mamíferos, se tiene conocimiento de migración altitudinal en monos (Primates), p.ej., en Sumatra (Buij *et al.* 2002) y China (Fooden 1986). Para los ungulados con dedos pares (Artiodactyla), se lo ha documentado de varias regiones de los Rocky Mountains en Norteamérica (Gruell 1958, Moisan 1958, Shaw 1958, Robel 1960, Hebert 1973, Oosenbrug & Theberge 1980, Morgantini & Hudson 1983), del Himalaya en la India (Sarkar *et al.* 1999), de Japón (Takatsuki *et al.* 2000), Nueva Zelandia (Tustin & Parkes 1988), de los Pirineos en España (Herrero *et al.* 1996), de los Alpes en Italia (Parrini *et al.* 2003) y Francia (Rochat 1996) y de Noruega (Albon & Langvatn 1992, Mysterud 1999). Existe fuerte evidencia de migración altitudinal también en una especie de anta (*Tapirus bairdii*), un ungulado de dedos impares (Perissodactyla), en Costa Rica (Lawton 2000). Entre los carnívoros (Carnivora), se ha documentado dicho fenómeno para osos (Ursidae) en España (Caussimont *et al.* 1993) y para el puma (*Felis concolor*) en los Rocky Mountains, EE.UU. (Logan & Irwin 1984).

Para mariposas (Lepidoptera), existen estudios de Costa Rica (Haber 1993, Stevenson & Haber 2000, Haber & Stevenson in prep.), de California, Estados Unidos (Shapiro 1986) y de Kenya (Awodey 1978). La migración altitudinal en insectos, también se documentó para avispa en Costa Rica (Hymenoptera: Vespidae; Hunt *et al.* 1999) y de abejas en Japón (Apidae; Tomono & Sota 1997). De Japón, además, proviene información sobre migración altitudinal en moscas (Diptera). Este comportamiento también es observado en especies de escarabajos (Coleoptera) en China (Xu & Liu 1998) y varios taxa más de numerosas regiones montañosas en latitudes templadas.

La migración de peces en ríos, también puede ser interpretada como migración altitudinal. Esta interpretación se hace más obvia considerando peces que se reproducen en las cabeceras de los numerosos ríos que nacen en las alturas de la zona del CAM.

Se reconoce que esta compilación está lejos de ser la más completa, sin embargo, representa una fuerte evidencia de que la migración altitudinal, en un sistema migratorio que abarca muchas especies en una multitud de grupos de animales, y que, además, ocurre potencialmente en todas las zonas montañosas del planeta. La casi ubicuidad en taxa de animales móviles parece una consecuencia “lógica” de las únicas condiciones biogeográficas que caracterizan las montañas: Son conformaciones de ecosistemas lineares, ordenados a lo largo de la gradiente altitudinal, ofreciendo así a los potenciales migrantes altitudinales, una multitud de áreas diferentes ecológica y fenológicamente de fácil alcance. La Migración altitudinal es de mucha importancia debido al hecho de que se sobrepone con “hotspots” o centros de biodiversidad, como es el CAM, que se encuentran en muchos casos en regiones montañosas. Se supone que en el CAM existen muchas especies de los taxa mencionados anteriormente y, posiblemente, de otros taxa que migran altitudinalmente. En aves, al menos, se dispone de datos preliminares para el CAM, los cuales son presentados en la discusión siguiente, junto con implicaciones de este comportamiento para la conservación.

Tabla 26. Patrones de migración altitudinal: desplazamiento de límites de área de distribución en la época no reproductiva



Las flechas indican posibles movimientos en la población, generando cambios distribucionales a lo largo del año

- ▒ área ocupada durante el año entero
- ▤ área ocupada sólo durante la época no reproductiva
- área ocupada sólo durante la época reproductiva

De las más de 1.000 especies de aves estimadas para el CAM, Hennessey *et al.* (2003) consideran como migrantes altitudinales a sólo 35 especies, o 45 especies, si se incluye especies con posible ocurrencia en el CAM y que, posiblemente, migran altitudinalmente (3,5% y 4,5%, respectivamente). Excluyendo especies con distribución exclusivamente amazónica (ocurriendo hasta una altitud máxima de 500 m), el porcentaje de migrantes altitudinales subiría probablemente de un 5-7% (este valor debe ser considerado una primera aproximación a la verdadera ubicuidad de este patrón migratorio²⁸). Estas especies en el CAM muestran movimientos altitudinales a nivel de poblaciones (o subpoblaciones, tal como individuos jóvenes, tal vez también hembras adultas: Ramos 1988, S. Krefl, datos no publicados). La migración altitudinal se parece al fenómeno de migración forzada, discutido anteriormente, con la diferencia de que la primera representa un evento regular y predecible. Migración altitudinal puede manifestarse en el desplazamiento de uno de los límites altitudinales de la distribución de la población migratoria, o de ambos (Tabla 26). Otro patrón, que es más difícil de observar, es la migración dentro de los límites de distribución, donde una parte de la población se mueve de las altitudes ocupadas durante la época reproductiva hacia abajo, resultando una acumulación de individuos cerca del límite inferior durante la época no reproductiva. En la mayoría de los casos son movimientos hacia altitudes inferiores, pero hay excepciones (p.ej. Oatley 1966). En todos los casos mencionados anteriormente, se trata de migraciones parciales, es decir, una parte de la población local migra, mientras la otra parte se queda en la zona donde se ha reproducido. Entre ellas, la más común es la migración que trae consigo el desplazamiento solamente del límite inferior de su distribución (Chesser 1997, S. Krefl, datos no publicados).

Los siguientes **ejemplos** de poblaciones migratorias altitudinales en el CAM, ilustran las características de esta dinámica espacio-temporal²⁹ (ver también el ejemplo dado más abajo de *Thlypopsis ruficeps*):

Mionectes striaticollis es un atrapamoscas (Tyrannidae) de tamaño pequeño y de un plumaje con los colores amarillo, olivo y gris. No es particularmente llamativo, si bien permite su identificación inmediata. Es un ave bastante común hasta en bosque húmedo montano (no evitando estrictamente bosque algo menos húmedo) y vegetación secundaria en la vertiente occidental de la cordillera occidental de los Andes, además de la vertiente pacífica andina.

²⁸ Esta obra tiene en común con muchos estudios de comunidades de aves andinas o de otras regiones montañosas del mundo la tendencia de subestimar la importancia de migración altitudinal. Las dificultades comienzan con la problemática de definir inequívocamente lo que es migración y lo que no es. Además, su estudio requiere trabajos de campo de largo plazo u otra investigación extensa para poder encontrar esos patrones espacio-temporal bastante sutil. Tomando en cuenta otros estudios, es posible pronosticar, al menos, la magnitud de la migración altitudinal en el CAM: Entre los atrapamoscas (Tyrannidae) estudiados (n=57), Chesser (1997) consideró un 26% como migrantes altitudinales. Stiles (1988), sumando migrantes estacionales y aves que se mueven a lo largo del gradiente altitudinal diariamente, y considerando todas las especies con poblaciones reproductivas en Costa Rica (n=345) llega al mismo porcentaje que Chesser (1997). Hilty (1997), en un estudio de la avifauna de un sitio en la vertiente pacífica de la cordillera occidental en Colombia, identifica como migrantes altitudinales a 21% de las especies presentes (n=271). Es interesante incluir los datos de una investigación extensa de otra región tropical en este análisis: Thiollay (1980) indica que 51% de las especies de su área de estudio en el Himalaya de Nepal (n=340) llevan a cabo movimientos altitudinales! – En resumen, un pronóstico conservativo para las especies del CAM (n~1.000) indicaría, al menos, unas 200 especies que migran altitudinalmente, un número mucho más grande que para migrantes boreales o australes indicados por Hennessey *et al.* (2003).

²⁹ Son resultados del proyecto doctoral del autor, llevado a cabo durante los años 2000-2003 en el PN Carrasco y alrededores. Se observó a lo largo de la entera gradiente altitudinal, entre 300 m (Parque Machía, Villa Tunari) y 3.700 m en el páramo yungueño dentro del PN Carrasco. Se visitó las diferentes altitudes varias veces y en diferentes épocas del año. Como método se utilizó caminatas en senderos y caminos existentes, registrando todos los individuos de aves por medio de observaciones visuales y acústicas (y documentando aproximadamente 3.000 registros en grabaciones). Como complemento, se compiló una base de datos con registros documentados en la literatura y colecciones científicas. La distribución de los datos, correspondientes sobre el gradiente altitudinal y en las diferentes épocas del año, sirve para ilustrar cambios en la distribución altitudinal de poblaciones a lo largo del año.

M. striaticollis, es una especie poco particular, debido a que consume más frutos que insectos, siendo que es miembro de una familia conocida por su preferencia alimenticia por los artrópodos, Su comportamiento es “flemático” (Ridgely & Tudor 1994) y no vocaliza con mucha frecuencia (es por eso que sus vocalizaciones no están ampliamente conocidas y la clasificación de ellas sigue problemática; Mayer 2000, Stefan Kreft, datos no publicados). A pesar de no ser la especie “ideal” para el análisis de migración altitudinal, Hennessey *et al.* (2003) la clasifican como migrante altitudinal en Bolivia (naturalmente sin especificaciones sobre sus movimientos, ya que se trata de una lista anotada). Parker *et al.* (1996) obviamente sospechan que se trata de un migrante altitudinal, sin poder basarse en datos sólidos (“*elevational movements poorly known*”). Los siguientes datos parecen ser los primeros sobre los movimientos en una población de esta especie: En el corredor Amboró-Madidi, fue observado principalmente entre los 1.300 m y 2.500 m, reflejando bien datos generales de la literatura: 1.200 m-2.700 m (Ridgely & Tudor 1994); pero también Parker *et al.* (1996) dan 3.350 m como límite superior. Sin embargo, durante la transición de la época húmeda a la época seca en el Chapare, aparece también en pisos inferiores, donde se observó varios individuos incluso en bosque poco perturbado en los alrededores de Villa Tunari (400 m), que queda en la planicie amazónica en una distancia de aprox. 5 km del pie de los Andes. Esto hace posible que el movimiento de la población local sea tan significativo que resulte en una “inundación” de la franja de tierra baja adyacente a las montañas. Estos individuos fueron observados durante los meses de marzo y mayo. Como en otros migrantes altitudinales, participaba en bandadas mixtas de aves. Es difícil hacer una aproximación, ya sea cruda, del porcentaje migratorio de la población, ya que el movimiento altitudinal se complica con unos registros muy altos de individuos que se hizo, también, durante la época seca (a comienzo de julio). Entonces, podrían existir movimientos simultáneos en direcciones opuestas (hacia arriba y hacia abajo) durante la época no reproductiva. Diamond (1973) describe este fenómeno para aves montañas juveniles de Nueva Guinea. En el corredor Amboró-Madidi varias especies parecen representar el mismo tipo migratorio (pero sin los movimientos hacia arriba), p.ej. *Myadestes ralloides*, *Euphonia xanthogaster*, *Pipraeidea melanonota* y *Chlorospingus ophthalmicus* (Stefan Kreft, datos no publicados).

Chrysuronia oenone es un picaflor (Trochilidae) de tamaño mediano. Su color principal es verde (la hembra con pecho y vientre blancos), sin embargo, tiene una cabeza azul oscura y una cola de color dorado-anaranjado, ambas brillando de manera llamativa cuando están expuestas al sol. Además, *C. oenone* dispone de un canto característico y fácil de identificar (Mayer 2000). Es un ave bastante común, distribuida en la Amazonia occidental y en la vertiente oriental de la cordillera oriental de los Andes, hasta las tierras bajas de Venezuela (Stiles 1999). Su hábitat puede ser bordes de bosque, vegetación secundaria vieja o árboles solitarios en campos abiertos. Consume néctar, además de artrópodos, como es el caso en todos los picaflores, visitando arbustos y las copas de los árboles (p.ej. *Inga* spp., *Erythrina* spp.; Stiles 1999). Todos los autores (Hilty & Brown 1986, Stiles 1999, Hennessey *et al.* 2003) coinciden en que la distribución altitudinal de *C. oenone* llega de las tierras bajas hasta los 1.500 m, siendo exactamente la altitud mayor donde se la observó en el Chapare (Stefan Kreft, datos no publicados). Datos de la literatura y de especímenes colectados³⁰ también coinciden, con un sólo registro a una altura de 1.650 m. Sin embargo, el análisis de la distribución de los registros altitudinales a lo largo del ciclo anual (Stefan Kreft, datos no publicados) revela que esta especie aparece en altitudes más allá de los 1.200 m, solamente durante dos meses de la época seca, desde finales de junio hasta finales de agosto (con un sólo registro a principios de abril en 1.310 m). En altitudes de 700 m para abajo, la especie está presente durante todo el año. Además, se observa una concentración de individuos en altitudes medianas (760 m-1.200 m) durante el comienzo de la época de lluvia, desde principios de septiembre hasta mediados de noviembre. Entonces, los datos permiten deducir el patrón migratorio siguiente: Durante la época no reproductiva (la mayor parte de la época de lluvia

³⁰ Estos datos en su mayoría provienen de Armando Valdés-Velásquez, que hizo su tesis de doctorado sobre problemas sistemáticos y biogeográficos con respecto a *C. oenone* y otras especies de los Trochilidae en el Instituto de Investigación y Museo Zoológico A. Koenig en Bonn, Alemania.

y el principio de la época seca), la población entera de *Chrysuronia oenone* en el corredor Amboró-Madidi, se encuentra en las tierras bajas y el Piedemonte (hasta 700 m). Para la reproducción-como en muchas especies de picaflores, aprovecha de la gran abundancia de flores durante la época seca avanzada (Stiles 1983, 1988) -, una parte de la población (tal vez un 25%) sube hasta máximo 1.650 m. Después, estos individuos empiezan a bajar, efectuando una compresión de la distribución altitudinal, pero todavía no hasta el límite superior original de 700 m. Más bien, una gran parte de la población (aprox. un 50%), aparentemente aumentada por los individuos juveniles recién criados, y/o por individuos provenientes de pisos inferiores, se mueve a altitudes entre 750 m y 1.200 m. Es posible que sea otro “peak” de florecimiento en esta altitud durante tal época el que atrae a un gran número de picaflores. Patrones similares han sido descritos para picaflores en Costa Rica (Stiles 1988). En el corredor Amboró-Madidi, otros picaflores (*Campylopterus largipennis*, *Agelaiocercus kingi*, *Ocreatus underwoodii*) y especies de otras familias (p.ej. Thraupidae: *Buthraupis montana*, *Conirostrum albifrons*) posiblemente se comporten de igual manera (Stefan Krefl, datos no publicados).

En resumen, la conservación de esta multitud de poblaciones migratorias altitudinales tiene que tomar en cuenta que estas poblaciones ocupan dos áreas a lo largo del año (aunque en muchos casos se solapen). Esta dinámica espacio-temporal tiene dos consecuencias principales:

- Primero, se hace necesario el re-análisis de los datos de distribución altitudinal, ya que sólo una parte de ella forma el área reproductiva. Lo mismo aplica para el área no reproductiva. De esta manera, el tamaño real del área ocupada, y con él, el tamaño calculado de la población, se reduce (en algunos casos considerablemente). Esta primera problemática no ha recibido suficiente atención ni siquiera en el caso del sistema migratorio tal vez mejor estudiado, el sistema de migración neártico-neotropical de aves (Gómez de Silva 1996). Además, el tamaño de las dos áreas puede ser diferente, lo que implica que el empeoramiento o destrucción del hábitat trae consigo riesgos aún mayores para la población. Esto es de particular importancia en especies de una distribución altitudinal restringida, como es el caso en la mayoría de las especies andinas (Graves 1985, 1988). La Distribución linear es un factor que contribuye a la vulnerabilidad de una especie (Collar 1999).
- Segundo, los esfuerzos conservacionistas tienen que considerar que la ocupación de dos áreas por las diferentes poblaciones migratorias requieren actividades en ambas áreas-la destrucción de solamente una de las dos áreas ya significaría la extinción de la especie migratoria (p.ej. Stiles 1985a, Stiles, 1988, Stiles & Clark 1989, Loiselle & Blake 1992, Powell & Bjork 1995, Winker *et al.* 1997, Strewé 1999, Winker *et al.* 1999, Burgess & Mlingwa 2000).

De igual manera, Wunderle *et al.* (1992), sugieren una hipótesis interesante sobre la extinción del pimpín (Emberizidae) *Loxigilla portoricensis grandis* en la isla caribeña St. Kitts: la destrucción del hábitat montano característico de la especie a través de dos huracanes seguidos, en combinación con la desaparición del hábitat adecuado en los pisos bajos, como refugio para la población de esta especie, resultó en la disminución de la población a un tamaño ya no viable. Como consecuencia, la población se extinguió algunos años después.

En altitudes superiores en el CAM, los surazos comúnmente efectúan heladas y nevadas (y, menos obvio, reducciones temporales de la oferta alimenticia) que obligan a subpoblaciones locales o, en el caso de especies altimontanas, a poblaciones enteras de aves (p.ej. *Cinclodes fuscus*; S. Krefl, observación personal), abandonar sus áreas y migrar hacia altitudes inferiores, donde encuentran condiciones más favorables.

La fragmentación de los bosques en su área no reproductiva ya podría contribuir a una grave presión en las poblaciones de aves, porque aves en el Neotrópico en general tienden a integrarse en bandadas mixtas con rangos bastante amplios (p.ej. Munn 1985, Powell 1985), lo cual aplica también para aves migratorias en el CAM, migrantes altitudinales tanto como longitudinales (S. Krefl, datos no publicados). Estas bandadas brindan pro-

tección contra depredadores a sus participantes y posiblemente una búsqueda alimenticia más eficiente. Donde los bosques están altamente fragmentados, bandadas mixtas son de menor complejidad o pueden desaparecer totalmente (p.ej. Munn 1985, Poulsen 1994, Kreft 1998). Este efecto se agrava donde la fragmentación resulta en la desaparición de enjambres de hormigas de ejército (p.ej. *Eciton* spp.) alrededor de los cuales normalmente se forman bandadas mixtas de aves que aprovechan de las presas encontradas por las hormigas, y donde migrantes participan (Willis 1966). Estas bandadas mixtas de aves hormigueras representan un fenómeno particular, que, no obstante, es muy común en los bosques tropicales húmedos.

La dinámica migratoria influencia considerablemente la composición de la avifauna local y con ella las funciones ecológicas, p.ej., la dispersión de semillas o la eficiencia de polinización (ver 3.5.3.2). Por ejemplo, durante visitas repetidas a un lugar situado entre los 1.300 m-2.200 m en los Yungas del Departamento de Cochabamba, en la época seca (no reproductiva), se observó que el área prácticamente fue “inundada” por tángaras (*Thraupidae*) de la especie *Thlypopsis ruficeps*, que en otras épocas estaba ausente (R. Brumfield, comunicación personal; S. Kreft, datos no publicados). *T. ruficeps* es migrante altitudinal tanto como austral, y en la época no reproductiva, las dos poblaciones migratorias solapan en esta altitud, lo que la convierte en la especie (al menos del sotobosque/borde de bosque) más común de la entera avifauna local en esta época.

Conclusiones para la conservación en el CAM

En este capítulo, se acumuló fuerte evidencia de que las migraciones de animales representan un desafío particular para los esfuerzos conservacionistas en el CAM. De hecho, son combinaciones de factores que rinden a ciertas especies a un nivel elevado de amenaza, con migraciones altitudinales siendo un factor de gran importancia (ver, p.ej. Stiles 1985a, Strewé 2003).

Tomando nuevamente el ejemplo de *Thlypopsis ruficeps* como representante de la multitud de especies migratorias (altitudinales igual que longi-latitudinales) en el CAM, es obvio que, como es una especie típica del (borde de) bosque, no podría persistir sin un mínimo de hábitats boscosos continuos -bio-corredores- a lo largo de su viaje del sur y de altitudes superiores. Naturalmente, otras especies son más exigentes a la calidad de su hábitat, así que el establecimiento de corredores de conservación debe cumplir con las mayores exigencias posibles.

Tal vez, lo más importante que la persistencia de las especies móviles o migratorias en sí, es su imprescindibilidad para la manutención de la funcionalidad ecosistémica en el CAM (ver 3.5. y 3.5.3.).

En el CAM, resaltan zonas que, muy obviamente, están en conflicto con la problemática discutida, por ejemplo, el piso bajo del Chapare representa semejante problemática: Mientras la mayoría de las aves que nidifican en la llanura tienen una distribución amplia en la cuenca amazónica y así no sufren una reducción dramática en su población, la destrucción rápida de los bosques de la zona y su sustitución por cultivos, pastizales y áreas pobladas por el hombre quitan el área no reproductiva a varias poblaciones de migrantes altitudinales. Además, desaparece el “refugio” para muchas poblaciones (o partes de ellas) durante el impacto de “eventos drásticos” (ver arriba). La misma interrupción de los movimientos migratorios podrá ocurrir (o probablemente ya está ocurriendo) en la zona de Cocapata, y, en menor escala, en muchas partes más en el CAM.

3.5.2.3. Ampliación del rango de distribución

P.L. Ibisch & S. Kreft

Si una especie, al colonizar nuevos hábitats, es muy exitosa, se amplía su rango de distribución (Levin 2000). Los rangos de distribución pueden cambiarse debido al cambio de factores ecológicos (p.ej., clima, abundancia de especies con las cuales interactúa) o debido al cambio de características de la especie a través de la selec-

ción natural (p.ej., dispersión, características del nicho ecológico) (Holt 2003). En el caso que la colonización ocurra hacia una cierta dirección, debido a un cambio de las condiciones ambientales que en un lado del rango de distribución (y fuera de ello) favorecen la especie, mientras que en un otro lado lleva a la extinción local de la especie, se observa un desplazamiento del rango de distribución de la especie (ver subcapítulo 3.5.2.4 acerca del desplazamiento de especies causado, por cambios climáticos).

Durante la historia evolutiva las especies aparecen en un definido lugar, y si son exitosas, amplían su rango de distribución convirtiéndose en una especie regional, continental o hasta cosmopolita. En el área del CAM, un fenómeno muy típico en la historia, ha sido la ampliación latitudinal del rango de distribución de especies la cual se realizó a lo largo de los Andes. Resulta que los diferentes pisos montanos podían ofrecer condiciones de hábitat a especies extratropicales que (sin la necesidad de adquirir muchos o nuevos caracteres y cualidades) la región tropical. Se observaron invasiones tanto de elementos austral antárticos llegados del sur del continente, como holárticos de origen centro o norteamericano. “Es importante recordar que los Andes es una cordillera bastante reciente que obtuvo su altitud actual hace 3-5 millones de años (Van der Hammen 1995). Como en la misma época se estableció el istmo de América Central (Panamá) se puede decir que desde entonces comenzó una época de migraciones³¹ de taxa que llevó a la composición actual de las comunidades vegetales (y animales)” (Ibisch *et al.* 2000). En muchos casos, el desplazamiento latitudinal de taxa significó especiación (p.ej., el género holártico *Alnus*, Betulaceae, *Alnus jorullensis* en Centroamérica y *Alnus acuminata* en Sudamérica³²), pero en otros, la expansión del rango fue bastante rápida y/o no se produjo un aislamiento reproductivo efectivo de las poblaciones enfiladas latitudinalmente (p.ej., muchas epífitas tal como *Tillandsia complanata* o *T. usneoides*). Es interesante que, en el área del CAM, posiblemente haya más elementos holárticos que australantárticos. Varios elementos holárticos que se caracterizan por una velocidad de desplazamiento más lenta, teóricamente, en el futuro, aún podrían llegar al CAM, p.ej., el género de los robles *Quercus* de América del norte ha llegado solamente hasta el norte de Suramérica. Sería más lógico postular que las invasiones de elementos extratropicales o incluso tropicales al área del CAM, no se han concluido en el pasado, sino que representan un proceso natural permanente. Muchos géneros o especies, p.ej., de la familia de las orquídeas, en el área del CAM, llegan al límite más sureño de su rango de distribución pero igualmente hay muchas que se han registrado solamente al norte del país, en Ecuador o en Perú -es de esperar que estos elementos norteños con el tiempo podrían llegar al CAM también.

Conclusiones para la conservación en el CAM

Si uno quiere garantizar que nuevas especies, que se encuentran en el proceso de ampliación de su rango de distribución, puedan llegar al territorio del CAM, se debe garantizar una cierta conectividad latitudinal en los diferentes pisos altitudinales hacia el norte y el sur del CAM. Por la dimensión de la cantidad de especies correspondientes y la relativa lentitud del proceso, esto es menos importante que facilitar los movimientos altitudinales (ver artículos anteriores y posteriores sobre el tema).

³¹ En la botánica, el término migración a menudo es utilizado en el sentido de aumento y/o desplazamiento de áreas de distribución; pero ver 3.5.3.1 para las definiciones vigentes aquí.

³² Comparar *Missouri Botanical Garden -w3-* Specimen Data Base: <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>. Sin embargo, debe decirse que la sistemática del género *Alnus* en América es confusa, y podría ser que *Alnus jorullensis* y *A. acuminata* sean sinónimos.

3.5.2.4. Desplazamiento de rangos de distribución y cambios de interacciones debido a cambios climáticos

P.L. Ibisch & S. Krefl

Recientemente, por primera vez, se analizó el problema de futuros cambios climáticos y sus posibles impactos en la biodiversidad de Bolivia (Ibisch 2003). No es posible dar aquí un resumen de toda la abundante bibliografía referente a la evidencia creciente e impresionante que los recientes cambios climáticos acelerados antropogénicamente tienen un impacto mensurable en la biodiversidad del planeta, pero se trata de citar algunos de los más recientes estudios cuya relevancia para la conservación en el CAM es muy obvia. Buenos resúmenes del estado de conocimiento, tanto de la amenaza de los cambios climáticos, como de las estrategias de adaptación se encuentran en recientes publicaciones de WWF (Dudley 2003, Hansen *et al.* 2003).

Pueden causarse impactos muy complejos, p.ej. a través de fluctuaciones climáticas afectando la disponibilidad de presa, épocas de reproducción etc. (Stenseth *et al.* 2002). Aparte de los impactos directos causados por temperaturas elevadas, los cambios climáticos pueden afectar la biodiversidad de una manera indirecta y, también muy significativa, a través de cambios de procesos bioquímicos, geoquímicos, y ecológicos, tales como la frecuencia, intensidad, duración y épocas de fuegos, épocas secas prolongadas, la ocurrencia de especies invasoras, patógenos, eventos extremos relacionados con el tiempo, como tormentas y muchos más (Aber *et al.* 2001, Dale *et al.* 2001, Benning *et al.* 2002). No se observará un simple calentamiento y un cambio en patrones de precipitación, sino también, cambios más complejos pero igualmente significativos para la biodiversidad, tales como la probabilidad de ciertos eventos extremos como inviernos muy fríos o veranos muy calurosos (p.ej. Schär *et al.* 2004). Justamente, serán los extremos que podrán ser más importantes que los promedios. Si en una región como el Chapare, según los modelos climáticos, aumentase la precipitación promedio anual, esto podría tranquilizar en el sentido de los escenarios para las muchas especies dependientes de condiciones muy húmedas. Sin embargo, si al mismo tiempo aumentase el riesgo de tener épocas secas más largas, esto podría ser un factor crítico para la extinción de muchas especies.

Los efectos del cambio de clima en el movimiento del rango de distribución de especies ya no son teóricos deducidos de datos paleoecológicos. El cambio del clima global ya ha dejado su “huella digital” en los sistemas ecológicos del planeta: Se han documentado ampliaciones de rangos hacia los polos de 200 km hasta 1.000 km (en 40 años); hay un desplazamiento promedio de 6,1 km/década, hacia los polos (o metros/década hacia arriba en las montañas) (Parmesan & Yohe 2003).

Realmente, hay ejemplos de todos los taxa y regiones. Los mejores datos, naturalmente, se tienen de regiones mejor investigadas, tales como Europa. Por ejemplo, se ha mostrado cómo los rangos de distribución de aves se desplazan hacia el norte (Thomas & Lennon 1999), o qué mariposas se mueven hacia arriba en las montañas de Chequia (Konvicka *et al.* 2003). En ecosistemas dominados por pocas especies se observan movimientos de biomas, como p.ej., en el caso de los bosques de *Fagus sylvatica* en las montañas de Cataluña en España que desde 1945 han subido unos 70 metros, siendo reemplazados en su límite inferior por bosques mediterráneos de roble (*Quercus ilex*) (Peñuelas *et al.* 2003). Sin embargo, se sabe que la reacción de las especies acerca de los cambios climáticos es bastante individual lo que significa que en ecosistemas más diversos los cambios no se podrán observar tan fácilmente y sobre todo no predecir de manera confiable (comparar FAUNMAP 1996).

Muchas comunidades biológicas posiblemente estén reorganizadas. El problema principal es que, la velocidad de los cambios no es comparable con los cambios en épocas comparables de la historia. Por ejemplo, se entiende bastante bien cómo en el cuaternario especies de árboles se movieron latitudinalmente o altitudinalmente, diferenciándose genéticamente, evolucionando activamente, durante el proceso de desplazamiento (Davis & Shaw 2001). Justamente, este concierto de desplazamiento y adaptación está amenazado debido a la rapidez

de los cambios: “*Tree taxa shifted latitude or elevation range in response to changes in Quaternary climate. Because many modern trees display adaptive differentiation in relation to latitude or elevation, it is likely that ancient trees were also so differentiated, with environmental sensitivities of populations throughout the range evolving in conjunction with migrations. Rapid climate changes challenge this process by imposing stronger selection and by distancing populations from environments to which they are adapted. The unprecedented rates of climate changes anticipated to occur in the future, coupled with land use changes that impede gene flow, can be expected to disrupt the interplay of adaptation and migration, likely affecting productivity and threatening the persistence of many species*” (Davis & Shaw 2001). Con respecto a este problema de la rapidez de los cambios ya hay mucho consenso entre los investigadores, especialmente en el contexto que las especies tendrán que moverse en paisajes cambiados antropogénicamente (p.ej. *Pitelka and the Plant Migration Workshop 1997*, McCarty 2001, Lavorel 1999, Saxon 2003, Bush *et al.* 2004). El sinergismo del aumento de la temperatura y otros factores de estrés, como la misma conversión y fragmentación de ecosistemas naturales, puede llevar a la ruptura de muchas interrelaciones entre especies y una recombinación de comunidades biológicas (Hansen *et al.* 2001, Root *et al.* 2003).

Mark Bush y colegas analizaron la historia del clima de un bosque montano en el Neotrópico, en el límite de Perú y Bolivia, casi perteneciendo al CAM, durante los 48.000 años pasados (Lago Consuelo, 1.360 m; Bush *et al.* 2004). Entre otros mostraron que el calentamiento en la transición del Pleistoceno al Holoceno fue mucho más lento que el calentamiento actualmente observable. En aquellas épocas, las especies podían responder efectivamente a un cambio de 1° C por milenio. Lamentablemente, los cambios de temperatura actuales y futuros, según modelos conservadores, tienen el ritmo de 1° C por centenario. Sin embargo, los autores piensan que las especies con grandes distribuciones altitudinales podrán reaccionar debidamente. Las especies con rangos muy reducidos enfrentarán serios riesgos. “*Given the relatively short geographic distances between elevations and the concomitantly short migration distances required to move among them, Andean plants with broad elevational distributions should be able to remain in equilibrium with climate. For taxa with narrow elevation ranges, however, the predicted rate of climate change may move them completely outside of their climatic niche space within only one or two plant generations. Coupled with habitat destruction preventing colonization from adjacent metacommunities, Andean plant communities may experience greatly increased extinction rates*” (Bush *et al.* 2004). Esta conclusión va conforme con los resultados del estudio de Thomas *et al.* (2004), los cuales indican que, a nivel mundial hasta el 2050, un 15-37%, según las regiones, tendrá que extinguirse porque sus rangos futuros extrapolados no tienen traslape con los rangos actuales.

Los cambios sutiles de patrones de presencia/ausencia, abundancias e interacciones de especies, también ya están registrados en los ecosistemas del planeta. Claramente, es más difícil comprobar la relación causa-efecto que en el caso de reacciones más simples como el desplazamiento de rangos según el régimen de temperaturas. Sin embargo, hay indicios que los cambios de temperatura y o contenido de CO₂ en la atmósfera comienzan a cambiar comunidades. Por ejemplo, en bosques no perturbados de la Amazonia se ha constatado que la mortalidad, regeneración y crecimiento de árboles ha acelerado llevando a cambios de abundancia de poblaciones: “*We show that, over the past two decades, forests in a central Amazonian landscape have experienced highly nonrandom changes in dynamics and composition. Our analyses are based on a network of 18 permanent plots unaffected by any detectable disturbance. Within these plots, rates of tree mortality, recruitment and growth have increased over time. Of 115 relatively abundant tree genera, 27 changed significantly in population density or basal area -a value nearly 14 times greater than that expected by chance. [...] Genera of faster-growing trees, including many canopy and emergent species, are increasing in dominance or density, whereas genera of slower-growing trees, including many subcanopy species, are declining. Rising atmospheric CO₂ concentrations may explain these changes, although the effects of this and other large-scale environmental alterations remain uncertain. These compositional changes could have important impacts on the carbon storage, dynamics and biota of Amazonian forests*” (Laurance *et al.* 2004).

Igualmente, otro grupo de investigadores, también en la Amazonia, detectó que las crecientes concentraciones de CO₂ posiblemente sean la causa del crecimiento inesperado de plantas en bosques maduros: “*Non-fragmented Amazon forests are experiencing a concerted increase in the density, basal area and mean size of woody climbing plants (lianas). Over the last two decades of the twentieth century the dominance of large lianas relative to trees has increased by 1.7-4.6% a year*” (Phillips *et al.* 2002). El crecimiento de la abundancia de lianas podrá tener consecuencias para la regeneración y mortalidad de árboles, desencadenando más cambios ecosistémicos.

Pounds *et al.* (1999) concluyen que cambios drásticos de las comunidades biológicas en los bosques montanos húmedos de Costa Rica, incluyendo el colapso de poblaciones de especies raras, podrían ser consecuencia de cambios climáticos afectando la ocurrencia de nubes: “*Twenty of 50 species of anurans (frogs and toads) in a 30-km² study area, including the locally endemic golden toad (Bufo periglenes), disappeared following synchronous population crashes in 1987. Our results indicate that these crashes probably belong to a constellation of demographic changes that have altered communities of birds, reptiles and amphibians in the area and are linked to recent warming. The changes are all associated with patterns of dry-season mist frequency, which is negatively correlated with sea surface temperatures in the equatorial Pacific and has declined dramatically since the mid-1970s. The biological and climatic patterns suggest that atmospheric warming has raised the average altitude at the base of the orographic cloud bank, as predicted by the lifting-cloud-base hypothesis*”. La hipótesis de las nubes ascendientes, expuesta más adelante en la sección correspondiente a procesos hidroclimáticos. Las amenazas para la biodiversidad de los bosques montanos húmedos, obviamente, van más allá del desplazamiento de rangos de distribución de especies.

Conclusiones para la conservación en el CAM

Sin tener que enfrentar los futuros cambios climáticos, teniendo en cuenta solamente las necesidades de movimientos y desplazamientos de los organismos, se puede concluir que la conservación de la biodiversidad de una región tan compleja como el CAM, requiere de mucho más que una red de islas protegidas bien distribuidas para representar los distintos ecosistemas. Quiere decir que se mantenga su condición y función como corredor biológico regional, compuesto por una multitud de subcorredores, garantizando conectividad: básicamente, proteger el flujo de individuos. Asegurar que los individuos de las especies que habitan el CAM (por ciclos reproductivos completos o partes de ellos), tengan las condiciones para moverse, tiene que ser la primera meta del Corredor Amboró-Madidi.

Pero teniendo en cuenta, además, los cambios climáticos queda perfectamente claro que se debe enfocar aún más en garantizar la manutención de una máxima conectividad de hábitats, especialmente en direcciones que muy probablemente sean rutas de movimientos de individuos: en el CAM, son los corredores altitudinales (que también se requieren por la migración altitudinal de animales). Mientras la migración se caracteriza por movimientos bidireccionales, los movimientos causados por los cambios climáticos son unidireccionales, lo que en sí no es relevante para la calidad de los corredores requeridos. Bajo la amenaza imponente de los cambios climáticos, que ponen en peligro la entera comunidad orgánica como tal en el CAM, es imperativo hacer todo lo posible para conservar lo más posible, a pesar de los desplazamientos acelerados, que se llevarán a cabo como consecuencia de cambios climáticos antropogénicos.

Muchos autores de publicaciones recientes destacan la importancia de integrar estrategias de cómo enfrentar cambios climáticos en estrategias de conservación (p.ej. Hannah *et al.* 2002, Saxon 2003, Hansen *et al.* 2003). “*The majority of planning to date has focused on issues relating to space; designing reserves to protect moderately “pristine” tracts of land or water. While we have protected only a fraction of the area needed to meet recommended spatial goals, we must also start addressing threats that originate outside reserves and protected areas. Environmental threats like climate change require that we extend conservation planning beyond the*

boundaries of protected areas, and into a future in which ecosystems and biomes may be quite different than they are today” (Hansen & Biringer 2003). En Bolivia, y especialmente en el caso del CAM, con sus grandes ecosistemas bastante sanos, aún existe la oportunidad especial de realizar una planificación proactiva y más allá de los límites de las áreas protegidas tradicionales y más allá de los patrones actuales de la biodiversidad.

Biringer (2003), propone una serie de estrategias de adaptación para bosques tropicales y muchas de ellas deben aplicarse en el CAM: p.ej., reducir en la medida posible las demás amenazas y estreses en la biodiversidad, evitar fragmentación y proporcionar conectividad, maximizar las unidades de manejo, tomar decisiones en una escala grande biogeográfica, representar bosques a lo largo de gradientes ecológicos, proteger bosques maduros. Otras estrategias propuestas no son tan realistas para el CAM (p.ej., apoyar migración de especies por introducciones en nuevas áreas, conservación *ex situ* de especies especiales).

En un primer paso, lo más importante es que los actores relevantes, las ONG, las entidades gubernamentales competentes y la población desarrollen una idea de la relevancia de los cambios climáticos para la conservación en el área, y que se requiere de un nuevo enfoque muy dinámico y tolerante: “*As Millar notes (PSRS, 2003), the goal should not be to stop change or preserve a species, population or landscape in its current or former condition. Especially for highly vulnerable systems, “change may be inevitable, and resisting it could lead to abrupt and undesired consequences in the future” (PSRS, 2003)*” (Biringer 2003).

También es importante reconocer que la situación parece ser un juego de azar en el que es imposible saber cuáles de las especies tendrán éxito en adaptarse y dónde se encontrarán en un futuro bastante cercano. Por lo tanto, es recomendable no enfocarse tanto en las especies individuales, sino en los procesos ecológicos. Por lo menos, la manutención de los procesos relacionados con movimientos de organismos debe tener mayor prioridad sobre la representación de todas las facetas distintas de la biodiversidad. Incluso debe quedar claro que un bosque menos rico en especies puede tener mayor prioridad de conservación que otro más rico, si es que contribuye de manera sobresaliente y más significativamente a la conservación de funciones ecológicas. Simplemente, cualquier elemento de biodiversidad que sea distinto, solamente podrá sobrevivir a largo plazo si se encuentra en un sistema funcional.

3.5.3. Procesos y funciones a nivel de comunidades biológicas e interacción de especies

3.5.3.1. Perturbación biótica y sucesión

S. Kreft & P.L. Ibsch

Eventos abióticos que perturban los ecosistemas (huracanes, incendios, derrumbes, inundaciones, erosión fluvial, entre otros) crean manchas de estados jóvenes y así re-inician la sucesión natural hacia estados maduros. En analogía a estos eventos catastróficos, existen perturbaciones bióticas que tienen un efecto principalmente similar (Scherzinger 1996). Es importante tener en cuenta que perturbaciones tanto como sucesiones se pueden llevar a cabo en niveles y escalas muy diferentes.

La sucesión natural hacia un bosque tropical maduro trae consigo una serie de estados sucesionales bien distintos por su aspecto, por su composición florística y la subcomunidad de animales que los acompaña (Terborgh 1985, Foster *et al.* 1986). La diversidad alfa también varía entre los diferentes estados, a menudo con una diversidad elevada al comienzo. Prácticamente, siempre es el estado maduro, a veces llamado “estado clímax,” que culmina en la mayor diversidad. Entonces, solamente considerando la diversidad alfa, los estados sucesionales parecen poco importantes, si no incluso una contribución negativa para la diversidad local. Sin embargo, estados jóvenes de la sucesión natural siempre cubren áreas relativamente restringidas, y la combinación de la entera serie

sucesional resulta en una diversidad beta muy elevada en comparación al estado clímax aislado. (Es interesante tener en cuenta, que en un estudio de comunidades de varios taxa de plantas en los Yungas bolivianos, Kessler (2001) observó un máximo de endemismo en los estados sucesionales intermediarios, en este caso generados por impactos humanos). Por consecuencia, la riqueza de especies de animales también aumenta mucho en presencia de una dinámica funcional de la sucesión (p.ej., aves: ver Wiedenfeld 1991). De hecho, existe una sinergia entre el proceso de la sucesión y otros procesos bio-ecológicos. Por ejemplo, para la colonización por especies de plantas socorridas que reemplazan a las especies de un estado más joven, dispersores de sus diásporas son imprescindibles (ver 3.5.3.3). Por otro lado, las poblaciones de estos animales, a menudo, no habitan un sólo estado sucesional, sino que se mueven entre ellos según los patrones espacio-temporales de las ofertas alimenticias (Loiselle & Blake 1994, Terborgh 1985; ver también dispersión zoocórica).

Para completar este proceso cíclico, las perturbaciones, sean abióticas o bióticas, también son indispensables: Entre las perturbaciones bióticas en los bosques tropicales, destacan las actividades de hormigas folívoras (“*leafcutter ants*”), los sepes. Representan perturbadores con impactos considerables: Abren el dosel, a veces matando a la planta. La cantidad de luz que llega al interior del bosque aumenta y así las hormigas fomentan la regeneración del bosque.

Mientras el impacto de las hormigas folívoras, a menudo, es de escala considerable y obvia para la percepción humana, hay un sinnúmero de impactos de menor escala, pequeñas catástrofes, que, sin embargo, inician una sucesión. Un individuo de *Pseudocolaptes boissonneautii* (Furnariidae), un ave especializada en buscar artrópodos en epífitas (Ridgely & Tudor 1989), puede destruir la comunidad organísmica en una fitotelma, el diminuto cuerpo de agua que se forma en una bromelia epífita. La fitotelma después empieza a ser re-colonizada por microorganismos, larvas de insectos etc. hasta ranas.

Diferente al caso de las perturbaciones, la sucesión siempre es un proceso mayormente biótico. Aunque factores abióticos también interactúan sinergeticamente (p.ej., formación de suelos, nivel de la capa freática), son los organismos que controlan el proceso de la sucesión. Los elementos importantes de la sucesión son: la polinización y la dispersión, donde en el trópico la participación de animales predomina sobre mecanismos abióticos. En general, la dinámica sucesional depende de la altitud, el clima regional y las condiciones previas (Scherzinger 1996): la composición y el estado del suelo, poblaciones cercanas en fuentes para la colonización (Silva *et al.* 1996, Blackburn & Gaston 2001) e interacciones entre la comunidad organísmica en general.

A las especies que crean el hábitat para otras especies, es posible clasificarlas como “ingenieros de hábitat.” Ellas proveen la matriz necesaria para la colonización por otras especies durante una sucesión natural.

Los árboles por ejemplo, proveen la matriz para muchas especies: Primero, es el sustrato para la colonización por plantas epífitas, son el recurso alimenticio para muchos comensales primarios (p.ej., larvas de insectos, hormigas folívoras-ver arriba, frugívoros -ver 3.5.3.), parásitos (p.ej., los géneros *Phrygilanthus*, *Psittacanthus*, *Tristerix*-Loranthaceae; *Dendrophthora*, *Phoradendron*-Viscaceae) y para descomponedores (p.ej., hongos), y además proveen sombra y microclima a muchas especies sensibles del sotobosque. La sucesión llevada a cabo por árboles, entonces, ramifica en sucesiones de escalas menores, p.ej., las fitotelmas, donde en las epífitas se forman hábitats (ver arriba).

Segundo, la colonización masiva de un área, resultando en una mancha de bosque, recién crea el microclima necesario para la aparición de la comunidad organísmica de cualquier ecosistema boscoso.

Describiendo una escala más pequeña, pájaros carpinteros (Picidae) típicamente excavan huecos en troncos donde nidifican. De esta manera crean espacios utilizables para la nidificación de una multitud de otras especies, p.ej., carpinteros de la misma o de otras especies, loros (Psittacidae), tucanes (Ramphastidae), trogones (Tro-

gonidae), buhos y lechuzas (Tytonidae, Strigidae) y ciertas especies de patos (*Dendrocygna* spp.), entre otros (Hilty & Brown 1986). Además de iniciar esta clase de “sub-sucesión,” esa actividad, al mismo tiempo, puede ser también una perturbación si inicia o contribuye a la muerte del árbol.

Otro ejemplo representan los nidos de termitas o de avispas, proveyendo la matriz donde trogones (Trogonidae) excavan su nido (Hilty & Brown 1986:300).

Problemática de conservación: Entendiendo sucesión como una cascada de procesos bio-ecológicos, se hace obvio que el funcionamiento de sucesión depende del funcionamiento de cada una de sus partes. Por consecuencia, la disfuncionalidad de uno de estos elementos puede afectar gravemente el funcionamiento del gran proceso (p.ej., ver 3.5.3.: Problemáticas de la conservación de polinización).

“La pérdida de poblaciones o especies, que es causada por la abundancia de otras especies se llama extinción secundaria (Terborgh & van Schaik 1997). Puede generarse si, por ejemplo, se cambia la relación entre carnívoros y presas; también si se extinguen polinizadores o dispersores de semillas; o viceversa, si el recurso se vuelve escaso por procesos bruscos de pérdida de cobertura vegetal, provocando ello desplazamientos y extinciones locales del polinizador o dispersor, dependiendo del grado de especialización (p.ej. Stouffer & Bierregaard 1995; Olivera 1999, Galindo-González *et al.* 2000, Silva & Tabarelli 2000). [...] Por ejemplo, se ha observado que la eliminación de los depredadores de hormigas sepes, puede causar la extinción de diferentes especies de plantas, que no aguantan el aumento del corte de sus hojas en la etapa de plantines. Ya que las interrelaciones de especies en los ecosistemas son muy complejas, es obvio que los posibles eventos de la extinción secundaria también pueden ser muy complejos y, prácticamente, impredecibles” (Ibisch 2003).

La Sucesión es de extraordinaria importancia para facilitar el desplazamiento forzado por el cambio climático (ver arriba): Especialmente la dispersión exitosa de especies arbóreas es crucial para que las poblaciones sigan colonizando nuevas áreas, compensando la pérdida de las áreas donde las condiciones climáticas han empeorado. En detalle, son los procesos de su reproducción, su dispersión y el establecimiento del plantín, que deben funcionar. Recién cuando los árboles se hayan establecido y se haya formado un bosque, les pueden seguir todas las especies de plantas y animales que dependen de las condiciones ecológicas del ambiente boscoso. Este gran proceso del desplazamiento de las áreas de distribución de especies afectadas por el cambio climático, también puede ser impedido por condiciones abióticas degradadas, tal como suelos degradados o una menor disponibilidad de agua que los árboles crecientes ya no pueden alcanzar.

El hombre tiende a percibir la perturbación natural como un disturbio inconveniente, hasta amenazante. Mientras, a menudo, se siente impotente ante fuerzas naturales como un huracán o una inundación, de hecho intentaría luchar contra un perturbador biótico como p. ej., una plaga de insectos. Donde es factible, muchas veces se aplicaría medidas para contrarrestar al perturbador. Esto es válido, especialmente, si este perturbador natural afecta también sus cultivos. Por ejemplo, un pájaro carpintero es percibido de manera negativa si, aparte de que excava huecos en bosques naturales, también visita cultivos de caña, donde obviamente aprovecha de la oferta alimenticia en abundancia y fácil de conseguir (S. Kreft, observación personal).

Una perturbación de carácter diferente que las que se ha descrito anteriormente, es la invasión de especies exóticas. Su invasión no impacta primordialmente las sucesiones naturales en los ecosistemas, sino aumenta la presión competitiva en las especies nativas, que, en consecuencia, pueden bajar su densidad o sufrir extinción local. Invasiones de especies exóticas -en conjunto con extinciones de especies con áreas de distribución regional hasta local- llevan a la homogenización taxonómica de las comunidades orgánicas (diversidades beta suprimidas), un efecto no deseado desde el punto de vista conservacionista (Lockwood *et al.* 2000).

“En Bolivia hay un gran número de especies exóticas, parcialmente, con tendencias invasoras, sin que -hasta el momento- se observen mayores consecuencias para especies nativas (Ibisch 2003). Hay más especies exóticas de plantas que animales. Una diversidad alta de neófitas se encuentra en áreas cultivadas hace siglos; hay una diversidad enorme de malezas europeas en los valles interandinos y en la Puna (semihúmeda) (ver p.ej. Sigle 1988, Pestalozzi & Torrez 1998). Normalmente, las especies “invasoras” no invaden bosques intactos, sino se limitan a áreas antrópicas. La proliferación de especies exóticas (muchas veces tóxicas y de cierta manera dañinas) es una consecuencia típica del pastoreo [...].

Las gramíneas están entre los grupos más relevantes como plantas invasoras. Se registran aproximadamente unas 90 especies de gramíneas no nativas (cálculo propio según Renvoize 1998). En algunas comunidades de las tierras bajas la proliferación de sujo (*Imperata brasiliensis*) se convierte en un problema para el uso de la tierra, ya que no es fácilmente eliminable con fuego y prospera en barbechos que no pueden ser recuperados fácilmente para los cultivos. El problema es conocido en Perú y Brasil (Scott 1978, Fearnside 1990), y tiene el potencial de multiplicar los efectos de la conversión de ecosistemas boscosos. Gramíneas exóticas se utilizan para el mejoramiento de praderas (p.ej. *Hyparrhenia rufa*, *Brachiaria brizantha*; Killeen *et al.* 1990) y también en el contexto de la revegetación p.ej., después de intervenciones de la industria petrolera. Se desconoce si la ampliación del rango de distribución de estas especies ha llevado a problemas de conservación para otras.

La introducción de especies forestales exóticas como *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) y *Pinus* spp. (Pinaceae) tiene efectos negativos en los sitios de las plantaciones (p.ej. Schulte & Mérida 1991, Fjeldså & Kessler 1996), perjudicando a la flora y fauna de los suelos y eliminando la vegetación natural en el sotobosque; pero afortunadamente, no se observan tendencias invasoras de estas especies. [...]

Un caso especial de la introducción antropogénica de organismos, no necesariamente nativos -y con potencial de amenaza para la biodiversidad nativa-, representa el control biológico de plagas. En Bolivia, ya hay instituciones que introducen y difunden organismos patógenos en agroecosistemas hasta en áreas protegidas sin que se apliquen protocolos de prevención y monitoreo de impactos (p.ej. PROBIOMA, Área Natural de Manejo Integrado Amboró). Obviamente, la ventaja del control biológico es evitar la aplicación de pesticidas (ver abajo); sin embargo, debe analizarse con cuidado qué riesgos biológicos pueden generarse. En el caso de hongos patógenos (p.ej., utilizados por PROBIOMA: *Metarrhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii*, *Beauveria bassiana*, *Trichoderma* spp.), es posible que afecten no solamente a las especies plagas en los cultivos (p.ej., escarabajos, mariposas), sino también a especies silvestres que se encuentran al lado de los cultivos, y que pueden ser hasta beneficiosas para la agricultura. Muchos hongos son cosmopolitas y, por lo tanto, supuestamente no exóticos en cualquier lugar de aplicación. Sin embargo, existen variedades genéticas que pueden tener características diferentes de las variedades nativas (también ya se ha comenzado con la manipulación genética de organismos biocontroladores). El origen del material aplicado es de alta importancia. Además, la propagación artificial y la introducción masiva de patógenos podrían llevar a consecuencias impredecibles en el ecosistema. [...]

En el contexto de cambios antropogénicos de la abundancia de algunas especies, pueden generar problemas para otras, así mencionaremos brevemente la introducción de animales criados o mantenidos en cautiverio. A parte de varios posibles problemas etológicos que dificultan la (re-) introducción de animales en ecosistemas naturales (especialmente en el caso de depredadores grandes), o también genéticos (si los animales introducidos no provienen de la población del sitio donde se realiza la introducción), se debe mencionar el riesgo de la introducción de enfermedades no existentes en el hábitat natural y la falta de hábitat apropiado (Jiménez 1996)” (Ibisch 2003).

Conclusiones para la conservación en el CAM:

En resumen, el “mensaje” para los actores conservacionistas en el CAM debe ser: Proteger (quiere decir, dejar que se produzcan) las perturbaciones naturales e impedir la degradación antropogénica de los ecosistemas. Ya que las perturbaciones naturales son un “motor” muy poderoso para el desarrollo y mantenimiento de biodiversidad y además para la evolución de taxa nuevos, es absolutamente clave permitir estas dinámicas naturales.

Es obvio que en zonas pobladas, estas perturbaciones pueden estar en conflicto con las actividades humanas. La meta en estas zonas (en las ANMIs tanto como en las áreas no protegidas legalmente) debe ser aplicar medidas proactivas para facilitar la “convivencia” de la gente y de los procesos ecológicos, incluyendo las perturbaciones naturales.

Para dar un ejemplo, se debería lograr convencer a pobladores o colonos evitar ciertas actividades (construcción de viviendas, caminos, etc.) en las orillas (particularmente en el lado de actual erosión activa) de los ríos. Por un lado, la dinámica fluvial a corto plazo amenazaría la integridad física de la gente y sus pertenencias. Por otro lado, los ríos son perturbadores naturales que garantizan la sucesión continua deseada, además de representar biocorredores importantes (ver 3.5.2.).

Impedir la degradación antropogénica de los ecosistemas es el complemento del concepto de la protección de las perturbaciones naturales. Volviendo al ejemplo dado anteriormente, otro escenario sería la fortificación de las orillas con diques u otras medidas para controlar la dinámica fluvial. Esta manipulación, por lo menos en gran escala, sería un grave impacto negativo que se debería evitar. Claramente, la primera opción (actividades humanas solamente a partir de una cierta distancia al río) es más sostenible (y económica).

Invasiones de especies exóticas representan perturbaciones no naturales. Para evitarlas, es crucial tomar medidas proactivas. Ante todo, la funcionalidad de ecosistemas completos y no degradados proveen una fuerte protección ante posibles invasiones. En general, además, se debería permitir el uso en gran escala de especies no autóctonas en el CAM (en la agricultura, apicultura, granjas etc.) siempre y cuando se haya analizado los riesgos implicados; una medida complementaria sería el fomento del uso de especies y variedades nativas. Ya que todas las áreas protegidas están rodeadas de zonas pobladas donde se llevan a cabo diversas actividades humanas, especialmente en los alrededores de las APs se debería asegurar que no se introduzcan especies con el potencial de afectar las comunidades orgánicas por proteger.

Especies clave

En muchos ecosistemas, se puede observar que existen especies clave (“*keystone species*”), que son especies interactores fuertes y que tienen un impacto desproporcionadamente alto en el sistema (Gilbert 1980). Esta definición, aunque no sea muy rígida, implica que en el conjunto de una comunidad orgánica local, sólo un número reducido de especies representa especies clave. El criterio más importante para la identificación de especies clave es que la abundancia y/o la biomasa de la población local deben destacarse por ser pequeña en comparación al papel clave que tiene para el funcionamiento del ecosistema (Davic 2003).

El concepto de las especies clave es discutido controversialmente. Las críticas en la mayoría apuntan a su confusión con otros conceptos, como especies paraguas o especies de bandera y no a la validez del concepto propio (Paine 1995, Caro & O’Doherty 1999). Otras críticas advierten que la concentración en la conservación de una o pocas especies clave puede llevar a olvidarse la necesidad de ver el sistema en su integridad (Paine 1995).

Sin embargo, garantizada su aplicación adecuada, el concepto de especies clave ha sido adaptado ampliamente. Parece útil para la conservación porque permite filtrar especies de importancia extraordinaria de una cantidad a

veces inmensa de especies locales. Ya se tiene conocimiento de casos muy claros de especies clave dominando funciones bio-ecológicas importantes. Especies clave representan la analogía biótica a procesos abióticos dominantes, como incendios, derrumbes, huracanes etc. (Paine 1995).

Tipos de especies clave: En otros capítulos se menciona varios ejemplos de especies clave: Una especie polinizadora representa una especie clave, si varias especies de plantas dependen imprescindiblemente de su servicio (ver 3.5.3.2). En el Parque Nacional Manu, Perú, especies clave de plantas sostienen a la comunidad entera de animales frugívoros, proveyendo sus frutos durante las épocas de escasez alimenticia (Terborgh 1986; ver 3.5.3.3).

Falta comentar el papel de los depredadores grandes en muchos ecosistemas: Estos macrodepredadores controlan las abundancias de las poblaciones de depredadores de tamaño mediano. En presencia de este factor controlador, los animales pequeños, presas potenciales para los meso depredadores, pueden existir en abundancias relativamente grandes. Los herbívoros entre ellos (como efecto), efectúan un control sobre la dinámica vegetacional.

“Tanto la eliminación de herbívoros como el aumento de su abundancia (debido a la eliminación de depredadores grandes), puede causar cambios estructurales en el ecosistema (Terborgh 1999): una multitud de especies puede convertirse en “maligna” si desaparecen sus depredadores” (Ibisch 2003).

Estos efectos en la cascada trófica, o parte de ella, ya han sido comprobados en varios ecosistemas muy diferentes. Un ejemplo clásico del noreste del Océano Pacífico, londras (*Mustelidae*) controlan a poblaciones de erizos (*Echinodermata: Echinoide*). Los erizos, en cambio, se alimentan de animales y plantas que viven en los suelos marítimos. De esta manera, la presencia de las londras impide la sobreexplotación de estos organismos por los erizos (Estes & Palmisano 1974). Asimismo, en España, la presencia del *Lynx ibérico* (*Lynx pardinus*, *Felidae*) favorece a animales pequeños como conejos (*Oryctolagus cuniculus*, *Leporidae*), a través de limitar la dinámica poblacional de meloncillos (*Herpestes ichneumon-Viverridae*), sus depredadores, que son de tamaño mediano. La ausencia del *Lynx* tiene como efecto un alivio ecológico para los mesodepredadores (“*mesopredator release*”). De manera similar, en vegetación arbustiva en California, el gremio entero local de mesodepredadores aumenta su abundancia donde el macrodepredador, el coyote (*Canis latrans*, *Canidae*), no ocurre (Crooks & Soulé 1999). Se ha observado este fenómeno también en el Neotrópico con sus ecosistemas tendencialmente más complejos. En un área de bosque semidecíduo en Venezuela, el inventario natural de (macro- y meso-) depredadores de vertebrados es diverso e incluye a gatos (*Felidae*), comadrejas (*Mustelidae*), aves rapaces (gavilanes-*Accipitridae*, halcones-*Falconidae*, buhos y lechuzas-*Tytonidae*, *Strigidae*; entre los depredadores de huevos y pichones destacan los tucanes-*Ramphastidae* y los cuervos-*Corvidae*) y serpientes (*Serpentes*). La inundación de una parte del área para una represa hidroeléctrica ha resultado en la formación de algunas islas, donde se puede observar los efectos de este experimento ecológico de gran escala: Han desaparecido los depredadores mencionados, resultando abundancias extremadamente aumentadas de varias especies de herbívoros. En consecuencia, el crecimiento vegetacional se encuentra dramáticamente suprimido (Terborgh *et al.* 2001).

Problemáticas de conservación: Por definición, la protección de especies clave es crítica para la conservación del funcionamiento de los ecosistemas donde viven. Su pérdida puede resultar en la interrupción de un proceso bio-ecológico (p.ej., de la reproducción a través de la interrupción de polinización; ver 3.5.3.2) y, como consecuencia, en la extinción de una sub-comunidad entera de especies o en otro cambio profundo de la estructura de la comunidad orgánica local. Por ejemplo, pueden darse cambios dramáticos en las distribuciones numéricas entre poblaciones de diferentes pisos tróficos, y, por consecuencia, en el flujo energético a nivel del ecosistema.

Un problema preocupante representa la desaparición de depredadores grandes en zonas influenciadas por el hombre. Para empezar, hay indicaciones que en las zonas habitadas por el hombre, la presión hacia los animales pequeños por mesodepredadores es *baja*, la cacería apunta a macrodepredadores tanto como a mesodepreda-

dores. Alejándose del ambiente humano, la cacería normalmente sólo está dirigida hacia animales grandes, entre ellos los macrodepredadores, resultando en el alivio ecológico para mesodepredadores. Ellos podrían aumentar dramáticamente de abundancia, efectuando una presión *alta* a sus presas (Willis 1979). Las áreas habitadas son de tamaño restringido en comparación con las áreas muy extensas donde la cacería, a menudo, logra reducir la abundancia de macrodepredadores a un nivel muy bajo o incluso a la extirpación local de las especies depredadoras más sensibles. El hecho que, naturalmente, la abundancia de macrodepredadores es baja, contribuye a la vulnerabilidad de las poblaciones de estos macrodepredadores y con ello a la red trófica entera de un ecosistema. Como última consecuencia, el control natural del crecimiento vegetacional puede fallar, y la composición de la vegetación puede mostrar cambios profundos, potencialmente no convenientes, p.ej., en concesiones forestales.

Aparte de especies clave identificadas, el efecto de extinciones en una comunidad de especies es difícil de predecir: Parece que con la serie de extinciones sucesivas o secundarias, habrá (o ya hay) especies “ganadoras” (que aumentan en abundancia dentro del marco de compensación de densidades poblacionales, subsumiendo la abundancia de todas las especies locales), tanto como “perdedoras” (que son afectadas por la desaparición de especies, de las cuales dependen, por lo menos parcialmente). Según modelaciones biomatemáticas (Ives & Cardinale 2004), las primeras extinciones resultan en una comunidad más resistente a estrés ecológico. Extinciones adicionales, en algún momento, efectúan pérdidas en la resistencia de la comunidad. El papel de las especies extirpadas para las interacciones en la red trófica define cuáles especies muestran compensación y cuáles sufren pérdidas en su abundancia, pero las interacciones intrínsecamente complejas en la red trófica comúnmente no permiten prever estos cambios. Esta impredecible situación es un fuerte argumento para aplicar un concepto holístico, tratando de conservar sistemas enteros y los procesos bio-ecológicos que los forman y mantienen (Ives & Cardinale 2004).

Conclusiones para la conservación en el CAM:

La modelación de Ives & Cardinale (2004) insinúa no restringirse en la protección de una selección de especies identificadas clave para la funcionabilidad del CAM. Aparte de ser imposible, al tener en cuenta el escaso conocimiento actual de los ecosistemas de la región, los resultados de dicho estudio implican que puede ser riesgoso enfocar los esfuerzos conservacionistas en especies aisladas. Nuevamente, se hace obvia la necesidad de dirigirse a las comunidades enteras y la funcionalidad de los ecosistemas que habitan.

Aceptando esto como concepto general, sin embargo, es posible prestar cierta atención especial a especies grandes de animales, ya que abarcan muchas potenciales especies clave, como agentes de dispersión especializados (ver 3.5.3.3) y depredadores dominantes (“*top predators*”). Este grupo heterogéneo de animales tiene en común que son particularmente sensibles ante la destrucción, degradación o fragmentación de sus hábitats (ver, p.ej., Bierregaard *et al.* 1992): Están entre las primeras especies que desaparecen en regiones impactadas. Además, son las que más sufren por la cacería no controlada (ver arriba y 3.5.3.2). Ahí surgen dos fuentes de impacto negativo, pero que también representan fenómenos posibles de monitorear y de contrarrestar.

3.5.3.2. Polinización

S. Kreft

En las espermatófitas, si su polen no está adaptado para ser transportado por medios abióticos (viento, agua), requieren de polinizadores. Estos animales, durante el acto de buscar el néctar ofrecido por una flor, típicamente se “impregnan” con el polen y lo llevan a otras flores. Muchas especies de plantas para su reproducción dependen de este servicio brindado por los animales nectarívoros. La tasa reproductiva (entonces, como primer paso, la producción de semillas) está correlacionada con la abundancia de polinizadores y su eficacia.

Plantas: En un 84% de las familias esencialmente tropicales de espermatófitas predomina la zoofilia (quiere decir, polinización por animales). Entre ellas, la mayoría abarca plantas leñosas. La predominación de zoofilia en los sistemas de polinización ya se muestra en el papel de un sólo taxón de polinizadores: un 90% de las angiospermas es entomófilo (flores adaptadas a polinización por insectos) (Renner 1996).

Por orden de importancia, globalmente, hay tres veces más géneros ornitófilos que quiropterófilos (polinizados por aves y murciélagos, respectivamente). Estos dos modos de polinización son más importantes en el Neotrópico que en otras regiones tropicales (Renner 1995, 1996), aunque la entomofilia predomina independiente de la región.

Nectarívoros: En cambio, un porcentaje mucho más modesto de las especies de animales participan en la polinización de plantas. Los taxa de animales polinizadores más importantes son los insectos (Insecta), las aves (Aves) y los mamíferos (Mammalia). Entre los insectos, destacan las mariposas (Lepidoptera), abejas (Hymenoptera: Apoidea), moscas (Diptera: Brachycera) y escarabajos (Coleoptera) (Roubik 1995). Familias importantes de aves son los picaflores y los tordos (Trochilidae e Icteridae, respectivamente; Stiles 1981, 1985). El orden más importante entre los mamíferos son los murciélagos (Chiroptera) (Roubik 1995), con representantes en la familia Phyllostomidae (Glossophaginae, Lonchophyllinae; Emmons & Feer 1999). Sin embargo, los insectos son el grupo más diverso de polinizadores. Mientras en altitudes superiores, los insectos y, especialmente, los murciélagos ocurren con una reducida riqueza de especies y poca abundancia, los picaflores, en estas altitudes mayores, tienen una elevada importancia relativa (Stiles 1983).

Detalles del funcionamiento: Existen algunos casos de co-adaptaciones entre una sola especie de planta dependiente de una sola especie de polinizador (especialmente en el caso de la familia de las orquídeas). Un caso extremo es la inter-dependencia entre *Passiflora mixta* y el picaflor *Ensifera ensifera* (Snow & Snow 1980) para la polinización exitosa y como recurso alimenticio predominante, respectivamente. Dicho picaflor ocurre en la subcorregión Yungas en el CAM (Hennessey *et al.* 2003).

En general, sin embargo, la coevolución entre plantas y polinizadores es más difusa, y los generalistas son más comunes que los especialistas en plantas tanto como animales (Renner 1996, Nabhan & Fleming 1993), resultando en competición por el néctar (ver discusión en Wiens 1989). En un caso intermedio, *Eutoxeres condamini* (Trochilidae: Phaethornithinae), un picaflor con un pico extremadamente curvado, que en Bolivia ocurre en los Yungas de La Paz (Hennessey *et al.* 2003), ha sido observado visitando plantas de los géneros *Heliconia* y *Centropogon* (Hinkelmann 1999). Por otro lado, especies del género *Heliconia* también reciben visitas de los picaflores de otras especies de la subfamilia Phaethornithinae (Stiles 1981, Schuchmann 1999).

Existen parásitos nectarívoros que roban néctar a las plantas sin contribuir a su polinización. El género entero *Diglossa* (Aves: Thraupidae), al igual que los picaflores del género *Heliothryx*, están especializados en robar néctar de varias especies de plantas, taladrando un pequeño hueco en la base de las flores (Stiles 1981, 1985b).

A nivel poblacional, el flujo genético contribuye a la viabilidad de una población (evitando la reducción del *pool* genético y la creciente aparición de adaptaciones contrarias en el fenotipo). De esta manera, la polinización es una función ecológica indispensable para la gran mayoría de los ecosistemas terrestres.

Para poder cumplir con su servicio en la relación mutua con las plantas, los polinizadores tienen que ser móviles. Sus movimientos espacio temporales, y con ellos la eficacia de la polinización, dependen de algunas variables: la oferta de néctar, quiere decir la cantidad y distribución espacial de néctar en las flores de los diferentes individuos de plantas y entre los individuos, define el comportamiento del animal en relación a la planta. Si la oferta de néctar es grande, los polinizadores tienden a quedarse por períodos prolongados cerca de la misma planta, lo cual tiene como consecuencia una baja eficacia de polinización. En el caso de picaflores, recursos de néctar sufi-

cientemente grandes y agregados para mantener a un individuo pueden resultar en un comportamiento territorial -en este caso la eficacia es muy baja (polinización puede ser efectuada por picaflores intrusos, que “roban” néctar al ave territorial durante visitas muy cortas, antes de ser expulsados por el defensor del territorio y volar a otra planta) (p.ej. Wolf 1970, Feinsinger & Colwell 1978). También, el miedo a los depredadores puede evitar que los polinizadores se queden períodos largos en la misma planta. -En cambio, flores en baja abundancia y/o con poco néctar hacen necesarios movimientos frecuentes o de largas distancias por parte de los polinizadores.

En contraste con los nectarívoros territoriales, las especies migratorias, por su alta movilidad, comúnmente son polinizadores eficaces contribuyendo a la diversificación genética de poblaciones. Las poblaciones de varias especies de plantas en lugares distantes dependen de la visita de un polinizador durante sus viajes migratorios cíclicos, como es el caso de la mariposa monarca (*Manaus plexippus*) (Withgott 1999) y con ciertos murciélagos nectarívoros y algunas especies de aves, en su mayoría picaflores. Aunque no se conozca ningún estudio de polinizadores migratorios para el CAM, sin duda hay, al menos, muchos insectos polinizadores que pasan por el CAM durante sus viajes cíclicos. Esto se aplica también para migrantes altitudinales. Por ejemplo, durante el florecimiento de poblaciones de *Puya herzogii* en la zona de páramo yungueño (aprox. 3.500 m) en el Parque Nacional Carrasco, aparecen individuos del picaflor *Colibri coruscans*, muy probablemente visitantes de pisos inferiores de la misma ladera (observación propia). Los picaflores, pertenecen a la familia de aves con el número más grande de migrantes altitudinales (ver 3.5.2.2). Es obvio que proteger estas poblaciones y permitir sus migraciones debe formar parte de esfuerzos para la preservación del sistema de polinización (ver abajo).

Problemática de conservación: Hay indicaciones que el mutualismo entre plantas y sus polinizadores es un sistema bastante vulnerable. Para varios niveles y escalas (localidades, regiones, especies raras o amenazadas, plantas cultivadas) se discute el “derrumbamiento de polinización” (término inglés: “*pollination disruption*”): Cuando en un sistema de polinización (que en el trópico consiste de un complejo de numerosas especies vegetales tanto como de animales polinizadores) una población de planta o del polinizador baja en su abundancia, esto puede resultar en reducciones poblacionales de las contrapartes, como parece que está ocurriendo actualmente en varios de estos sistemas (Allen-Wardell *et al.* 1998, Nabhan & Fleming 1993, Kremen & Ricketts 2000, Roubik 2000). Por ejemplo, la producción reducida de semillas por ciertas poblaciones de plantas suculentas en regiones áridas en México está correlacionada con reducciones en las poblaciones de sus polinizadores, murciélagos del género *Leptonycteris* (Nabhan & Fleming 1993).

Las causas de este derrumbamiento de polinización pueden consistir en la reducción o degradación del área del hábitat disponible para una especie de planta o de su polinizador, además de fragmentación (Aizen & Feinsinger 1994, Renner 1996). En algunos casos puede faltar el hábitat que el polinizador ocupa durante una sola época del año (Paton 2000). La fragmentación puede agravar este efecto (Corbet 2000).

Otro tipo de problema existe en la introducción de polinizadores exóticos, p.ej., abejas (*Apis* spp.) de origen europeo, que en otras regiones del mundo compiten con especies polinizadoras autóctonas y pueden causar reducciones en la abundancia de éstas (Kremen & Ricketts 2000, Paton 2000).

Obviamente, el derrumbamiento de la polinización puede mostrar efectos graves no sólo en ecosistemas naturales, sino también en la agricultura (Roubik 1995). Queda desconocido si esto ya está sucediendo en el caso del CAM, pero se recomienda considerarlo para regiones ya ampliamente deforestadas o con tasas muy altas de deforestación. En estas áreas, además, la aplicación no adecuada o exagerada de pesticidas puede ser un impacto destructivo a las poblaciones de polinizadores y, por consecuencia, indirectamente a la producción agraria. En regiones altamente fragmentadas, la falta de “corredores de néctar” puede representar otro problema para el sistema de polinización. Donde han desaparecido estos corredores por los cuales se mueven o migran animales nectarívoros, ya no está garantizada la distancia mínima requerida entre los recursos alimenticios. Existe el riesgo de que ya no sean factibles estos viajes, lo cual pone en peligro la población (a veces migratoria) de

polinizadores tanto como las poblaciones de plantas que polinizan (Allen-Wardell *et al.* 1998, Withgott 1999, Kremen & Ricketts 2000).

Conclusiones para la conservación en el CAM:

Para la conservación del proceso de polinización se debería considerar las siguientes actividades (comparar también Allen-Wardell *et al.* 1998):

Como medida más obvia, es imperativo proteger el conjunto entero de plantas (como recurso para las especies nectarívoras) y de sus polinizadores (que garantizan la transferencia de polen necesario para la reproducción y/o el flujo genético de las poblaciones de plantas). Se recomienda dedicar atención particular a especies de importancia destacada (ver discusión sobre efectos contrarios de fragmentación para la polinización: Renner 1996):

1. especies involucradas en relaciones mutualísticas estrechas,
2. especies polinizadas por murciélagos o aves (que parecen más vulnerables, p.ej., ante la fragmentación de su hábitat), igual que los propios murciélagos y aves nectarívoros,
3. especies no auto-compatibles/obligatoriamente zoofilias, y
4. especies clave (“*keystone species*”), quiere decir, especies que garantizan la supervivencia de una variedad de otras especies (y sin la cual el sistema de polinización experimenta un riesgo elevado de un “derrumbamiento de polinización;” ver también 3.5.3.1 sobre “especies clave”).

También desde la perspectiva de la biología de polinización, a nivel regional, es muy importante evitar o reducir la destrucción del hábitat natural o su fragmentación. Además, en áreas que actualmente ya se encuentran fragmentadas, la protección de corredores existentes o la creación de nuevos “corredores de néctar” mitiga los efectos negativos de las perturbaciones antropogéneas. Es obvio que esta medida sirve también para la conservación de otras funciones biológicas, tales como la migración o dispersión de individuos no polinizadores entre poblaciones aisladas (ver 3.5.2.1), y dispersión de diásporas por agentes de dispersión (ver capítulo siguiente).

3.5.3.3. Dispersión zoocórica de diásporas

(S. Krefl)

Especialmente en el trópico húmedo, como lo representa el CAM casi en su totalidad, la dispersión de diásporas de plantas (ver más arriba) es dominada por zoocoría, quiere decir, por la dependencia de animales (por lo menos parcialmente) frugívoros que sirven como agentes de dispersión.

Uno de los mecanismos básicos, por parte de las plantas, es la endozoocoría que consiste en la producción de frutos carnosos (encerrando semillas, las diásporas), que contienen una alta cantidad de nutrientes. Los animales consumen los frutos, aprovechando estos nutrientes. A la vez, estos frugívoros transportan las semillas (en su sistema intestinal, en su buche o con el fruto aún no ingerido) a otro lugar y así efectúan la dispersión de las semillas. El otro mecanismo es la exozoocoría, la cual está caracterizada por el transporte involuntario de diásporas, generalmente en la piel de los animales.

Plantas: En bosques tropicales húmedos, el porcentaje de plantas que son dispersadas con la ayuda de agentes de dispersión es alto: el porcentaje de especies de árboles en bosques húmedos de Costa Rica que dependen de este servicio brindado por aves (ornitocoría), varía entre un 70% y un 80% (Stiles 1985). En el sotobosque (donde el

viento como medio abiótico potencial para la dispersión está muy reducido), animales funcionan como agentes de dispersión para un porcentaje particularmente alto de especies de plantas. Otra gradiente de importancia para la dispersión zoocórica es la gradiente altitudinal: en bosques montanos en Costa Rica, la dependencia de zoocoría es aún mayor que en altitudes inferiores. Estas relaciones probablemente se repiten en otras regiones neotropicales. Por ejemplo, en un bosque muy húmedo en 1.000 m (Alto Yunda, Colombia), el porcentaje de especies ornitocóricas de árboles es el 83% para el dosel y el 94% para el sotobosque (Hilty 1986).

Frugívoros: Estos patrones principalmente se reflejan en los animales frugívoros. El porcentaje de especies de aves en un bosque neotropical húmedo en Costa Rica, que pertenecen al gremio frugívoro, varía entre un 30% y un 40% (Stiles 1985). El gremio (por lo menos parcialmente) frugívoro es relativamente más diverso en las comunidades montanas. El grupo predominante son las aves, seguido por los mamíferos. En muchas familias de aves hay representantes con dietas que incluyen frutos. En mamíferos, la frugivoría es un fenómeno que se observa también en muchos grupos diferentes. Cabe mencionar a los monos (Primates; p.ej., Fleming 1979, Terborgh 1983), roedores (Rodentia) por su abundancia y su diversidad taxonómica tanto como ecológica, murciélagos (Chiroptera: Phyllostomidae: Carollinae; p.ej., Fleming 1979, Galindo-González *et al.* 2000) y miembros de las familias Procyonidae y Viverridae (ambos del orden Carnivora; Fleming 1979); pero hay muchas más especies de mamíferos que incluyen frutos en su dieta, así representando agentes de dispersión potenciales. Entre los insectos, numerosas especies de hormigas (Hymenoptera: Formicoidea) son agentes de dispersión que deponen semillas en sus nidos. En las llanuras del CAM y sus bosques, que se encuentran bajo la influencia predominante de los ríos, los peces son otro grupo importante que garantiza la dispersión de muchas especies de plantas (Kubitzki & Ziburski 1994).

Detalles del funcionamiento: Como ya se mencionó arriba (3.5.2.1), la dispersión juega un papel importante en la definición y manutención de los límites de distribución de todas las especies. En este proceso, muchas especies de plantas involucran a animales como agentes de dispersión. En las partes montanas del CAM, p.ej., las distribuciones altitudinales (tendencialmente angostas) de muchas especies se realizan a través de dispersión zoocórica hacia los límites superiores e inferiores.

Durante las tres décadas pasadas, el campo de la zoocoría ha sido investigado con bastante detalle (ver, p.ej., las contribuciones, en Estrada & Fleming 1986, Fleming & Estrada 1993, Levey *et al.* 2001; pero ver también Wang & Smith 2002). La dispersión exitosa de una población de plantas depende de un complejo de factores: cantidad de semillas transportadas, distancias atravesadas, sitio de deposición de la semilla (con respecto a condiciones abióticas, competencia, depredación, parasitismo), disposición para germinar después del tratamiento por el agente de dispersión, etc. En general, la deposición de la semilla directamente debajo del árbol paterno, en muchas especies, es una condición inconveniente para su germinación o para poder imponerse como árbol creciente: una distancia mínima del árbol paterno aumenta mucho la probabilidad de que el nuevo individuo crezca y llegue a reproducirse. Por otro lado, animales frugívoros para su supervivencia y sus movimientos dependen de la cantidad de frutos ofrecidos, sus tamaños, formas, sus nutrientes (Levey & Martínez del Río 2001), su distribución espacial tanto como temporal, competencia intra-específica e inter-específica por los frutos (p.ej., Leck 1969, Fleming 1979, Katak 1981; la competencia es típicamente baja en los frecuentes casos de superabundancia de frutos -Willis 1966, Fleming 1979), presencia de depredadores potenciales (aves rapaces, gatos etc.; Howe 1979), entre otros (ver análisis de factores en Martin 1985, Foster 1990, Loiselle & Blake 1990).

Mientras la función ecológica de dispersión zoocórica requiere el servicio de animales frugívoros que consumen frutos sin destruir las semillas, existen especies depredadoras que se alimentan de las propias semillas (algunas incluso descartando la pulpa). Por ejemplo, los loros (Psittacidae) y palomas (Columbidae) están adaptados para digerir semillas a pesar de las características desarrolladas por parte de las plantas para protegerse de la depredación. Otros depredadores de semillas son los taitetús y el jochi pintado (*Dasyprocta punctata*; Rodentia: Dasyproctidae) (Roldán & Simonetti 2001; ver discusión en: Hammond & Brown 1996). Mientras este impacto

puede reducir considerablemente la reproducción anual de individuos, sin embargo, bajo condiciones no perturbadas no representa un riesgo a nivel poblacional de la especie.

Recientemente, se ha venido reconociendo que en muchos casos están involucrados dos diferentes fases en la dispersión las cuales están conectadas serialmente (Wang & Smith 2002, Vander Wall & Longland 2004). Este complejo zoocórico, titulado “diplocoría,” obviamente es bastante común en el neotrópico, p.ej., jochis (*Dasyprocta* spp.) se llevan semillas dejadas por otros vertebrados en sus materias fecales y las entierran en otro sitio como reserva alimenticia (Vander Wall & Longland 2004). Asimismo, diferentes modos de dispersión pueden formar combinaciones, tales como mecanismos explosivos, myrmecocoría (dispersión a través de hormigas), dispersión por escarabajos coprófagos, endozoocoría (por vertebrados) y roedores llevándose y depositando semillas del modo descrito anteriormente.

En aves, uno de los grupos más importantes para la dispersión zoocórica, se observa un patrón o síndrome (que incluye morfología, comportamiento, fisiología y ecología) con gran relevancia para la conservación de esta función bio-ecológica (ver Snow 1971): Aves frugívoras generalistas, comúnmente son pequeñas. Típicamente incluyen en su dieta artrópodos en proporciones variables. Tales generalistas además son relativamente abundantes. Muchas mantienen sus territorios o se mueven en rangos relativamente pequeños, dentro de los cuales, a menudo, prefieren moverse en compañía de otros pájaros en bandadas mono específicas o mixtas. Grupos típicos con muchas especies frugívoras generalistas son los saltarines (Pipridae; Snow 1962a, 1962b, Krijger *et al.* 1997) y las tángaras (Thraupidae; Isler & Isler 1999, Strewé 1999). Hay que mencionar que estas ideas como concepto rígido han sido relativadas (sin ser ampliamente refutadas: Wheelwright *et al.* 1984, Moermond & Denslow 1985, Howe 1993), sin embargo, parece útil para el análisis de ciertos problemas de conservación (ver párrafos subsiguientes).

En cambio, especialistas frugívoros tienden a ser de tamaño un poco más grande y se caracterizan por tener poblaciones relativamente pequeñas así como una tasa reproductiva baja. El consumo de frutos, en consecuencia, predomina en su dieta, más que en los generalistas y está compuesta por frutos grandes y ricos en lípidos y proteínas así como también por frutos pequeños y ricos en azúcares (ver párrafo subsiguiente). Pueden organizarse en bandadas mono-específicas, pero otras especies son solitarias. Un grupo típico son los quetzales (*Pharomachrus* spp.; Remsen *et al.* 1993).

Muchas especies de plantas siguen un síndrome correspondiente (Snow 1971, Fleming 1979; un resumen global de los géneros de plantas dispersadas por aves en Snow 1981; datos complementarios en Wheelwright *et al.* 1984), por un lado, existen especies que producen frutos aptos para ser consumidos por aves especialistas. Estas plantas muchas veces están compuestas por árboles del dosel o de borde de bosque. Los frutos de éstos tienden a ser grandes, relativamente secos, con un alto grado de lípidos y proteínas. Además, contienen pocas semillas, las cuales son comparablemente más grandes. La cantidad de frutos ofrecidos en algunos casos es relativamente limitada. Muchas especies de la familia Lauraceae, árboles típicos de los bosques montanos, que representan el componente más importante en la dieta de los quetzales, producen frutos con estas características.

Por otro lado, numerosas especies de árboles o arbustos producen frutos pequeños en grandes cantidades. Las propias especies a menudo (aunque no siempre) ocurren en el sotobosque, donde pueden formar poblaciones densas. Los frutos son ricos en agua y azúcares, pero pobres en lípidos y proteínas. Son muchas y pequeñas las semillas por fruto. Como grupos típicos se pueden nombrar a las Rubiaceae y las Melastomataceae.

El mutualismo generalmente es más estrecho si la especie de planta produce frutos grandes con el síndrome descrito arriba y su agente de dispersión es un especialista. Sin embargo, hay frugívoros que siguen más el síndrome generalista, aunque están especializados en ciertos frutos, p.ej., tángaras del género *Euphonia* que prefieren frutos de la familia Loranthaceae (Snow 1981).

Problemática de conservación: Un problema serio a nivel global para la fauna en bosques tropicales es la cacería de subsistencia (Bennett *et al.* 2002, Ling *et al.* 2002, Robinson & Bennett 2002). Los cazadores locales, buscando aumentar la cantidad de proteínas en la alimentación de sus familias, seleccionan con preferencia a vertebrados terrestres de gran tamaño, como monos, antas, taitetús, tatús y aves grandes, entre otras especies que se pueden citar para el Neotrópico. Se supone que desproporcionadamente muchos de estos animales representan agentes de dispersión especialistas (Terborgh 1988). Su desaparición y el resultante “bosque vacío” (“*empty forest*”) de vertebrados grandes (Redford 1992) tiene como consecuencia un cambio complejo en la dinámica del ecosistema: las reducciones en depredación de semillas, en herbivoría y destrucción mecánica de plantines (por animales terrestres que los pisan), resultan en densidades más grandes de plantines, pero riquezas reducidas de especies (ver discusión en Roldán & Simonetti 2001; comparar también 3.5.3.1).

Se han observado algunos de estos efectos en la Reserva de la Biosfera Estación Biológica del Beni, en la periferia del CAM, y seguramente existe en una gran parte de la subcorregión “Bosque preandino:”

“La pérdida de dispersores puede atribuirse muy fácilmente a la caza indiscriminada de mamíferos y aves. Pacheco & Simonetti (1998, comparar Pacheco & Simonetti. 2000) han demostrado que la eliminación de dispersores puede llevar claramente a la disminución del flujo genético entre subpoblaciones de especies vegetales (p.ej. la pérdida del marimono *Ateles paniscus* en la población de *Inga ingoides*, Mimosaceae en los bosques preandinos). La reducción de poblaciones de mamíferos grandes ocasiona cambios en la abundancia y densidad de plantines (p.ej., las palmeras del género *Astrocaryum*; Roldán & Simonetti 2001) y la falta de herbivoría y perturbación del sotobosque ocasiona la proliferación de algunas especies que, a su vez, pueden impactar negativamente en la diversidad florística del bosque (Painter & Rumiz 1999). No solamente son las especies exóticas (ver abajo) las que son problemáticas; también hay sobreabundancia de especies nativas (Garrott *et al.* 1993)” (Ibisch 2003).

Otras actividades humanas con potencial de afectar negativamente la función bio-ecológica de la dispersión zoocórica, con posibles retroalimentaciones positivas con la cacería, son: la perturbación y/o destrucción de bosques, típicamente acompañadas por su fragmentación. Se entiende que en una mancha aislada de bosque, son los animales grandes que desaparecen primero, incluso especies de aves, que, por su alta movilidad, superficialmente considerada como independientes de hábitat continuo, parecerían menos vulnerables a la fragmentación de su hábitat (Willis 1979). Para la parte nordeste de la Mata Atlántica en Brasil, la cual nos podría dar una idea realística de un escenario del peor caso para el CAM, Silva & Tabarelli (2000, 2001) discuten el empobrecimiento florístico de los restos de la cobertura boscosa como resultado de la desaparición de los agentes de dispersión especialistas. Según su modelación, un 33,9% de las especies de árboles se extinguiría en escala regional, con efectos muy problemáticos para los ecosistemas naturales tanto como para los usos humanos de los mismos.

Diplocoría, la implicación de diferentes agentes en la dispersión, implica aún con más claridad que la conservación de los sistemas de dispersión de diásporas es una tarea exigente: Se demostró que la manutención de la diversidad de árboles tropicales depende del funcionamiento de la dispersión de sus semillas en las dichas dos fases (Harms *et al.* 2000). El hecho de que interactúe una especie vegetal con dos especies de agentes de dispersión, significa un aumento del riesgo de extinción para la especie vegetal (y posiblemente también para ambas especies de animales).

La fragmentación también puede afectar a los agentes generalistas y, con ellos, la dinámica poblacional de especies de plantas que ellos dispersan. Como muchos de ellos se asocian en bandadas mixtas, los patrones de sus movimientos (y posiblemente su supervivencia, que depende de la alta eficacia de las bandadas en la búsqueda de sus alimentos: ver la discusión en Powell 1985) dependen de estas bandadas (Munn 1985, Valburg 1992, Poulsen 1994). La ausencia de suficiente hábitat continuo y aparición de vacíos de hábitat anchos y difíciles de atravesar (“*habitat gaps*”) impiden la formación de bandadas, como se documentó para la avifauna de algunas manchas de bosque nublado en Ecuador (Poulsen 1994).

Tal vez es aún más importante, la reproducción de varias especies sociales que dependen de agregaciones intra-específicas. El término “*Allee effect*” subsume todos estos efectos negativos en las interacciones intra-específicas que resultan de la reducción de agregaciones de individuos de una especie (Reed 1999). Esta disfunción resulta en tasas reproductivas reducidas. En conjunto con otros impactos negativos, el “*Allee effect*” puede llevar a una especie a su extinción local (p.ej., del tojo *Psarocolius angustifrons* en un bosque subandino fragmentado; Renjifo 1999) o global (probablemente este fue el caso con la paloma migratoria, *Ectopistes migratorius*, en Norteamérica; Ellsworth & McComb 2003).

El impacto de fragmentación en bosques tropicales húmedos tiene un impacto desproporcionadamente considerable en las poblaciones de escarabajos coprófagos, muchas veces siendo agentes de la fase dos, de la dispersión diplocórica (Andresen 2003).

La recolonización de bosques perturbados o destruidos natural o antropogénicamente, similar a la colonización eficiente de nuevas áreas (ver 3.5.2.3 y 3.5.3.1), es influenciada por los siguientes factores principales: Primero, la riqueza en especies de plantas y animales del área “fuente” pone un marco a la composición de la comunidad sucesional. Segundo, la tasa de colonización principalmente está en correlación negativa con la distancia entre las dos áreas. Tercero, existe un cierto grado de “disposición” del área a su colonización: En áreas muy degradadas o enteramente nuevas (donde las condiciones abióticas necesarias aún se tienen que formar), la (re-) colonización tarda considerablemente más que en áreas ligeramente perturbadas (como, p.ej., en bosques que experimentaron solamente tala selectiva). Además, estructuras vegetacionales aptas para servir como asientos para aves frugívoras en un área en estado sucesional temprano pueden ser “núcleos de recuperación” (Galindo-González *et al.* 2000): aceleran la dinámica sucesional y enriquecen la comunidad sucesional, al igual que garantizan el crecimiento de individuos en gran abundancia. Incluso en un cultivo mantenido a un plazo más largo, visitado por animales frugívoros enriquecen el banco de diásporas y mejoran la aptitud del área para recuperarse después que termina el impacto humano (McClanahan & Wolfe 1993, Silva *et al.* 1996, Galindo-González 2000). La alta productividad de vegetación en sucesión incipiente, naturalmente ejerce una gran atracción para muchos animales frugívoros (p.ej., Martin & Karr 1986, Karr & Freemark 1983, Loiselle & Blake 1994, Krefl 1998) de tal manera que fomenta fuertemente este proceso.

Según el concepto de Terborgh (1986), las especies clave de plantas (“*key stone plant species*,” ver también 3.5.3.1) se caracterizan por proveer frutos en grandes cantidades durante períodos de escasez. Estos recursos “de emergencia” facilitan a una multitud de poblaciones de frugívoros a mantenerse en el área (a lo máximo, exigiéndoles movimientos de corta distancia). Estas especies clave producen frutos continuamente o esta producción coincide justamente durante las épocas de escasez. Otras características incluyen composición alimenticia pobre de lípidos y proteínas con semillas pequeñas.

Es interesante notar que las especies clave de plantas, por consecuencia, corresponden principalmente al segundo síndrome de frutos descrito arriba, que es preferido por los frugívoros generalistas. De manera similar, en muchos casos (aunque no en todos) esto ocurre en hábitats sucesionales o transiciones de hábitat, p.ej., claros de bosque. Estas características tienen las siguientes implicaciones:

1. No solamente el bosque maduro, sino toda la serie de estados sucesionales contribuye a la manutención de las poblaciones de especies frugívoras (Loiselle & Blake 1994).
2. Perturbaciones antropogénicas fuera de áreas protegidas pueden ser de menor impacto si logran imitar la dinámica natural, p.ej., si son de escala pequeña, si permiten la sucesión natural después que termina el impacto etc.
3. Es evidente poder mantener poblaciones de especies clave con buena abundancia en todo el área, incluso en zonas gravemente perturbadas (ver también discusión en: Strewé 1999).

Al igual que en el caso de los polinizadores, las poblaciones migratorias entre los animales frugívoros son buenos agentes de dispersión, p.ej., muchas especies de aves migratorias boreales, que en su época reproductiva en Norteamérica son insectívoras, durante la migración (Johnson *et al.* 1985) y en la época invernal (Leck 1972, Morton 1980, Martin 1985, Martin & Karr 1986, Blake *et al.* 1990, Blake & Loiselle 1992) consumen frutos en grandes cantidades y probablemente son agentes de dispersión importantes para varias especies de plantas (Greenberg 1981). Aunque se han identificado numerosas especies que en la época invernal mantienen territorios (Karr 1971, Rappole & Warner 1980, Holmes *et al.* 1989; ver también Tabla 25 “Tabla Características de migración boreal, austral y altitudinal”), en las mismas especies muchos individuos son “flotantes” (“floaters;” ver el concepto teórico en: Winker 1998) que pasan esta época moviéndose continuamente y en distancias comparablemente largas, en busca de un posible territorio, mientras se alimentan en hábitats efímeros, p.ej., sucesionales (Rappole *et al.* 1989, Winker *et al.* 1990). Esto, sin embargo, es un fenómeno general que las especies residentes y especies migrantes tienen en común. (Muchas especies migratorias, probablemente la mayoría, muestran este comportamiento no territorial en su totalidad.) Algunas se encuentran en constante competencia intra-específica (Lynch *et al.* 1985, Ramos 1988) y/o inter-específica (con residentes como con otros migrantes: Greenberg 1986) por los recursos disponibles, en muchos casos logrando integrarse a la comunidad tropical de aves. Varias especies de migrantes boreales incluso participan en bandadas mixtas (p.ej. Powell 1980). Otras, directamente o después de ser expulsadas por individuos de especies residentes (p.ej. Willis 1966, DesGranges & Grant 1980), explotan recursos poco aprovechados por otras especies (ver discusión en: Terborgh 1980). En conclusión, existe amplia coincidencia en que las especies migratorias son elementos íntegros de las comunidades tropicales de aves, en vez de ser “visitantes” subdominantes (Keast 1980, Morton & Greenberg 1989). Este argumento también representa evidencia adicional por qué no es adecuado negligir a especies migratorias en cuanto a sus papeles ecológicos (p.ej., como agentes de dispersión) en las áreas que utilizan, ya sean reproductivas o no reproductivas (Morton & Greenberg 1989).

Asimismo, migrantes australes y altitudinales podrían tener una importancia considerable para funciones bioecológicas como es la dispersión zoocórica, que es el mecanismo responsable para la definición y manutención de los límites de las áreas de distribución (longi-latitudinales tanto como altitudinales) de muchas especies de plantas (Stotz *et al.* 1996:78, Stotz 1998). Desde un punto de vista complementario, muchas especies migratorias pertenecen al gremio frugívoro. Por ejemplo, en aves, la frugívorita (parcial) incluso predomina en migrantes altitudinales (Levey & Stiles 1992), y en los migrantes australes por lo menos juega un papel muy importante (Chesser & Levey 1998). Poblaciones migratorias durante sus viajes parecen estar adaptadas a la oferta de frutos y dependientes de ella; p.ej., el guácharo (*Steatornis caripensis*), un frugívoro especialista, posiblemente acomoda sus itinerarios según las fructificaciones de las palmeras, su fuente alimenticia preferida (Hilty & Brown 1986). De manera similar, *Tyrannus tyrannus*, un tiránido migratorio boreal, en Panamá, ha sido observado sincronizando su migración a los patrones de fructificación de sus plantas favoritas (Morton 1971). Esta especie durante los meses de octubre hasta febrero, que coinciden con la época de lluvia, también aparece en grandes cantidades en los bosques preandinos del CAM (S. Kreft, observación personal). En los Andes de Perú, p.ej., la cotinga *Zaratornis stresemanni* (Aves: Cotingidae), sirve de agente de dispersión para especies de plantas parasíticas del género *Tristerix* en bosques de kewiña (*Polylepis* spp.). Durante sus movimientos altitudinales hacia los bosques nublados en la vertiente pacífica de la cordillera occidental, el ave a menudo lleva estas semillas pegajosas en su plumaje a altitudes inferiores (Fjeldsá & Krabbe 1990:446-447; J. Fjeldsá, comunicación personal). En los Valles de Bolivia, el cardenal (Cardenalidae) *Saltator rufiventris* juega un papel similar (J. Fjeldsá, comunicación personal). En esta región, sin embargo, los bosques de kewiña han sido reducidos en extensión, así que el recurso de frutos de las plantas parasíticas mencionadas es menos estable. Esta probablemente sea la razón por la cuál el cardenal, a menudo, tiende a alimentarse de manera menos especializada.

Este proceso se encuentra interrumpido en gran escala en algunas regiones del CAM: un ejemplo es la ceja de monte y su transición al “páramo yungueño.” La frecuente quema y el siguiente pastoreo de esta zona del

CAM, que probablemente ya ha venido llevándose a cabo por mucho tiempo, ha ocasionado que el límite de la ceja de monte sea desplazado hacia abajo (Kessler & Herzog 1998, Kessler 2000), y sigue desplazándose (Kessler 2000, S. Kreft, observación personal). En una retroalimentación positiva, la deforestación antropogénica podría aumentar el riesgo de incendios naturales y también el grado de sus impactos. En cambio, el “páramo yungueño,” posiblemente, represente un ecosistema principalmente antropogénico. De todas maneras, estos pastizales están experimentando una expansión amplia, solamente permitiendo la persistencia de vegetación de ceja en sitios protegidos, tal como pequeños cañones, donde localmente existen condiciones más húmedas. En el páramo yungueño, árboles y arbustos están principalmente ausentes. Las únicas estructuras de vegetación más complejas a menudo son plantas favorecidas por la quema y resistentes al pastoreo, como, p.ej., las bromelias del género *Puya* (Ibisch 2003). Como consecuencia, no sólo está afectado negativamente el establecimiento de plantas de la ceja de monte en el hábitat que les correspondería, sino también, la accesibilidad del hábitat para aves frugívoras (los agentes de dispersión principales, ya que pocas especies de murciélagos llegan a esta altitud: ver Patterson *et al.* 1998 para el Parque Nacional del Manu en el sureste de Perú), en el paso inicial, por la falta de estructuras de vegetación, debido a que muchas aves para asentarse, inevitablemente, requieren estructuras verticales (ver arriba, “núcleos de recuperación”). Cabe añadir que el crecimiento de la vegetación, y con ella la dinámica sucesional en esta altitud, naturalmente son muy lentos (p.ej. Terborgh 1968). Todo este complejo causará (o actualmente ya está causando) problemas aún más graves en el contexto del desplazamiento de áreas de distribución por el cambio climático (ver 3.5.2.4).

Conclusiones para la conservación en el CAM:

En base a las características bio-ecológicas de la dispersión y los problemas de conservación correspondientes, se debería considerar una serie de actividades para su protección:

Mientras el proceso de dispersión zoocórica probablemente sigue intacto en las áreas núcleo de zonas montañas del CAM, preocupan las influencias humanas en amplias regiones periféricas. Por ende, es prioritario tomar medidas de conservación en las franjas periféricas al norte y al sur del CAM.

Primeramente en la zona del piedemonte con los centros poblados (subcorregiones Bosque preandino y Faja subandina), será de mucha importancia limitar el impacto de la cacería de subsistencia (dirigida a vertebrados grandes con sus particularidades características en cuanto a la dispersión de semillas: ver arriba). En ninguna zona, ni siquiera en las áreas protegidas del CAM, será posible impedir totalmente esta actividad, por lo que es de crucial importancia, lograr un cierto nivel de control de la cacería, tanto dentro como fuera, de ellas.

Segundo, es de vital importancia detener la deforestación rápida que se está llevando a cabo a lo largo de la zona periférica del CAM. La meta debería ser proteger o crear al menos islas de hábitat (semi-) natural, donde muchos agentes de dispersión podrían mantener poblaciones viables. Es necesario también garantizar la existencia de hábitats suficientemente extensos para poder funcionar como centros reproductivos. Entre estas áreas de protección estricta, en el espacio ocupado por actividades humanas más intensas, se debería asegurar que existan manchas de vegetación secundaria, las cuales pueden mantener valiosas poblaciones de especies clave de plantas. En este contexto, es recomendable propagar la idea de que se mantenga árboles solitarios distribuidos por las áreas cultivadas (ver arriba) y en densidades suficientemente grandes.

Tercero, la manutención de un buen grado de conectividad y, en zonas ampliamente fragmentadas, su mejoramiento a través de la creación de corredores, permitirían los movimientos de animales, quienes, a cambio, servirían como los agentes de dispersión necesarios para la dinámica poblacional de la mayoría de las plantas.

3.5.4. Funciones y procesos climáticos e hidrológicos

P.L. Ibisch

Lógicamente, los procesos climáticos e hidrológicos pertenecen a los componentes más importantes de los ecosistemas en áreas con un clima húmedo. Como se ha explicado, en el CAM, se concentran los bosques más húmedos de Bolivia. Y, a nivel mundial, son pocas las áreas comparables donde la superficie recibe tanta cantidad de precipitación como en los bosques húmedos del CAM, los cuales dependen directamente de esta especialidad climático-hidrológica y que a la vez apoyan a mantenerla.

Claramente, desde una perspectiva hidrológica, a primera vista, los bosques húmedos son los ecosistemas más importantes del CAM. Queda la pregunta si esto significa que los bosques secos son menos importantes para la conservación. Sin duda alguna, los valles secos en el CAM albergan un gran número de especies endémicas y los bosques secos representan ecosistemas únicos y raros; los bosques secos interandinos posiblemente pertenezcan a los ecosistemas áridos más biodiversos y al mismo tiempo amenazados. Representan testigos de la historia climática y vegetacional. Por ejemplo, los bosques secos en el norte del CAM, tienen afinidades con el Bosque Seco Chiquitano (ver capítulo de Navarro *et al.* en el presente documento: Bosques yungueños pluviestacionales subhúmedos basimontanos [interandino-subandinos] como “islas de vegetación con flora de la Provincia Biogeográfica del Cerrado”) y podrían ser relictos de un gran bosque seco pleistocénico que fue mucho más continuo que los bosques secos actuales. Por supuesto, los bosques secos interandinos merecen una atención especial y deberían conservarse, especialmente en las pocas áreas donde aún presentan un buen estado de conservación. Pero también hay que considerar que los valles secos, en la historia andina, han sido las regiones más pobladas e intervenidas. Por lo tanto, los relictos de bosques secos más o menos maduros son muy escasos. Áreas muy extensas han sido deforestadas desencadenando una degradación dramática de los suelos y también de la biodiversidad. Generalmente, la megafauna ha sido muy reducida o hasta eliminada. Sin embargo, puede constatar que justamente muchas especies endémicas de los valles secos (p.ej. Cactaceae, Bromeliaceae) -y que hoy podrían considerarse como objetos de conservación -no son tan sensibles acerca del cambio de uso de la tierra y sobreviven (o incluso se benefician) después de la eliminación de los bosques cerrados (Ibisch 2003). Localmente, la vegetación leñosa de los valles secos tiene gran importancia para evitar la erosión de suelos y frenar la degradación ecológica de los ecosistemas y donde se tiene una escasa cobertura vegetal, los daños y pérdidas de los agroecosistemas son considerables (ver p.ej., valle de Tarija, “valle de la luna” de La Paz, las regiones económicamente más pobres en el Sudoeste de Cochabamba, Norte Potosí).

Sin embargo, la deforestación de los bosques secos no causa consecuencias comparables con aquellas de la conversión de los bosques húmedos. En los bosques húmedos se encuentra un gran número de especies muy sensibles que dependen de equilibradas condiciones de humedad y sombra (Ibisch 2003). Incluso pequeñas perturbaciones pueden generar cambios de la estructura del ecosistema (p.ej., creciente dominancia de lianas por abrir el dosel) que son fatales para muchas especies sensibles. En los bosques secos, prácticamente, todas las especies están adaptadas al estrés hídrico, especialmente en la época seca y de mayor insolación. Esto significa que virtualmente no hay tantas especies que se extinguen localmente por cambios microclimáticos una vez que se abre más el dosel, que ni en bosques maduros, está tan cerrado como en los bosques húmedos. Hasta en chaparrales o matorrales bastante degradados, generalmente, pueden observarse individuos de especies boscosas.

Ya que en los bosques húmedos el número de especies (endémicas y también con rangos de distribución menos restringidos) que son potencialmente afectadas y amenazadas por la degradación es mucho más grande, los mismos deberían considerarse como las áreas del CAM, con los valores más altos para la conservación. Esto vale debido a su incomparable biodiversidad y la sobresaliente sensibilidad de la misma. Y al mismo tiempo la conversión de bosques húmedos, además, afecta procesos ecológicos cuyo cambio puede tener consecuencias importantes para la biodiversidad más allá del sitio local.

El único rol de los bosques húmedos, especialmente en las montañas, tiene que ver con el hecho que están fuertemente vinculadas con procesos hidrológicos y climáticos, los cuales, a su vez, pueden afectar dramáticamente la condición de la biodiversidad. La evidencia correspondiente ha crecido en los últimos años, entre otros, en el contexto de la investigación de los cambios climáticos.

La relevancia de los procesos hidroclimáticos para la conservación de los bosques húmedos montanos y viceversa, hasta hace poco no ha sido suficientemente entendida (Bruijnzeel & Proctor 1993). Pero queda, cada vez más claro, que estos bosques contribuyen a la disponibilidad de agua a nivel local y regional, pero también sufren de cambios hidroclimáticos. Los bosques de neblina extraen agua de las nubes y pueden aumentar la cantidad de precipitación (precipitación horizontal; entre 0,27 mm/día en Hawai hasta tal vez 6,3 mm/día en Panamá, según diferentes fuentes citadas por Bruijnzeel 2001). En bosques húmedos montanos de pisos medianos, menos afectados por las nubes, la contribución de la precipitación horizontal puede llegar a valores entre 55% y 100%, y en bosques de neblina hasta un 179% (promedio de precipitación neto entre 88-92%; Bruijnzeel 2001). Estos valores reflejan la contribución promedio anual; sin embargo, hay épocas en las cuales la intercepción de las nubes puede tener una importancia aún más relevante: en la Sierra de las Minas, Guatemala, a 2.200 m, el promedio de la precipitación horizontal tendría un valor de 81%, pero en la época seca sería mucho más elevado (Bruijnzeel 2001).

Donde se convierten bosques húmedos tropicales en agroecosistemas o praderas, los cambios hidrológicos son profundos. Se disminuye el contenido de sustrato orgánico, la actividad de la fauna del suelo, la estabilidad de los agregados de los suelos y la capacidad de infiltración y absorción de agua; además se compacta el suelo, y finalmente aumenta el escurrimiento superficial del agua (Bruijnzeel 2001).

Bruijnzeel (2004), proporciona un nuevo análisis de los últimos conocimientos referente a la importancia de los bosques tropicales para la hidrología (en Asia). Relativiza ciertos supuestos e hipótesis como, p.ej., que la precipitación disminuye debido a la deforestación. Esto no sería válido si una vegetación secundaria logra establecerse, la cual rápidamente puede reemplazar funciones del bosque perdido. Sin embargo, esta publicación citada merece una discusión y aplicación muy cuidadosa en el contexto de Bolivia.

Pero los bosques húmedos montanos no solamente proveen más humedad para los ecosistemas, sino, por supuesto, también dependen de la disponibilidad de agua y nubes. Still *et al.* (1999) destacan el hecho que los bosques de neblina tropicales dependen directamente de la formación de nubes. Bajo los escenarios de los cambios climáticos futuros (ver también bibliografía citada en sección más arriba, acerca de cambios climáticos y problemas de conservación para especies) sería probable que los niveles de la humedad relativa podrían subir altitudinalmente (varios cientos de metros) causando el problema que bosques dependientes del contacto con las nubes tendrían problemas hídricos, especialmente considerando que debido a las altas temperaturas crecería también la evapotranspiración. Hay evidencia de diferentes continentes que existe una tendencia que indica que la altitud promedio de las nubes está subiendo (p.ej. Still *et al.* 1999, Nair *et al.* 2003, Richardson 2003). Además, la formación de las nubes está influenciada por el cambio del uso de la tierra: Lawton *et al.* (2001) demostraron que la deforestación de bosques húmedos en altitudes inferiores, en la época seca, desde los años 1970, lleva a la reducción de la humedad disponible en los bosques de neblina de Costa Rica. Y algunos cambios biológicos observables, como p.ej., la extinción de especies sensibles, podría ser consecuencia del cambio de la situación hidroclimática (Pounds *et al.* 1999): en algunos años (1983, 1987, 1994, 1998) la humedad (medida como frecuencia de neblina) ha bajado muy dramáticamente, y estos eventos finalmente coinciden con reducciones drásticas de poblaciones de lagartijas en 1987, 1994 y 1998. Hasta ahora ya son 20, de un total de 50 especies de ranas y sapos, que han desaparecido, mientras que otras especies de pisos inferiores y más secos comienzan a invadir los pisos superiores.

Claramente, los ecosistemas y especies más amenazados por estos fenómenos han sido documentados en Costa Rica, donde se encuentran en altitudes donde los niveles de condensación son elevados. Además, es importante hacer notar que la subida de los niveles de condensación significa una reducción de la superficie del área afectada por nubes; y en montañas disectadas, esto implica también una mayor fragmentación de hábitats de bosques de neblina (Bruijnzeel 2001, citando Sperling 2000). Es importante considerar que los cambios que comienzan a registrarse son nuevos en la historia climática reciente, ya que en el pasado los ecosistemas y especies comparables con los actuales tenían que soportar situaciones más áridas en tiempos de regímenes de temperaturas más bajas, mientras ahora se enfrenta la amenaza de condiciones más áridas y más calientes.

En el marco de los cambios climáticos pronosticados los cambios de precipitación serán de alta relevancia para los ecosistemas montañosos. Price & Neville (2003) resumen algunos cambios y sus consecuencias: entre otros, por mayor precipitación en forma de lluvia en lugar de nieve se acelera el escurrimiento superficial y disminuye la retención de agua en la montaña, el descongelamiento de los glaciares aumenta el desagüe, los caudales crecen tanto como las tasas de sedimentación y erosión, y se cambia la calidad de las aguas como hábitat. La variabilidad de los caudales estaría aumentando, especialmente si se producen cambios hacia la concentración de la precipitación en ciertas épocas, tal como está proyectado. Entre otros, este cambio, en las zonas de alta pluviosidad, significa que el rol del bosque como agente de retención de agua y mitigador de crecidas rápidas e inundaciones será más importante (y más requerido por los humanos; ver más abajo en sección acerca de servicios ambientales).

La relevancia de los bosques húmedos montanos (especialmente: bosques de neblina) ya ha sido reconocida a nivel mundial, estableciendo una agenda para su conservación (Bubb *et al.* 2004).

Conclusiones para la conservación en el CAM

Los cambios climáticos pronosticados para las próximas décadas posiblemente ya no se puedan evitar. Por lo tanto, es importante reconocer la relevancia que tiene que se fortalezcan los sistemas naturales y que ellos mismos puedan, por lo menos, mitigar los cambios esperados. En este contexto sobresale una vez más la importancia de los bosques húmedos. Mientras su destrucción, obviamente, tal como está descrito más arriba, tendría consecuencias negativas para los procesos hidroclimáticos en los ecosistemas montanos, la conservación de áreas boscosas grandes, no fragmentadas y lo más funcionales posibles, es la única (y más barata) medida que se puede implementar en Bolivia para mitigar los cambios climáticos. Por lo menos se puede evitar que, a los cambios inevitables, se sumen más efectos adversos generados a nivel local y regional debido a cambios del uso de la tierra.

Conservar grandes bosques intactos significa reducir el nivel del estrés para especies y ecosistemas. Grandes bloques de bosques poco perturbados parecen ser lo más útil a nivel del paisaje para fortalecer la capacidad de resistencia de los ecosistemas y especies (comparar Price & Neville 2003). Esta capacidad de resistencia se refiere tanto a la manutención de procesos hidroclimáticos y la protección de especies higrófilas sensibles como a la posibilidad de movimientos de individuos de especies boscosas para adaptarse al cambio de las condiciones ambientales, y también la mitigación de efectos secundarios de los cambios climáticos como las crecidas de los caudales y las inundaciones más fuertes y frecuentes (especialmente a través de la retención del agua en los bosques). Obviamente, no hay garantía de que la conservación de los bosques húmedos sea suficiente para enfrentar los cambios ambientales pronosticados, pero no hay otra alternativa, ya que es suficientemente claro que la deforestación de los bosques húmedos, por el contrario, estarán multiplicando y acelerando los problemas.

Sin tener en cuenta los cambios climáticos, los bosques húmedos actualmente ya son elementos clave para la manutención de procesos ecológicos que están aprovechados por el humano como servicios ambientales (ver siguiente sección).

3.5.5. Las funciones y procesos bio-ecológicos como servicios ambientales aprovechados y aprovechables por el humano

P.L. Ibisch

“El término y el concepto de “servicios ambientales” son muy conocidos por conservacionistas y también por algunos políticos. Estos servicios son los beneficios que recibe la sociedad humana de ecosistemas naturales y manejados (p.ej. Daily *et al.* 1997, Tilman *et al.* 2002). Se refieren a algunos recursos fundamentales para la vida humana como agua, suelo y aire. Los servicios ambientales más conocidos están relacionados con bosques: la provisión permanente de agua potable, la estabilización del clima local y regional, la prevención de inundaciones y la protección de cuencas y suelos. También se sabe que los ecosistemas de bosques o sabanas pueden generar o conservar suelos fértiles y purificar aguas contaminadas. Últimamente, se ha hablado mucho del servicio ambiental de la fijación del dióxido de carbono como proceso fundamental para mantener toda la vida de los organismos, pero también como mecanismo de estabilización del clima global que está afectado por un efecto invernadero adicional antropogénico. También se comienza a entender que los ecosistemas naturales son reservorios de información genética potencialmente útil, son un *pool* de recursos genéticos. Finalmente, se pueden clasificar todos los usos de la biodiversidad que dependen de los ecosistemas como servicios ambientales, incluyendo, por ejemplo, la recreación de trabajadores estresados o la inspiración espiritual de artistas o de cada uno de nosotros. (...) Últimamente, se han producido muchos estudios y métodos para valorar los servicios ambientales (p.ej. Plän 1999, OECD 2001, Pagiola *et al.* 2002). Ya se ha superado un enfoque netamente teórico, sin embargo, solamente en pocos casos se han sugerido y probado mecanismos concretos para lograr que los consumidores realmente paguen por los servicios ambientales. Un estudio, por ejemplo, ha demostrado que el valor de un bosque tropical, contabilizando la regulación del clima, de disturbios y agua, el control de erosión y la formación de suelos, la recreación y otros, podría estimarse entre 1.170 y 4.052 US\$ por hectárea (Costanza *et al.* 1997)” (Ibisch & Choquehuanca 2003).

Los servicios ambientales más concretos y requeridos por los humanos en Bolivia, especialmente en el CAM y las áreas adyacentes en los pisos más inferiores, están directamente vinculados con las funciones de los bosques:

- Capturar precipitación
- Retener agua y humedad en el suelo
- Mantener la calidad del agua
- Regular caudales y estabilizar riberas
- Prevenir o reducir erosión, reducir sedimentación y riesgo de derrumbes e inundaciones

(comparar FAO 2003).

Típicamente, se trata de servicios ambientales que se aprecian recién cuando ya se han perdido y los humanos comienzan a sufrir las consecuencias, p.ej., en forma de inundaciones. La prevención de desastres es un gran servicio que cumplen los bosques aún existentes, protegiendo la vida de los humanos y su infraestructura (UN/ISDR 2004a, b, c). Claramente, en el CAM se tienen problemas con la estabilización de caminos y puentes, simplemente por la magnitud de eventos de precipitación y correspondientes crecidas de caudales, y que no se podrían evitar, ni siquiera a través de la conservación de los bosques. Pero, sin embargo, los problemas actuales no se pueden comparar con los futuros daños y costos por generar por la continua deforestación de los bosques húmedos montanos. Actualmente, el mal estado de los caminos que cruza los Andes y la frecuencia de situaciones

en las cuales no se pueden transitar libremente, debido a la destrucción de vías y puentes, ya pueden considerarse como un daño que afecta el desarrollo económico del país.

Áreas boscosas bien conservadas, sin duda, son los instrumentos más indicados para enfrentar los desastres naturales, especialmente en el área del CAM, que se caracteriza por condiciones climáticas y topográficas extremas. Los costos de oportunidad generados por no utilizar los ecosistemas montanos, sin duda, son mínimos en comparación con los beneficios que se pueden generar en el contexto de la protección de infraestructura, tráfico, comercio, poblamientos y vida humana. En el sur del CAM, además, se ve la importancia de los bosques montanos húmedos para la generación de agua potable para la creciente ciudad de Santa Cruz. Claramente, algunas funciones del bosque podrían reemplazarse por medidas tecnológicas, como p.ej., medidas mecánicas de conservación de suelos; sin embargo, hay que destacar que estas mismas tienen un costo que en muchas áreas sería mayor que el costo causado por la conservación de los bosques existentes.

Queda por realizar la valoración exacta de los servicios ambientales de los bosques del CAM, ejercicio que se ha realizado en diferentes regiones del mundo (p.ej. Guo *et al.* 2001, ver también análisis de Aylward 2000) y que puede servir para convencer a más actores que la conservación de la biodiversidad del CAM, no es cuestión de proteger valores intrínsecos, éticos e intangibles, sino que es una inversión en el desarrollo económico de Bolivia. En realidad no hace falta la valoración exacta para ya definir los bosques húmedos funcionales como un objeto prioritario de conservación.

También hay que admitir que una serie de funciones y servicios dependientes de ellos podrían cumplirse por bosques moderadamente alterados o utilizados. Justamente, se trata de una señal importante que la conservación, no necesariamente, es sinónimo de una protección estricta. Sin embargo, debe garantizarse la verdadera conservación de los bosques, a veces, con el pretexto de compatibilizar la conservación con el uso supuestamente sostenible de los recursos naturales, se desencadena una cascada de utilización que finalmente lleva a la deforestación. Por ejemplo, pueden existir serias dudas acerca de la utilidad de las Áreas de Manejo Integrado, si lo que se puede observar en ellas es la disminución del bosque y la ampliación de la frontera agrícola (como p.ej., en el caso del ANMI Amboró). Conservar bosques, sean utilizados y empobrecidos en biodiversidad pero manteniendo su funcionalidad básica, bajo el actual sistema de uso de la tierra y economía de Bolivia, parece casi imposible, ya que cualquier bosque accesible, a corto o mediano plazo, estará convertido en agroecosistema estructural y comparativamente simple, que de ninguna manera, cumplen con las funciones ecológicas de los bosques más o menos maduros.

Cerrando esta sección, para evitar malos entendidos, es necesario destacar que también los bosques secos tienen un rol importante en conservar los suelos y las condiciones hidrológicas en los valles secos. En el clima semiárido, más bien, es aún más importante que haya una adecuada cobertura vegetal para evitar la erosión eólica. Aunque en las áreas áridas caiga mucho menos precipitación, ésta justamente puede tener un efecto muy devastador si cae dentro de poco tiempo y en un suelo desnudo. Por lo tanto, desde la perspectiva de la conservación de los servicios ambientales, igualmente, debe conservarse los bosques secos, por lo menos a través de esfuerzos locales y municipales o hasta departamentales. En ciertos casos, sin duda, la conservación de los bosques secos podría justificar esfuerzos aún más grandes, especialmente si se trata de bosques bien conservados. Sin embargo, se cree que los bosques húmedos, en Bolivia, protegen un mayor juego de servicios ambientales de mayor alcance geográfico, y que por lo tanto merecen una prioridad nacional.

Tabla 27. Comparación de la importancia de los servicios ambientales brindados por bosques húmedos Vs. secos

	Bosques húmedos	Bosques secos
Capturar precipitación	+++ (especialmente en altitudes superiores)	-
Retener agua y humedad en el suelo	+	+++
Mantener calidad del agua	+++	+++
Regular caudales y estabilizar riberas	+++	++
Prevenir o reducir erosión, reducir sedimentación y riesgo de derrumbes e inundaciones	+++	+++
Proteger microclima requerido por especies higrófilas sensibles previniendo la extinción de poblaciones/especies	+++	+
Influenciar el clima regional (ciclo hídrico, evapotranspiración, formación de nubes etc.)	+++	

3.5.6. Conservar la biodiversidad funcional: consecuencias para una visión de conservación

(P.L. Ibisch & S. Kreft)

Hay amenazas, que fueron ya descritas en las páginas anteriores, que podrían afectar los ecosistemas enteros cambiando la estructura y los procesos que a su vez pueden ser fatales para las especies. Las conclusiones del análisis de algunos de los procesos y funciones de la biodiversidad del CAM, demuestran que su conservación debe ser una prioridad. Aplicando un enfoque de conservación funcional, en realidad, significa un cambio de paradigma de conservación:

- Se debe pensar en dimensiones (de tiempo y espacio) más grandes y más complejas;
- esto significa, buscar primero y, sobre todo, la conservación de la funcionalidad de los ecosistemas con todos sus procesos, incluyendo especialmente los movimientos de la biodiversidad en el espacio;
- y los esfuerzos no deberían concentrarse en la conservación de especies y/o patrones actuales y efímeros de distribución de la biodiversidad (enfoque tradicional y más estático de conservación);
- esto, para que se mantenga el mayor potencial de mitigación de los cambios ambientales previstos, y el mayor potencial de adaptación a los mismos.
- Por lo tanto, priorizar la conservación de ecosistemas aún funcionales (¡buen estado de conservación, lo más grandes posibles!), especialmente aquellos fuertemente vinculados con los procesos hidroclimáticos, entonces, los bosques húmedos, desde las tierras bajas hasta los bosques de neblina.

Analizando las funciones y procesos ecológicos se llega a una visión de conservación más funcional (y menos estática), la cual en realidad está en congruencia con corrientes y opiniones recientes en el sector de la ecología y conservación. Comparar por ejemplo Rouget *et al.* (2003): “*Most biodiversity features targeted in past conservation planning have been largely aspects of ecological and biogeographical pattern rather than process.*”

However, the persistence of biodiversity can only be ensured through consideration of the ecological and evolutionary processes that underpin biodiversity, as well as its present spatial pattern. Ensuring that protected areas represent all biodiversity features to some extent will not necessarily guarantee their persistence. Ecological and evolutionary processes should be directly incorporated into conservation planning by identifying the spatial requirements of these processes (Balmford et al. 1998)."

Parece que los enfoques represento-céntricos que aún dominan la planificación de conservación (como p.ej., los clásicos análisis de vacíos) deberían reemplazarse por enfoques funciono-céntricos. Correspondientes llamados para que se cambien los paradigmas ya existentes hace un par de años. Bowman (1998) invoca la "muerte de la biodiversidad" destacando que hace falta un enfoque intelectual en una ecología global ("*Death of biodiversity -the urgent need for global ecology*"); prioriza los procesos ecológicos que no siempre dependen de la biodiversidad mientras la conservación de la misma solamente puede tener éxito si se garantiza la sostenibilidad ecológica: "*I believe that focusing on global biogeochemical cycles such as carbon, nitrogen, oxygen and water, will necessarily result in the conservation of landscapes and therefore entire ecosystems and their component diversity.*"

La pregunta es: Si los procesos son tan importantes y, a lo mejor, más importantes que los elementos tangibles de la biodiversidad, ¿no sería más lógico definir los procesos ecológicos como los objetos de conservación? Tradicionalmente, en la planificación de conservación, los objetos de conservación son especies seleccionadas o grupos de especies. En uno de los primeros y más excelentes libros que describen cómo se prepara un plan de conservación (Groves 2003) se describen los diferentes objetos de conservación por elegir, tales como especies focales, especies clave etc., y claramente se expresa una opinión en contra de los procesos como objetos de conservación que ya han sido propuestos p.ej., por Margules & Pressey (2000): *The "major concern is that it is possible to maintain ecosystems in which measurable ecological processes appear to function properly, yet the biological component of these systems could be substantially impoverished due to losses of native species and introduction of exotic ones."* El argumento, entonces, es que los procesos podrían reemplazarse sin que se requiera de (toda) la biodiversidad originalmente presente en un ecosistema. Esto, posiblemente, sea factible en sistemas poco complejos donde se reemplazarían procesos y funciones más o menos simples que dependen de pocas especies por introducir otras especies (ejemplo: manteniendo funciones de una *Acacia* nativa en un bosque seco, tales como producción de forraje, enriquecimiento del suelo con nitrógeno, por una *Acacia* de un otro continente). En ecosistemas muy diversos con una abundancia generalmente reducida de las diferentes especies, las funciones tienden a ser producto de la interacción de muchas de las especies. Pero claramente, en cualquier sistema podrían mantenerse ciertos procesos y funciones aunque se cambien las especies (p.ej., interceptación de precipitación por un bosque de neblina "artificial" con especies exóticas) o, incluso, aunque se elimine una buena parte de la biodiversidad (p.ej., control de erosión de suelos por medidas mecánicas después de la deforestación de laderas). La cuestión es que este reemplazamiento o la restauración de funciones ecológicas en un área ecológicamente complejo como el CAM, y en un país como Bolivia, tendría un costo económico que inviabilizaría cualquier plan correspondiente. Además, es prácticamente seguro que la diversidad de los procesos y funciones y de sus interrelaciones, son tan altas que simplemente sería imposible restaurar e imitarlas. Especialmente los procesos evolutivos no pueden reemplazarse ya que dependen del desarrollo de las especies evolucionadas en un cierto espacio.

Finalmente, la discusión de la aptitud de procesos como objetos de conservación puede ser bastante académica. Bajo un enfoque pragmático conservacionista simplemente debe reconocerse que hay características físicas del paisaje o más bien espacios geográficos, que sirven como reemplazantes (*surrogates*) de los procesos ecológicos (Pressey et al. 2003): p.ej., tamaño, continuidad y conectividad de ecosistemas (TNC 1998). Claramente, los ecosistemas con ciertas características (entre otros: bien conectados, grandes y continuados) son los "cargadores" de los procesos ecológicos, y por lo tanto, estos ecosistemas serían los objetos de conservación.

En este contexto sugerimos considerar el concepto de los meta-ecosistemas de Loreau *et al.* (2003; comparar más arriba, 3.5.). Los meta-ecosistemas justamente se definen como el juego de ecosistemas que están vinculados por el flujo espacial de energía, material u organismos. Esto significa que los meta-ecosistemas se definen por procesos ecológicos incluyendo los movimientos de organismos tan ampliamente discutidos en secciones anteriores. La escala de los meta-ecosistemas depende de los organismos, ecosistemas y procesos considerados (*“Meta-ecosystems can be defined at different scales, again depending on the kind of organisms, ecosystems and processes considered. [...] For some processes, however, such as spatial flows driven by highly mobile animals or global biogeochemical cycles involving large-scale air or sea currents, the metaecosystem concept could legitimately be applied at the regional or global scale, well beyond the conceptual arena of landscape ecology, as it is usually defined;”* Loreau *et al.* 2003).

En nuestro caso, el CAM, representaría un complejo de meta-ecosistemas caracterizados por procesos e interrelaciones que abarcan especialmente el movimiento altitudinal y latitudinal de individuos, pero también el flujo de agua (ciclo hídrico: condensación, precipitación, evapotranspiración, escurrimiento etc.). En el CAM, se aplica también lo que dicen Loreau *et al.* (2003) acerca de cambios de la conectividad de paisaje: la fragmentación u otras perturbaciones de la conectividad dentro de los meta-ecosistemas pueden incrementar o disminuir la magnitud promedio y la variabilidad temporal de los procesos ecológicos, dependiendo del nivel inicial de la conectividad y de las habilidades de dispersión de los organismos considerados.

El concepto de los meta-ecosistemas facilita la definición y delimitación del CAM. Si se busca la conservación de procesos ecológicos no siempre es lo más útil definir las unidades de planificación y acción según criterios biogeográficos. Por eso, tiene sentido considerar el diseño de una estrategia de conservación coherente para ciertos ecosistemas pertenecientes a distintas unidades biogeográficas, pero que están interrelacionados a través de flujo o intercambio de organismos, material, o agua. De esta reflexión se deduce la clara conclusión, que es esencial elaborar un plan de conservación para el CAM, que comprende una ecorregión entera (Yungas), y además partes de una ecorregión vecina (Sudoeste de la Amazonia). Justamente, la interrelación de las dos regiones (p.ej., porque una, representa las cuencas altas de los ríos de la otra; también por migraciones y movimientos altitudinales), desde el momento de la creación del concepto del CAM, ha sido el argumento principal para la delimitación aparentemente artificial biogeográficamente hablando. Obviamente, en el borde inferior del área de estudio, los límites tienden a ser más artificiales ya que los bosques amazónicos de las tierras bajas (fuera del CAM) también están interrelacionados con los bosques preandinos. Sin embargo, se piensa que en el área del CAM, como actualmente está definido, realmente se concentra uno de los más valiosos y sensibles procesos ecológicos presentes en Bolivia.

Objetos de conservación

Entonces, resumiendo todo lo discutido hasta ahora, los objetos de conservación más importantes desde la perspectiva de la funcionalidad de la biodiversidad, serían los meta-ecosistemas grandes y funcionales responsables de las funciones dependientes de la conectividad, de los procesos hidroclimáticos y de los procesos evolutivos; además de:

- (Meta-)Ecosistemas que ejecutan funciones/procesos hidroclimáticos muy importantes
- Corredores altitudinales funcionales
- Grandes bloques de bosques continuos
- (Meta-)Ecosistemas sensibles a la degradación (pérdida de estructura, biodiversidad y funciones)

- Centros de la actividad evolutiva indicados por una riqueza de endemismo (valor C) alta
- (Meta-)Ecosistemas biológicamente únicos de extensión reducida con un rol excepcional referente a procesos evolutivos.

Entre estos objetos de conservación se tienen las áreas más ricas en especies (endémicas) y las áreas biológicamente muy distintas, esto quiere decir que incluso se contempla una adecuada priorización de áreas biológicamente representativas. Se trata de una fusión de conceptos funcional y represento-céntricos para realmente abarcar todo lo que merece ser conservado. Sin embargo, vale la pena aclarar que la representación que se busca, explícitamente se refiere a áreas/ecosistemas destacados por la riqueza de especies (endémicas), y no a las especies mismas. Esto sigue la lógica que las áreas con altos valores de riqueza de endemismo indican laboratorios de evolución donde en el futuro posiblemente se registre el origen de más y nuevas especies, que los presentes actualmente. No se priorizan las áreas que actualmente son centros de diversidad de ciertos taxa, ya que se sabe que su ubicación está fuertemente influenciada por la historia específica de los grupos estudiados (comparar Danielsen & Treadway 2004) (aunque existan ciertas tendencias generalizables). Tampoco se busca la conservación de áreas circunscritas por actuales rangos de distribución de especies seleccionadas ya que se sabe que estos rangos cambiarán drásticamente en el futuro. Sin embargo, se cree que no se puede hacer más para todas las especies focales y clave que conservar meta-ecosistemas lo más grandes y funcionales posible. Si se lograra conservar todos los objetos de conservación anteriormente indicados, una buena parte de las especies correspondientes debería estar a salvo. Pero si se implementaran medidas para conservar especies focales tales como el jaguar o el oso andino, por ejemplo, estableciendo redes de islas de hábitat bien conectadas para que estas especies puedan cruzar la matriz entre ellas, al contrario, esto no garantizaría, p. ej., la manutención de procesos hidroclimáticos que requieren de grandes masas de bosque continuos.

¿Hotspots o coldspots?

El enfoque del presente documento, con los argumentos y conocimientos expuestos en las anteriores secciones, hace entender que los (meta-)ecosistemas funcionales deberían ser valorados como los más importantes. Como fue ampliamente explicado, funcionalidad implica una máxima resistencia contra perturbaciones y cambios ambientales como están proyectados para el futuro (capacidad de mitigación y adaptación). Y la condición previa de una máxima funcionalidad es la salud de los ecosistemas (Poiani & Richter 1999), quiere decir, un buen estado de conservación, sin que las actividades humanas hayan llevado a una degradación significativa de la biodiversidad del sistema. Esto, como conclusión, significa, que priorizamos las áreas más intactas. Buscar la conservación de los ecosistemas más intactos, en el CAM, es una gran opción, ya que aún se cuenta con áreas grandes de un buen y/o hasta excelente estado de conservación. Esta opción, además, lleva a una estrategia viable de conservación, entendiendo que en las áreas bien conservadas no están presentes muchos actores que podrían ser afectados por medidas de conservación.

Según ciertos criterios de priorización de conservación -especialmente el enfoque de los *hotspots*- deberíamos priorizar las áreas con mayor biodiversidad que, al mismo tiempo, están entre las más amenazadas. Sin embargo, en contra de este enfoque están los problemas que en las áreas más amenazadas, aunque tengan un elevado nivel de biodiversidad,

- esta biodiversidad posiblemente ya se encuentre en un estado menos funcional; y existiría el riesgo que se invierta en la conservación de una biodiversidad ya no viable a largo plazo;
- la presión humana sea tan grande que la conservación enfrente muchas limitantes y una oposición fuerte, inviabilizando el éxito a largo plazo

- no se encuentran los procesos ecológicos más importantes para la manutención a largo plazo de servicios ambientales y de elementos críticos de biodiversidad.

Es lógico que, recientemente, algunos autores incluso hayan propuesto un enfoque de los coldspots (Kareiva & Marvier 2003); destacan, entre otros, que la biodiversidad debe conservarse en todo lado, y no solamente en las áreas donde se encuentran las concentraciones más altas de especies: *“Because many conservation threats are now global in their origin and scope (for example, climate change and invasive species), place-based priorities risk disenfranchising too many people from the challenge at hand. Indeed, on reflection, we worry that the initially appealing notion of getting the most species or greatest biological value per unit area is, in fact, a thoroughly misleading strategy. How much of a victory would it actually be if people did manage to conserve only the 1.4 percent of the Earth’s land surface that contains almost half the world’s vascular plants? The reality is that people must make conservation progress everywhere. Doing that requires not a ranking of theoretically deserving places but a prioritization that takes into account the effectiveness of past conservation efforts. Although biodiversity hotspots are indeed an academically appealing idea, blind adherence to this mantra runs the risk of leaving the world with a sizable collection of species in a few areas but with an environment that is otherwise largely degraded. Rather than trying to identify dense concentrations of species on a map, we and other conservationists should be more flexible and should be prepared to reward effective actions on the ground as they happen. If we do so, we will surely discover plenty of coldspots deserving of our attention.”*

Para el CAM, podemos constatar que hay áreas que se caracterizan por presión humana y una cierta degradación, pero que, sin embargo, pueden ser importantes para la conservación. Incluso pueden ser aún más importantes para la provisión de servicios ambientales locales. Estos servicios, lógicamente, son más importantes en áreas más densamente pobladas (p.ej., unas 1.000 ha de bosque nublado en la cima del Cerro Uchumachi, encima de Coroico, garantizan la disponibilidad de agua potable para unas 3.000 personas; com. pers. Robert Müller, TROPICO, La Paz). Esto significa, pensando en las estrategias de conservación, que justamente en las áreas habitadas que ya no se caracterizan por los mejores estados de conservación, la manutención de servicios ambientales para la población local puede ser un mecanismo importante para convencer a la misma de la necesidad de conservar la biodiversidad.

Los bloques grandes de bosques poco o nada perturbados son muy aptos para áreas protegidas de categorías nacionales y de protección estricta. Existe el peligro que por el momento es muy fácil y barato conservar estas áreas sin implementar intervenciones, lo que podría llevar a “parques en el papel” que no estarían preparados para la presión humana en el momento que llegue a estas últimas fronteras del bosque intacto. Entonces, los conservacionistas deben entender que hasta las áreas (protegidas) en los coldspots requieren de un manejo proactivo anticipando mayor presión y amenaza. Idealmente, esta presión nunca llegaría a ser grande porque se logra una conservación integral y un uso sostenible de los recursos naturales en la matriz entre los bloques de ecosistemas poco degradados.

Hacia una visión integral de una conservación en toda la superficie

Finalmente, estas reflexiones apoyan una visión de un continuo de una conservación integral en toda la superficie, superando el concepto de la conservación exclusiva en áreas protegidas. En este sentido, la conservación, en las tierras utilizadas para la agricultura, sobre todo tendría la misión de apoyar la producción sostenible y la supervivencia de los actores locales, y la conservación de los ecosistemas poco o nada poblados debería enfocarse en la manutención de funciones importantes a nivel, local, regional y global (procesos hidro-climáticos de mayor alcance, procesos evolutivos). Siempre, simultáneamente, hay que pensar en las diferentes escalas para evitar efectos de realimentación negativa. Por ejemplo, si se desprioriza la acción conservacionista en áreas degradadas, la pérdida de los servicios ambientales puede causar que los humanos afectados por la misma degradación estén obligados a migrar y perturbar o degradar la biodiversidad en ecosistemas aún más intactos.

Con estas reflexiones fundamentamos nuestro enfoque integral para la visión de conservación: la idea de la planificación ecorregional no es priorizar y escoger sitios donde luego se implementarían las acciones de conservación, sino tiene la tarea de definir la intensidad y el carácter de las medidas de conservación que se deben implementar en toda el área. El producto no es otra cosa que un plan de uso de suelo, pero que nace a raíz de las necesidades de conservación de la biodiversidad, y que define, de manera consensuada, la intensidad de conservación en cualquier parte del territorio por planificar. En Bolivia, el primer Plan de Uso de Suelo propuesto bajo este enfoque y consensuado con los actores locales ha sido el Plan de Conservación del Bosque Seco Chiquitano (Ibisch *et al.* 2002). La filosofía del uso diferenciado de la tierra fue entendida por todos; un participante en uno de los talleres con los actores locales, una vez expresó que es muy lógico que en una propiedad haya áreas donde no se puede sembrar el maíz o construir una casa, y de esto se trata.

4. Aspectos sociales, económicos y culturales

La **Visión de conservación de la biodiversidad del Corredor Amboró-Madidi** se fundamenta en los objetos de conservación característicos dentro de sus límites naturales, sin embargo, los datos socioeconómicos en adelante presentados estarán basados, en muchos casos, en una delimitación política con información a nivel municipal, debido a que los datos censales nacionales están disponibles principalmente en esta escala.

Por otro lado, analizar la información a nivel municipal tiene un aspecto importante al tener el municipio la responsabilidad de planificar e implementar el desarrollo sostenible, incluyendo el manejo de los recursos naturales encontrados dentro de su jurisdicción (Ley de Participación Popular N° 1551, 20 de abril de 1994; Ley de Descentralización Administrativa N° 1654, 28 de julio de 1995, y la nueva Ley de Municipalidades N° 2028, 28 de octubre de 1999).

En este sentido, para estructurar el diagnóstico socioeconómico se ha organizado la presentación de los datos municipales y otra información de nivel nacional considerando, el CAM como la **zona núcleo** del área de estudio (delimitación natural del corredor) y la delimitación de dos zonas de influencia conformadas por el área de los municipios que forman parte del CAM, pero cuyos límites exceden a la zona núcleo: **zona de influencia de tierras altas**, con parte del territorio municipal en ecorregiones del altiplano y la **zona de influencia de tierras bajas**, con parte del territorio municipal en las ecorregiones de los Llanos de Moxos y Cerrado Paceño.

En los siguientes puntos nos concentraremos en describir la **zona núcleo** y se hará mención de algunas características de las zonas de influencia. En una sección posterior hablaremos sobre las zonas de influencia con mayor detalle.

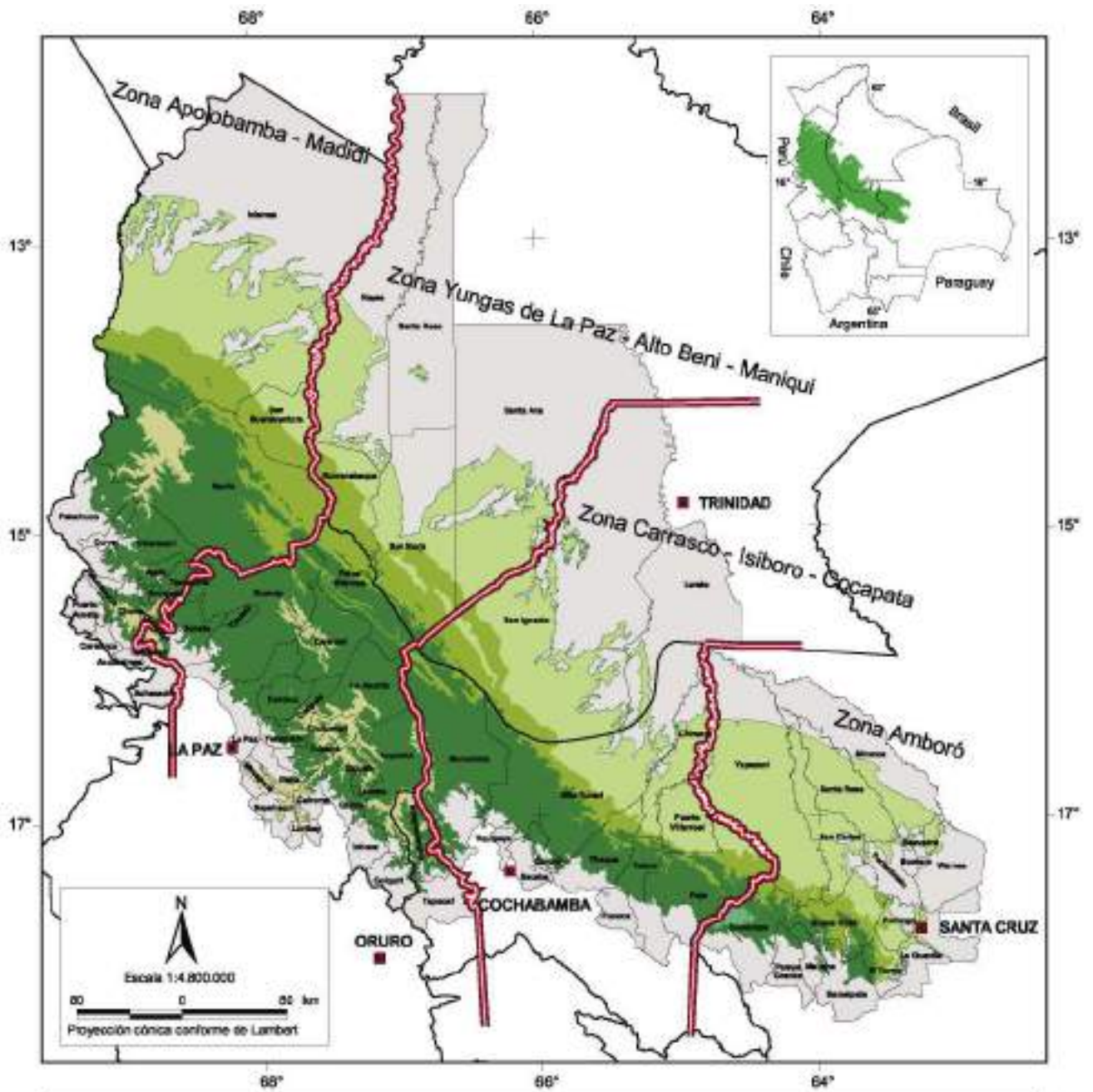
La estructura para la descripción de la zona núcleo presenta en primer lugar generalidades para toda el área del CAM y agrupa datos estadísticos municipales para presentarlos por Departamento (La Paz, Cochabamba, Beni y Santa Cruz). En el Anexo 1, se ha preparado un detalle con los datos estadísticos municipales que han servido de base para toda la información presentada.

Luego, considerando que la población humana no está distribuida en forma homogénea en el CAM y que sus características pueden variar según la zona geográfica y disponibilidad de recursos de un área determinada, es que hemos subdividido al CAM en cuatro **zonas de análisis socioeconómico** (mapa 9), que siguen un gradiente latitudinal y cuya delimitación se basa, principalmente, en barreras geográficas, que también corresponden en general con áreas agro-ecológicas y socio-políticas (departamentales y municipales). Se espera que esta subdivisión ayude a comprender en mayor detalle la situación socioeconómica del CAM, considerando el aspecto humano como la base principal para lograr acciones de conservación. Estas cuatro áreas de análisis han sido denominadas como: 1) Zona Amboró, 2) Zona Carrasco-Isiboro-Copata, 3) Zona Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui y 4) Zona Apolobamba-Madidi, y su conformación socio-política se indica en la siguiente tabla.

Tabla 28. Zonas de análisis socioeconómico definidas para la caracterización del CAM y municipios que las conforman

Zona 1: Amboró		
Departamento	Provincia	Municipios
Santa Cruz	Andrés Ibáñez	El Torno, La Guardia ^(*) , Porongo (Ayacucho), Santa Cruz de la Sierra ^(*)
	Florida	Mairana, Pampa Grande, Samaipata
	Ichilo	Buena Vista, San Carlos, Yapacaní
	Manuel M. Caballero	Comarapa
	Obispo Santisteban	General Saavedra, Mineros, Montero ^(*)
	Sara	Portachuelo, Santa Rosa
	Warnes	Warnes ^(*)
Zona 2: Carrasco-Isiboro-Cocapata		
Departamento	Provincia	Municipios
Beni	Marbán	Loreto ^(*)
	Moxos	San Ignacio
Cochabamba	Ayopaya	Morochata
	Carrasco	Chimoré, Puerto Villarroel, Pocona ^(*) , Pojo, Totora
	Chapare	Colomi, Sacaba ^(*) , Villa Tunari
	Quillacollo	Tiquipaya ^(*)
	Tiraque	Tiraque
Zona 3: Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui		
Departamento	Provincia	Municipios
Beni	General José Ballivián	Puerto Rurrenabaque, Reyes, San Borja, Santa Rosa ^(*)
	Yacuma	Santa Ana
Cochabamba	Ayopaya	Independencia
	Tapacarí	Tapacarí ^(*)
La Paz	Caranavi	Caranavi
	Inquisivi	Cajuata, Colquiri, Ichoca, Inquisivi, Licoma, Quime
	Larecaja	Guanay, Sorata, Tipuani
	Loayza	Cairoma, Luribay, Sapahaqui
	Murillo	La Paz, Mecacapa, Palca
	Nor Yungas	Coripata, Coroico
	Sur Yungas	Chulumani, Irupana, La Asunta, Palos Blancos, Yanacachi
Zona 4: Apolobamba-Madidi		
Departamento	Provincia	Municipios
La Paz	Abel Iturralde	Ixiamas, San Buenaventura
	Bautista Saavedra	Curva, Gral. Pérez (Charazani)
	Camacho	Mocomoco, Pto.Carabuco ^(*) Chaguaya, Puerto Acosta ^(*)
	Franz Tamayo	Apolo, Pelechuco
	Larecaja	Combaya, Quiabaya, Tacacoma
	Muñecas	Aucapata, Ayata, Chuma
	Omasuyos	Achacachi ^(*) , Ancoraimes ^(*)

^(*) Municipios con menos del 10% de su superficie dentro de los límites del CAM



LÍMITES MUNICIPALES		
<p>— Límite municipal</p> <p>— Límite departamental</p> <p>Ecorregiones</p> <p>Sudoeste de la Amazonía</p> <ul style="list-style-type: none"> Bosques Amazónicos Subandinos Bosques Amazónicos Preandinos Yungas Bosque Tucumano-Boliviano Bosques Secos Interandinos 	<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> Capital departamental — Límite del CAM □ Área de influencia del CAM División de zonas de análisis socioeconómico 	<p>Fuentes:</p> <p>Límite departamental y municipal: Comisión de límites (COM.LIT) 1999.</p> <p>Ecorregión: Ibisch et al. 2003.</p> <hr/> <p>elaborador por: </p> <hr/> <p>patrocinado por:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>

Mapa 9

4.1. Situación social

R. Molina, N. Araujo, D. Quiroga & V. Chávez

4.1.1. Demografía

En la presente sección se revisan aspectos concernientes a la población, densidad poblacional y tasa de crecimiento intercensal de las cuatro zonas de influencia. Con tal fin, la tabla 29, resume dicha situación (El detalle municipal por zona de análisis se encuentra en el anexo estadístico correspondiente a este capítulo).

Tabla 29. Resumen de características de la población por zona de análisis socioeconómico

Zonas	Población 1992	Población 2001	Hombres	Mujeres	TIC	Superficie Km2	Densidad 2001 Hab./Km2	% Urbana	% Rural	Pob. Rural	Pob. en el CAM	Superficie CAM (km2)
Total Zona - 1	1.009.889	1.556.736	776.014	780.722	3,33	36.016	43,22	86,89	13,11	204.081	132.063	21.004
Total Zona - 2	290.783	436.007	226.449	209.558	3,48	66.626	6,54	36,04	63,96	278.880	89.028	37.465
Total Zona - 3	1.111.113	1.246.495	617.726	628.769	1,49	92.294	13,51	70,65	29,35	365.894	172.096	45.789
Total Zona - 4	192.512	224.402	111.904	109.531	1,75	71.543	3,10	5,38	94,62	209.511	30.953	39.097
Total	2.604.297	3.463.640	1.732.093	1.728.580	2,51	266.479	13,00	69,44	30,56	1.058.366	424.140	143.355

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

4.1.1.1. Población

Se estima una población de 424.140 habitantes para el área del CAM o zona núcleo, y de 3.463.640 habitantes para su área de influencia. Ambas zonas, respectivamente, concentran el 5% y 42% de la población total de Bolivia. Esta diferencia tan marcada entre zonas se debe a que en el área de influencia del CAM se ubican dos de las tres ciudades más importantes de Bolivia, Santa Cruz de la Sierra con 1.135.526 habitantes y la ciudad de La Paz con 794.061 habitantes.

Dentro del CAM los municipios más importantes en términos de población con 15.000 a 30.000 habitantes son Puerto Villarroel, Mineros, Guanay, Yapacaní, El Torno, Villa Tunari, La Guardia y Caranavi. Por otro lado, los municipios con menor número de habitantes dentro del CAM son Loreto, Portachuelo, Ichoca, Tiquipaya, Santa Ana y Warnes, cuya población dentro del CAM no supera los 200 habitantes por municipio. Otros municipios con participación de su área municipal en el CAM, pero sin habitantes dentro de estos límites son Pocona, Sacaba, Puerto Acosta, Achacachi, Ancoraimes, Santa Cruz de la Sierra y Pampa Grande, donde la población se concentra en el área de influencia del CAM (Véase Anexo 1)

En términos de población urbana y rural, si bien el 30,6% de la población total del área de estudio es considerada rural, sobre este porcentaje tiene mucha influencia el número de habitantes de algunas ciudades capitales de carácter más urbano. De esta manera, y realizando un análisis por municipio, se puede indicar que la mayor parte de los municipios pueden ser considerados rurales.

De los 77 municipios existentes en el área de estudio sólo los municipios de La Paz, Santa Cruz de la Sierra y Montero son casi exclusivamente urbanos (con menos del 3% de población rural). Los Municipios de Portachuelo, Mineros y La Guardia (Dpto. de Santa Cruz), Tiquipaya y Sacaba (Dpto. Cbba.) y Santa Ana de Yacuma y Rurrenabaque (Dpto. del Beni) tienen, al menos, entre el 60 a 80% de población urbana y de todos estos municipios sólo Rurrenabaque tiene su ciudad capital dentro del CAM, el resto tiene sus ciudades principales en el área de influencia.

Un mayor detalle por zonas de análisis socioeconómico permite apreciar lo siguiente:

- En la **zona 1** (Amboró) compuesta por 17 municipios íntegramente ubicados en el departamento de Santa Cruz, se concentra el 31% de la población del CAM con un número de 132.063 habitantes. Para su área de influencia se estima un número de 1.556.736 habitantes, principalmente concentrados en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra y otras ciudades de importancia asentadas en la zona de influencia de tierras bajas. En general, hay una proporción similar de hombres y mujeres por el peso poblacional de Santa Cruz y Montero. En el resto de los 15 municipios el índice de masculinidad es mayor a 100, lo que significa que hay más hombres que mujeres.
- Del total de los habitantes de esta zona sólo el 13,1% de la población es rural, sin embargo este dato, al igual que el patrón indicado para todo el CAM, se debe a la influencia del número elevado de población urbana en los municipios de Santa Cruz y Montero predominantemente y también al hecho de que esta es una de las zonas del CAM con mayor número de municipios intermedios entre población urbana y rural.
- Sólo cinco, de los 17 municipios de la zona, son principalmente rurales, con más del 70% de su población, como es el caso de Santa Rosa del Sara, Samaipata, Saavedra, Porongo, Comarapa y Buena Vista.
- En la **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata) compuesta de 13 municipios ubicados en los departamentos de Beni y Cochabamba, se concentra el 21 % de la población del CAM con un número de 89.028 habitantes. Para su área de influencia se estima un número de 436.007 habitantes. El índice de masculinidad para esta zona es de 108, lo que significa que hay un mayor número de hombres que de mujeres, sólo en los municipios de Sacaba y Tiquipaya, que son cercanos al municipio capital del departamento, el índice de masculinidad es menor a 100. En particular en esta zona se encuentra un foco importante de colonización en los municipios de la provincia Chapare y Carrasco que son las áreas donde principalmente se ha concentrado el desarrollo alternativo para sustituir la actividad de cultivo de coca.
- Asimismo, en esta zona ya existe una predominancia de población rural con el 64% de la población total del área bajo este carácter. Sólo los municipios de Tiquipaya y Sacaba presentan bajos porcentajes de población rural 29,3% y 20,9% respectivamente.
- En la **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui) compuesta de 30 municipios ubicados en los departamentos de Beni, Cochabamba y La Paz, se concentra el 41% de la población del CAM, con un número de 172.096 habitantes. Para su área de influencia se estima un número de 1.246.495 habitantes. El índice de masculinidad en la zona es de 98, lo cual denota un mayor número de mujeres que de hombres que se debe, sobre todo, a la influencia del peso poblacional del municipio de La Paz, ya que el resto de los otros municipios, en más de un 94%, presenta índices de masculinidad mayores a 100, es decir, en los que hay un mayor número de hombres que de mujeres. Esta es una de las zonas con mayor conexión vial en el área del CAM y mayor movimiento económico interdepartamental entre La Paz y Beni, posiblemente este sea uno de los factores para que sea una de las zonas más pobladas del CAM.

Del total de habitantes de esta zona sólo el 29,3% es de carácter rural, sin embargo esto se debe nuevamente a la fuerte influencia del municipio de La Paz, donde se concentra la mayor parte de la población de esta zona y donde el 0,5% de la población es rural. Además del municipio de La Paz, los municipios de Santa Ana de

Yacuma y Rurrenabaque son los únicos en esta zona con predominancia de población urbana (más del 60%). Los restantes 27 municipios de la zona tienen entre el 44 y el 100% de su población rural.

- En la **zona 4** (Apolobamba-Madidi) compuesta por 17 municipios ubicados íntegramente en el departamento de La Paz, se concentra el 7% de la población del CAM con un número de 30.953 habitantes. Para su área de influencia se estima un número de 192.512 habitantes. El índice de masculinidad es de 102, por lo que hay más hombres que mujeres en la mayoría de los municipios que conforman esta zona que es la menos poblada del CAM, debido muy probablemente, a que su infraestructura vial y vías de acceso en general están poco desarrollados.

Esta zona es predominantemente rural con el 94,6% de sus habitantes con este carácter. El municipio con menor porcentaje de población rural de San Buenaventura con 63,5% de población rural y al menos 14, de los 17 municipios de la zona, son considerados como exclusivamente rurales (100% de la población),

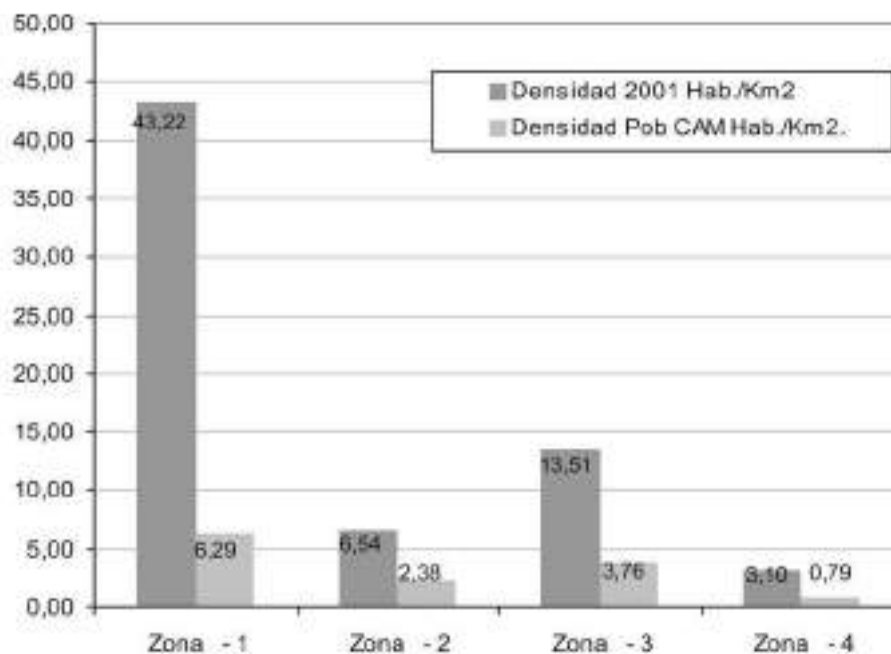
4.1.1.2. Densidad poblacional

En general, la densidad poblacional promedio para el área total del CAM y su área de influencia es de 13 hab./km², mientras que la densidad poblacional, sólo para la parte del territorio municipal, que corresponde con el CAM o zona núcleo el promedio es de 2,96 hab./km², indicando claramente que la población se concentra más hacia la periferia del CAM en su área directa de influencia. (ver mapa 10).

Los municipios más densamente poblados en toda el área de estudio son Santa Cruz de la Sierra (807,05 hab./km²), La Paz (286,46 hab./km²), Montero (337,57 hab./km²), Sacaba (206,53 hab./km²) y Tiquipaya (257,08 hab./km²), que también son municipios cuyas capitales municipales (como centros más poblados) se encuentran en el área de influencia del CAM.

A nivel de zonas de análisis socioeconómico en el CAM, se presentan los siguientes resultados:

- En la **zona 1** (Amboró), la densidad poblacional total, considerando el área de influencia es de 43,22 hab./km² y sólo para el área del CAM es de 6,29 hab./km² sobre una superficie de 21.004 km². A nivel municipal la densidad varía entre 1,60 y 840,78 hab./km², que corresponden a los municipios de Santa Rosa y Santa Cruz de la Sierra, respectivamente.
- En la **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata), la densidad poblacional para toda esta zona es de 6,54 hab./km² y considerando sólo el área núcleo (CAM) la densidad es aún más baja llegando a un valor de 2,38 hab./km², sobre una superficie de 37.465 km². A nivel municipal la densidad varía entre 0,56 y 257,08 hab./km², que corresponden a los municipios de Loreto y Tiquipaya, respectivamente.
- En la **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui), la densidad poblacional para toda esta zona es de 13,51 hab./km² y considerando sólo el área núcleo (CAM) la densidad es aún más baja llegando a un valor de 3,76 hab./km², sobre una superficie de 45.789 km². A nivel municipal la densidad varía entre 0,69 y 286,46 hab./km², que corresponden a los municipios de Santa Rosa y La Paz, respectivamente.
- En la **zona 4** (Apolabamba-Madidi), la densidad poblacional para toda esta zona es de 3,10 hab./km² y considerando sólo el área núcleo (CAM) la densidad es aún más baja llegando a un valor de 0,79 hab./km², sobre una superficie de 39.097 km². A nivel municipal la densidad varía entre 0,14 y 42,44 hab./km², que corresponden a los municipios de Ixiamas y Ancoraimas, respectivamente.



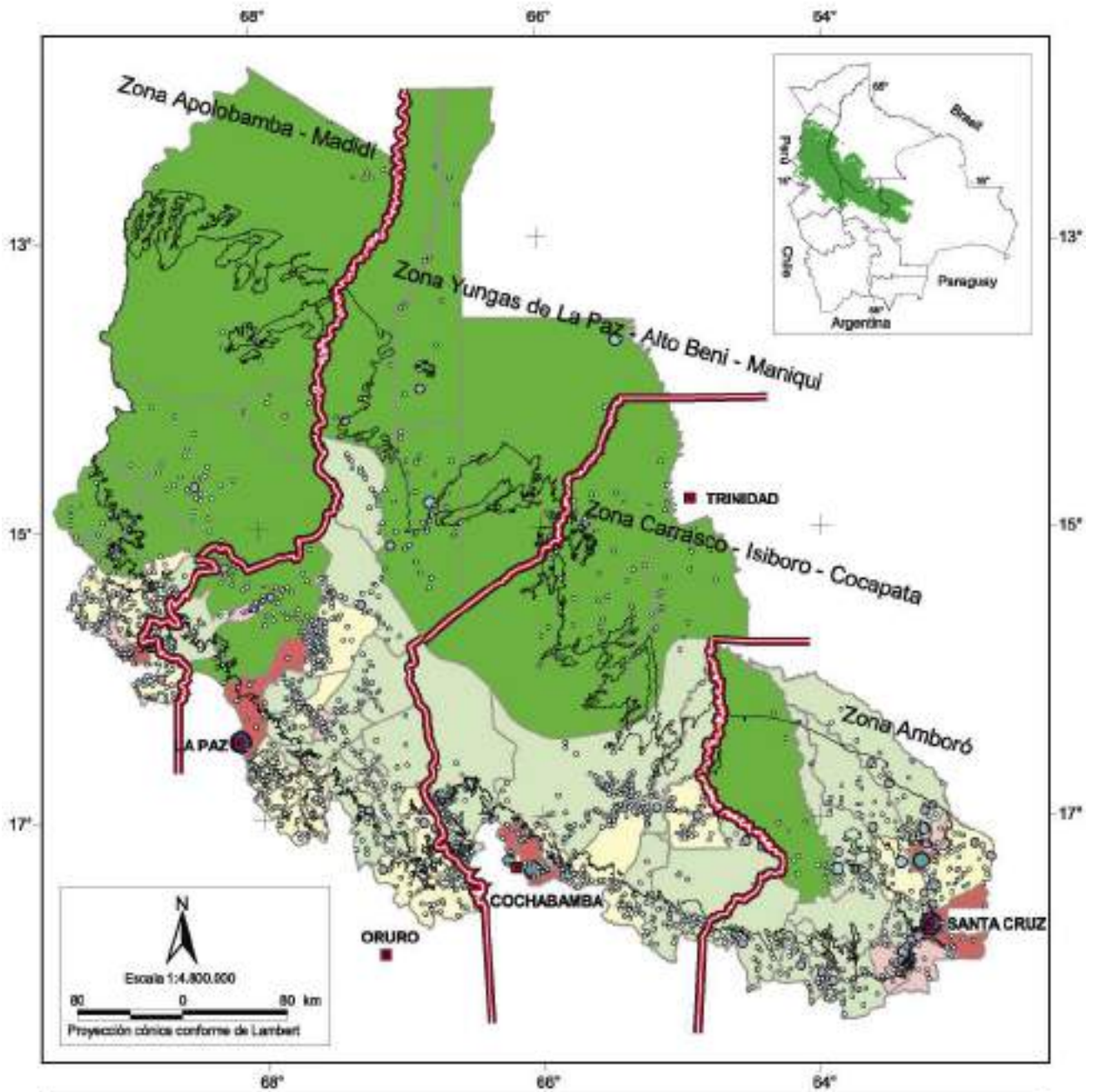
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 12. Densidad poblacional en el CAM y su área de influencia

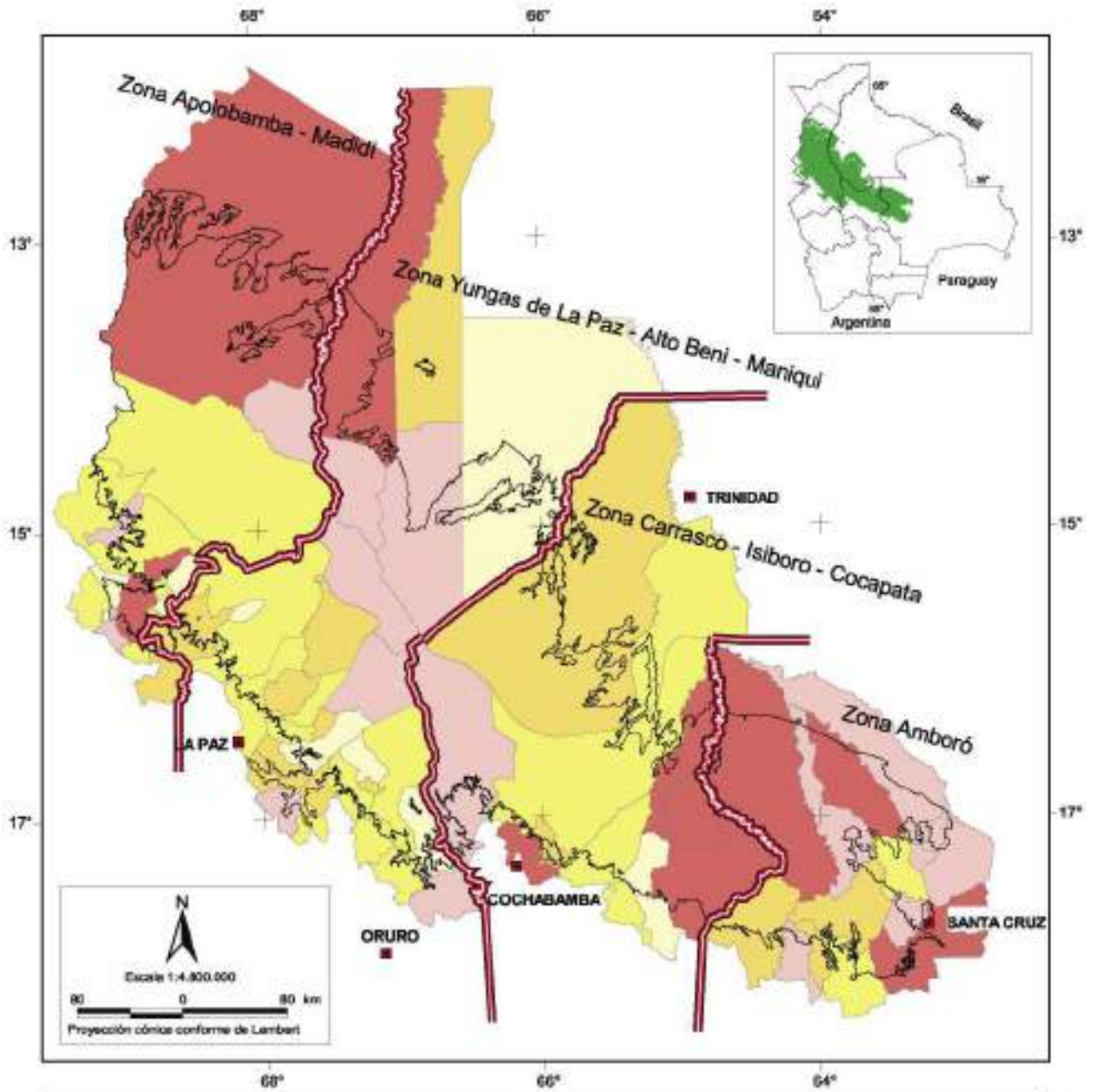
4.1.1.3. Crecimiento Poblacional

Entre el censo nacional de población y vivienda de 1992 y 2001 (INE 1993; INE 2002) se evaluó el crecimiento intercensal a nivel de secciones municipales y el patrón general de crecimiento es alto en todo el sector del CAM (2,51%). Los municipios con mayores tasas de crecimiento anual intercensal han sido Tiquipaya (11,23), Pojo (7,28) y Chimoré (6,36) en el Departamento de Cochabamba, luego siguen los municipios de La Guardia (6,22), Santa Rosa del Sara y El Torno (ambos con 5,26) en el Departamento de Santa Cruz. Los municipios de Reyes (5,18) y Rurrenabaque (4,44), en el Departamento del Beni, y los municipios de Ayata (4,97), Chuma (4,91) e Ixiamas (4,77) en el Departamento de La Paz. En Cochabamba es notable el incremento de población representando este departamento, el área de mayor crecimiento poblacional del sector del CAM.

Por otro lado, se identifican áreas de crecimiento intercensal negativo moderado, como el municipio de Tipuani (-4,17), con el mayor valor negativo de crecimiento ubicado en la provincia de Larecaja, y otros seis municipios (Quime, Cajuata, Combaya, Tacacoma, Luribay e Irupana) en distintas provincias del departamento de La Paz; Cochabamba presenta dos municipios, Totorá (-0,83) y Ayopaya (-0,67) con crecimiento negativo; finalmente Beni también presenta un municipio, el de Santa Ana, con esta misma característica. (ver mapa 11).

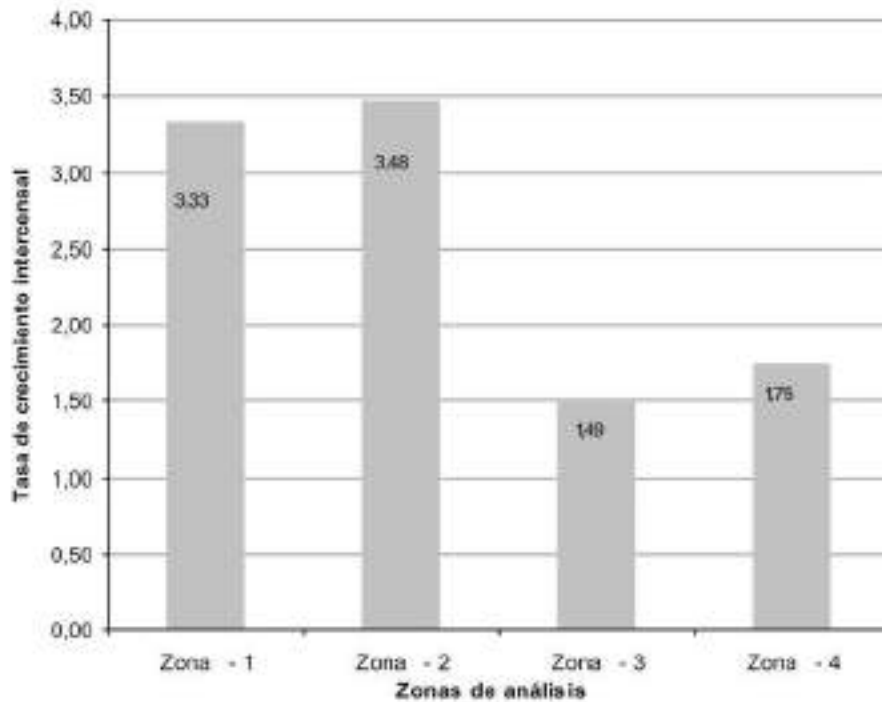


Mapa 10



CRECIMIENTO POBLACIONAL INTERCENSAL 1992 - 2001		
<p>Tasa anual de crecimiento intercensal (1992 - 2001) [%]</p> <ul style="list-style-type: none"> -4.17 - -0.51 -0.51 - 1.21 1.21 - 2.41 2.41 - 4.44 4.44 - 11.23 	<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capital departamental — Límite del CAM ⋈ División de zonas de análisis socioeconómico 	<p>Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), 2001</p>
<p>elaborador por: </p>		
<p>para: </p>		

Mapa 11



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 13. Tasa de crecimiento intercensal por zona de análisis

- En la **zona 1** (Amboró), en promedio la tasa de crecimiento intercensal alcanzó a 3,33% fue debido al crecimiento urbano de algunos municipios en el área de influencia del CAM, como por ejemplo, además de Santa Cruz de la Sierra, La Guardia y Montero.
- En la **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata), el crecimiento poblacional de algunos centros poblados en el área de influencia de la zona, es muy notoria. Municipios como Sacaba y Tiquipaya, duplicaron con más su población y consiguientemente su densidad poblacional.
- En la **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui), en promedio la tasa de crecimiento censal entre las gestiones 1992 y 2001, fue de 1,49%, la más baja de las cuatro zonas de análisis pese a que en la misma se encuentra incluso el municipio de La Paz, sólo los municipios de Reyes (5,18%), Rurrenabaque (4,44%), y La Asunta (4,21%), experimentaron tasas de crecimiento, el resto en la mayoría de los casos no supera el 2%. Asimismo, en 7 municipios de los 30 de la zona de estudio se registraron tasas anuales de crecimiento negativas.
- En la **zona 4** (Apolobamba-Madidi), la tasa de crecimiento intercensal en promedio fue de 1,75%, escasamente superior al de la Zona 3 y por la superficie que tiene, muy poco se ha aumentado la densidad poblacional, sólo se registraron porcentajes de crecimiento superiores al 4% en los municipios de Ayata (4,97%), Ixiamas (4,77%), y Chuma (4,35%). Sin duda estas tasas de crecimiento son mayores al del departamento de La Paz que es de 2,29%. De igual forma los municipios de Combaya (-0,04%) y Tacacoma (-1,01%) presentaron tasas de crecimiento negativos.

4.1.2. Migración

A nivel nacional un análisis de flujos migratorios interdepartamentales realizado por el PNUD-Bolivia (2004), basado en datos de los tres últimos censos de población y vivienda, permitió identificar que los migrantes internos del país tendieron a dirigirse hacia zonas menos pobladas y con mayores niveles de desarrollo humano (Santa Cruz de la Sierra, Beni, Pando y Tarija), lo que refuerza la hipótesis de que la propensión a emigrar en Bolivia respondió en cierta medida a una presión excesiva sobre los recursos naturales y los factores productivos en los departamentos de “poblamiento tradicional” como Potosí, Oruro y Chuquisaca.

Por otro lado, describiendo el factor de migración a nivel del CAM y aunque no ha sido posible realizar un análisis exclusivo de la tendencia migratoria nacional y su influencia sobre los municipios del CAM, se puede indicar que la gran mayoría de los municipios del CAM tienen tasas netas anuales de migración reciente negativas (ver Anexo 2). Sólo la zona de Amboró, a diferencia de las otras zonas del CAM, presenta un patrón positivo en su tasa de migración neta para 15 de sus 17 municipios.

- En la **zona 1** (Amboró), el municipio de Santa Cruz se identifica como un sector importante de recepción de migración, así como los municipios de Warnes y Montero, que se han convertido en centros urbanos importantes y polos de desarrollo agrícola e industrial en el Departamento de Santa Cruz.

Es interesante destacar que los municipios de Santa Cruz, Porongo, La Guardia y el Torno que albergan en conjunto el 78% de la población de la zona Amboró (con 1.568.397 habitantes), tienen 59% de su población nacida en el lugar, el 20% proveniente del Departamento de Cochabamba y el 21% proviene de otras ciudades del país o del extranjero. En este sentido se puede deducir un alto porcentaje de inmigración hacia este sector del CAM.

- En la **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata), la zona de serranía y zonas altas, muestra una mayor incidencia de la emigración sobre la inmigración, aunque mucha de ella, es de carácter temporal asociada a los periodos de descanso de la agricultura o condiciones coyunturales adversas. La zona subtropical es altamente receptora de inmigrantes.
- En la **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniquí), Entre los años 1986 y 1988 se dio una importante expulsión de la población de la región andina, producto de los efectos de la relocalización de trabajadores mineros y de alguna gente de comunidades aledañas a aquellas donde la minería les proporcionaba cierta dinámica comercial. Predominó la migración definitiva hacia las ciudades de La Paz y El Alto, y en menor proporción hacia el interior del país o el exterior. En general los emigrantes jóvenes se dedican a estudiar, los hombres adultos están más orientados a realizar trabajos en áreas de transporte y construcción, mientras que las mujeres a la actividad doméstica y comercial.

En las tierras altas, también es característica la migración temporal hacia centros urbanos con la finalidad de buscar intermedios a las labores agrícolas.

En el norte del Departamento de La Paz, la migración de la población es una estrategia de sobrevivencia y búsqueda de acceso a empleo, y de ocupación de nuevas tierras potencialmente cultivables, aunque también se evidencian traslados temporales hacia otras regiones e incluso al exterior para realizar producción agropecuaria, forestal, minera por la necesidad de generar ingresos adicionales a la economía local y familiar. El destino de los emigrantes temporales preferentemente es la ciudad de La Paz, otras zonas del altiplano y Caranavi, la necesidad de buscar ingresos adicionales, la falta o precariedad de caminos son factores que motivan a la emigración temporal.

En general, la inmigración es muy baja y se remite al sector terciario de la economía con población fluctuante: profesores, médicos profesionales y consultores. La inmigración definitiva es predominantemente rural y, en general, los residentes inmigrantes del género masculino, se da por la quiebra del sistema agrícola y/o pecuario en otra zona del país. La región de los Yungas, en especial, los municipios de La Asunta, Caranavi, Coroico, y Chulumani, se caracteriza por ser una zona receptora de aymaras y en menor proporción de quechuas (PDM La Asunta, PDM Palos Blancos, PDM Cairoma).

- En la **zona 4** (Apolobamba-Madidi), Los asentamientos humanos se encuentran cercanos a los caminos principales o en torno a los centros más poblados como Mocomoco, Pto. Carabuco, Puerto Acosta, Achacachi y Ancoraimes, al oeste de esta zona, y cerca de Apolo y San Buenaventura, al norte y este respectivamente. La presencia de colonias campesinas se consolida en la región a partir de la década de los 80, antes de la cual las poblaciones eran fundamentalmente originarias.

Existe una alta migración fuera de las provincias de Pacajes, Camacho y Omasuyus, siendo las provincias de Iturralde y Larecaja receptoras de nuevos asentamientos humanos. Los altos niveles de migración, pueden conducir a modificar la estructura productiva tradicional de los municipios distorsionando la explotación sistemática, racional y sostenible de los recursos naturales (PDM Curva).

Asimismo, en los últimos tres años se han intensificado los movimientos migratorios de las poblaciones campesinas o indígenas de sus lugares de origen hacia las zonas urbanas, especialmente hacia las ciudades de La Paz y el Alto (INE 2001). Las migraciones por un lado indican ciertas ventajas o desventajas económicas o sociales en un lugar dado, pero también tienen implicaciones para la biodiversidad y su estado de conservación.

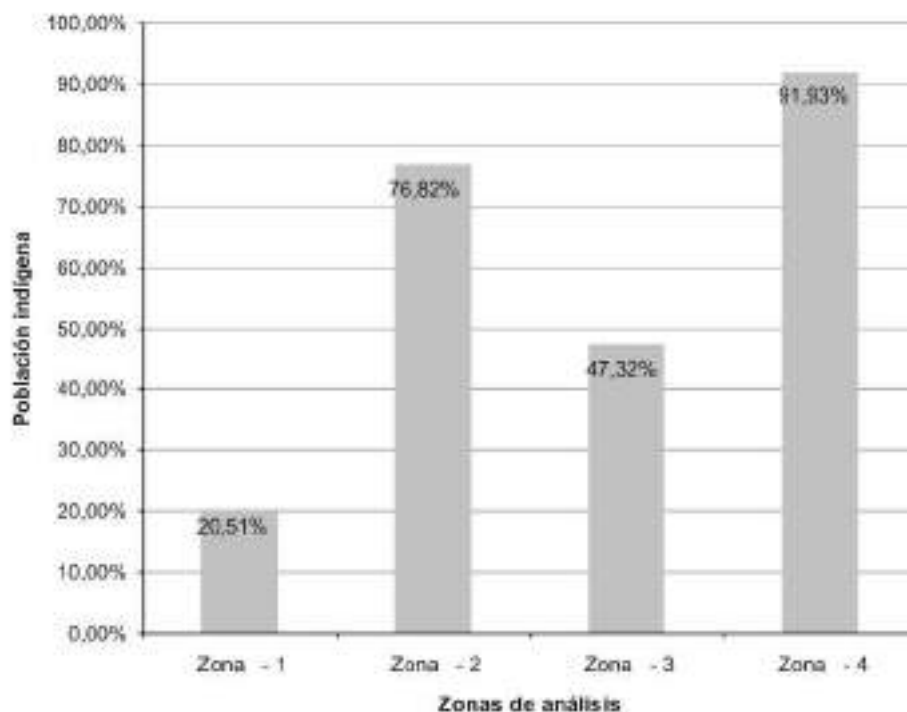
Asimismo, otros factores como los bajos índices de educación ocasionan un bajo nivel de instrucción general y de capacitación real funcional de la población, que repercute directamente en la calidad de vida, en la baja productividad de la mano de obra, en la pronunciada escasez de la mano de obra calificada y semicalificada, que atienda los requerimientos de los pocos sectores productivos y que a su vez refuerza la migración de los mejores elementos del área rural hacia centros poblados (PDM Curva) altos niveles de migración temporal y mediado índice de migración definitiva por parte de la población joven (PDM Ayata).

4.1.3. Situación étnica y lingüística de la población

En esta subsección se analiza la condición étnica y lingüística de la población dentro el área total del CAM y su área de influencia. En primera instancia se revisan los porcentajes de población indígena dentro el área, para luego analizar la pertenencia de los mismos a algún pueblo indígena o no, el idioma que hablan y finalmente el idioma en el que aprendieron a hablar. Esta subsección antecede a otros sectores de estudio como educación y salud, porque de alguna manera ayudan a explicar los indicadores que en los mismos se encuentran.

4.1.3.1. Población indígena

Con relación a la población del área de influencia del CAM, el 41,83% de la población es indígena, ello debido sobre todo a la influencia de los municipios del oriente, principalmente los de la zona 1 (Amboró) como otros pertenecientes al departamento de Beni.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

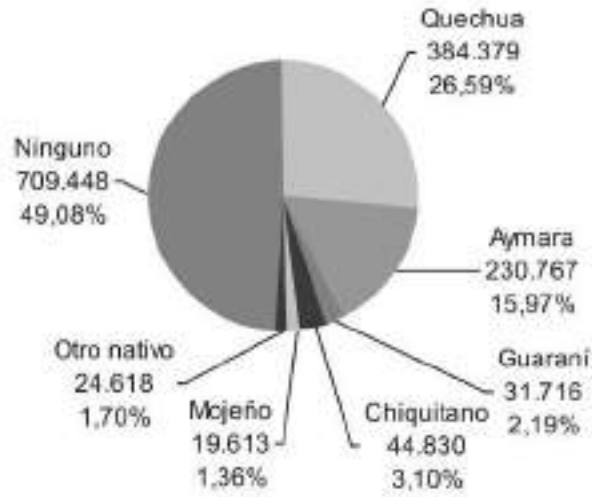
Fig. 14. Población indígena por zona de análisis socioeconómico

La **zona 1** (Amboró) que es la de mayor peso poblacional dentro el área total del CAM, es la que al mismo tiempo menor porcentaje de población indígena presenta; la **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata) es la segunda en importancia en cuanto a población indígena, pero no tiene un peso poblacional representativo; la **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniquí) conformada por tres departamentos y 30 municipios tiene una población indígena cercana al 50% y de hecho su peso poblacional dentro del área del CAM, es el segundo en importancia; finalmente la **zona 4** (Apolobamba-Madidi) que es la de mayor superficie dentro el área del CAM y la menos poblada, es la que mayor porcentaje de población indígena respecto a la población del área de influencia presenta (casi 92%).

4.1.3.2. Autoidentificación con pueblos originarios o indígenas

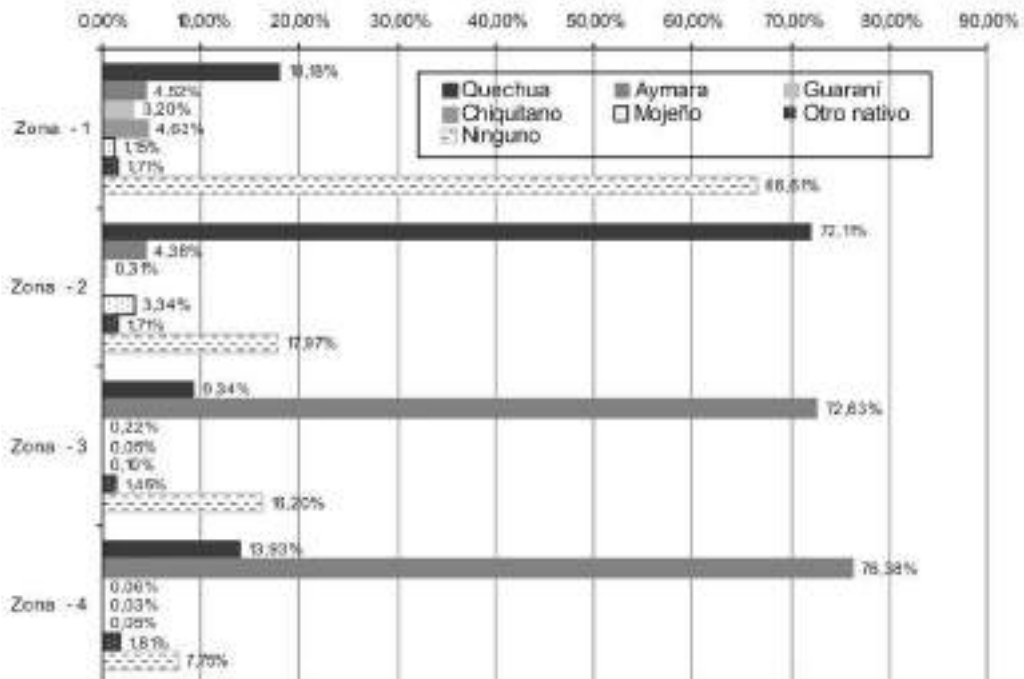
De la población de 15 o más años de edad (1.445.371) que conforma el área de influencia del CAM, el 51% se autoidentifica con algún pueblo indígena u originario. Los resultados por pueblo se muestran en la figura 15.

El mayor porcentaje que se autoidentifica con algún pueblo indígena dentro el área de influencia del CAM lo hace con el pueblo Quechua en primer lugar (26,59%), en segundo lugar con el aymará (16%) y en tercer lugar con el chiquitano (3,10%). Sin embargo, por zona de análisis los resultados varían considerablemente, tal como se aprecia en la figura 16.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 15. Población de 15 o más años que conforma el área de influencia del CAM según pueblo de pertenencia



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 16. Población de 15 o más años por área de influencia del CAM según pueblo de pertenencia

- Notoriamente la **zona 1** (Amboró) que además tiene el mayor peso poblacional en cuanto a personas de 15 o más años de edad con respecto a toda el área de influencia del CAM, por incluir el municipio capital del departamento, es la que menos se identificó con algún pueblo indígena u originario (66,61%), sin embargo, el 33% restante de esta población sobre todo se identificó con el pueblo quechua (18,18%), luego con el pueblo chiquitano (4,63%), aymará (4,52%) y finalmente el pueblo guaraní (3,20%).

Asimismo en esta zona no hay ningún municipio, exceptuando la capital (en que además de quechuas, aymaras, chiquitanos y guaraníes, haya también algunos guarayos, itonamas y movimas) de departamento que dentro del mismo vivan pueblos originarios.

- La **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata) ocupa el segundo lugar en cuanto a esta población (17,48%), la mayoría se identifica sobre todo con el pueblo quechua (72,11%), aymará (4,38%) y mojeño (3,34%).

En el departamento de Beni (municipio de Moxos), es posible encontrar población que se identifica con el pueblo tsimane, movima y yuracaré; en el departamento de Cochabamba es posible encontrar (municipios de Villa Tunari, Chimoré y Puerto Villarroel) yuquis y yuracaré.

- La **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui) a pesar de contener al municipio capital del departamento de La Paz, tiene la menor proporción de población mayor de 15 o más años con respecto a las otras zonas (6,91%) de este porcentaje casi el 73% se identifica con el pueblo aymará, dado que también la mayoría de los municipios se ubican en el departamento de La Paz.

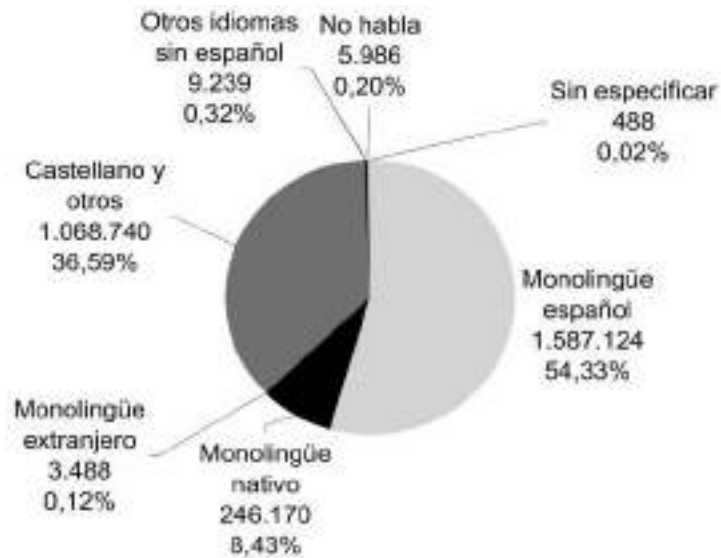
En esta zona es donde se encuentra la mayor diversidad étnica de todo el CAM con población en el departamento de Beni (provincia José Ballivián) que se identificó con los pueblos cavineño, tsimane, mosetén, movima, reyesano, maropa y tacana; en el departamento de La Paz (municipios de Guanay y Tipuani) es posible encontrar lecos y tacana.

- Finalmente la **zona 4** (Apolobamba-Madidi) con el 9,41% del total de la población de 15 o más años con respecto a la población de toda el área de influencia del CAM, se identifica sobre todo con el pueblo aymará (76,38%) por estar conformada la misma únicamente por municipios del departamento de La Paz.

En esta última zona (municipios de Apolo, Ixiamas y San Buenaventura) es posible encontrar población que se identificó con los pueblos araona, esse ejja, chama y principalmente tacana (véase detalle en valores absolutos en los anexos correspondientes a otros pueblos indígenas).

4.1.3.3. Idioma que habla la población

El idioma más hablado en toda el área del CAM y su área de influencia es el castellano (65,10%), le siguen con porcentajes similares de 15,43% el quechua y el aymara. Asimismo, de la población de 6 o más años de edad (1.672.652) el 54,33% es monolingüe español, 36,59% es bilingüe o trilingüe castellano -otros idiomas, y sólo un 8,43% es monolingüe nativa, tal como se aprecia en la siguiente figura.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 17. Población de 6 o más años de edad por idiomas que habla

La situación por área de análisis muestra que en la zona 1 (Amboró) casi el 80% de la población habla castellano; en tanto que en la zona 2 (Carrasco-Isiboro-Cocapata) el 48,19% de la población habla castellano y un porcentaje semejante habla quechua; en la zona 3 (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui) casi el 62% de la población habla castellano y un 26% habla aymara; finalmente en la zona 4 (Apolobamba-Madidi) casi el 50% habla aymara un 37,83% habla castellano. El detalle por zona se aprecia en la tabla resumen siguiente:

Tabla 30. Población total por idioma que habla según zonas de análisis socioeconómico

Zonas	Quechua	Aymara	Castellano	Guaraní	Extranjero	No habla	Otro nativo
Zona - 1	209.254	46.650	1.281.165	14.961	56.328	2.791	2.411
Zona - 2	263.309	19.256	275.165	394	5.740	651	6.487
Zona - 3	122.954	416.092	987.704	944	61.603	1.981	8.373
Zona - 4	33.607	147.569	111.830	91	568	563	1.378
Total - CAM	629.124	629.567	2.655.864	16.390	124.239	5.986	18.649

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

Los resultados por el número de idiomas que habla la población de 6 o más años de edad³³, según zona de análisis socioeconómico, muestran que en la zona 1 (Amboró) el 76,12% de esta población es monolingüe castellana a diferencia de lo que sucede en la zona 2 (Carrasco-Isiboro-Cocapata) donde el 56,26%, de la citada población es bilingüe o trilingüe castellano -otros idiomas, 21,15% es monolingüe castellana y 21,69% es monolingüe nativa.

³³ A pesar que la pregunta idioma que habla se hizo a la población total, los datos proporcionados presentan un corte a partir de los 6 años o más de edad, ello debido a fines comparativos con respecto al censo anterior en datos agregados como los departamentos, en este caso por la conformación de municipios del CAM no resulta muy relevante.

Tabla 31. Población de 6 o más años por idiomas que habla según zonas de análisis socioeconómico

Zonas	Pob. de 6 ó más años de edad	Monolingüe español	Monolingüe nativo	Monolingüe extranjero	Castellano y otros	Otros idiomas sin español	No habla	Sin especificar
Zona - 1	1.307.446	76,12%	1,53%	0,21%	21,87%	0,04%	0,21%	0,01%
Zona - 2	355.455	21,15%	21,69%	0,03%	56,26%	0,65%	0,18%	0,03%
Zona - 3	1.070.172	47,03%	7,10%	0,05%	45,27%	0,36%	0,19%	0,01%
Zona - 4	188.162	7,17%	38,85%	0,02%	52,26%	1,34%	0,30%	0,06%
Total - CAM	2.921.235	1.587.124	246.170	3.488	1.068.740	9.239	5.986	488

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

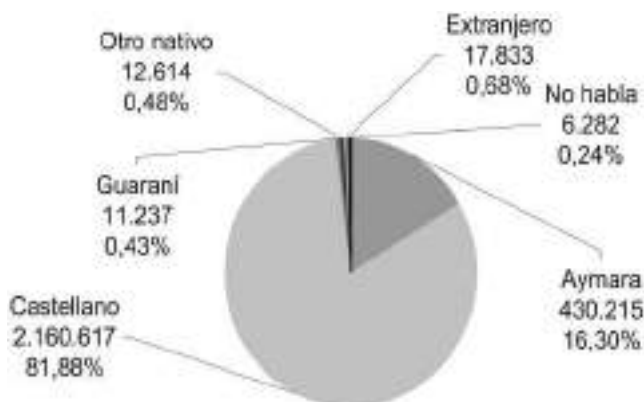
Asimismo, en la zona 3 (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui) el 47% es monolingüe castellano y el 45,27% habla además del castellano otros diferentes idiomas; finalmente en la zona 4 (Apolobamba-Madidi) el 52,26% de la población de 6 ó más años, habla castellano y otros diferentes idiomas y el 38,85% es monolingüe nativo, alcanzando con este porcentaje el más representativo de todas las zonas que conforman el área de influencia CAM.

4.1.3.4. Idioma con el que aprendió a hablar en la niñez

La población objetivo con respecto a esta pregunta es la de cuatro o más años de edad, que en el caso del área de influencia del CAM representa cerca del 90% de la población total, de esta población el 69,62% aprendió a hablar en castellano, 14,97% lo hizo en quechua y 13,86% lo hizo en aymara, tal como se aprecia en la figura 18.

Por zona de análisis los resultados muestran, que en la zona 1 (Amboró) el 86,45% de la población aprendió a hablar en idioma castellano; en tanto que en la zona 2 (Carrasco-Isiboro-Cocapata) la mayoría de la población de cuatro a más años de edad (59%) aprendió a hablar quechua y 36,81% lo hizo en castellano.

En la Zona 3 (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui) donde existe un peso poblacional importante dentro el área por la influencia del municipio de La Paz, la mayoría de la población aprendió a hablar en idioma castellano (69,68%) y luego en idioma aymará (22,73%); y la Zona 4 (Apolobamba-Madidi) de menor peso poblacional dentro el CAM es la que aprendió a hablar sobre todo en idioma aymará (69,34%), seguido del idioma quechua y castellano, tal como se aprecia en el cuadro precedente.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 18. Población de 4 ó más años por idioma con el que aprendió a hablar

Tabla 32. Población de 4 o más años por idioma con el que aprendió a hablar según zona de análisis

Zonas	Pob. de 4 o más años de edad	Quechua	Aymara	Castellano	Guaraní	Otro nativo	Extranjero	No habla
Zona - 1	1.391.731	9,85%	1,78%	86,45%	0,76%	0,07%	0,89%	0,21%
Zona - 2	382.331	59,03%	2,65%	36,81%	0,05%	1,11%	0,17%	0,20%
Zona - 3	1.129.062	6,34%	22,73%	69,68%	0,04%	0,61%	0,42%	0,18%
Zona - 4	200.156	15,03%	69,34%	15,00%	0,01%	0,26%	0,07%	0,29%
Total - CAM	3.103.280	14,97%	13,86%	69,62%	0,36%	0,41%	0,57%	0,20%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

4.1.4. Vivienda y hogar

En general para toda el área de influencia del CAM, se han identificado un total de 828.648 hogares particulares, de los cuales en promedio el 78,50% tiene vivienda propia. El tamaño medio del hogar es de 4,08 personas. Asimismo, casi el 40% de estos hogares sufre de hacinamiento ya que hay más de 3 personas por dormitorio.

El 65% de las viviendas de estos hogares tiene piso de tierra, 56% no tiene agua por cañería de red, 62,73% no tiene energía eléctrica, 52,44% no tiene servicio sanitario y 67,42% cocina con leña.

En cuanto a equipamiento del hogar, el 67% posee una radio o equipo de sonido, 26,35% posee un televisor y 12,50% posee un refrigerador, estos dos últimos porcentajes son bajos debido a que estos electrodomésticos necesitan de energía eléctrica para su funcionamiento. Por zona de análisis, la tabla 33, muestra los diferentes resultados.

Tabla 33. Indicadores de vivienda y hogar por zona de análisis

Zonas	Que posee vivienda propia [%]	Total hogares	Tamaño medio del hogar [%]	Con más de tres personas por dormitorio [%]
Zona - 1	65,39	40,90%	4,54	40,13
Zona - 2	80,59	12,62%	4,25	38,45
Zona - 3	76,75	38,57%	3,95	35,51
Zona - 4	91,26	7,92%	3,59	33,83
Total - CAM	78,50	828.648	4,08	36,98

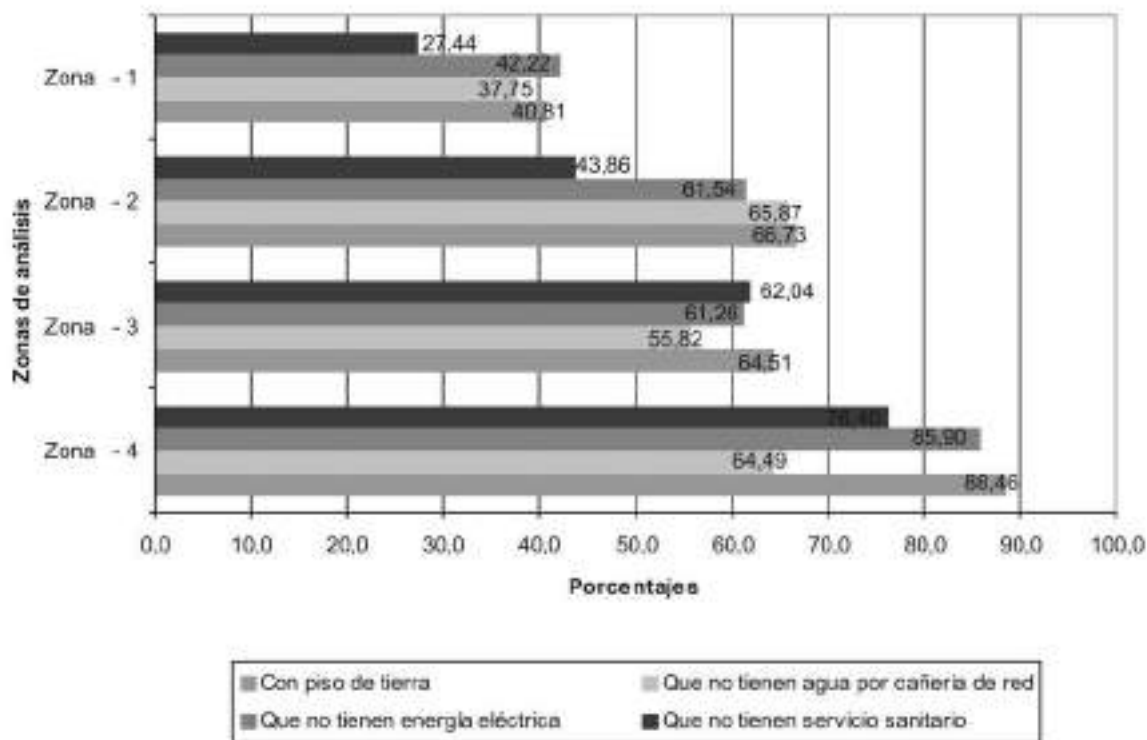
Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

- La **zona 1** (Amboró) tiene 338.923 hogares particulares que representan el 40,90% del total del área de influencia del CAM. De este total el 65,39% tiene vivienda propia, por lo que se constituye el área de mayor número de hogares y el de menor tenencia de propiedad de toda el área, especialmente en el municipio de Santa Cruz de la Sierra. El tamaño medio del hogar es de 4,54 personas y en el 40% de los hogares hay hacinamiento con más de tres personas por dormitorio.
- La **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata) tiene 104.534 hogares particulares que representan el 12,62% del total del área de influencia del CAM, de este total el 80,59% posee vivienda propia. El tamaño medio del hogar es de 4,25 personas y en el 38,45% de los hogares hay hacinamiento. De los 13 municipios que conforman la zona, sólo Loreto y San Ignacio del departamento de Beni presentan un tamaño medio de hogar superior

al promedio (6 y 5,27 personas respectivamente), lo mismo sucede con el hacinamiento que solamente en estos dos municipios se registran los porcentajes más elevados.

- La **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui) con 319.593 hogares particulares, es la segunda en importancia de toda el área, del total de hogares el 76,75% es propietaria de su vivienda. El tamaño medio del hogar es de menos de 4 personas y el hacinamiento es menor que en las dos primeras zonas. Nuevamente de los 30 municipios que conforman esta zona sólo los del departamento de Beni (Reyes, San Borja, Santa Rosa, Rurrenabaque y Santa Ana) tienen un tamaño medio de hogar de más de 5 personas y, al mismo tiempo también son los de mayor hacinamiento.
- La **zona 4** (Apolobamba-Madidi) con el menor peso poblacional, y por tanto también con el menor número de hogares de toda el área de influencia del CAM, tiene el porcentaje más alto de propiedad de las viviendas, ello debido a la elevada ruralidad y dispersión de sus municipios donde además la mayoría de la población es indígena. El tamaño medio del hogar es de 3,59 personas, y solamente en el 33,83% de los hogares sufren de hacinamiento.

En cuanto a la tenencia de servicios básicos en las viviendas de estos hogares, la siguiente figura permite apreciar que la zona 1 (Amboró), por la mayor urbanidad de los municipios que la componen, tiene los menores porcentajes de carencia de agua por cañería de red, energía eléctrica y servicio sanitario. Asimismo, es la de menor porcentaje de viviendas con piso de tierra.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 19. Tenencia de servicios básicos por zona de análisis

El resto de las zonas, en especial la zona 2 (Carrasco-Isiboro-Cocapata) y la zona 4 (Apolobamba-Madidi) que están conformadas en su mayoría por municipios rurales, presentan deficiencias en la cobertura de estos servicios, por lo que los porcentajes de carencia son elevados, mucho más en energía eléctrica y servicio sanitario en la última zona (85,90% y 76,40% respectivamente) por la dispersión de las comunidades.

Finalmente, en lo concerniente al equipamiento de las viviendas, se aprecia que la zona 1 (Amboró) es la más socorrida de toda. En la misma sólo el 52,61% de las viviendas cocina con leña, más del 70% tiene una radio o algún equipo de sonido, el 50% tiene televisor (por contar con energía eléctrica) y el 27% posee un refrigerador.

La zona 3 (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniquí) presenta en menores proporciones un comportamiento similar. Las zonas 2 y 4 son las de mayor detrimento, en especial la última, por los motivos ya mencionados (Deficiente cobertura de energía eléctrica).

Tabla 34. Equipamiento de las viviendas por zona de análisis socioeconómico

Zonas	Que cocinan con leña	Que poseen radio o equipo de sonido	Que poseen televisor	Que poseen refrigerador
Zona - 4	52,61	70,74	49,26	27,06
Zona - 3	71,37	70,82	23,83	11,92
Zona - 2	69,88	71,73	26,34	9,61
Zona - 1	75,82	54,60	5,97	1,42
Total - CAM	67,42	66,97	26,35	12,50

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

4.1.5. Educación

En esta sección se revisan algunos indicadores del sector tales como la tasa de alfabetismo, tasa de asistencia escolar, nivel de instrucción alcanzado y promedio de años de estudio que dan cuenta de la situación educativa en el área total del CAM y su área de influencia (El detalle municipal por zona de análisis se encuentra en el anexo estadístico correspondiente a este capítulo).

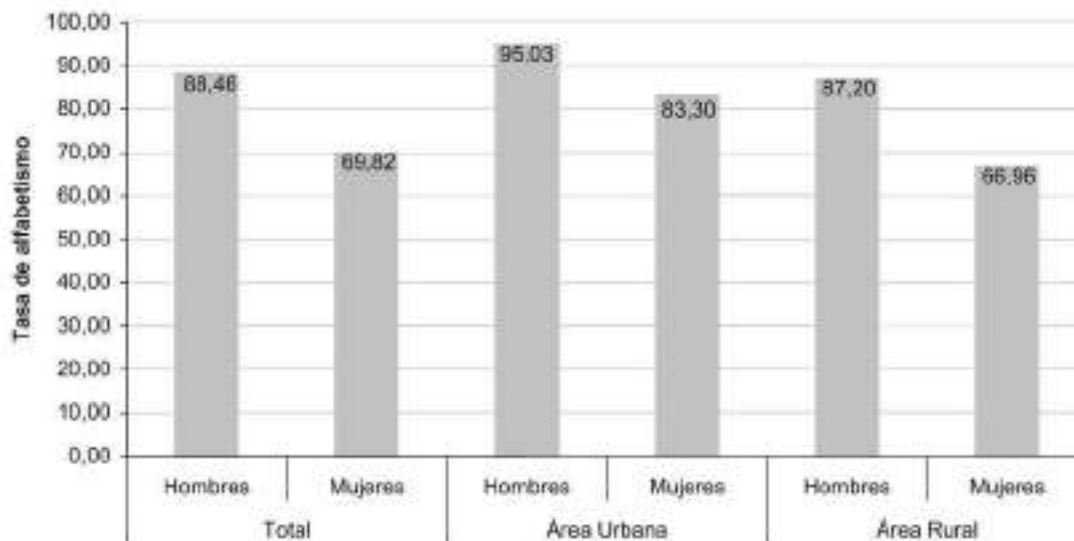
4.1.5.1. Tasa de alfabetismo

La tasa de alfabetismo, es el cociente entre el número de personas de 15 o más años que declaran que saben leer y escribir y el total de la población de 15 años o más.

En promedio para el área total del CAM y su área de influencia se ha registrado una tasa general de alfabetismo de 79,59%. Por género la tasa masculina es de 88,46% y la femenina 18,64 puntos porcentuales menos.

La figura 20, permite apreciar los resultados promedio por área de residencia, para toda el área de influencia, y notoriamente, los hombres en el área urbana tienen una tasa de alfabetismo superior a la de las mujeres en la misma área y también superior a la de los mismos hombres en el área rural, ello debido a la mejor cobertura del servicio en el área urbana.

Asimismo, se aprecia que en el área urbana las brechas de este indicador por género son menores (11,73 puntos porcentuales) que las brechas en el área rural (20,23 puntos porcentuales) debido a que en esta última, y en especial en los municipios de las zonas 3 y 4, que corresponden sobre todo a los departamentos de Cochabamba y La Paz, por patrones culturales, las niñas se quedan en la casa ayudando en las labores domésticas.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 20. Tasa de alfabetismo por área de residencia según género

Por zona de análisis socioeconómico y según datos de la tabla 35, se pueden indicar los siguientes resultados:

- En la **zona 1** (Amboró) la tasa de alfabetismo es de 86,68%, superior al promedio de toda el área del CAM, por contener la misma el municipio de Santa Cruz de la Sierra que es casi 100% urbano. Por género la tasa para hombres es de 91,73% y para mujeres es de 80,60%, lo que implica una brecha de 11,13 puntos porcentuales. De los 17 municipios que componen esta zona, seis de ellos presentan una tasa no menor al 80%, pero tampoco mayor al 85%, ellos son: El Torno, Buena Vista, Yapacaní, Samaipata, General Saavedra y Comarapa.

La población que reside en el área urbana, tanto hombres como mujeres, presenta tasas de alfabetismo incluso superiores a la total; y los que residen en el área rural presentan tasas de alfabetismo menores a la total pero superiores a las del resto de las tres zonas. Las brechas por género en el área urbana siempre son menores que en el área rural (9% y 13,54% respectivamente).

- En la **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata) la tasa de alfabetismo es de 79,76%, por género los hombre presentan una tasa de 88,51% y las mujeres 69,85%, lo que significa una brecha de 18,66 puntos porcentuales. Solamente los municipios predominantemente urbanos del departamento de Cochabamba (Tiquipaya y Sacaba) tienen tasas de alfabetismo de alrededor del 90% y los municipios con mayor población rural, como Totorá y Morochata tienen tasas de menos de 70%. Estos resultados notoriamente se reflejan en los datos agregados del cuadro precedente en los que además, las brechas por género en el área rural y urbana son mayores que en la zona 1.
- En la **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniquí) la tasa de alfabetismo promedio es de 82,65%, la cual se debe al igual que en la zona 1, a la influencia del resultado en el municipio de La Paz que es de 95,14%. En general, los municipios que conforman esta zona presentan tasas de alfabetismo menores y alrededor del 80%, los casos más críticos son los municipios de Independencia y Tapacarí del departamento de Cocha-

bamba cuyas tasas de alfabetismo apenas alcanzan a 58,40% y 55,75%, respectivamente que, a propósito, tienen una deficiente infraestructura caminera.

Aunque las brechas por género sean inferiores a la zona 2, las mismas continúan siendo más altas en el área rural que en la urbana.

- En la **zona 4** (Apolobamba-Madidi) en promedio se ha registrado la tasa de alfabetismo más baja de toda el área de influencia del CAM (69,25%), ello debido, en parte, a que se trata de la conformación de municipios, además, rurales e indígenas, con una considerable población monolingüe nativa (aymara). De hecho exceptuando los municipios de Ixiamas y San Buenaventura, el resto de los 15 municipios presenta tasas de alfabetismo menores al 75%, los casos más críticos son las tasas de los municipios de Ayata y Aucapata (54,45% y 57,62% respectivamente) que tienen población muy dispersa.

Tabla 35. Tasa de alfabetismo por zona de análisis según área y género

Zonas	Tasa de alfabetismo Total			Tasa de alfabetismo área urbana			Tasa de alfabetismo área rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Zona - 1	86,68	91,73	80,60	89,77	94,33	85,27	84,12	89,72	76,18
Zona - 2	79,76	88,51	69,85	89,18	95,47	82,77	77,47	87,04	66,47
Zona - 3	82,65	90,15	74,41	89,57	95,00	84,36	80,74	88,85	71,41
Zona - 4	69,25	83,47	54,43	88,27	95,31	80,80	68,83	83,17	53,79
Total - CAM	79,59	88,46	69,82	89,20	95,03	83,30	77,79	87,20	66,96

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

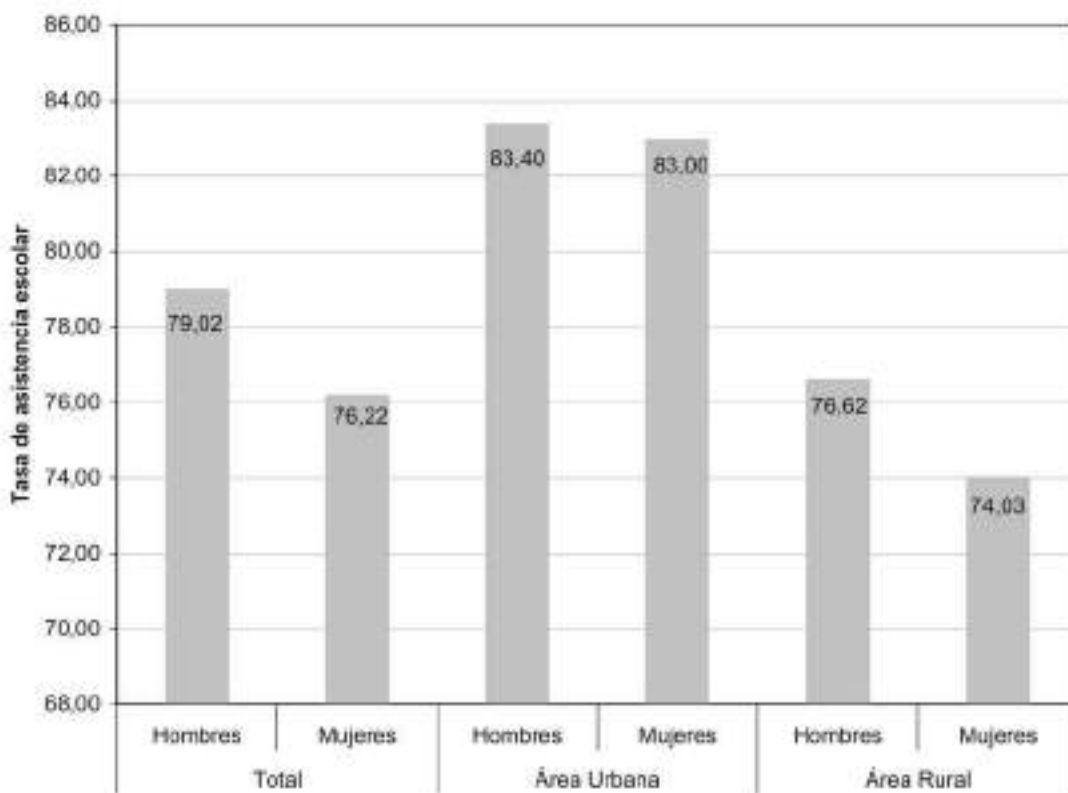
La brecha por género en el área rural (29,38 puntos porcentuales), es la más alta de todas las zonas en la misma área; en tanto que en el área urbana mantiene un comportamiento regular en relación a las otras zonas.

4.1.5.2. Tasa de asistencia escolar

La tasa de asistencia escolar, es el cociente entre el número de personas de seis a 19 años que asisten al sistema regular de educación y el total de la población en ese mismo rango de edad.

En promedio la tasa de asistencia escolar para el total del área CAM y su área de influencia es de 78,18%, casi dos puntos porcentuales menos que la tasa nacional. La figura 21, muestra los resultados por área de residencia.

La tasa de asistencia escolar en el área urbana, en promedio, es superior al total de toda el área (83,17%), asimismo, las brechas por género son prácticamente inexistentes; en tanto que en el área rural la tasa de asistencia escolar es de 72,77%, es decir una brecha de más de 10 puntos porcentuales entre áreas, también las diferencias por género son más notorias pero no tan significativas como en la tasa de alfabetismo.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 21. Tasa de asistencia escolar por área de residencia según género

Por zona de análisis socioeconómico y según datos de la tabla 36, se pueden indicar los siguientes resultados:

- En la **zona 1** (Amboró) la tasa promedio de asistencia escolar es de 72,81%, inferior al promedio de toda el área de influencia del CAM, además, al igual que las otras zonas, en especial la población de 6 a 14 años es la que más asiste a un establecimiento escolar en comparación con la población de 15 a 19 años de edad. Únicamente los municipios de Santa Rosa del Sara y General Saavedra son los que menores tasas de asistencia escolar presentan (73,45% y 68,40% respectivamente), el resto de los municipios que componen esta zona presentan tasas de alrededor del 80%.

La tasa de asistencia escolar en el área urbana cuyo resultado es bastante influenciado por el municipio de Santa Cruz de la Sierra es de 83,17%, y una brecha por género de 1,69 puntos porcentuales a favor de los hombres; en el área rural la tasa promedio es de 72,77% con una brecha por género de 3,45 puntos porcentuales a favor de las mujeres y con este resultado es la única zona que presenta esta situación.

- En la **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata) que no está conformada por ningún municipio capitalino de importancia, presenta en promedio 72,81%, de tasa de asistencia escolar. Exactamente 10 de los 13 municipios que conforman esta zona tienen menos de 75%, de asistencia a un establecimiento escolar, destacan en particular los 5 municipios de la provincia Carrasco del departamento de Cochabamba.

La tasa de asistencia urbana en promedio es de 78,44%, con una brecha debida a género de -0,65 puntos porcentuales a favor de las mujeres, en este caso quedarían reflejados los municipios de Tiquipaya y

Sacaba; la tasa de asistencia rural en promedio es de 71,51%, con una brecha debida a género de 1,91 puntos porcentuales a favor de los hombres.

- La **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui) en promedio presenta una tasa total de asistencia de 79,42% aunque en esta zona se encuentra el municipio capital del departamento de La Paz, su resultado no afecta el promedio general de la zona.

Sólo el 10% de los municipios de esta zona tiene una tasa de asistencia menor al 75% (San Borja, Ayo-paya, y Tapacarí).

La tasa de asistencia escolar en el área urbana tiene un promedio de 85,10% con un porcentaje mayor de hombres que mujeres; en cambio en el área rural la tasa de asistencia, en promedio, es de 77,16% también con un mayor número de hombres que mujeres (4,71 puntos porcentuales de diferencia).

- La **zona 4** (Apolobamba-Madidi) presenta paradójicamente la tasa de asistencia escolar más alta de todas las zonas (80,17%), con tan sólo tres municipios (Tacacoma, Ixiamas y Curva), con tasas inferiores al 75%, el resto de la mayoría de los municipios presentan tasas incluso superiores al 80%, destaca en particular el municipio de Combaya con el 86% de asistencia a un establecimiento escolar.

La tasa de asistencia urbana compuesta por los municipios de Achacachi, Apolo y San Buenaventura alcanza en promedio un 85,48%, tiene en promedio una brecha por género a favor de las mujeres, lo cual no sucede en el área rural cuya tasa general promedio es de 75,34% con una brecha de género a favor de los hombres de más de siete puntos porcentuales. Con este último resultado la zona rural de esta zona se convierte en la de mayor diferencia debida a género.

Tabla 36. Tasa de asistencia escolar por zona de análisis según área y género

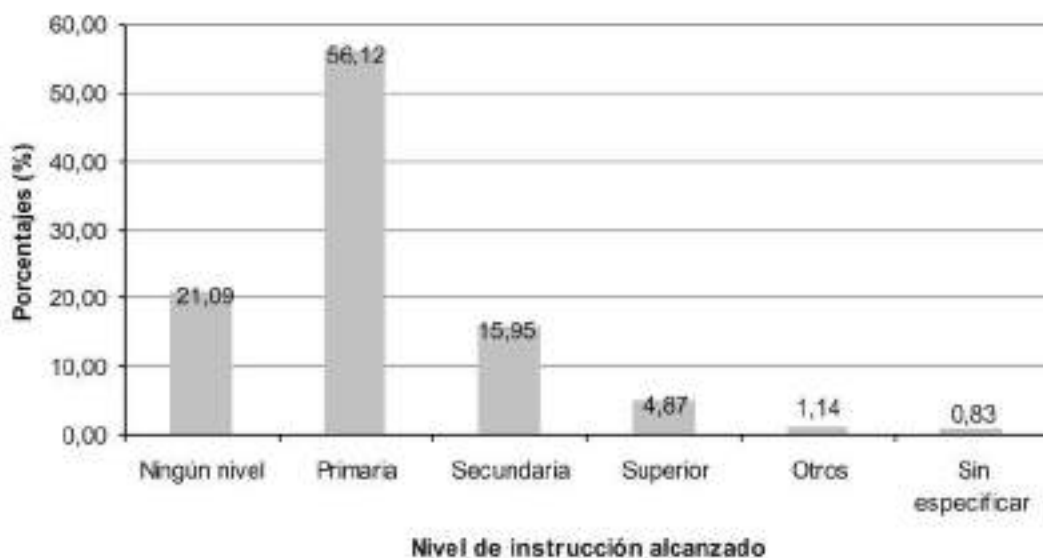
Zonas	Tasa de asistencia escolar Total			Tasa de asistencia escolar área urbana			Tasa de asistencia escolar área rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Total Zona - 1	78,18	77,53	78,95	83,17	84,02	82,33	72,77	71,20	74,64
Total Zona - 2	72,81	73,50	72,22	78,44	78,48	79,13	71,50	72,49	70,58
Total Zona - 3	79,42	81,47	77,26	85,10	86,05	84,19	77,16	79,43	74,72
Total Zona - 4	80,17	83,59	76,45	85,48	85,06	86,34	79,93	83,38	76,17
Total - CAM	77,65	79,02	76,22	83,05	83,40	83,00	75,34	76,62	74,03

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

4.1.5.3. Nivel de instrucción alcanzado

Referido al diferente nivel de instrucción que ha alcanzado la población de 19 o más años de edad, desde ninguno hasta el superior.

En promedio el mayor nivel de instrucción alcanzado en toda el área del CAM y su área de influencia por la población de 19 o más años de edad es el de primaria, con un porcentaje de 56,12%, seguido en orden de importancia de ningún nivel y después por la secundaria (15,95%), tal como se aprecia en la figura 22.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE 2001.

Fig. 22. Nivel de instrucción alcanzado

El nivel superior solamente puede ser alcanzado en las tres primeras zonas por la influencia de los municipios urbanos dentro las mismas.

Los resultados por zona de análisis se muestran resumidos en la tabla siguiente:

Tabla 37. Nivel de instrucción alcanzado según zona de análisis

Zonas	Pob de 19 o más años	Ningún Nivel	Primaria	Secundaria	Superior	Otros	Sin especificar
Zona - 1	818.061	13,02	57,99	20,38	6,54	1,62	0,45
Zona - 2	215.342	19,91	60,04	12,72	5,25	1,22	0,86
Zona - 3	714.616	18,49	56,05	18,77	4,86	1,14	0,69
Zona - 4	154.444	32,95	50,38	11,94	2,84	0,56	1,33
Total - CAM	1.902.463	21,09	56,12	15,95	4,87	1,14	0,83

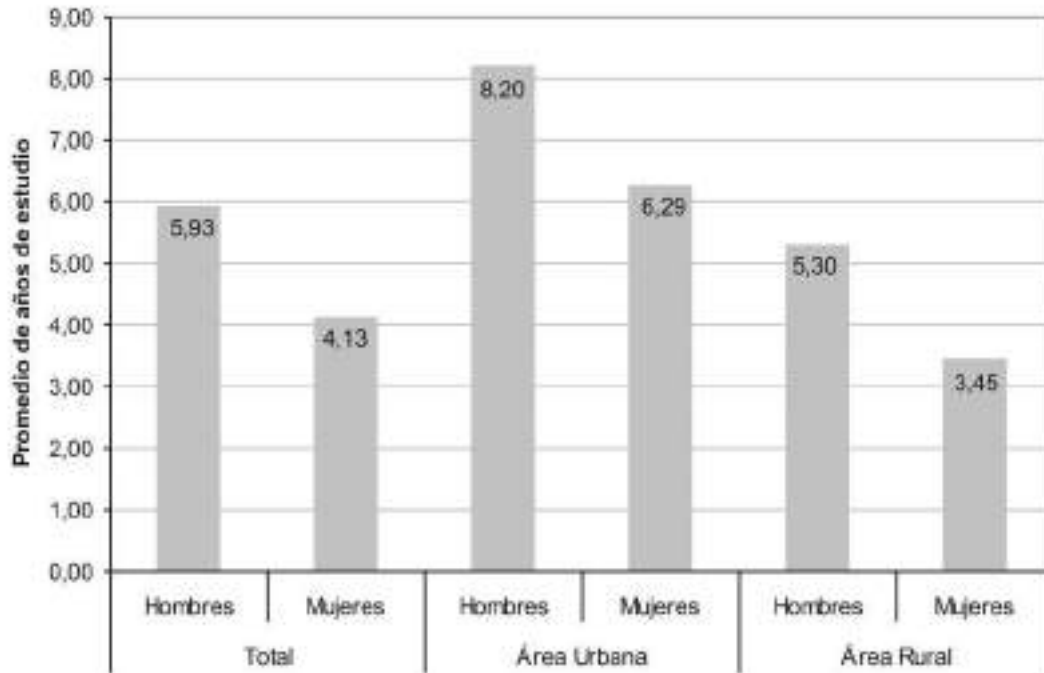
Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

Prácticamente en todas las zonas se repite el resultado general obtenido del área de influencia del CAM, únicamente en la zona 4 (Apolobamba-Madidi), los que no han alcanzado ningún grado de instrucción duplican la población de 19 o más años de la zona 1 (Amboró). En todo caso la primaria tiene en las cuatro zonas el mayor porcentaje de todos los niveles de instrucción.

4.1.5.4. Promedio de años de estudio

Está referido al cociente de la sumatoria resultante de los “x” cursos anuales aprobados por la población de 19 o más años de edad, entre la población del mismo grupo de edad.

En general el resultado alcanzado en promedio para este indicador es de 5,07 para el área total del CAM y su área de influencia.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 23. Años promedio de estudio por área de residencia según género

Notoriamente en la figura precedente se advierten las diferencias de este indicador por área de residencia, y también por género que en todos los casos alcanza una brecha incluso de más de dos puntos porcentuales. Por supuesto los hombres que residen en el área urbana son los que mayor promedio de años de estudio logran, pero en particular este resultado es el resultado de escasos municipios de carácter netamente urbano de las tres primeras zonas.

Por zona de análisis los resultados no varían mucho, incluso en la última zona, que es la de más detrimento en los diferentes sectores.

Tabla 38. Promedio de años de estudio por área y género, según zona de análisis

Zonas	Años promedio de estudio Total			Años promedio de estudio Área urbana			Años promedio de estudio Área rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Zona - 1	5,99	6,43	5,47	7,05	7,59	6,52	4,92	5,36	4,29
Zona - 2	4,81	5,59	3,94	7,21	8,30	6,08	4,05	4,82	3,17
Zona - 3	5,47	6,37	4,46	7,48	8,43	6,56	4,87	5,79	3,78
Zona - 4	4,01	5,32	2,66	7,22	8,47	5,98	3,93	5,25	2,56
Total - CAM	5,07	5,93	4,13	7,24	8,20	6,29	4,44	5,30	3,45

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

4.1.6. Fecundidad, mortalidad y Salud

En esta sección se revisan algunos indicadores de salud así como también algunos otros que también atañen a la demografía como la esperanza de vida, la Tasa Global de Fecundidad (TGF) y Tasa de Mortalidad infantil (TMI).

La tabla 39 resume la situación en este sector por zona de análisis (el detalle municipal por zona de análisis se encuentra en el anexo estadístico correspondiente a este capítulo).

Tabla 39. Fecundidad, mortalidad y salud por zona de análisis

Zonas	Esperanza de vida	TMI	Tasa global de fecundidad	Atención del último parto en establecimientos de salud	Atención del último parto por personal médico, enfermera o auxiliar de enfermería
Zona - 1	64,73	59,59	4,88	62,73	66,59
Zona - 2	59,52	82,31	6,24	38,59	42,31
Zona - 3	60,17	73,87	5,56	24,59	29,82
Zona - 4	58,35	80,00	6,14	8,40	12,44
Total - CAM	60,69	73,94	5,70	33,58	37,79

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

En general, la esperanza de vida promedio para el área total del CAM y su área de influencia es de 60,69 años, por debajo de la esperanza de vida nacional que es de 62 años, la tasa de mortalidad infantil es de casi 74 niños menores de un año por cada mil nacidos vivos, que en realidad es una cifra intermedia de mortalidad entre el área urbana y el área rural del país, y la tasa global de fecundidad alcanza a 5,70 hijos que en promedio tendría una mujer durante su vida fértil, la cual también llega a ser una cifra promedio entre el área urbana y el área rural.

Escasamente, en promedio, el 33,58% de las mujeres, en el CAM, ha tenido un parto atendido en un establecimiento de salud y, un porcentaje promedio algo mayor, el 37,79% de ellas ha tenido un parto asistido con personal de salud especializado.

- La **zona 1** (Amboró), al igual que en otros sectores es una de las más socorridas en comparación con otras áreas debido a la influencia urbana de varios de sus municipios, tienen la esperanza de vida más alta de las cuatro zonas, casi 65 años de edad, la tasa de mortalidad infantil y tasa global de fecundidad más bajas, 59,59 niños menores de un año por cada mil nacidos vivos y 4,88 hijos respectivamente.

Alrededor del 63% de las mujeres ha dado a luz en algún establecimiento de salud, y el 66,59% ha tenido su parto atendido con personal de salud especializado. Por tanto, en esta zona se ha logrado una mayor difusión de programas de salud sexual y reproductiva.

Únicamente el municipio de General Saavedra es el que sale de este esquema con una menor esperanza de vida (59,3 años), mayor tasa de mortalidad infantil (82 por cada mil nacidos vivos) y 6,3 hijos por cada mujer en edad fértil, pero con respecto a la atención en un establecimiento de salud y con personal sanitario, presenta porcentajes superiores al 55%.

- La **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata), con respecto al promedio de esperanza de vida de todo el CAM, tiene un año menos, es decir 59,52 años, tiene la tasa de mortalidad más alta de todo el CAM (82,31 niños menores de un año por cada mil nacidos vivos), también la tasa global de fecundidad es la más alta de todas las zonas (6,24 hijos por cada mujer en edad fértil).

Aunque, tanto el promedio del porcentaje de atención del último parto en establecimientos de salud como su atención por personal sanitario es superior al promedio general para toda el área del CAM, todavía son porcentajes que no alcanzan ni al 50%.

En esta zona sólo los municipios de carácter más urbano y cercanos al municipio capital de departamento son los que se encuentran en mejor situación con respecto a estos indicadores, ellos son: Tiquipaya y Sacaba. El resto de los municipios en especial Morochata, Totora y Pocona presentan resultados alarmantes con una esperanza de vida de 56 años, una tasa de mortalidad infantil de 97 por cada mil nacidos vivos, y una tasa global de fecundidad de 7,8 hijos por cada mujer en edad fértil, asimismo en ninguno de los 3 municipios la atención del último parto de las mujeres de 15 o más años supera el 20%.

- La **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui), a pesar de la presencia del municipio capital del departamento de La Paz en la zona, los indicadores del sector, especialmente en cuanto a cobertura del servicio son deficientes, ello debido, sobre todo, a la mayor ruralidad de los municipios que conforman dicha zona. El promedio de la esperanza de vida es similar al de toda el área CAM (60,17 años), pero, tanto los promedios de la tasa de mortalidad infantil como de la tasa global de fecundidad son mucho mayores (82,31 por cada mil nacidos vivos y 5,56 hijos por cada mujer en edad fértil respectivamente).

Ni en atención del último parto en establecimientos de salud, ni por personal médico especializado, el porcentaje en promedio de mujeres mayores de 15 años alcanza al 30%.

Los casos más críticos son los municipios de Ayopaya y Tapacarí del departamento de Cochabamba con una esperanza de vida de alrededor de los 52 años, tasas de mortalidad infantil superiores a los 100 niños menores de un año por cada mil que nacen vivos y tasas globales de fecundidad por encima de los 7 hijos.

- La **zona 4** (Apolobamba-Madidi), es la de mayor detrimento de toda el área CAM, principalmente porque todos sus municipios son rurales en más del 68%, más del 90% de su población es indígena y viven en comunidades dispersas que dificultan el acceso a este servicio. De hecho sólo un 8% de las mujeres han atendido su último parto en algún establecimiento de salud y poco más del 12% lo ha hecho con personal médico especializado.

La esperanza de vida es la menor de las cuatro zonas de análisis (58,35 años), la tasa de mortalidad infantil es de 80 por cada mil nacidos vivos y la tasa global de fecundidad es de más de 6 hijos por mujer en edad fértil. Ningún municipio queda excluido de esta realidad.

4.1.7. Empleo

En esta subsección se analizan algunos indicadores relacionados con el sector, tales como oferta potencial (OP), tasa de inactividad (TI), tasa global de participación (TGP), tasa de ocupación (TO), tasa de desempleo abierto (TDA), tasa de cesantía (TC) e índice de dependencia económica (IDE) (El detalle municipal por zona de análisis se encuentra en el anexo estadístico correspondiente a este capítulo).

La población total considerada para este sector en toda el área del CAM y su área de influencia alcanza a 3.449.696 personas, de las cuales la población en edad de trabajar³⁴ (PET) es de 2.553.647 personas o lo que es lo mismo representa el 73,45% de la población total, comúnmente denominado oferta potencial. La tasa global de participación que es el cociente entre la población económicamente activa (PEA) y la PET alcanza a un 55,26%; la tasa de inactividad que es el cociente entre la población económicamente inactiva (PEI) y la PET alcanza a 44,74%; la tasa de ocupación que relaciona la población ocupada con la PEA es de 95,56%.

El índice de dependencia económica que es el cociente entre la población menor de 10 años, más la población inactiva entre la población económicamente activa, muestra que hay 79 personas dependientes por cada 100 personas económicamente activas.

Estos resultados generales además de los realizado independientemente por zonas de análisis socioeconómico se aprecian en la table de síntesis siguiente:

Tabla 40. Indicadores de empleo por zona de análisis

Zonas	OP	TI	TGP	TO	TDA	TC	IDE
Zona - 1	72,68	45,17	54,83	94,79	2,85	0,04	0,81
Zona - 2	69,20	44,25	55,75	97,06	1,64	0,02	0,87
Zona - 3	76,05	44,25	55,75	95,58	2,47	0,04	0,75
Zona - 4	72,60	45,55	54,45	98,02	1,08	0,01	0,81
Total - CAM	73,45	44,74	55,26	95,56	2,45	0,04	0,79

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

Donde:

- OP: Oferta potencial (PET/PT)
- TI: Tasa de inactividad (PEI/PET)
- TGP: Tasa global de participación (PEA/PET)
- TO: Tasa de ocupación (Población ocupada/PEA)
- TDA: Tasa de desempleo abierta (Población desocupada/PEA)
- TC: Tasa de cesantía (Población cesante/PEA)
- IDE: Índice de dependencia económica ((PENT+PEI)/PEA)

Como se aprecia en la tabla pocas diferencias en cuanto a estos indicadores se aprecian entre las cuatro zonas de análisis, sólo la zona 2 (Carrasco-Isiboro-Cocapata) es la que menor oferta potencial tiene, pero el resto de los indicadores mantiene un patrón similar al resto de las otras áreas, lo mismo ocurre con los indicadores en los municipios de cada zona.

En cuanto a la actividad ocupacional en la tabla 41, se observa que, en general, para toda el área del CAM y su área de influencia la actividad más importante a la que se dedica esta población es la industria manufacturera, construcción y comercio (32,82%), seguida, en orden de importancia, por la agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura (26,54%), el resto de las otras actividades ocupacionales no pasa del 6%.

³⁴ Población de 10 o más años de edad.

Desde luego, por zona de análisis, la situación es diferente por cada una, tal como se puede apreciar en la tabla 41.

Tabla 41. Actividad ocupacional por zona de análisis

Zonas	TOTAL	Agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera, construcción y comercio	Electricidad, gas y agua	Hoteles y restaurantes	Transporte, almacenamiento, comunicaciones	Serv. inmobiliarios, empresariales y de alquiler, intermediación financiera	Administración pública	Educación	Servicios comunitarios, sociales, salud y personales	Servicios a los hogares y servicio doméstico	Sin especificar
Zona - 1	587.226	13,61%	0,82%	41,61%	0,44%	5,92%	7,16%	4,94%	1,78%	4,63%	6,28%	7,75%	5,08%
Zona - 2	163.153	52,57%	0,17%	21,31%	0,30%	2,72%	4,03%	1,44%	1,80%	3,46%	2,51%	3,52%	6,16%
Zona - 3	500.780	26,10%	1,87%	29,81%	0,27%	4,43%	5,65%	5,41%	4,20%	5,34%	6,21%	5,55%	5,15%
Zona - 4	85.880	68,03%	1,27%	12,10%	0,09%	0,70%	1,27%	0,19%	1,31%	4,64%	1,05%	1,32%	8,04%
Total - CAM	1.337.039	26,54%	1,16%	32,82%	0,34%	4,63%	5,83%	4,38%	2,66%	4,75%	5,46%	6,00%	5,43%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

- En la **zona 1** (Amboró) que recibe bastante influencia del municipio capital del departamento de Santa Cruz, el 41,61% de la población censada para actividad económica se dedica a la industria manufacturera, construcción y comercio, luego la segunda actividad ocupacional de importancia es la agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura con el 13,61% de la población dedicada a estas actividades.

Analizando sólo los municipios con población principalmente rural se invierte el patrón teniendo una predominancia de la actividad agrícola, ganadera, caza, pesca y silvicultura (51% de la población).

- En la **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata), el 52,57% de la población censada para actividad económica se dedica a la agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura, la segunda actividad ocupacional de importancia es la industria manufacturera, construcción y comercio con el 21,31% de la población dedicada a estas actividades.

Analizando sólo los municipios con población principalmente rural se mantiene el mismo patrón de actividades principales, sólo que el porcentaje de la población que se dedica a la actividad agrícola, ganadera, caza, pesca y silvicultura sube al 68%.

- En la **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniquí), ocurre fenómeno similar a la zona 1, aunque en proporciones menores, el 29,81% de la población censada para actividad económica se dedica a la industria manufacturera, construcción y comercio, luego la segunda actividad de importancia es la agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura con el 26,10% de la población dedicada a estas actividades.

Analizando sólo los municipios con población principalmente rural se invierte el patrón teniendo una predominancia de la actividad agrícola, ganadera, caza, pesca y silvicultura (68% de la población).

- En la **zona 4** (Apolobamba-Madidi) en la que la mayoría de los municipios son 100% rurales y al mismo tiempo, la población es indígena en más de un 90%, como se puede apreciar en la tabla 41, 68% de la población censada para actividad económica se dedica a la agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura; la segunda actividad ocupacional de importancia es la industria manufacturera, construcción y comercio con el 12% de la población dedicada a estas actividades.

Los municipios de Achacachi, Tacacoma y Pelechuco, presentan los índices más bajos para las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, esto podría explicarse debido a que Achacachi es un municipio donde existe mayor diversificación en cuanto a ocupaciones se refiere; por otro lado, en los municipios de Tacacoma y Pelechuco la actividad minera juega un rol importante, el 12,89% de la población económicamente activa de Tacacoma se dedica a esta actividad, mientras que en Pelechuco este valor alcanza el 21,85%.

4.1.8. Pobreza e índice de desarrollo humano (IDH)

En esta subsección se analiza la pobreza existente en el área total del CAM, medida por el método de necesidades básicas insatisfechas (NBI), el cual refleja la pobreza estructural debido a la carencia de satisfactores considerados como básicos, tales como deficiencia en los materiales usados en la construcción de la vivienda, tenencia de servicios básicos y acceso a servicios de educación y salud.

También se revisa, al mismo tiempo la situación del índice de desarrollo humano en cada uno de los municipios que conforman el área de influencia (El detalle municipal por zona de análisis de ambos indicadores se encuentra en el anexo estadístico correspondiente a este capítulo).

4.1.8.1. Necesidades básicas insatisfechas (NBI)

Los niveles de pobreza en general para el país son elevados, se observa que una parte considerable de la población, especialmente en el área rural, tienen insatisfechas sus necesidades elementales al no contar con acceso adecuado a los servicios básicos, educación, salud y/o vivienda³⁵.

El índice de incidencia de pobreza, o también conocido como porcentaje de pobres, a nivel del Corredor Amboró-Madidi muestra una marcada diferencia entre municipios de carácter urbano y municipios de carácter rural. Los municipios de Santa Cruz y La Paz, en los cuales casi el 100% de su población es urbana, son los que presentan una menor incidencia de pobreza, mientras que 58, de los 77 municipios del CAM, tienen debilidades fuertes para cubrir sus necesidades básicas ya que los porcentajes oscilan entre 55,9% a 99,8%. También se puede decir que la pobreza se concentra aún más en los municipios más relacionados con la zona de influencia de tierras altas del CAM, al menos 32 municipios que se ubican en esta zona, tienen los mayores porcentajes de población con necesidades básicas insatisfechas (entre el 81,7% al 99,8%). (ver mapa 12).

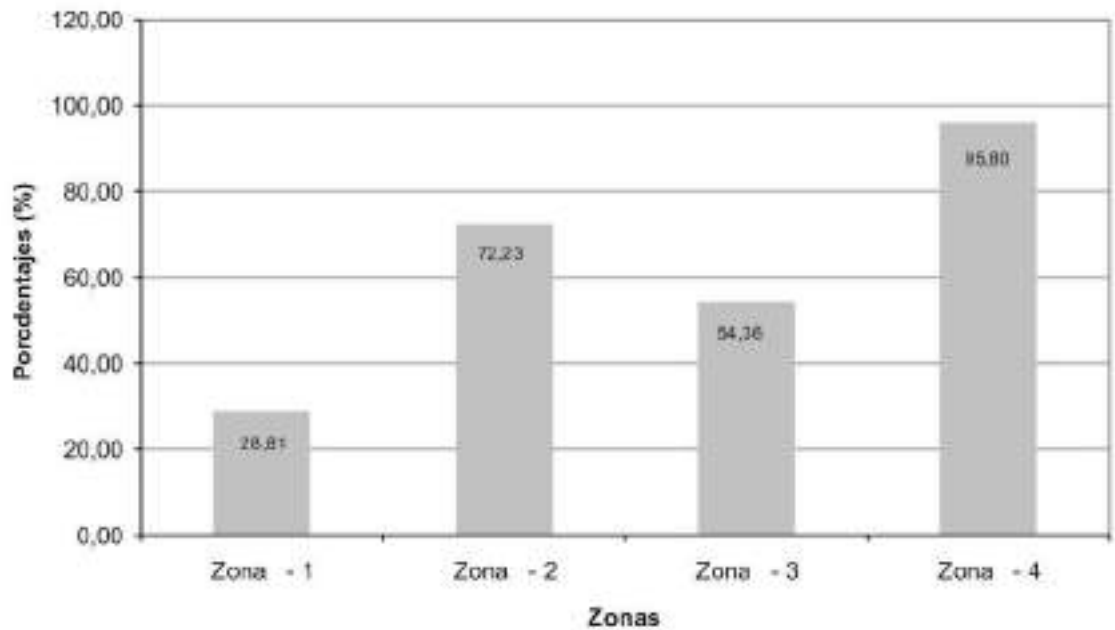
Tabla 42. Incidencia de pobreza por tipo de urbanización de los municipios en el CAM

Categoría de Municipios	Rango de variación del NBI	No. de Municipios en este rango
Centro urbano-Santa Cruz	19,1	1
Centro urbano-La Paz	34,5	1
Municipios principalmente urbanos	29,0-82,5	8
Municipios intermedios	53,5-92,5	9
Municipios rurales	55,9-99,8	58

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

En general, para toda el área de influencia del CAM, la incidencia de pobreza o porcentaje de pobres es de 47,80%, que se ubica mayormente en el estrato de pobreza moderada. Aunque los porcentajes por zona de análisis socioeconómico son diferentes.

³⁵ Véase UDAPSO *et al.* 1995



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 24. Incidencia de pobreza-NBI

- En la **zona 1** (Amboró) el porcentaje de pobreza es el más bajo de todas las zonas (28,81%), lo cual es relevante dado el peso poblacional que tiene esta zona por la influencia del municipio capital del departamento de Santa Cruz. La mayoría de estos pobres se ubican en el estrato de pobreza moderada. Sin embargo, los porcentajes de pobreza de los distintos municipios en el área son muy diferentes, oscilando desde el 19% (Santa Cruz de la Sierra) hasta el 85% (Santa Rosa del Sara).
- En la **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata) el porcentaje de pobres aumenta considerablemente en relación a la zona 1 (43,42 puntos porcentuales), que mayormente se concentran en los estratos de pobreza moderada e indigente.

Los porcentajes de pobreza de los distintos municipios de esta zona, van desde el 41,2% (Tiquipaya) hasta 96,4% (Loreto).

- En la **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui) el porcentaje de pobres disminuye con relación a la zona anterior (54,36%), ello debido, nuevamente, a la influencia del municipio capital del departamento de La Paz. En general estos pobres se encuentran ubicados en el estrato de pobreza moderada. En la zona los porcentajes de incidencia oscilan desde 34,5% (La Paz) hasta 99,4 (Tapacarí).
- En la última zona (Apolobamba-Madidi) se registra el porcentaje más alto de pobreza de toda el área de influencia del CAM (95,80%) que principalmente se encuentran ubicados en el estrato de indigencia. Este resultado claramente resume las carencias, inadecuación e insuficiencias que presenta la zona como se había visto en el sector vivienda y hogar, educación y salud.

Asimismo, en los municipios que componen el área se aprecia muy poca variación en cuanto al porcentaje de pobreza que tiene cada uno. De hecho el de menor incidencia es el municipio de San Buenaventura con 85% de su población pobre.

Un mayor detalle en cuanto a estos resultados con estratos de pobreza y de satisfacción de necesidades básicas se aprecia en el cuadro resumen por zona de análisis.

Tabla 43. Incidencia de pobreza por zona de análisis

Zonas	Porcentaje de pobres por NBI	Pob. en hogares particulares	No. pobres		Pobres		
			Necesidades básicas satisfechas	Umbral de la pobreza	Pobreza moderada	Indigencia	Marginalidad
Zona - 1	28,81	1.505.720	423.273	648.699	378.904	54.863	44
Zona - 2	72,23	421.159	32.870	84.072	187.784	108.736	7.698
Zona - 3	54,36	1.205.076	303.548	246.546	374.409	248.240	32.423
Zona - 4	95,80	216.791	956	7.882	59.001	127.749	20.933
Total - CAM	47,80	3.348.746	760.647	987.199	1.000.098	539.588	61.098

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

4.1.8.2. Índice de Desarrollo Humano (IDH)

Otro indicador que apoya los resultados encontrados hasta el momento es el Índice de Desarrollo Humano (IDH). Este índice mide ciertos logros en materia de salud, educación e ingresos, por lo que se lo obtiene haciendo un promedio simple de estas tres dimensiones y este fluctúa entre 0 y 1.

El IDH nacional es de 0,641 según el PNUD Bolivia (2004), el cual ha sido calculado sobre la base de datos municipales y ubica al país en un nivel medio de desarrollo humano. Desagregando los indicadores nacionales, el factor educativo es el más alto en relación a los otros indicadores con un índice de 0,748, el componente de salud llega a 0,638 y, por último, el indicador de ingresos es igual a 0,537 y es el índice más desalentador con un nivel de desarrollo humano de medio a bajo (PNUD Bolivia 2004).

En el área de influencia del CAM el IDH promedio de todos los municipios que conforman el área es de 0,562, siendo igualmente el índice de educación el más favorable aunque indica un valor por debajo del nivel medio con 0,664, El componente de salud o de esperanza de vida con un valor de 0,596 se encuentra muy cerca del nivel medio, y finalmente el indicador de ingresos que al igual del valor nacional tiene un índice muy bajo con un valor promedio de 0,425.

A nivel de las distintas zonas de análisis socioeconómico del CAM, el IDH para la zona 1 (Amboró) es el más alto y el más cercano al valor nacional con un promedio de 0,627, mientras que los municipios que conforman la zona 4 (Apolobamba-Madidi) tienen un IDH de 0,506 muy por debajo del resto. (Ver siguiente tabla y también mapa 13).

Tabla 44. Índice de desarrollo humano por zona de análisis

Zonas	Esperanza de Vida al Nacer (1)	Tasa de alfabetismo adultos (2)	Promedio de escolaridad (3)	Tasa de matriculación neta (4)	Consumo per cápita (PPA) (5) (\$us/año)	Des-igualdad (6)	Índice de esperanza de vida	Índice de educación	Índice de consumo	IDH 2001
Zona - 1	64,7	86,68	5,99	78	1,194	0,246	0,66	0,73	0,49	0,627
Zona - 2	59,5	79,76	4,81	69	829	0,20	0,58	0,65	0,41	0,544
Zona - 3	60,2	82,65	5,47	70	884	0,17	0,59	0,68	0,43	0,565
Zona - 4	58,9	69,25	4,01	68	629	0,165	0,56	0,58	0,37	0,506

Total -	60,8	80,10	5,15	71	887	0,193	0,60	0,66	0,42	0,562
CAM										
Bolivia	63,3	86,72	7,43	76	1,417	0,442	0,64	0,75	0,54	0,641

Fuente: Elaboración propia en base a la información del PNUD 2004, e información del (1), (2) y (3) INE 2003, (4) Ministerio de Educación, SIE 2003, (5) y (6) UDAPE 2003.

4.1.9. Vinculación territorial

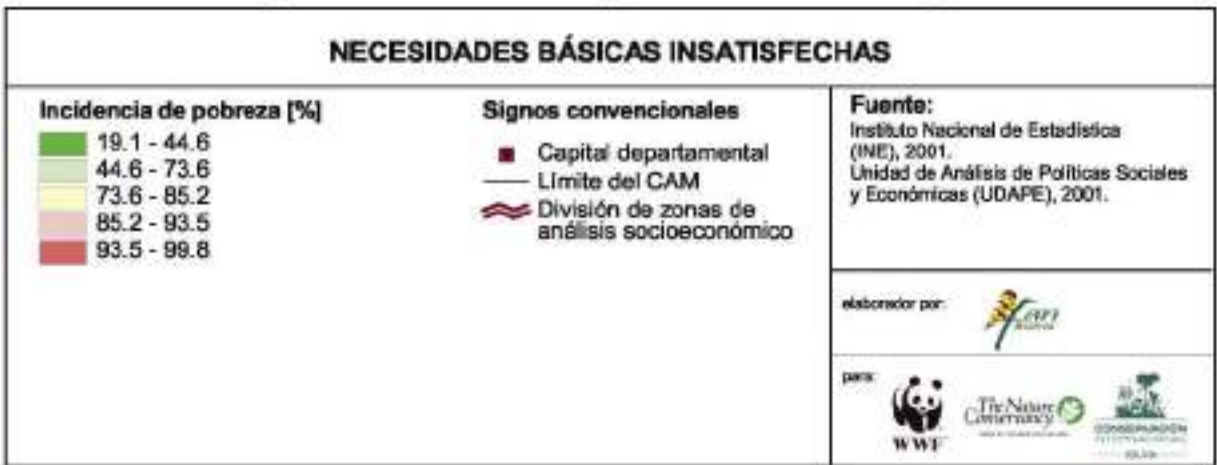
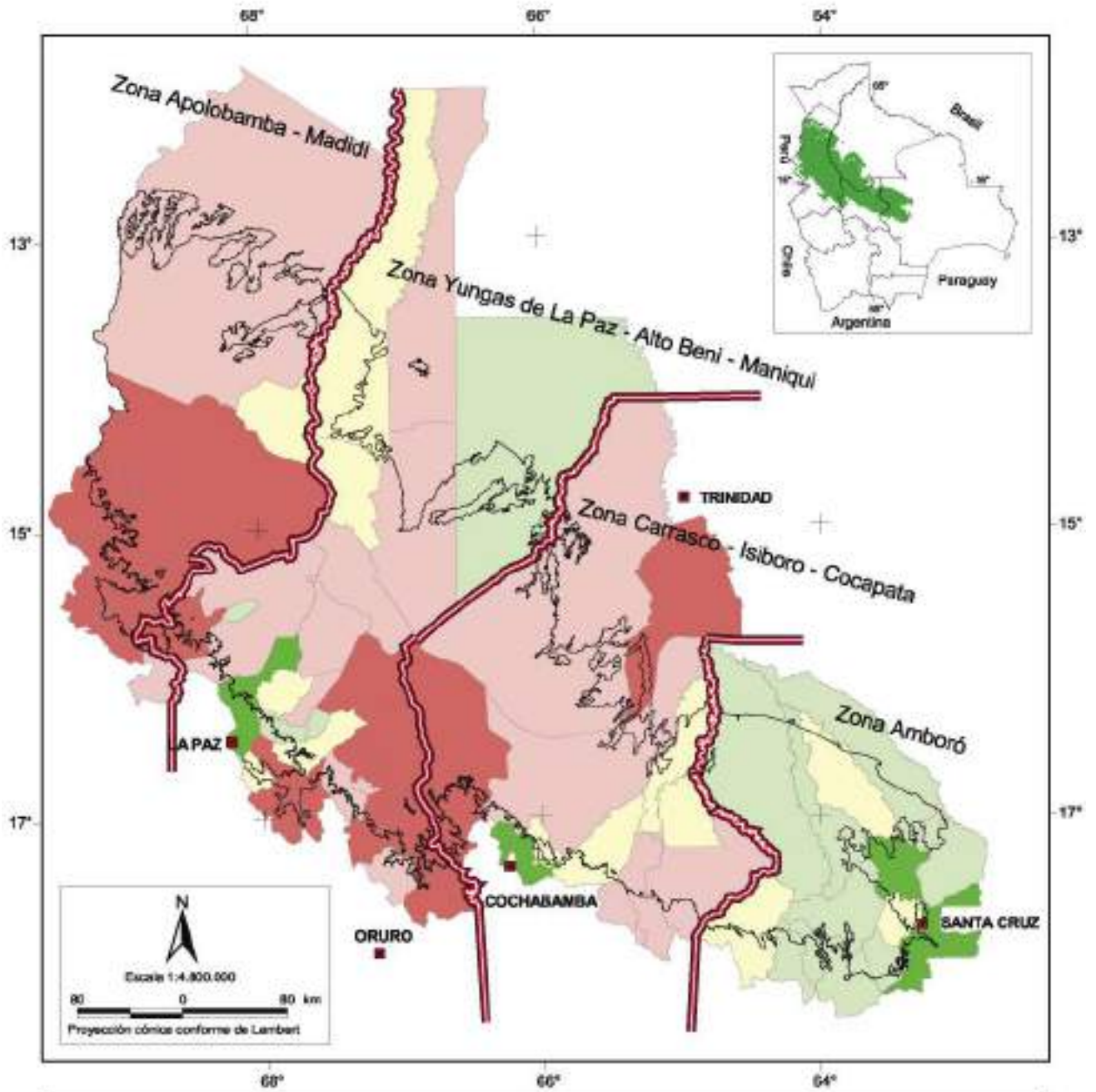
4.1.9.1. Vinculación territorial por caminos-Infraestructura vial

Comparando la red vial de otras regiones del país, se podría decir que el área del CAM, cuenta con una buena infraestructura vial (ver mapa 14), los tramos principales que vinculan al área con diferentes centros poblados son:

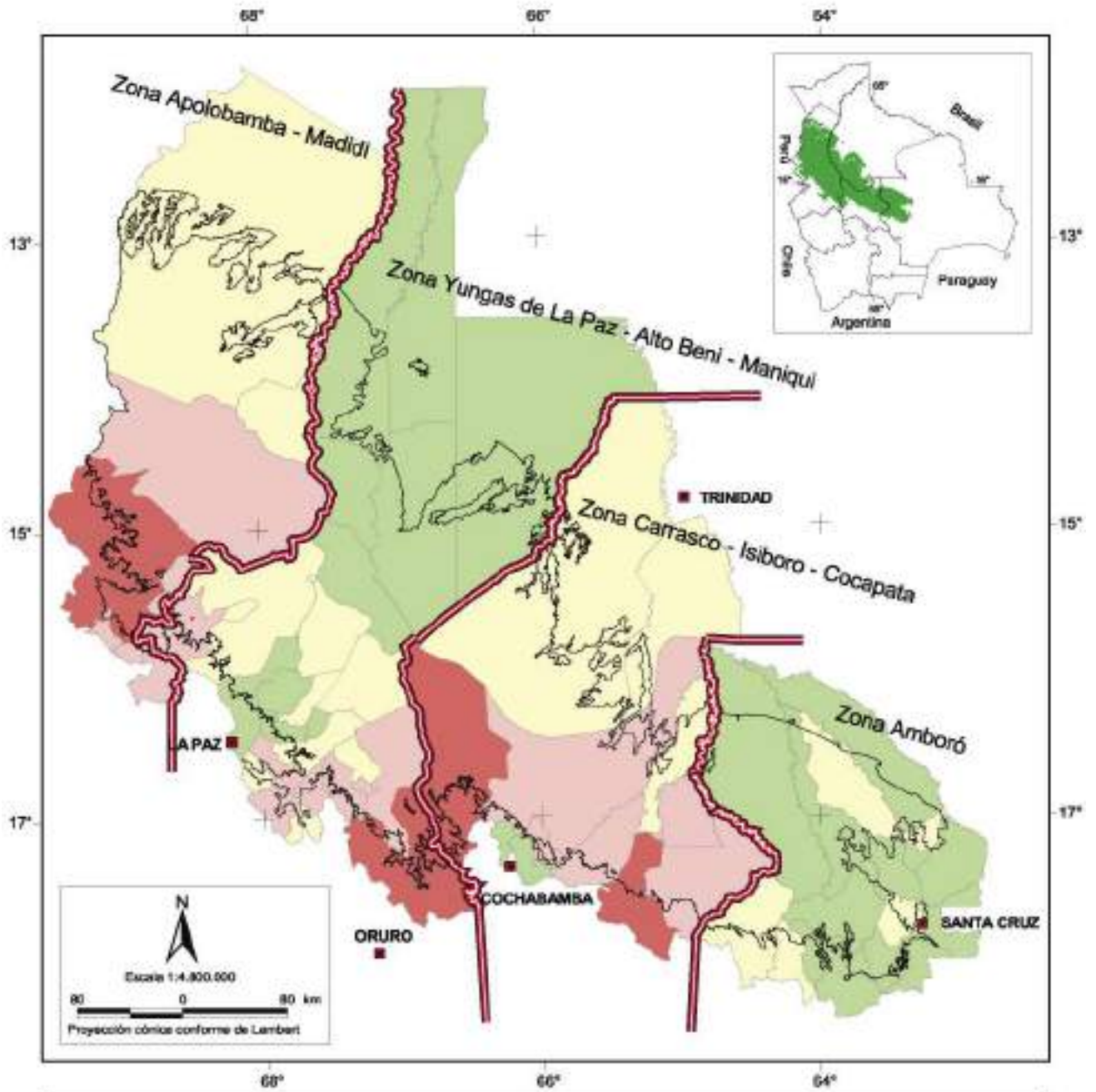
- Tramo Santa Cruz-Chapare-Cochabamba-La Paz, une las tres ciudades principales del país.
- Ruta antigua Santa Cruz-Cochabamba, ya algo deteriorada, sin embargo funciona como vía importante para el tránsito local y como vía alternativa de conexión
- El Tramo La Paz-Achacachi, no pasa directamente por el área del CAM, sin embargo es la única vía transitable que después continúa en diferentes clases de caminos secundarios hasta llegar a localidades ubicadas dentro del CAM, como Charazani y Apolo.

En los departamentos de La Paz y Beni se concentran una serie de caminos secundarios, que sin duda alguna forman un eje fundamental para el desarrollo económico de las poblaciones asentadas dentro del área del CAM, entre ellos se pueden citar:

- Tramo La Paz-Ynacachi-Irupana-Quime, este tramo une a varias poblaciones antiguas y tradicionales, principalmente de las provincias Sur Yungas e Inquisivi. Es una vía muy poco transitada.
- Tramo La Paz-Caranavi-Yucumo, a pesar de ser un camino secundario, se puede considerar como un tramo troncal para el desarrollo, ya que conecta una serie de municipios, además es el vínculo principal hacia la ciudad de La Paz desde muchas poblaciones del Beni. Al ser un camino colector se observa una gran transitabilidad vehicular.
- Yucumo-San Borja-Trinidad, es un eje importante de vinculación en el departamento del Beni, el tránsito principal se encuentra entre Yucumo y San Borja.
- Yucumo-Rurrenabaque-San Buena Ventura-Ixiamas, este tramo se ha convertido en un eje principal para el desarrollo turístico y económico, especialmente del Municipio de Rurrenabaque, que en los últimos años ha mostrado un movimiento económico notable.
- La intersección del camino por el río Beni, que divide a las poblaciones de San Buenaventura y Rurrenabaque, aparentemente ha significado una barrera para el desarrollo económico de los municipios de San Buenaventura e Ixiamas, además de la poca transitabilidad de la vía en época de lluvia. El tráfico vehicular es casi nulo.
- Rurrenabaque-Reyes-Santa Rosa, es una vía muy poco transitada, presenta dificultad de acceso en época de lluvias.

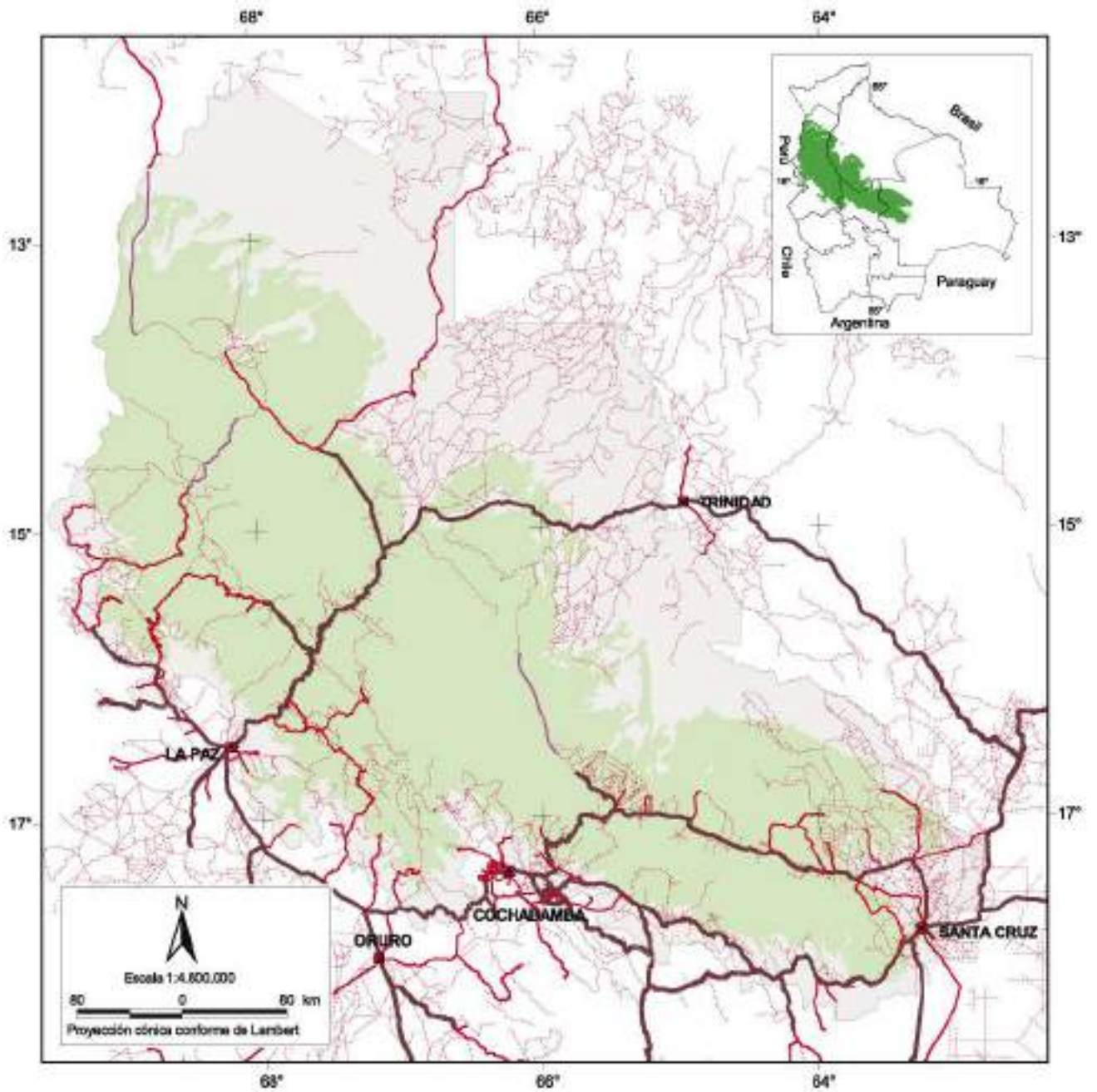


Mapa 12



ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO		
<p>Desarrollo humano (Índice de Desarrollo Humano IDH)</p> <ul style="list-style-type: none"> 0,627 0,565 0,544 0,506 	<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capital departamental — Limite del CAM ⋈ División de zonas de análisis socioeconómico 	<p>Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), 2001 Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas (UDAPE), 2001</p>
<p>elaborador por: </p>		
<p>patrocinado por: </p>		

Mapa 13



RED VIAL		
<p>Categorización de los caminos:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Camino principal (mucho tráfico, varias flotas y camiones grandes por día) - - - Camino secundario (movilidades diarias, transporte público y de carga) · · · · · Camino (transitable con movilidad pero con poco tráfico) — Camino / sendero (no transitable con movilidad) 	<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capital departamental Área del CAM Área de influencia del CAM 	<p>Fuentes: Camino: Digitalizado en base del Instituto Geográfico Militar (IGM) 1998. Planes de Municipales de Ordenamiento Territorial y Alfas de Municipios (INE 1999)</p> <p>Categorización de caminos: Elaboración propia</p> <p>elaborador por:</p> 
<p>para:</p>   		

Mapa 14

Los caminos pueden considerarse como medidores “*proxi*” de desarrollo económico y al mismo tiempo del estado de conservación del área que los circunda, es así que en el mapa de Red Vial, se observa que la mayoría de las vías camineras tiene un nivel de impacto “elevado” a “muy elevado” sobre el estado de conservación del CAM, manteniendo un radio de impacto directo de 2 a 3 km, al facilitar la colonización como efecto de borde.

4.1.9.2. Vinculación territorial por ríos- Acceso fluvial.

El área del CAM se encuentra surcada por una red hidrográfica impresionante, sin embargo, el acceso fluvial a zonas de alta variación topográfica es casi imposible. En este sentido, el acceso por ríos se da especialmente hacia los Bosques Preandinos y un sector de la Faja Subandina.

El único río navegable de importancia dentro del CAM, es el río Beni (une los departamentos de La Paz y Beni), realizando principalmente una conexión comercial entre Rurrenabaque/San Buenaventura hacia Riberalta.

A partir de Puerto Villarroel (en Cochabamba) el río Ichilo es comercialmente navegable, teniendo una conexión directa con el río Mamoré. El tramo del Ichilo que se ubica dentro del CAM es medianamente navegable, sólo utilizado para navegación local y con embarcaciones pequeñas.

Los ríos medianamente navegables, que realizan conexiones locales, se indican en el cuadro siguiente:

Tabla 45. Ríos navegables principales

Departamento	Nombre del Río
La Paz	Quiquibey, Tuichi y Madidi
Cochabamba	Chapare, Isiboro, Sécure, Ichoa, Sajta y Chimoré
Beni	Maniqui, Yacuma, Matos, Chevejecure
Santa Cruz	Yapacaní e Ichilo

Otros ríos y arroyos que forman parte de la red fluvial en los Bosques Preandinos, funcionan en su gran mayoría como vías de acceso menores a distintas áreas del CAM. Un ejemplo típico es el ingreso de cazadores por ríos de bajo caudal hacia zonas interesantes de cacería, o el ingreso para extracción de madera.

4.2. Sistema económico y gestión de los recursos naturales en el Corredor Amboró-Madidi

4.2.1. Ocupación y uso histórico del territorio

V. Chávez & D. Quiroga

La región norte del Amboró, estuvo inicialmente poblada por comunidades indígenas como los sirionós, yuracaré, yuquis y los aruwage (Llamados posteriormente Chanés) que luego fueron dominados por los guaraní. Estos grupos sociales fueron progresivamente absorbidos durante la colonización española y posteriormente la República, mientras otros se internaron hacia otras zonas boscosas ubicadas más al norte (PMOT Yapacaní). A partir del año 1937, se inició un proceso paulatino de colonización en el sector norte del Amboró, especialmente en el Municipio de Yapacaní. Los primeros colonizadores fueron excombatientes de la guerra del Chaco, mayormente Benianos. Sin embargo, con la implementación de un Programa de Colonización a cargo de la Corporación Boliviana de Fomento (CBF), que se inició en el año de 1956, toda esta región ha sido ocupada principalmente por emigrantes de la región occidental del País.

Producto de este proceso de ocupación del territorio, es el hecho que la mayoría de la población que ocupa el sector norte del Amboró es originaria, sea por nacimiento o por descendencia de pobladores del valle y altiplano de los departamentos occidentales de Bolivia y por tanto con una cultura agropecuaria distinta a la de la región tropical (PMOT de Yapacaní).

La zona sur del Amboró que corresponde a los municipios de Comarapa, Samaipata, Mairana y Pampagrande, fue habitada originalmente por etnias orientales y andinas, caracterizando a la región por ser escenario de intercambio cultural (PDM Comarapa)

Las etnias orientales Yuracares y Yoquis habitaban la zona selvática y cuencas hidrográficas hasta las estribaciones de los valles, mientras que los guaraníes lograron incursionar militarmente por varias poblaciones del valle, para después ser expulsados durante la colonia. Por su parte diferentes grupos étnicos andinos, principalmente quechuas habitaron las serranías del valle, por su vocación productiva agrícola y hábitat casi natural para esta sociedad (PDM Comarapa).

Algunas características sobre la ocupación y uso histórico del territorio en el CAM se presentan en los párrafos siguientes:

a) Zona 1: Amboró

La mayoría de los asentamientos humanos en esta zona son relativamente recientes y con bastante influencia andina debido a la migración y al permanente intercambio comercial de tierras bajas y altiplano, especialmente en centros poblados como Yapacaní, San Carlos, Comarapa, y Mairana, entre otros. Por otro lado, el pueblo de Samaipata, estuvo habitado originalmente por indios chané, luego por los chiriguano, se identifican como una cultura propia llamada “Samaipateña.”

De forma general, ciudades como la Guardia y El Torno, nacieron durante los años de las grandes migraciones internas, las provincias Ichilo, Manuel María Caballero, especialmente, tienen una fuerte influencia étnica enmarcada bajo los aspectos propios de las culturas quechua, aymara y la gente de valles provenientes de los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca, Potosí, Oruro, La Paz y Vallegrande. Todos estos centros poblados han desarrollado principalmente la actividad agropecuaria.

b) Zona 2: Carrasco-Isiboro-Cocapata

En esta zona y hacia el departamento del Beni incluye varias comunidades indígenas asentadas en las riberas de los ríos Mamoré, Isiboro-Sécure, con actividades agrícolas a pequeña escala. En general el Departamento del Beni, estuvo fuertemente influenciado por las misiones jesuíticas a fines del siglo XVII.

En Cochabamba, la región del Chapare desde tiempos anteriores a la colonia, fue una zona ocupada por el pueblo Yuracaré, así también los yuracarés, siorionós, yuquis, mosetenes y chimanes han tenido presencia en las tierras bajas de este departamento. Hacia fines de la colonia (1760) la orden de los Franciscanos penetró en la zona hasta el río Chapare, con el objetivo de evangelizar a los indígenas. Le siguieron también algunos terratenientes con el objetivo de establecer haciendas para la producción de coca y otros productos tropicales. En la década de los 60, se iniciaron los primeros programas de colonización dirigida hacia la región del Chapare. La migración hacia la región experimentó un crecimiento exponencial acompañado del boom de la producción de coca que se prolongó hasta 1986). Tiquipaya muy cercano a Cochabamba, su población es predominantemente quechua, al igual que en Morochata, esta región corresponde a la faja subandina del departamento.

Municipios como Tiraque, Chimore, Villa Tunari, caracterizados por la presencia de bosques y abundante agua, fueron designados por el Gobierno de Bolivia en la década de 1960 como áreas prioritarias de colonización. Desde entonces esta área ha recibido una gran afluencia de colonos auspiciados por el Gobierno, así como colonizadores espontáneos, dedicados la producción de coca y la agricultura principalmente.

c) Zona 3: Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui³⁶

Esta zona está constituida por una diversidad de pisos ecológicos que incluyen desde la Puna de cordillera, el Altiplano, cabeceras de valle y Yungas en el Departamento de La Paz, pasando por los valles (Puna Semihúmeda) en el Departamento de Cochabamba, hasta llegar a las tierras bajas (bosques amazónicos subandinos y preandinos) del Departamento del Beni. Sus características particulares brindan una amplia riqueza para el aprovechamiento de los recursos naturales, siendo determinantes en la forma de ocupación y uso del espacio (PDM Cairoma).

De acuerdo a estudios arqueológicos, en los valles que actualmente corresponden a las Provincias de Larecaja y Muñecas se estableció la cultura precolombina lacustre denominada Chiripa, que específicamente ocupó la península de Taraco sobre el Lago Titicaca. Esta cultura que es el más antigua asentada en los valles, se desarrolló en el siglo XIV a.C. y duró hasta los primeros años de nuestra era. En un momento fue coetánea a Tiahuanaco (Gisbert 2000).

La cultura Tiahuanacota ha sido dividida en tres grandes épocas: Periodo Aldeano, Periodo Urbano y Periodo Imperial. El primer periodo es contemporáneo a la cultura Chiripa, se inicia hacia el 1.200 a.C. y dura hasta el siglo I de nuestra era, cuando se produce en Tiahuanaco un cambio radical conocido como “Revolución Urbana”. El periodo Urbano, se caracteriza por la presencia de centros ceremoniales, diferenciación de clases sociales y el empleo de suka- collos para los cultivos. El periodo urbano dura hasta el siglo VII de nuestra era, cuando surge el periodo imperial, en el cual el Tiahuanaco expande su territorio hacia el sur abarcando el desierto de Atacama, Cochabamba hasta llegar al norte de la Argentina (Gisbert 2000). Como resultado de esta expansión,

³⁶ Para la redacción de esta sección, además de las referencias mencionadas en el documento, se consultó a: <http://www.nationmaster.com/encyclopedia/History-of-Bolivia>

se habría originado la cultura de los “Mollos”, conformada por sociedades agrícolas que habría desaparecido alrededor del 1300 d.C. (Gisbert 2000, PDM Sorata). Esta expansión dura hasta el siglo XII, cuando el imperio colapsa, seguramente por causas de tipo socioeconómico.

Desaparecido en imperio Tiahuanacota, la región quedó dividida y ocupada por varias etnias aymaras. A mediados del siglo XV, el Reino Aymara fue conquistado por los incas. Los incas emergieron el Siglo XII de nuestra era, después de la caída de Tiahuanaco. Ocuparon las zonas del altiplano, valles y Yungas (Gisbert 2000).

Durante la época de la conquista española se dieron diferentes expediciones hacia las tierras bajas desde La Paz y Beni. Las márgenes del Río Beni estaban habitadas por los grupos de mosetenes, cerca de ellos se encontraba otro grupo étnico conocido como Muchani. La presencia de mosetenes en caseríos dispersos ubicados en las inmediaciones del Río Boopi data de finales del siglo XVIII, esto motivó aún más a los misioneros a iniciar un proceso de evangelización y de asentamiento en un solo lugar, motivo por el cual fue fundada la primera Misión de San Francisco de Mosetenes, posteriormente y hasta el año de 1938 fueron fundadas paulatinamente otras misiones como la de San Miguel Arcángel, Santa Ana de Mosetenes y Covendo. (PDM Palos Blancos)

Durante la época colonial surgieron en la zona de los Yungas las enmiendas de Charcas, que se caracterizaban por pagar altos tributos en coca, éstas fueron desapareciendo mientras que a finales del siglo XVI surgieron las Haciendas Yungueñas, las mismas que utilizaban esclavos como mano de obra, es así como se originaron las poblaciones afrobolivianas que se encuentran en la región. Las Haciendas se estabilizaron recién en el siglo XVIII, época en que la región producía casi exclusivamente coca.

Hacia las zonas altas y de valles, los colonizadores españoles atraídos por las riquezas minerales establecieron misiones religiosas y centros de avanzada para explotar las diferentes minas existentes en la región, como ser las minas de Araca, Sica Sica, Corococo.

La época republicana que se enmarca en el siglo XIX, afectó a los mosetenes de manera indirecta por la disminución de las expediciones religiosas a la zona. En este periodo se inicia el proceso de diversificación de la producción con el aprovechamiento de la quina, el contacto con las poblaciones locales de la zona de Alto Beni, se mantuvo gracias al contacto que existía con los extractores que quina que viajaban en balsas hacia Rurrenabaque y Miguillas (PDM Palos Blancos). Posteriormente y después de concluirse el camino carretero La Paz-Yungas en 1934, la producción de la zona se diversificó con cultivos de café y árboles frutales (Plan de Manejo Cotapata).

Entre las décadas de 1950 a 1960 se lleva a cabo un proceso de colonización hacia la zona de Alto Beni por migrantes indígenas del Beni conocidos como trinitanos y por colonizadores provenientes del altiplano, este proceso de migración en principio fue dirigido por el Estado boliviano y posteriormente se dio de manera espontánea. Este periodo define el desarrollo de los grupos de mosetenes ya que en el año de 1960 los religiosos misioneros tramitaron los títulos para 12.000 has para la misión de Covendo. En la década de los años 70, las misiones religiosas se secularizan y los habitantes locales van incorporándose al régimen agrario apoyados por la apertura de caminos (PDM Palos Blancos).

A lo largo de la historia la ocupación y uso del espacio en esta zona del corredor ha sido diversa en cuanto a los patrones, estilos y modalidades con que los habitantes se apropiaron del suelo y utilizaron los recursos sobre la base de las diferentes actividades desarrolladas.

Actualmente, como parte de la ocupación del espacio se encuentran las áreas urbanas, destacándose la ciudad de La Paz como el centro urbano más importante donde se desarrollan la mayoría de las actividades económicas, políticas y administrativas del país, asimismo, están las áreas urbanas de menor tamaño y con potencial para

crecer y desarrollarse como Coroico, Chulumani, Caranavi, Rurrenabaque y San Borja, y las áreas rurales que se caracterizan por la presencia de comunidades dispersas.

d) Zona 4: Apolobamba-Madidi

A comienzos del segundo siglo a.C., en la región de los Andes bolivianos, la cultura Tiwanacota se situó en la parte sur del Lago Titicaca, posteriormente se extendió hacia los valles que actualmente corresponden a las provincias de Larecaja y Muñecas del Departamento de La Paz. Los Tiwanacotas desarrollaron avanzados conocimientos de tecnologías agrícolas y arquitectónicas y probablemente, debido a las prolongadas sequías, desaparecieron alrededor del 1200 d.C. Contemporáneamente al periodo expansivo colonial de la cultura Tiwanacota, la cultura de los Molloos avanzó hacia los valles que actualmente forman parte del Municipio de Ayata, dicha cultura conformada por sociedades agrícolas también desapareció alrededor del 1300 d.C. (PDM Ayata).

Con la conquista española en 1525, se inició el proceso de establecimiento de asentamientos humanos, creación de pueblos, e instalación de haciendas, que produjeron cambios en las formas de uso del suelo y aprovechamiento de los recursos naturales, las organizaciones de ayllus fueron desapareciendo.

Sin embargo, en la región del norte del Departamento de La Paz, la ocupación y uso histórico del suelo presenta ciertas características particulares, principalmente asociadas a su clima adverso y difícil accesibilidad, motivos por los cuales después de la conquista española y durante las épocas colonial y republicana, las tierras bajas permanecieron por años deshabitadas y poco exploradas. Estas tierras estuvieron habitadas por pueblos indígenas originarios, entre los que se encontraban mosetenes yuracarés, araonas, tacanas, cavineñas, chama, esse ejja y reyesanos, cuyas actividades principales eran la caza, pesca y recolección.

Posteriormente, la migración de colonos de origen aymará y quechua hacia las tierras bajas del norte del departamento ha adquirido mayor importancia con la creación del camino San Buenaventura-Ixiamas, modificando los patrones del uso del suelo, que también se vio afectada por la explotación forestal por empresas madereras provenientes del departamento de Santa Cruz, desde la década de 1960. (PDM Ixiamas, Caracterización del Parque Nacional Madidi-APB-53).

4.2.2. Uso actual del suelo y planes de uso del suelo

R. Müller

En Bolivia sólo el 3.7% del territorio, es apto para uso agropecuario intensivo; y uno de esos sectores se ubican en las llanuras alrededor de la ciudad capital y la zona de Pailón-Los Troncos en Santa Cruz, y las terrazas de los valles interandinos en la cordillera oriental.

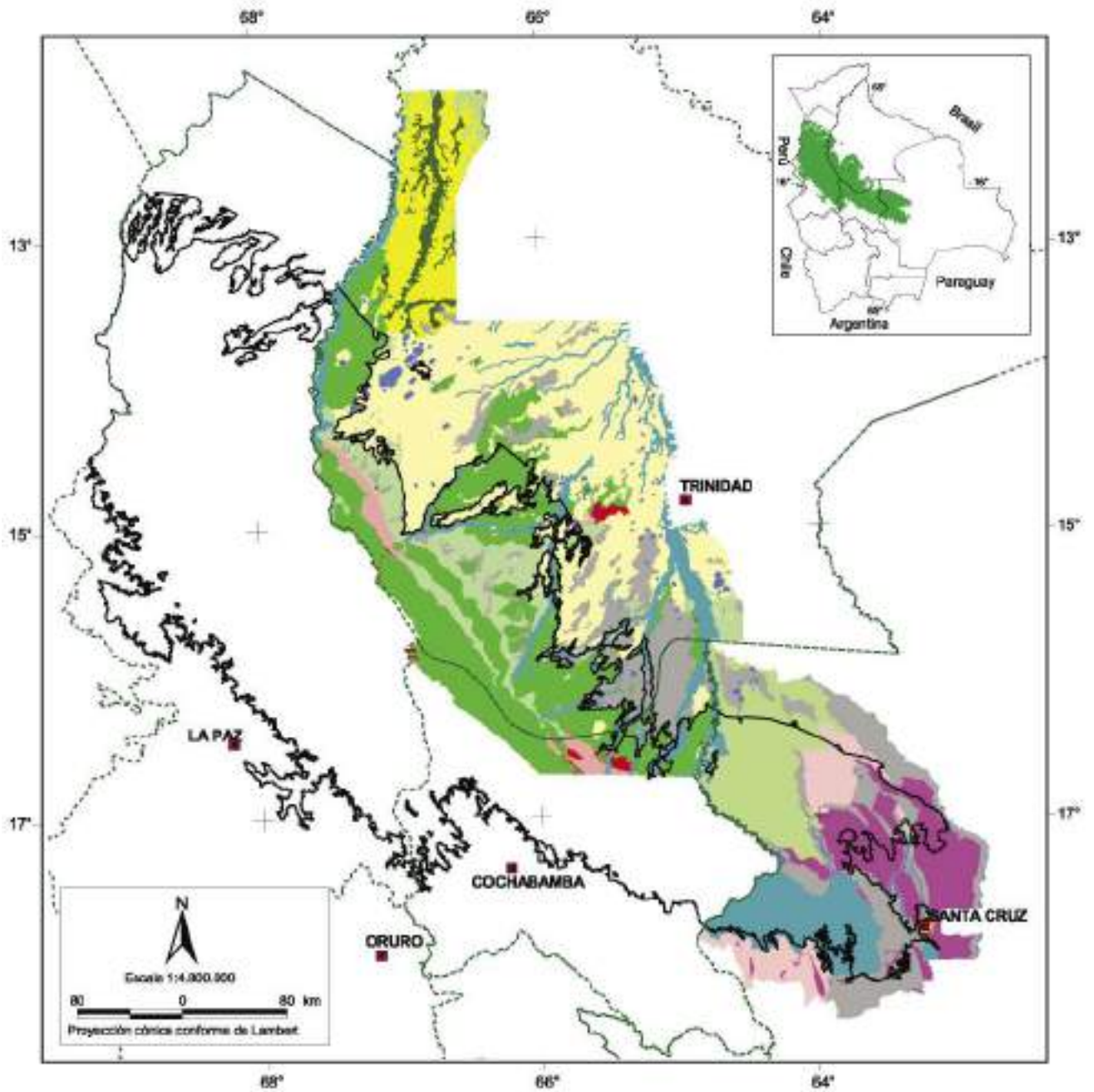
De los cuatro departamentos que forman parte del CAM, sólo Santa Cruz y Beni tienen planes de uso de suelo aprobado. Los departamentos de La Paz y Cochabamba cuentan con un estudio de zonificación agroecológica y propuesta técnica del Plan de Uso del Suelo de la Región Amazónica (EUROCONSULT y Consultores Galindo Ltda. 1999a, 1999b). Para estos dos últimos departamentos, la aptitud de uso de suelo en el área correspondiente al CAM y su zona de influencia es recomendable para ganadería intensiva y extensiva, uso forestal maderero, sistemas agrosilvopastoriles y áreas de protección.

El mapa 15, muestra las recomendaciones técnicas para el uso del suelo en los Departamentos de Santa Cruz y Beni en sus sectores correspondientes con el área del Corredor Amboró-Madidi, en el mismo se puede observar que:

- El área del CAM correspondiente a los departamentos de Beni y Santa Cruz, cubre una superficie total de 5.543.246 ha, de las cuales cerca del 51% tiene potencial para uso forestal, agrícola y ganadero con restricciones; aproximadamente un 11% son bosques de protección y áreas protegidas; un 24% tiene recomendación de uso forestal; un 6,5% está destinado para tierras de uso agrosilvopastoril; un 5,5% está planificado para uso agropecuario intensivo, y un porcentaje menor al 1% del territorio está ocupado por lagunas y ríos principales.

Tabla 46. Categorías del PLUS para el CAM en los Departamentos del Beni y Santa Cruz

Categorías PLUS Dpto. Beni	Hectáreas	(%)
Áreas de protección y uso agroforestal limitado	300.822,2	8,7
Otras áreas de uso restringido	114.641,8	3,3
Uso agrosilvopastoril limitado	42.657,7	1,2
Uso forestal maderable limitado	2.088.723,0	60,6
Cuerpos de agua	6.592,8	0,2
Uso agrosilvopastoril	176.766,5	5,1
Uso forestal maderable	716.345,4	20,8
Categorías PLUS Dpto. Santa Cruz	Hectáreas	(%)
Agropecuaria extensiva y protección	59.862,4	2,9
Agropecuaria y protección	22.148,1	1,1
Agrosilvopastoril y protección	141.947,7	6,8
Bosque de protección de orillas de cursos de agua	50.890,0	2,4
Bosque de protección: refugio de flora y fauna	16.499,1	0,8
Conservación	56.136,8	2,7
Ganadería extensiva con manejo de fauna	53.236,6	2,5
Ganadería extensiva y protección en dunas	1.443,7	0,1
Parque Nacional Amboró	522.734,7	24,9
Parque Regional Lomas de Arena	52,5	0,0
Reserva biológica	18.937,4	0,9
Agroforestal	152.397,1	7,3
Agrosilvopastoril	4.552,0	0,2
Ganadería extensiva y conservación	29.034,4	1,3
Agropecuaria intensiva	298.056,0	14,2
Ganadería intensiva	9.911,4	0,5
Bosque de manejo sostenible El Chore	627.229,9	29,9
Laguna	1.998,3	0,1
Río Ichilo	6.785,1	0,3
Río Piráí	3.513,8	0,2
Río Surutú	17.752,7	0,8
Centro urbano Santa Cruz	1.577,5	0,1



**PLAN DE USO DEL SUELO DE SANTA CRUZ Y BENI
RECORTADO PARA EL CORREDOR AMBORÓ - MADIDI**

PLUS - Beni

- Uso ganadero extensivo
- Uso ganadero extensivo limitado
- Uso agrosilvopastoril
- Uso agrosilvopastoril limitado
- Uso forestal múltiple
- Uso forestal múltiple limitado
- Uso forestal maderable
- Uso forestal maderable limitado
- Uso ganadero intensivo
- Áreas de protección y uso agroforestal limitado
- Otras áreas de uso restringido
- Cuerpos de agua

PLUS - Santa Cruz

- Uso agricultura extensiva
- Uso agricultura intensiva
- Uso agrosilvopastoril
- Cuerpos de agua
- Uso forestal
- Áreas de protección
- Uso restringido
- Área urbana

Signos convencionales

- Capital departamental
- Límite del CAM
- Límite departamental

Fuente:

Elaborado en base a PLUS - Santa Cruz (CORDECRUZ/KFW - Consorcio IPICES/KWC 1996) y PLUS - Beni (EUROCONSULT y Consultores Galindo Ltda. 1999)

elaborador por:



para:



Mapa 15

- En el área de influencia del CAM, estos dos departamentos, cubren una superficie de 7.392.619 ha, de las cuales el 47% aproximadamente está planificado para uso agropecuario intensivo; el uso en otro 34% del territorio es restringido; un 8% corresponden con áreas protegidas y bosques de protección; el 7% tiene mayor potencial para uso forestal, y un 1% y 1,6% corresponden a tierras para uso agrosilvopastoril y cuerpos de agua respectivamente.

Tabla 47. Categorías del PLUS para el área de influencia del CAM en los Departamentos del Beni y Santa Cruz

Categorías del PLUS Dpto. del Beni	Hectáreas	(%)
Áreas de protección y uso agroforestal limitado	542.521,8	9,1
Otras áreas de uso restringido	708.070,7	11,9
Uso agrosilvopastoril limitado	22.691,4	0,4
Uso forestal maderable limitado	453.144,8	7,6
Uso forestal múltiple limitado	185.053,6	3,1
Uso ganadero extensivo limitado	721.214,5	12,1
Cuerpos de agua	87.475,4	1,5
Uso agrosilvopastoril	8.312,6	0,1
Uso forestal maderable	165.375,1	2,8
Uso forestal múltiple	123.987,8	2,1
Uso ganadero extensivo	2.951.220,0	49,4
Categorías de PLUS Dpto. Santa Cruz	Hectáreas	(%)
Agropecuaria extensiva y protección	23.498,1	1,7
Agropecuaria y protección	79.633,3	5,6
Agrosilvopastoril y protección	56.149,0	3,9
Bosque de protección de orillas de cursos importantes de agua	27.419,3	1,9
Bosque de protección	11.44,2	0,1
Conservación	128.287,4	9,0
Ganadería extensiva y manejo de fauna	110.635,2	7,8
Ganadería extensiva y protección de dunas	8.527,2	0,6
Parque Nacional Amboró	78.496,2	5,5
Parque Regional Lomas de Arena	13.844,0	1,0
Reserva de inmovilización Meandros del Ichilo	2.861,1	0,2
Refugio de Vida Silvestre Federico Bascopé	424,4	0,0
Agropecuaria intensiva	414.770,7	29,1
Ganadería intensiva	84.269,6	5,9
Agricultura bajo riego	25.941,2	1,8
Agrosilvopastoril	3.391,2	0,2
Ganadería extensiva y conservación	75.398	5,3
Bosque de manejo sostenible	244.917,1	17,2
Laguna	8.616,4	0,6
Laguna Yuqui	2.814,2	0,2
Río Grande	9.885,9	0,7
Río Ichilo	3.760,4	0,3
Río Pirai	9.395,7	0,7
Centro urbano Santa Cruz	9.472,9	0,7

- Entre el 50% y el 80% de la superficie del CAM en los Departamentos de Beni y Santa Cruz corresponden con tierras bajo uso restringido, áreas de protección o áreas con aptitud principalmente forestal, indicando de esta manera la alta sensibilidad del suelo y ecosistema en general a actividades agropecuarias, especialmente si esta actividad conlleva a la conversión del bosque. Por otro lado, el área de influencia del CAM, correspondiente también a estos dos departamentos, tiene una buena superficie con aptitud para actividades agropecuarias intensivas, especialmente de ganadería extensiva, aunque igualmente considerando áreas con restricciones de uso.

Uso actual del suelo

Los planes existentes reflejan el mejor escenario de uso del suelo. Sin embargo, la forma actual de uso del suelo y los recursos naturales en general, no se desarrollan necesariamente en función de los planes de uso existentes. De esta manera se elaboró un mapa de uso actual de suelo en CAM, el cual busca reflejar de forma generalizada los patrones de uso dominantes en las distintas zonas, sin pretender dar una descripción completa de las diferentes formas de uso existentes. El mapa se realizó como insumo para la formulación de alternativas de manejo recomendadas bajo conceptos de conservación.

El mapa de uso de suelo del CAM (mapa 16) identifica 15 patrones de uso predominantes, a parte de una zona muy extensa donde se puede decir que casi no existe uso, ni presencia o fuerte presencia de humanos. Los patrones identificados se clasifican en uso principalmente agrícola, uso principalmente ganadero, extracción de madera, plantación de maderas no-nativas, caza y pesca, y minería.

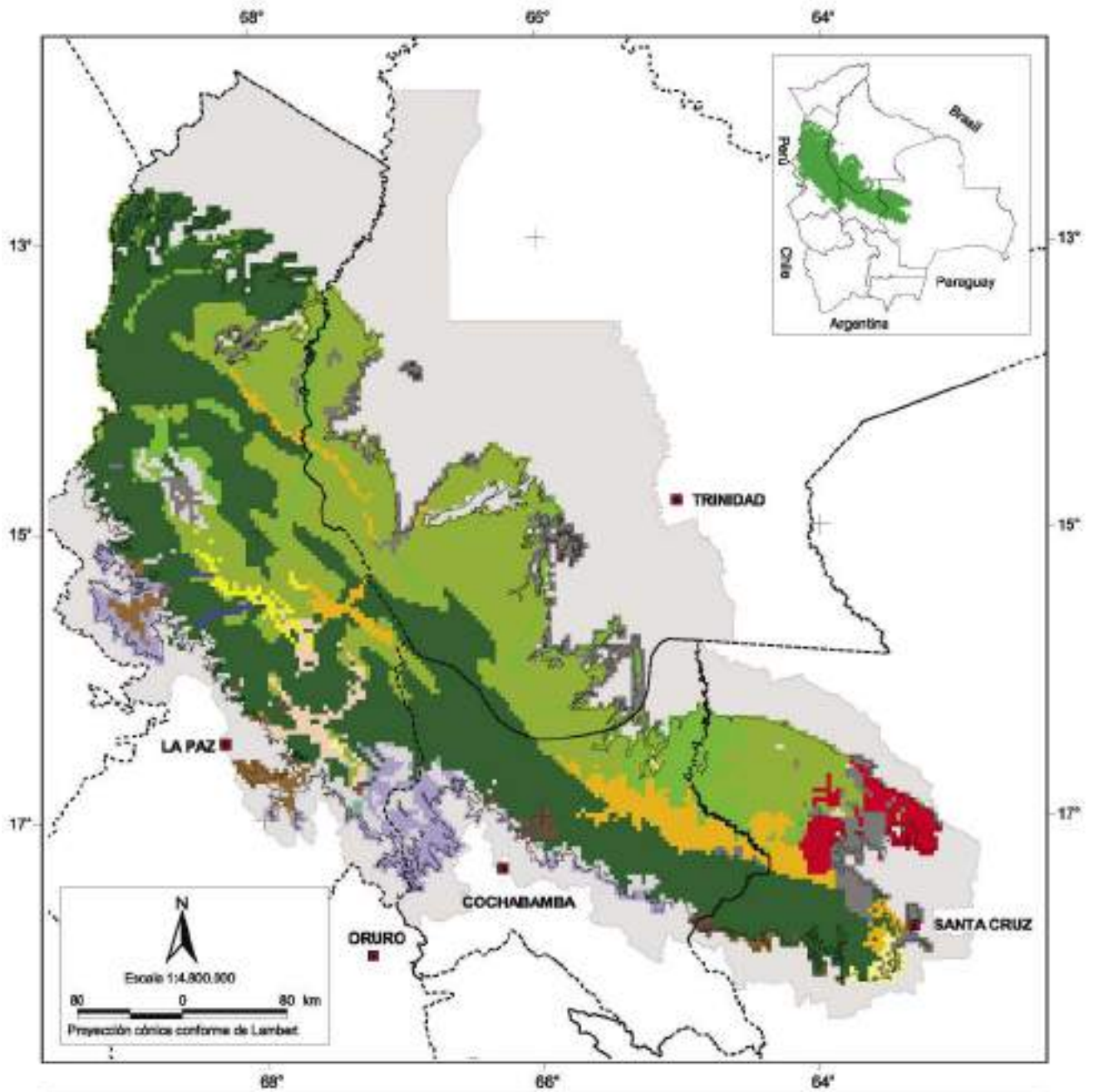
A continuación se presenta una breve descripción de los patrones identificados y de sus impactos sobre los ecosistemas según zonas generales de uso:

- **Zonas (casi) sin uso (0):** Son zonas inaccesibles, debido a su situación topográfica o falta (actual) de caminos.

Recomendaciones: Evitar la conversión, si hubiese presión de uso se debe fomentar un aprovechamiento forestal y/o de no maderables.

- **Zonas con cultivos anuales cultivados de forma mecanizada (1.1):** Incluye los alrededores de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra (norte integrado) y la zona de Yapacaní, los cultivos principales son soya, arroz, caña, sorgo y girasol, entre otros, en gran parte destinadas a la exportación, y dependiendo de las tendencias en los mercados internacionales y nacionales. Los impactos sobre los ecosistemas son muy grandes, ya que se reemplazan inmensas superficies originalmente cubiertas por bosques. El avance de la deforestación es muy acelerado, la regeneración natural generalmente es impedida por un uso ganadero posterior a la explotación de los suelos y la fuerte erosión eólica.

Recomendaciones: Es deseable pero poco probable que se pueda disminuir el avance de la extensión de la frontera agrícola. Se tendrían que revisar las políticas de otorgar tierras y normas que incentiven, a propietarios de grandes extensiones de tierra, a realizar un aprovechamiento de la mayor extensión territorial posible para cumplir una función “económica-social” (ver Pacheco 1998).



USO ACTUAL DEL SUELO		
<p>Patrón de uso</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ (casi) sin uso ■ 1.1 Cultivo anual mecanizado (soya, caña, arroz...) ■ 1.2 Cultivo tropicales mixto, principalmente arroz ■ 1.3 Cultivo tropicales mixto (plátano, arroz, cacao...) ■ 1.4 Cultivo de frutales con hortalizas ■ 1.5 Cultivo perenne subtropical mixto (Coca, café, cítricos) ■ 1.6 Cultivo anual con ganadería, principalmente hortalizas y maíz ■ 1.7 Cultivo anual subtropical, principalmente locoto ■ 1.8 Cultivo anual andino con ganadería, principalmente papa ■ 2.1 Ganadería mayormente extensiva ■ 2.2 Ganadería dispersa ■ 3.1 Extracción de madera ■ 3.2 Plantaciones de Eucalipto ■ 4. Caza, pesca, productos no maderables ■ 5. Minería 	<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capital departamental — Límite del CAM - - - Límite departamental ■ Área de influencia del CAM 	<p>Fuente:</p> <p>Elaboración por Robert Müller con contribuciones de TROPICO - Asociación Boliviana para la Conservación y varios especialistas (ver capítulo metodológico)</p>
<p>para:</p>		

Mapa 16

Además es recomendable implementar medidas hacia un uso más racional y sostenible, que evita por ejemplo la plantación de soya motivada por auges temporales de los precios internacionales, en tierras no aptas con vocación forestal. En los cultivos existentes, se tienen que aplicar medidas que aumenten la sostenibilidad, como cortinas rompe-vientos. La promoción de cultivos que permitan una producción más sostenible y eficiente en cuanto a la relación área cultivada/beneficio económico, por ejemplo con cultivos perennes como frutales, sería otra medida importante.

- **Zonas con cultivos tropicales mixtos, principalmente arroz (1.2):** aquí se incluyen las zonas entre Caranavi-Guanay-Mapiri, que se caracterizan por una larga tradición de cultivos de arroz (en el pasado también de caña). Los suelos de esta zona son relativamente pobres (generalmente rojos), y muchas veces las áreas cultivadas se encuentran en pendientes importantes. El impacto en los ecosistemas es relativamente grande, ya que los cultivos abandonados, en muchos casos se convierten en pajonales debido a la baja cantidad de nutrientes en el suelo y a la presencia de pendientes.

Recomendaciones: Es importante fomentar la sustitución de partes de cultivos de arroz por cultivos perennes como el cacao, que además presenta excelentes posibilidades de combinación con árboles maderables nativos en sistemas agroforestales. También se recomienda promover un aprovechamiento de zonas degradadas con cultivos aptos, como por ejemplo el cayú. Existen posibilidades de acceder a mercados alternativos con productos ecológicos certificados. Sería importante aumentar la producción de productos con valor agregado, como mermeladas y frutos secos. También es importante implementar programas de control de incendios forestales, mediante reglamentos locales (comunitarios y otros).

- **Zonas con cultivos tropicales mixtos (1.3):** Se refiere a áreas de tierras bajas que principalmente han sido colonizadas en el lapso de los últimos 50 años (Chapare, Alto Beni, Yucumo-Rurrenabaque). Se encuentra una mezcla de cultivos perennes y anuales (plátano, arroz, cacao, cítricos, palmito, etc.), destinados a mercados mayormente nacionales y de autoconsumo. Una situación particular se encuentra en el Chapare, donde proyectos de “desarrollo alternativo” fomentan el reemplazo de cultivos de coca por cultivos parcialmente destinados a mercados internacionales, como plátano, sin embargo los cultivos de coca aún siguen siendo importantes en su extensión y producción, el Chapare es la segunda zona de producción de coca en el país después de los Yungas de La Paz.

En general el grado de mecanización de la actividad agrícola en esta zona es muy bajo debido a las características topográficas y a la situación económica de los colonizadores. Los impactos sobre los ecosistemas son medianos, ya que se trata mayormente de pequeñas parcelas manejadas sin mecanización.

Recomendaciones: ver 1.2

- **Zonas con cultivos de frutales con hortalizas (1.4):** Se refiere a la zona de “El Torno”, al sur de la ciudad de Santa Cruz, así como a áreas pequeñas en el valle del Río La Paz, en el municipio de Irupana (La Paz). Se producen en cantidad frutos como Mango y Achachairú, que provienen de plantaciones forestales muchas veces antiguas. También se cultivan hortalizas. El impacto en los ecosistemas es moderado.

Recomendaciones: Invertir en la sostenibilidad económica de estos sistemas de producción, mediante la promoción de productos ecológicos certificados con valor agregado.

- **Zonas con cultivos perennes mixtos (1.5):** Aquí se incluye la zona de los Yungas de La Paz, donde desde tiempos ancestrales predomina el cultivo tradicional de la coca, así como del café y cítricos. Los cultivos se encuentran en fuertes pendientes, la coca se cultiva en sistemas de terrazas tradicionales, el café en sistemas agroforestales tradicionales bajo “Siquili” (*Inga adenophylla*). Actualmente, se observa un fuerte incremento de los cultivos de coca. Existe colonización para el cultivo de coca en las zonas de La Asunta y Santa Rosa

de Quilo Quilo (Coroico). La larga tradición del cultivo de coca ha llevado a la erosión del suelo y avance de la deforestación.

Recomendaciones: Ver 1.5. El cultivo de café bajo sombra ofrece excelentes oportunidades para acceder a mercados alternativos. La coca es un cultivo con altos rendimientos en pequeñas superficies, sería deseable que se puedan abrir mercados internacionales para productos secundarios “no-narcóticos” de coca, como mates, pasta dental, etc. Es muy importante fomentar el control comunitario de incendios forestales y el control de erosión mediante terrazas y otros mecanismos (Müller *et al.* en prep.).

- **Zonas de cultivos anuales con ganadería (1.6):** Es el típico patrón de uso en la zona de “Valles”, en el límite suroeste del CAM (Samaipata-Comarapa, Río Abajo-Luribay, Sorata, Charazani-Camata). Se cultivan principalmente papa, maíz y hortalizas en los lechos de ríos, y también se cría ganado vacuno, ovino y caprino de forma muy extensiva.

Los impactos en ecosistemas son grandes, debido a la larga tradición de esta forma de uso. Los mayores daños ambientales son causados por el ganado y las quemadas que se realizan para provocar el rebrote del pasto. También es importante el impacto del aprovechamiento de leña.

Recomendaciones: En lo posible limitar el área afectada por el pastoreo de ganado, ofreciendo alternativas económicas a la población, como por ejemplo la demarcación de reservas locales en combinación con un apoyo a la producción de hortalizas o leche por ganado estabulado. Igualmente importante es el combate a la erosión e incendios forestales.

- **Zonas de cultivos anuales, principalmente locoto (1.7):** Aquí se incluyen áreas entre 2.000 y 3.200 msnm, que cuentan con mucha humedad (Sehuencas, Tablas Monte, pequeñas partes de Inquisivi y Nor Yungas). Predomina el cultivo de locoto. Los impactos en los ecosistemas son relativamente grandes, tratándose de cultivos anuales en fuertes pendientes.

Recomendaciones: Fomentar la intensificación de cultivos de mayor rentabilidad, como por ejemplo la frutilla en áreas de menor extensión, así como el combate a la erosión e incendios forestales.

- **Zonas de cultivos anuales andinos con ganadería (1.8):** Incluye las zonas elevadas al suroeste del CAM, los valles de Cochabamba y de Sorata. Se cultiva principalmente la papa, pero también cebada, cebolla, oca, haba y otros. Se cría ganado vacuno y camélido. Los impactos en los ecosistemas son relativamente grandes, debido a la larga tradición de esta forma de uso.

Recomendaciones: Ver 1.6. Además promocionar el aprovechamiento de ganado camélido.

- **Zonas de ganadería mayormente extensiva (2.1):** Incluye zonas cercanas a la ciudad de Santa Cruz, zonas en el límite noreste del CAM que cuentan con pampas naturales y el área de Apolo. Se cría ganado principalmente para la producción de carne. Los impactos en los ecosistemas son muy grandes cuando se trata de áreas con potencial forestal e impactos moderados en pampas naturales.

Recomendaciones: En lo posible evitar una expansión del área ganadera en zonas con potencial de bosque (como por ejemplo en el ANMI del PN Amboró en las cercanías de Buena Vista), fomentado cultivos perennes en sistemas agroforestales.

- **Zonas con ganadería muy dispersa (2.2):** Se refiere a zonas con baja densidad poblacional, sobre todo en el límite suroeste del CAM. El ganado vacuno (camélido) es suelto en las extensas áreas de pastizales

naturales o antrópicos (en el caso de Apolo). El impacto en los ecosistemas es mediano.

Recomendaciones: Ver 2.1, en zonas altas promoción de ganado camélido.

- **Zonas con extracción de madera (3):** Estas zonas se definieron según presencia de concesiones forestales y también según criterios de acceso al bosque en áreas fuera de concesiones. La extracción, principalmente fuera de concesiones, ocurre por “cuarteros” que se dedican a la tala ilegal de maderas valiosas para vender los “cuarteros” a intermediarios.

Recomendaciones: Intensificar el control forestal, promover el aprovechamiento de madera por ASL o TCO bajo planes de manejo. Es probable que la generación de beneficios para la población local incentive el control local de madereros ilegales.

- **Zonas de plantaciones de eucalipto (4):** La única zona donde plantaciones de eucalipto representan la actividad principal de uso de suelo es la zona de Quime-Inquisivi, donde se establecieron estas plantaciones para un uso en las minas de Quime y Oruro. Actualmente se están aprovechando para la producción de madera de construcción y aceite de eucalipto. El impacto de la actividad es grande, ya que se reemplazan los bosques nativos por plantaciones que no ofrecen un hábitat apto para la mayoría de las especies del lugar.

Recomendaciones: Evitar la extensión de las plantaciones, revisando por ejemplo normas que permiten la acreditación de estas plantaciones para el secuestro de carbono. Fomentar la plantación de especies nativas como el Aliso (Müller *et al.* en prep.)

- **Zonas de minería (5):** Se delimitaron solamente las zonas de minas de oro de Tipuani y Mapiri-Consata, donde la minería es la actividad principal e impacta a grandes superficies, para el establecimiento de minas abiertas y la explotación de madera para el mantenimiento de socavones. El impacto es grande, debido principalmente a la “limpieza” de áreas extensas con fuego y la extracción de madera en zonas de fuertes pendientes sin criterios de sostenibilidad. Además existe contaminación de aguas debido al uso de mercurio.

Recomendaciones: Debido a la enorme inestabilidad social en estas áreas, es muy difícil realizar proyectos de cualquier tipo. Sería deseable lograr el reemplazo de madera proveniente de bosques nativos por madera nativa plantada, así como una disminución del uso de mercurio (ver Müller *et al.* en prep.).

4.2.3. Principales actividades económicas relacionadas con el uso de suelo y los recursos naturales

N. Araujo & G. Zolezzi

Con lo que respecta al uso del espacio éste varía por la diversidad de pisos ecológicos, topografía, características de los suelos, conocimientos tradicionales sobre el uso de los recursos y suelos, siendo la agricultura, ganadería y explotación forestal, las actividades que predominan.

a) Actividad agropecuaria

El sistema de producción agrícola en el CAM es cada vez más diversificado, manteniendo un sistema de cultivos anuales e incorporando en los últimos años cultivos perennes más rentables. En el capítulo anterior, sobre uso actual del suelo, se pueden observar en detalle las áreas de producción y tipos de cultivos agrícolas principales.

En la zona de valles secos interandinos, el riego es un factor determinante para intensificar la producción y su actividad comercial; así también el riego disminuye la necesidad de habilitar nuevas áreas agrícolas. Las áreas de cultivo presentan superficies reducidas, que normalmente debido a la ausencia de prácticas de manejo y conservación de suelos tienden a la degradación por erosión hídrica y eólica (Soliz & Aguilar 2005).

En algunas de las áreas más tradicionales de colonización en tierras bajas (tabla 48), norte de La Paz, Chapare y Santa Cruz, se ha aumentado el uso de maquinaria o insumos para intensificar el uso de la tierra sembrada con cultivos anuales mecanizados, aunque parte de ellos todavía siguen utilizando sistemas tradicionales de corte y quema, con procesos de conversión de tierras más acelerados, especialmente en el norte de La Paz y el Beni (Pacheco 1998). En el área de influencia del CAM en el Departamento de Santa Cruz, se observa una agricultura intensiva de gran escala, con altos impactos ambientales.

Las actividades pecuarias en las tierras altas del CAM están destinadas principalmente al autoconsumo y son complementarias a la agricultura, así también representan una fuente de ahorro. Mientras que en tierras bajas, la actividad pecuaria, especialmente la cría de ganado bovino tiene una mayor importancia comercial. En general, no existe un manejo adecuado del ganado, se alimentan en las zonas de pastoreo y en el monte, este sistema tiene un fuerte impacto sobre la regeneración natural de especies vegetales y la erosión del suelo. Un problema importante tanto para la salud humana como para la vida silvestre (próxima a áreas de actividad humana) es el escaso control sanitario del ganado y aves de corral.

Tabla 48. Perfil productivo de la agricultura en tierras bajas del CAM y su área de influencia

Región	Tipo de tierras	Tipo de agricultura	Producción predominante	Áreas de presión
Yungas-norte de La Paz				
Alto Beni Yucumo Rurrenabaque Ixiamas	Las tierras están expuestas a la pérdida de nutrientes del suelo por erosión, quemadas y lixiviación.	Agricultura de corte y quema con predominio de chaques y barbecho corto.	El arroz constituye el primer cultivo después del chaqueo y se siembra maíz en menor proporción o pastos para convertir la tierra a la ganadería.	Desplazamientos hacia el norte en la franja de San Buenaventura-Ixiamas.

Chapare				
	La mayoría de los suelos en el Chapare son pobres y frágiles, el potencial agrícolas bajo, las precipitaciones son muy altas y la erosión es el principal problema.	La agricultura es practicada bajo el sistema de corte y quema, pero con cortos períodos de descanso y posiblemente en áreas poco aptas para la agricultura.	La coca es el cultivo principal, aunque también se produce arroz, banana y yuca, además de algunos frutales, cultivos perennes y pasturas.	Hacia el norte, al interior del Parque Nacional Isiboro Sécore.
Llanos cruceños				
Norte Chané-Piraí Antofagasta El Chore Cuatro Ojitos S. J. de Amarillos	Tierras bajas fértiles relativamente planas, con cobertura mínima de monte alto por presión de la agricultura y ganadería.	Predominantemente de transición de sistema de corte y quema hacia agricultura permanente y mecanizada, con presencia de agricultura de corte y quema en nuevas áreas de frontera.	Predominio de caña y arroz en combinación con soya de invierno, con áreas bajo producción mecanizada convertidas en pasturas. La producción de arroz es predominante en áreas nuevas de cultivo.	Hacia el noroeste a lo largo del río Ichilo y la parte norte de la reserva forestal El Chore.
Oeste Yapacaní Surutú Caranda Huaytú	Transición a pie de monte con ondulaciones suaves a pendientes con pobre calidad de suelos.	Predominio de agricultura de corte y quema en transición a sistemas pecuarios.	Cultivos de arroz y frutales con eventuales sistemas ganaderos de baja productividad.	Hacia el oeste sobre el Parque Amboró.

Fuente: I. Oetting et. al (2000) en base de Pacheco 1998.

b) Actividad forestal

La actividad forestal se concentra principalmente hacia la región Amazónica del CAM (Preandino y Subandino), donde se encuentran especies de importancia económica como la mara (*Swietenia macrophylla*), roble (*Cedrela* spp.) y cedro (*Amburana cearensis*), con presencia de concesiones forestales y Asociaciones Sociales de Lugar (ASL). Por otro lado, la actividad forestal en la zona de valles interandinos se desarrolla en predios familiares y en algunas haciendas, principalmente trabajando en pequeñas manchas de plantaciones de especies introducidas como eucalipto; asimismo, los bosques nativos de queñua, sauce, algarrobo molle, thola, son aprovechados en diferentes intensidades para leña y para la fabricación de instrumentos de labranza y otros. En la zona de los Yungas también existen recursos forestales que son en general aprovechados para leña.

El aprovechamiento de la madera del bosque es realizado por empresas grandes y medianas, así como por los dueños de propiedades rurales. Todos ellos se dedican a la tala selectiva de especies de alto valor comercial. No se encontraron registros de las cantidades producidas. La explotación comercial de la madera es generalmente de tipo empresarial y su destino es el mercado externo, como interno. El aprovechamiento forestal también es realizada por las familias de la región como una actividad económica adicional a la agrícola y ganadera. Sin embargo, en algunas zonas del CAM, la explotación forestal es de forma irracional, sin una planificación ni manejo, razón por la cual no se garantiza su sostenibilidad en el tiempo. La producción en este caso es de forma manual, poco mecanizada, ya que la mayoría de los madereros utilizan la motosierra como única herramienta para el cuartoneo de los árboles maderables.

Según datos de la Superintendencia Forestal de Bolivia, se han identificado seis grandes regiones productoras forestales en Bolivia (Bajo Paraguá, Chiquitanía, Choré, Guarayos, Preandino-amazónico y Amazonía), las principales reservas de especies maderables y no maderables se encuentran en Amazonía, Choré y Preandino-amazónico; estas dos últimas áreas forman parte del CAM (Tabla 49).

Tabla 49. Principales regiones productoras forestales en Bolivia

Región productora	Área		Volumen (m ³ /ha)(1)						
	Millón (has)	%	1	2	3	4	5	6	TOTAL
Bajo Paraguá	3,8	13	1,2	16,84	9,67	6,3	11,17	5,71	50,89
Chiquitania	6,3	22	3,55	23,63	7,92	0,64	7,2	0,45	43,39
Choré	1,6	6	0,68	43,55	18,81	12,79	8,35	4,34	88,52
Guarayos	4,2	15	0,45	24,99	10,42	3,03	6,04	2,23	47,16
Preandino-amazónico	4,1	14	2,18	30,62	14,76	7,77	15,77	5,99	77,09
Amazonía	8,8	30	2,13	21,92	16,7	14,45	33,72	26,62	115,54
TOTAL	28,8	100	-	-	-	-	-	-	-

(1) DAP (Diámetro a la altura del pecho)³ 20 cm.

OBS: 1 - Especies Muy Valiosas 2 - Especies Valiosas 3 - Especies Poco Valiosas

4 - Especies Potenciales 5 - Especies Sin Valor Conocido 6 - Especies No Maderables

Fuente: Superintendencia Forestal, adaptado por STCP / www.cadefor.org/es/sectfor/recfor.php.

La región del Choré está constituida por una Reserva Forestal, se caracteriza por los altos volúmenes de madera y especies de buen crecimiento, tiene una fuerte presión de colonización, pese a que se trata de tierras sujetas a inundación y con suelos de fácil degradación (PLUS 1995). Mientras que la región del Preandino-Amazónico también representa una parte importante del potencial maderable en el ámbito nacional. Geográficamente estas regiones están muy cerca de los principales centros de consumo, sin embargo la accesibilidad es difícil debido a la limitada infraestructura caminera. Las especies maderables más valiosas de ambas zonas se muestran en la siguiente tabla, destacándose la abundancia del ochoó, verdolago, bibosi y jorori.

Tabla 50. Principales especies en áreas de importancia forestal del Corredor Amboró-Madidi

Nombre común	Nombre científico	El Choré (arb/ha)	Preandino-Amazónico (arb/ha)
almendrillo	<i>Dipteryx odorata</i>	0,68	1,05
bibosi	<i>Ficus</i> spp.	4,10	2,80
cedro	<i>Cedrela</i> spp.	0,53	0,74
coquino	<i>Pouteria</i> spp.	1,12	0,66
curupaú	<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,50	
guayabochi	<i>Calycophyllum spruceanum</i> / <i>Capirona decorticans</i>	1,80	1,06
isirí	<i>Clarisia racemosa</i>	2,37	
jorori	<i>Swartzia jorori</i>	3,40	0,93
mara	<i>Swietenia macrophylla</i>	0,46	0,35
mara macho	<i>Tapirira guianensis</i>	0,35	
momoqui	<i>Caesalpinia pluviosa</i>		0,33
ochoó	<i>Hura crepitans</i>	12,58	3,12
palo maría	<i>Calophyllum brasiliense</i>	1,78	2,84
paquió	<i>Hymenaea</i> spp.		0,26
plumero	<i>Vochysia lanceolata</i>	0,33	
roble	<i>Amburana cearensis</i>		0,42

sangre de toro	<i>Virola peruviana/Tryanthera juruensis</i>	1,16	2,56
serebó	<i>Schizolobium amazonicum</i>	0,27	
sirari	<i>Ormosia nobilis</i>	0,31	0,45
tajibo	<i>Tabebuia</i> spp.	0,50	0,35
trompillo	<i>Guarea macrophylla</i>	0,67	1,79
verdolago	<i>Terminalia</i> spp.	6,10	3,52
yesquero	<i>Cariniana</i> spp.	1,15	0,35

Fuente: Cámara Forestal de Bolivia.

c) Actividad minera

En la Cordillera Oriental de Bolivia se desarrollan actividades mineras desde la época precolonial. La actividad minera en el CAM se caracteriza principalmente por la extracción de oro y áridos, las operaciones mineras son de pequeña minería y minería artesanal que se identifican no sólo por el tamaño o volumen de la operación, sino por las formas de producción minera que hacen a la informalidad, desarrollo artesanal no productivo, ilegalidad, impacto ambiental, conflictividad sociocultural, y deficiencias técnicas y jurídicas para su funcionamiento, entre otros aspectos (CI-CEPF 2003).

El wólfram es uno de los minerales que se explota en el CAM, especialmente en el sector de los Yungas de La Paz, siendo uno de los más explotados en algunos sectores de las provincias Larecaja, Sud Yungas e Inquisivi. El oro, tiene una explotación intensiva, especialmente en las localidades de Tipuani, Mapiri, Guanay, Teoponte, Challana y Consata (López & Grimaldez 1994 citado por Pacheco 1998, Aguilar *et al.* 1995). Las operaciones mineras cerca de Apolobamba, y en los afluentes y la cuenca alta del Río Beni, han producido daños ambientales locales y contaminación de las cuencas, y han contribuido a los niveles elevados de mercurio detectados en los pescadores del área de Rurrenabaque. La carretera Cotapata-Santa Bárbara ha fomentado también la intensificación de la actividad de minería de oro, que traen consigo altos impactos debidos a las técnicas mineras hidráulicas de baja tecnología (CEPF 2001).

Probablemente la explotación aurífera es una de las actividades con mayores impactos ambientales en el CAM, se pueden observar principalmente la explotación aluvial y la explotación de aluviones terciarios. En el primer caso se da el movimiento de grandes cantidades de material en depósito, las externalidades ambientales resultantes incluyen la destrucción de playas fértiles aptas para el cultivo (por ejemplo, Tipuani y Yungas, en el departamento de La Paz), alteraciones de paisaje, lodificación de ríos, destrucción de la vegetación, pérdidas de suelos y de la capa vegetal. Durante los procesos de extracción del oro proveniente de los yacimientos aluviales se observa remoción del lecho de los ríos por uso de dragas y diseminación de mercurio en el agua y el aire. La utilización del mercurio en el proceso de extracción del oro produce importantes impactos negativos sobre la salud humana, se utiliza entre 0.25 a 6 Kg/mes de mercurio en cada mina (CI-CEPF 2003). En el segundo caso, la explotación de aluviones terciarios, se realiza en operaciones a tajo abierto, produciendo externalidades ambientales importantes a través de impactos visuales, de alteración de suelos y de la capa vegetal (Escobari 2003)

Por otro lado, la explotación de áridos se realiza de forma más intensiva desde mediados de los años noventa. La extracción de grava para la construcción de carreteras ha aumentado, especialmente en la región de Amboró. En este tipo de actividad el material bruto es extraído de los lechos, playas, islas, bancos y terrazas de ríos (yacimientos aluviales); este trabajo es realizado por sindicatos, cooperativas, comunarios y personas individuales (CI-CEPF 2003; Escobari 2003).

d) Actividad hidrocarburífera

La actividad hidrocarburífera en el CAM se caracteriza por la producción de petróleo, los principales campos son Surubí, Paloma, Carrasco, Katari, HSR, Víbora, Cascabel, Sirari, Yapacaní, Caranda, y Colpa, ubicados en los Departamentos de Cochabamba y Santa Cruz, con una producción de 19.757 barriles por día (bpd) (UDAPE 2005), que representan aproximadamente el 44% de la producción nacional de bpd. Sin embargo, cerca del 85% de las reservas hidrocarburíferas se encuentran al sur del país.

Aunque las áreas de mayor tradición del sector de hidrocarburos se ubican en la región sur del subandino, especialmente en el Departamento de Tarija, hay un creciente interés de desarrollar más la actividad hidrocarburífera en el subandino norte (coincidente con el CAM). Esta situación debe atenderse de manera proactiva, debido a la alta coincidencia de áreas protegidas con concesiones petroleras. Si bien las empresas, después de la capitalización en el año 1997, mejoraron significativamente la gestión ambiental y social de las actividades del sector, preocupa de especial manera los impactos secundarios que una intensificación y ubicación de nuevos campos de producción puedan significar para el CAM. Estos impactos secundarios están relacionados con los efectos catalizadores de la deforestación y pérdida de la biodiversidad debido a que los caminos o brechas, necesarios para prospección, producción y transporte de gas y petróleo, puedan ser utilizados por terceros para facilitar colonización en áreas no planificadas, aprovechamiento ilegal de madera, incremento de las áreas de cacería y recolección de productos no maderables, y en el mediano y largo plazo conversión de ecosistemas naturales en agroecosistemas (Ibisch 2003). También de acuerdo con Ibisch se pueden producir impactos terciarios, en los cuales las empresas petroleras tienen aún menor responsabilidad, sin embargo, estos impactos, que se originan por la forma de inversión de fondos de compensación, proyectos de desarrollo productivo en comunidades aledañas a las áreas de actividad hidrocarburífera, se pueden realizar sin considerar los impactos ambientales, catalizando así procesos de deforestación y pérdida de biodiversidad.

En la región de Madidi hay una sola concesión petrolera en el Bloque de Tuichi, que se encuentra en las primeras fases de exploración, al igual que concesiones en el área de Pílon Lajas. Por el momento, la amenaza de explotación parece ser menor. En los últimos años, las compañías petroleras han intensificado sus actividades en Cochabamba y Beni cerca del Parque Nacional Isiboro-Sécure, y se ha informado de hallazgos significativos en Carrasco y Amboró, los alrededores de estas tres últimas áreas han sido las zonas de mayor tradición de explotación (CEPF 2001).

e) Actividad turística o de ecoturismo

El turismo es una actividad económica, que si bien aún es menor comparada con el resto de las actividades económicas del CAM, está en un proceso creciente debido a las potencialidades, características naturales y alta diversidad biológica que presenta el corredor. Varias de las actividades de turismo de naturaleza, se realizan aprovechando la presencia de áreas protegidas, especialmente Madidi, Pílon Lajas, Carrasco y Amboró. Probablemente Rurrenabaque, Samaipata y Villa Tunari-Trópico de Cochabamba, sean los destinos turísticos más conocidos y demandados en el CAM.

Rurrenabaque, es un centro poblado pequeño (cerca de 11 mil habitantes), ubicado al sudeste del departamento del Beni, el turismo se convirtió en un eje de su desarrollo; los pobladores realizaron inversiones en la construcción de infraestructura hotelera, restaurantes y embarcaciones, entre otros. Este destino se ha convertido en el puente para conocer el Parque Nacional Madidi, Chalalán y la Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pílon Lajas, la mayor parte de los turistas provienen de Gran Bretaña, Israel, Alemania, Suiza, Bélgica y Francia. Percibe un ingreso anual de 5 millones de dólares, y la visita de cerca de 37.000 turistas extranjeros al año. Rurrenabaque es uno de los destinos turísticos más visitados en el ámbito nacional, después de Copacabana y Uyuni (León 2004)

El Trópico de Cochabamba, tiene como su principal punto de destino turístico al municipio de Villa Tunari. Cuenta con una infraestructura desarrollada de aproximadamente 47 establecimientos, entre hoteles, hostales y alojamientos. Entre los atractivos turísticos están, el Parque Carrasco, Cavernas del Repechón, el Parque Machía, la Jungla, deportes de aventura y los puertos de San Francisco y Villarroel, donde la variedad de peces es el atractivo culinario más importante. Los circuitos turísticos principales que se ofertan en el ámbito nacional como internacional involucran a los municipios de Villa Tunari, Chimoré, Puerto Villarroel, la Quinta Sección de la Provincia Carrasco y el Municipio de Tiraque (Cartagena 2003). Un problema para el desarrollo turístico de esta zona, es la inestabilidad social existente, ya que a menudo se producen bloqueos de carreteras como medida de protesta social.

Samaipata también es un pueblo pequeño, ubicado en la zona de valles secos que articula y promueve el turismo hacia otros sitios de la región. Una parte del Parque Nacional Amboró se encuentra en la zona. Tiene valiosos atractivos lugares turísticos, como El Fuerte, sitio arqueológico declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO. También se pueden hallar restos de cerámica denominada “tiestos” y rocas antiguas talladas. Los visitantes de Samaipata provienen tanto del interior del país, de la ciudad de Santa Cruz, como del ámbito internacional. Se promociona mucho el turismo de naturaleza con excursiones al Parque Nacional Amboró, no sólo en el área correspondiente al municipio, sino hacia otros atractivos del sector Sur del Amboró, como la Yunga en el municipio Mairana y Laguna Verde en el Municipio de Comarapa.

En general los atractivos naturales del CAM y sus valores culturales y arqueológicos, han promovido el desarrollo de varias iniciativas de ecoturismo en diferentes sitios del Corredor, sin embargo, el sector tiene que potenciar su infraestructura y servicios para ofrecer un turismo de calidad y no apuntar al turismo masivo dada las condiciones de fragilidad de la biodiversidad en el área. Muchas iniciativas de ecoturismo comunitarios han ido surgiendo, algunas de ellas como p. ej. Chahalán han alcanzado resultados de éxito interesantes en términos de autosostenibilidad organizacional y económica, es importante rescatar estas lecciones de éxito y también brindar acompañamiento técnico para monitorear el estado de conservación de la biodiversidad en relación a la actividad turística en estos sitios.

4.2.4. Derechos otorgados sobre la tierra y los recursos naturales

N. Araujo & G. Zolezzi

En el Corredor Amboró-Madidi, las concesiones forestales, petroleras y mineras son la principal modalidad de derechos otorgados, legalmente establecidos, para el uso de recursos naturales. El uso y aprovechamiento de los recursos naturales en áreas concedidas por el Estado de Bolivia, debe realizarse bajo normas y reglamentos, asegurando así el desarrollo sostenible. El uso sostenible de los recursos naturales puede contribuir a la gestión de conservación, particularmente en el caso de las concesiones forestales, las áreas concesionadas pueden ser una oportunidad para contribuir a la funcionalidad ecológica del CAM, al mantener la cobertura de bosque y en algunos casos apoyar a la conectividad de áreas de conservación de la biodiversidad. Las concesiones mineras por el contrario, tienden a generar impactos ambientales más negativos, y por este motivo necesitan una gestión ambiental estricta, especialmente en áreas de alta sensibilidad para la biodiversidad e importancia para la producción de agua, como es el caso del CAM.

La propiedad privada, ya sea a nivel individual o comunal, es otra de las modalidades de derechos otorgados sobre la tierra. Los campesinos e indígenas tienen derecho a obtener tierras del Estado por dotación gratuita y derechos preferentes para la adjudicación. La ley INRA establece que el solar campesino, la pequeña propiedad, las tierras comunitarias de origen (TCO) y las propiedades comunales son inalienables, indivisibles, no sujetas a reversión, colectivas e imprescriptibles. El Reglamento de la Ley INRA establece que la TCO es un territorio que vincula

la dimensión jurídica de propiedad privada colectiva y la dimensión política de dominio territorial indígena. La Ley reconoce a los indígenas, la exclusividad del acceso a recursos no renovables dentro de la TCO.

Las áreas protegidas fiscales, también pueden considerarse como otra modalidad de derecho otorgado para la gestión de conservación sobre los recursos naturales y la biodiversidad en general. Las mismas pueden ser declaradas por Decreto Supremo y Resolución Prefectural u Ordenanza Municipal, y la responsabilidad principal de gestión recae sobre el Estado. Por otro lado, también se da la figura de Reservas Privadas de Patrimonio Natural (RPPN) amparada en el marco regulatorio de la Ley Forestal, en la cual un propietario privado puede declarar como área de conservación de la biodiversidad a una parte de su predio, considerando 5.000 ha como límite máximo permitido para el tamaño de la RPPN.

Aunque la información sobre diferentes modalidades de derecho propietario sobre la tierra es poco accesible en general, en los títulos siguientes se presenta una descripción para las áreas concesionadas o con derecho propietario, con mayor acceso público a información:

4.2.4.1. Derecho propietario de la tierra - Tierras Comunitarias de Origen

Las Tierras Comunitarias de Origen (TCO) ocupan una cerca de 4.231.063 ha de la superficie del CAM, representan valores étnicos -culturales y se constituyen en oportunidades para la conservación de la biodiversidad y gestión de los recursos naturales, debido a sus características socio-culturales y la tradición de uso sostenible de los recursos naturales. Según Martínez (2000), el título de propiedad otorgado a los indígenas solamente reconoce el derecho de pertenencia de su espacio ancestral y resulta limitado al uso tradicional, como caza, pesca, recolección y cultivo itinerante.

En el CAM se ubican once TCO (ver tabla 51), correspondientes principalmente a los pueblos originarios Tacana, Chiman, Mosestenes, Yuracaré, Yuki, y Lecos. Mientras que los pueblos moxeños, trinitarios, ignacianos y movimas, se encuentran ubicados en el área de influencia del CAM, hacia la ecorregión de los Llanos de Moxos.

Tabla 51. Tierras Comunitarias de Origen en el Corredor Amboró-Madidi

Tierras Comunitarias de Origen	Pueblo indígena	Nº de Comunidades	Departamentos	(%) de la TCO en el CAM
Pilón Lajas (396.264 ha)	Tacana, Chiman, Mosestén	12	Beni (Ballivián) y La Paz (Franz Tamayo y Sud Yungas)	100
TICH - Chimán (401.322 ha)	Chiman	55	Beni (Ballivián y Yacuma)	90
TIM - Multiétnico (343.262 ha)	Moxeño, Trinitario, Ignaciano, Movima, Yuracaré, Chiman	18	Beni (Yacuma, Ballivián y Moxos)	84
Territorio Indígena Parque Nacional Isiboro Sécuire (TIPNIS) (1.236.296 ha)	Yuracaré, Moxeño, Trinitario, Ignaciano, Chiman	47	Beni (Ballivián, Moxos, Marbán) y Cochabamba (Ayopaya, Chapare)	74
Yuracaré (241.170 ha)	Yuracaré	13	Cochabamba (Chapare)	26
Yuki (127.204 ha)	Yuki	18	Cochabamba (Carrasco)	93
Mosestén (96.807 ha)	Mosestén	6	La Paz (Sud Yungas, Larecaja) y Cochabamba (Ayopaya)	100

Lecos Franz Tamayo (Apolo) (471.442 ha)	Leco de Apolo	s/d	La Paz	100
Lecos Larecaja (162.414 ha)	Lecos (Lapa Lapa)	s/d	La Paz (Franz Tamayo, Larecaja)	100
San José de Uchupiamonas (210.055 ha)	Tacana y Quechuas	1	La Paz (Franz Tamayo, Abel Iturralde)	100
Tacana (549.464 ha demandadas) (325.327 ha tituladas)	Tacana	10	La Paz (Prov. Iturralde)	81

Fuente: Martínez (2000); Terceros (2004) basado en datos y estadísticas del INRA 2005.

Las TCO tituladas por Decreto Supremo en el año 1997 después de la aprobación de la Ley INRA fueron Pílon Lajas, Chimán (TICH), Multiétnico (TIM), TIPNIS y Yuki, su titulación se realizó sin el proceso de saneamiento, es decir, su superficie dotada podrá variar una vez que se realice este proceso. Por otro lado, el estado de titulación de otras TCO demandadas que iniciaron proceso de saneamiento indican que las TCO Yuracaré y Mosestén se titularon, en su totalidad, con proceso de saneamiento concluido hasta el año 2000 y 2001, respectivamente. La TCO Tacana, en el año 2003, tuvo una titulación parcial de su territorio demandado. Las TCO Lecos Larecaja y Lecos Franz Tamayo, aún se mantienen en demanda. San José de Uchupiamonas es una de las TCO de más reciente titulación, dotación del INRA en el año 2005.

De acuerdo a la ley INRA el saneamiento legal de una TCO tiene el objetivo de identificar derechos de terceros legalmente establecidos en su interior, delimitando y demarcando la superficie de su propiedad. Desde el punto de vista de la conservación, la titulación de las TCO es una necesidad social, de interés común, porque solamente TCO tituladas y saneadas brindan una seguridad jurídica a las comunidades que habitan en ellas, y también brindan mayores oportunidades para implementar procesos de manejo de recursos naturales y conservación de la biodiversidad, estableciendo también responsabilidades de parte de indígenas y otros actores presentes.

4.2.4.2. Derechos otorgados sobre el uso de los recursos naturales

La distribución de las concesiones dentro del CAM (Fig. 25), muestra una concentración de concesiones mineras hacia la ecorregión de Yungas en el departamento de La Paz y, en un sector de los Bosques Preandinos, en el departamento de Santa Cruz. Las actividades petroleras se concentran en la Faja Subandina a lo largo del CAM. La mayor parte de las concesiones forestales se ubican en el Preandino, principalmente en los departamentos de La Paz y Beni.

- Las concesiones mineras: Las principales actividades mineras son de extracción de oro y áridos. Según datos de CI-CEPF (2003), en el CAM y su área de influencia se identificaron 1.682 concesiones mineras de las 8.710 existentes en Bolivia, llegando a cubrir una superficie total de 3.924 ha. La concesión minera tiene como unidad de medida la cuadrícula, equivalente a 25 ha, un concesionario puede tener una o más cuadrículas.

El mayor número de concesiones mineras se encuentra en el sector de los Yungas de La Paz. La mayoría de las concesiones son yacimientos auríferos aluviales y la actividad minera es artesanal. Probablemente, la localidad de Tipuani, en La Paz, sea uno de los centros mineros más importantes en el CAM.

- Las concesiones petroleras: En el CAM, cerca de 2.042.364 ha están cubiertas por concesiones petroleras, presentando una fuerte concentración de éstas en el Pie de Monte y el Subandino de Santa Cruz y Cochabamba (ver tabla 52). El extremo sur del corredor forma parte de la zona tradicional de explotación petrolera.

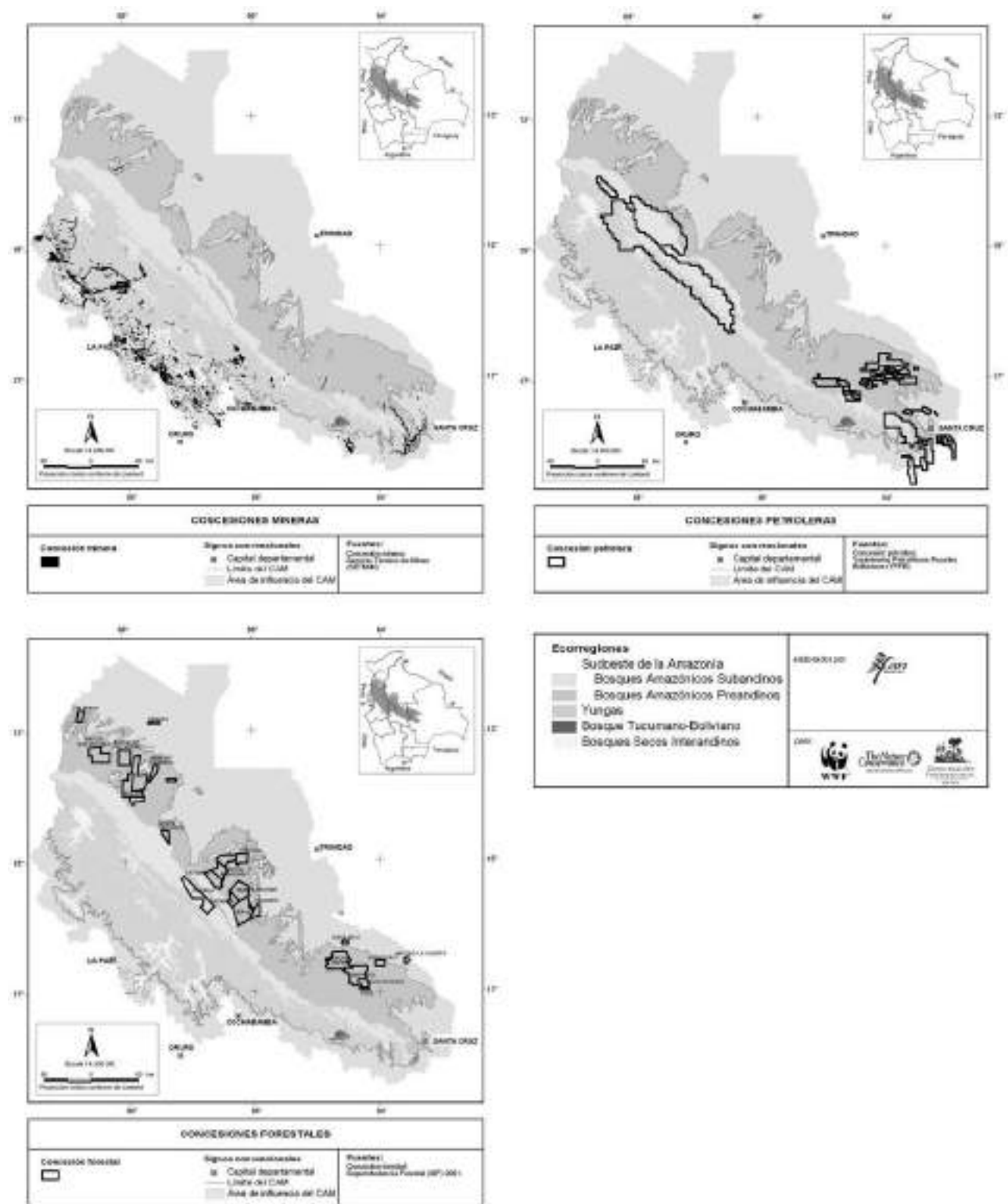


Fig. 25: Concesiones otorgadas sobre el uso de los recursos naturales

Tabla 52. Concesiones Petroleras en el Corredor Amboró-Madidi

Concesión Petrolera	Departamento	Superficie de concesión (ha)	Superficie en el CAM (%)
Andina	Santa Cruz	311027	100
Chaco	Santa Cruz y Cochabamba	198040	76
Don Wong	Santa Cruz	7044	2
Maxus	Santa Cruz y Cochabamba	67609	100
Pecom Energia S.A.	Santa Cruz	22652	44
Petrobras	La Paz, Cochabamba y Beni	992939	100
Repsol	La Paz y Beni	509302	100
Vintage	Santa Cruz	6212	14

Fuente: Elaboración propia basada en datos proporcionados por SERNAP 2005.

- Las concesiones forestales: Bolivia tiene 46 millones de hectáreas de superficie de bosque de las cuales 24 millones son bosques públicos y 5.4 millones de hectáreas, están bajo el régimen de concesiones. En el CAM, las concesiones forestales cubren una superficie aproximada de 1.041.861 ha, el 46% de esta superficie bajo concesión se encuentra en el Departamento del Beni, el 31% en La Paz y el 23% restante en Santa Cruz.

El sistema de tenencia vigente se constituye en un mecanismo de adjudicación de derechos de propiedad sobre los bosques y tierras forestales de dominio del Estado a personas individuales o colectivas para el aprovechamiento de los recursos forestales. UDAPE 2005. SECTOR FORESTAL (1990 - 2004).

Tabla 53. Concesiones forestales en el Corredor Amboró-Madidi

Concesiones forestales	Departamentos	Superficie total (ha)	Superficie en el CAM (%)	Superficie por categoría de manejo (ha)		
				Productiva	Protección	Otros usos
Bolivian Mahogany	Beni	38.228,76	100	33.432,67	4.655,87	140,22
Bosque del Norte	Beni	37.204,00	100	30.466,97	6.372,43	365,00
Cimagro*	Beni	29.019,34	81	110.208,00	15.598,80	
Hervel*	Beni	96.783,48	100			
Fátima Ltda.	Beni	80.651,90	100	74.264,30	5.921,20	466,40
Monte Grande	Beni	66.278,00	95	58.574,00	7.704,00	
Monte Redondo	Beni	16.093,43	100	10.148,76	5.838,92	105,75
Sagusa	Beni	8.019,00	100	3.720,00	4.239,00	60,00
Yureidini	Beni	27.578,51	100	19.704,18	7.764,70	109,63
PROINSA (Yucumo)	Beni	92.564,00	100	75.823,00	16.741,00	
PROINSA (Madre Selva y P-Cinco)	La Paz	96.550,00	100	60.819,00	16.358,57	19.371,93
Bolital	La Paz	91.737,00	87	69.570,00	19.729,32	2.437,68
Bosques del Norte	La Paz	49.835,00	84	28.700,00	20.980,23	154,77

INAFOR San Antonio	La Paz	67870	100	64213,14	3656,86	0
Mamoré	La Paz	19196,26	100	12875,84	6206,52	113,9
San Ignacio	La Paz	19669,0	65	12416,4	7169,8	82,8
Don Enrique	Santa Cruz	23816,46	100	22514,64	1301,82	0
Jalil	Santa Cruz	6065,0	100	5468,0	597,0	0
Marabol	Santa Cruz	83443,0	100	73243,0	10200,0	0
San Pedro	Santa Cruz	13344,12	100	12893,0	451,0	0
UAGRM - BEEM	Santa Cruz	113526,2	100	57800,0	55726,2	0

* Las concesiones Cimagro y Hervel presentan un Plan de Manejo Forestal en común

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Superintendencia Forestal y el Atlas de Derechos Forestales (s.a.).

4.2.4.3. Derecho de gestión de Áreas Protegidas de interés nacional, departamental y municipal

Bolivia cuenta con 22 áreas protegidas de carácter nacional, nueve de estas áreas se ubican de forma total o parcial dentro de los límites del CAM (ver mapa 17). Aproximadamente el 33% de la superficie del corredor está cubierta por áreas protegidas con distintas categorías de manejo, desde la protección más estricta hasta las categorías más flexibles de conservación (tabla 54). Esta cobertura significativa de áreas protegidas se justifica muy bien, si se consideran la gran diversidad de ecosistemas, alta sensibilidad ambiental y alta diversidad biológica, que caracteriza al CAM.

Tabla 54. Áreas Protegidas Nacionales en el Corredor Amboró-Madidi

Área protegida	Base Legal	Departamento/Municipio	Superficie total (ha)	(%) en el CAM
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi	D.S. 24123 del 21-09-1995	La Paz/Apolo, San Buenaventura, Ixiamas, Pelechuco y Guanay	1.895.750	95
Área Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba	D.S. 10070 del 07-01-1972	La Paz/Pelechuco, Curva, Charazani y Guanay	483.743	52
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata	D.S. 23547 del 09-07-1993	La Paz/Coroico y La Paz	40.000	71
Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pílon Lajas	D.S. 23110 del 09-04-1992	Beni/San Borja y Rurrenabaque. La Paz/ Palos Blancos y Apolo	400.000	100
Reserva de la Biosfera Estación Biológica del Beni	D.S. 19191 del 05-10-1982	Beni/San Borja y Santa Ana de Yacuma	135.000	88
Parque Nacional y Territorio Indígena Isiboro Séure	D.L. 7401 del 22-11-1965	Beni/San Ignacio de Moxos y Loreto. Cochabamba /Villa Tunari y Morochata	1.236.296	74
Parque Nacional Tunari	D.S. 06045 del 30-03-1962	Cochabamba/Morochata, Cochabamba, Quillacollo, Sipe Sipe, Tiquipaya, Vinto, Colcapirhua, Sacaba, Colomi, Villa Tunari y Tapacarí	300.000	17
Parque Nacional Carrasco	D.S. 22940 del 11-10-1991	Cochabamba/Pojo, Puerto Villarroel, Chimoré, Tiraque, Totorá, Pocona, Villa Tunari y Colomi	622.600	93

Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró	D.S. 11254 del 16-08-1984	Santa Cruz/Yapacaní, San Carlos, Buena Vista, Porongo, El Torno, Samaipata, Mairana, Pampagrande y Comarapa	637.600	90
---	---------------------------	---	---------	----

Fuente: Elaborado en base de Ribera (2003), SERNAP (2001). Cálculo de % de superficie en el CAM en base a elaboración propia según datos SIG-FAN.

A nivel de áreas protegidas departamentales (ver mapa 18), se encuentra el área protegida de Altamachi, la misma que se creó por Resolución Prefectural (132/2002) y posteriormente movimientos sociales solicitaron su derogación. A pesar de la solicitud de derogación, existe interés por los diferentes actores (prefectura, organizaciones locales y actores sociales locales) en conservar el área de Altamachi, sin embargo, no se ha dado un consenso en el mecanismo, ni la figura legal para lograrlo. El área de Altamachi se ubica en los municipios de Morochata y Tiquipaya del Departamento de Cochabamba, con una superficie de 456.903 ha propuestas como Parque Departamental y 68.940 ha como Área Natural de Manejo Integrado (ANMI); algunos de sus límites son el río Cotacajes y las nacientes de los ríos Santa Elena, Pampa Grande, Incacasani y Altamachi (CIDEDER & CETEFOR 2001)

La reserva Eva Eva-Mosetenes es otra de las áreas protegidas de carácter departamental. Se declaró como área de uso forestal con estrictas medidas de conservación de cuencas mediante Resolución Regional CDF-RN 02/87, posteriormente se ratifica mediante Decreto Supremo 22611 del 09/90 como un Área de Protección de Cuencas Hidrográficas, con una superficie de 225.000 ha. Se ubica en el Departamento del Beni, en la provincias Ballivián y Moxos dentro de los límites de Eva Eva y parte de la Serranía de Mosetenes (Marconi & Miranda 2000).

El Monumento Natural de Espejillos, es una pequeña reserva natural de carácter departamental, se ubica en el municipio de Porongo del Departamento de Santa Cruz, tiene una superficie de 1.197 ha según Resolución Prefectural 138/2000.

Tabla 55. Áreas Protegidas Departamentales en el Corredor Amboró-Madidi

Área protegida	Base Legal	Departamento/ Municipio	Superficie total (ha)
Parque Departamental y Área Natural de Manejo Integrado Altamachi (ANMI)	R.P. 132 del 2002 (posteriormente revocada)	Cochabamba/Morochata y Tiquipaya	525.843
Área de Protección de Cuencas Hidrográficas Eva Eva-Mosetenes	D.S. 22611 del 09/90	Beni/San Borja, Santa Ana y San Ignacio	225.000
Monumento Natural de Espejillos	R.P. 138 del 2000	Santa Cruz/Porongo	1.197
Reserva Natural de Inmovilización de Choquetanga	s/d	La Paz/Cajuata y Quime	40.000

En el ámbito municipal (ver mapa 18) se han identificado cinco áreas protegidas municipales correspondientes al Departamento de Santa Cruz, dos de ellas, el Fuerte de Samaipata y El Chape, se ubican en el área de influencia sur del CAM. Para el Departamento de La Paz se ha identificado al área protegida municipal Tequeje. Otra reserva fiscal como Bella Vista, fue creada en 1964 mediante el Decreto Supremo No. 6689, sin embargo, datos de Museo HNNKM (2000) indican que el área nunca tuvo gestión y que pese a su antigüedad de declaratoria, nunca fue derogada.

Tabla 56. Áreas Protegidas Municipales en el Corredor Amboró-Madidi

Área protegida	Base Legal	Departamento/ Municipio	Superficie total (ha)
Lagunas Santa Bárbara y Brava	O.M 13 de 2002	Santa Cruz/San Carlos	972,03
Área de Protección de Ecosistemas del Curichi “El Cuajo”	O.M. 09 de 2002	Santa Cruz/Buena Vista	373,25
*Bosque de Protección Microcuenca El Chape	O.M. 21 de 2004	Santa Cruz/Mairana	1.723,67
*Parque Eco-Arqueológico “Fuerte de Samaipata”	DS. 2741 de 1997	Santa Cruz/Samaipata	229,12
Jardín de Cactáceas de Bolivia	O.M. 06 de 2005	Santa Cruz/Comarapa	22.144,41
Parque Municipal Tequeje	O.M. 08 de 98	La Paz/Ixiamas	5.400,00

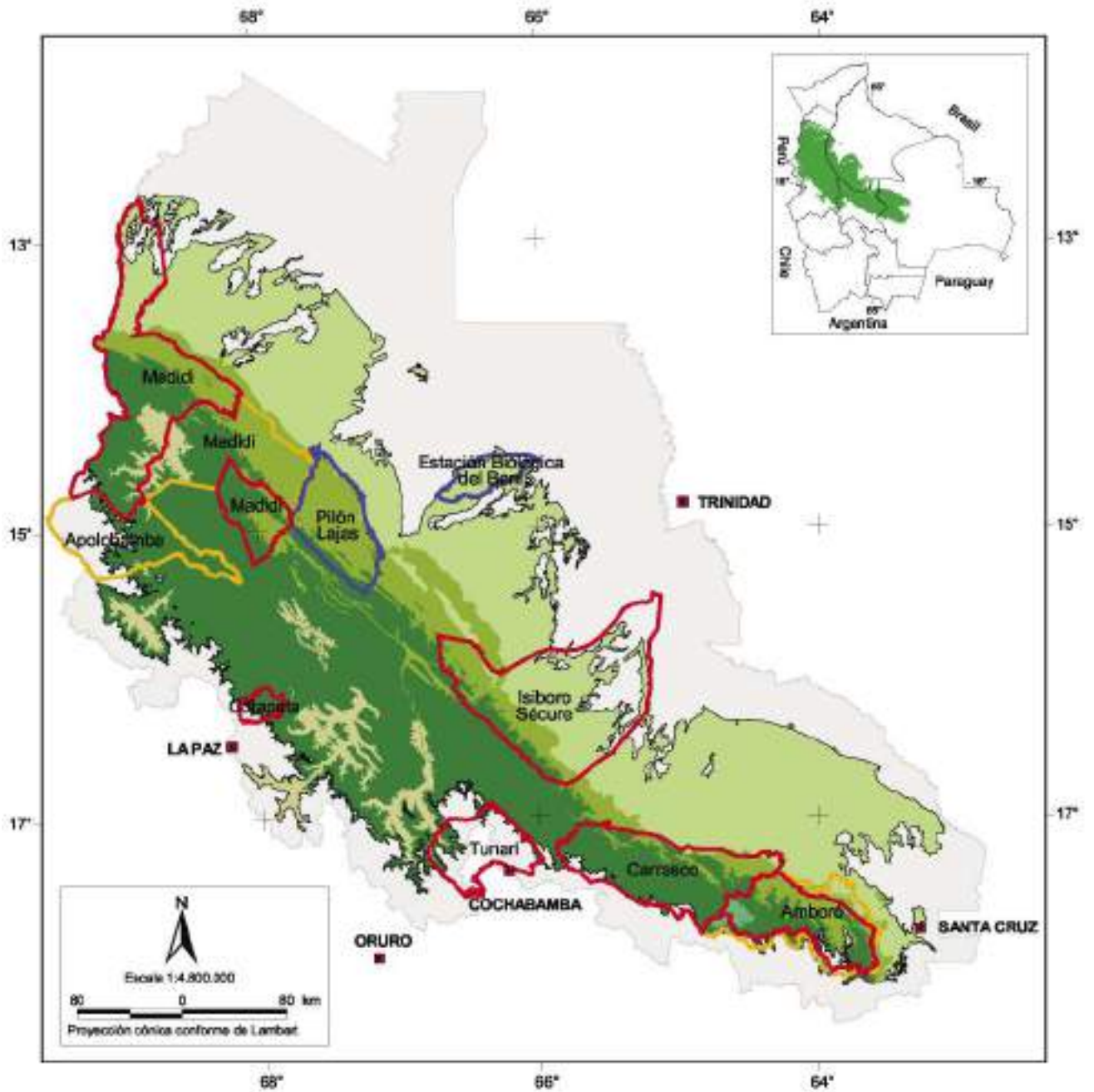
*Ubicadas en el área de influencia del CAM

Las reservas forestales, son otras de las figuras legales consideradas para la gestión de conservación. Un área de importancia en el CAM, es la Reserva Forestal del Choré, se ubica en la Provincia Ichilo del Departamento de Santa Cruz, tiene una superficie de 978.820,06 ha (PLUS 1995). En el Choré se han otorgado alrededor de 25 concesiones forestales con una superficie total de 350.847 ha, en el lugar también se pueden encontrar comunidades que ocupan un territorio de 119.895 ha, haciendo un total de ocupación espacial de 470.742 ha (Pinto 2006). Para el Departamento de La Paz se ha identificado la reserva forestal Quimeras del Atén, así como, tres reservas forestales inmovilizadas (Covendo, Cuenca del Río Boopi e Iturralde), ninguna presenta gestión y la reserva de Covendo se ubica también en el Departamento de Cochabamba. El caso más particular es el de la reserva Iturralde, cuya área inmovilizada cubre gran parte de la provincia del mismo nombre, sin embargo del decreto de creación no especifica el tamaño recomendado para el área, en el caso de oficializar su categoría de gestión (Museo HNNKM 2000).

Tabla 57. Reservas forestales en el Corredor Amboró-Madidi

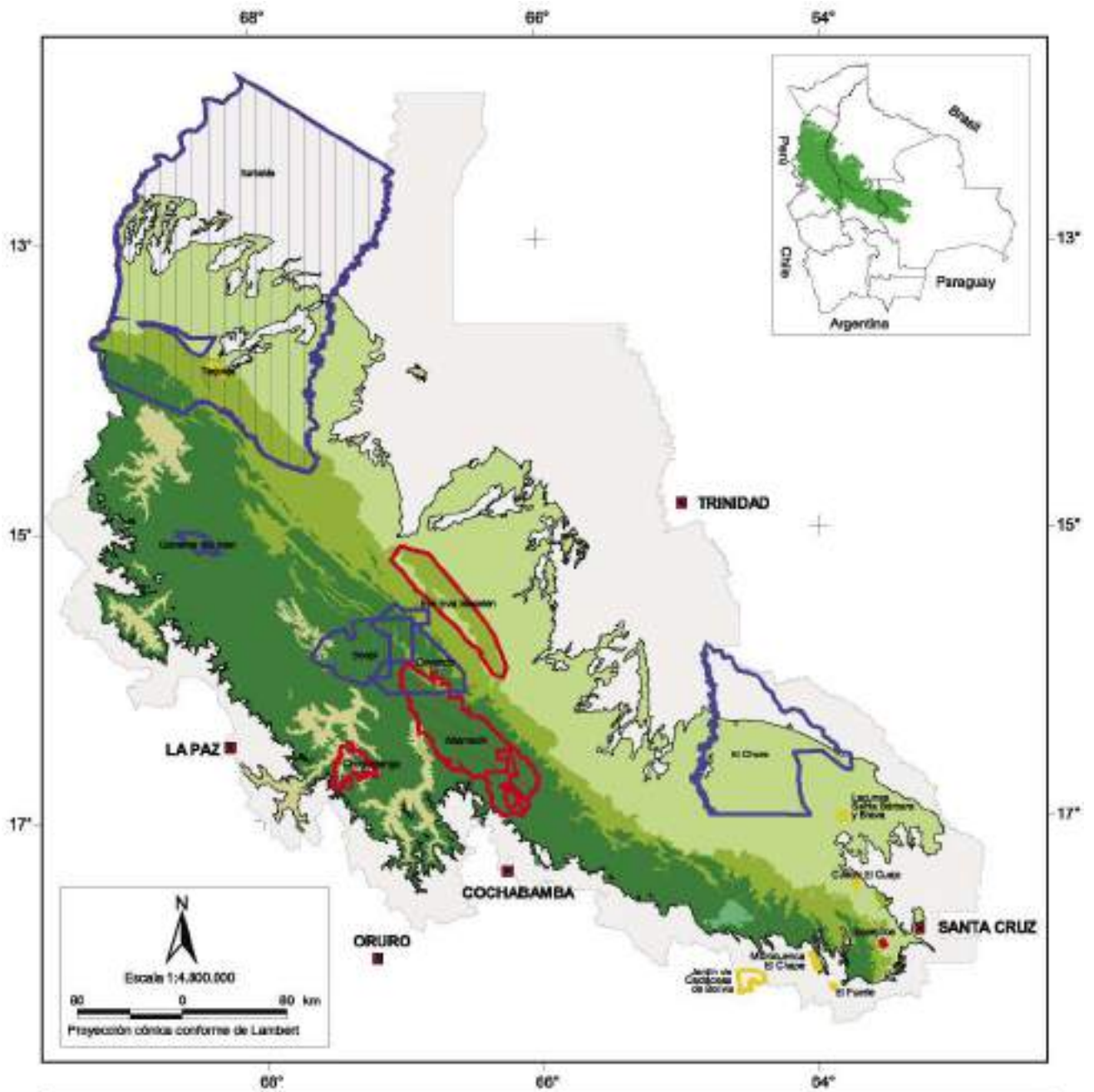
Área protegida	Base Legal	Departamento/ Municipio	Superficie total (ha)
Reserva Forestal del Choré	PLUS 2005	Santa Cruz/Yapacaní y San Carlos	978.820
Reserva Forestal Quimeras del Atén	DS 14696 de 1977	La Paz	27.713
Reserva Forestal de Inmovilización de Covendo	D.S. 20649 de 1984	Cochabamba y La Paz	294.000
Reserva Forestal de Inmovilización de la Cuenca del Río Boopi	D.S. 17005 de 1979	La Paz	128.000
Reserva Forestal de Inmovilización Iturralde	D.S. 23022 de 1991	La Paz	3.900.000

Por otro lado, se ha documentado la presencia de cerca de once Reservas Privadas de Patrimonio Natural sólo para el sector del CAM correspondiente al Departamento de Santa Cruz, sin embargo, dada la necesidad de un mayor proceso de recopilación de información, sólo se encontró el sustento legal para las RPPN de Arubai con una superficie de 594,90 ha según RI-ITE-RPPN 140/2002; Potrerillo del Güendá con una superficie de 1.016,14 ha según RI-ITE-RPPN 005/2003; y Las Hoyadas con una superficie de 1089,64 ha según RI-ITE-RPPN 106/03.



ÁREAS PROTEGIDAS		
<p>Categoría de protegida</p> <ul style="list-style-type: none"> Parque Nacional Área Natural de Manejo Integrado Reserva de la Biósfera <p>Ecorregiones</p> <ul style="list-style-type: none"> Sudoeste de la Amazonia Bosques Amazónicos Subandinos Bosques Amazónicos Preandinos Yungas Bosque Tucumano-Boliviano Bosques Secos Interandinos 	<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> Capital departamental Límite del CAM Área de influencia del CAM 	<p>Fuentes:</p> <p>Ecorregión: Ibach et al. 2003.</p> <p>Área protegida: Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP) 2005.</p> <hr/> <p>elaborador por: </p> <hr/> <p>patrocinador por:   </p>

Mapa 17



ÁREAS PROTEGIDAS DEPARTAMENTALES, MUNICIPALES Y RESERVAS FORESTALES

<p>Área protegida departamental</p> <ul style="list-style-type: none"> Área declarada En conflicto, declarada y posteriormente derogada Reserva inmovilizada <p>Área protegida municipal</p> <ul style="list-style-type: none"> Área declarada <p>Reserva forestal</p> <ul style="list-style-type: none"> Reserva declarada Reserva inmovilizada 	<p>Ecorregiones</p> <ul style="list-style-type: none"> Sudoeste de la Amazonia Bosques Amazónicos Subandinos Bosques Amazónicos Preandinos Yungas Bosque Tucumano-Boliviano Bosques Secos Interandinos <p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capital departamental Límite del CAM Área de influencia del CAM
---	---

Fuentes:
 Ecorregión: Ibisch et al. 2003.
 Área protegida departamental, municipal, reserva forestal: Elaborado en base a PLUS - Santa Cruz (CORDECRUZ/KFW - Consorcio IP/CEB/KWC 1995) y PLUS - Beni (EUROCONSULT y Consultores Galindo Ltda. 1999), Superintendencia forestal, Base de datos FAN, CI.

elaborador por:

para:

Mapa 18

Algunas reservas privadas en el sector norte del CAM fueron identificadas en un estudio de Conservación Internacional, haciendo un total de diecisiete áreas bajo protección privada, todas ellas ubicadas en las tierras más bajas del CAM (Bosques Amazónicos del Subandino y del Preandino; y área de influencia), cubriendo los municipios de Rurrenabaque y San Borja predominantemente. Las RPPN identificadas son:

Tabla 58. Reservas Privadas de Patrimonio Natural en el Corredor Amboró-Madidi

Reserva Privada	Resolución No.
- Laguna Pantanal (2.389,12 ha)	ITEC 7838/2005
- Bajío Grande (973,65 ha)	ITEC 7587/2004
- Cavinás (4.477,34 ha)	ITEC 5316/2005
- Cooperativa Nueva Esperanza (510,59 ha)	ITEC 12049/2004
- Yanaloma (2.426,63 ha)	ITEC 4355/2004
- Santa Rosa (3,93 ha)	ITEC 3372/2003
- El Charal (276,69 ha)	ITEC 7838/2005
- Fátima (Laguna Negra, 286,48 ha)	ITEC 5191/2005
- Isla Azul (519,57 ha)	ITEC 1680/2005
- Tierra Firme (4.744,66 ha)	ITEC 9660/2004
- Engorde Nemar Km 36 (510,22 ha)	ITEC 7867/2005
- Nemar del Yacuma (4.942,73 ha)	ITEC 5589/2005
- San José del Yacuma (2.199,17 ha)	ITEC 1677/2005
- Nueva Bolivia (2.569,56 ha)	ITEC 3517/2004
- Sani (210,65 ha)	ITEC 4528/2003
- Virgen del Carmen (1.056,76 ha)	ITEC 3686/2003
- Capilla antes Americana (1.229,31 ha)	ITEC 2696/2003

4.2.5. Superposiciones y conflictos entre los derechos de tenencia de la tierra y de uso y gestión de los recursos naturales

G. Zolezzi & N. Araujo

En el CAM existen áreas legalmente establecidas con superposición de derechos otorgados, por ejemplo el área de traslape entre concesiones petroleras y áreas protegidas de carácter nacional es de 1.142.361 ha, que corresponde al 24% de la superficie de áreas protegidas dentro del CAM. Considerando que esta superposición de derechos otorgados puede significar un problema para la gestión de conservación de un área determinada, o representar un potencial conflicto entre los diferentes actores involucrados, hacemos especial énfasis en el traslape de áreas protegidas de carácter nacional con otras áreas con derechos otorgados (Mapa 19). También se analiza la superposición de derechos otorgados en TCO, considerando a éstos territorios como espacios naturales que pueden contribuir a la conservación de la biodiversidad.

A. Duplicidad de categoría o superposición entre áreas protegidas y TCO.

Las áreas protegidas Isiboro Sécure y Pílon Lajas presentan también la categoría de Tierra Comunitaria de Origen, mientras que la Estación Biológica del Beni y el Parque Madidi tienen una superposición parcial con las TCO.

El Parque Nacional Isiboro Sécore se creó como parque nacional, en 1965 mediante Decreto Supremo No. 7401, posteriormente, debido a demandas territoriales de grupos indígenas, se designó como Territorio Indígena y Parque Nacional Isiboro Sécore (TIPNIS), mediante Decreto Supremo No. 22610 de 1991. En este sentido, toda el área protegida tiene a la vez la categoría de TCO.

El área de Pílon Lajas fue creada oficialmente el año 1992 (D.S. 23110) y en el año 1997 el territorio indígena recibió el título de TCO (No. 0803.00039), ajustándose a la ley INRA y consolidándose como Reserva de la Biosfera y Tierra Comunitaria de Origen Pílon Lajas (RB-TCO Pílon Lajas). A pesar de la doble categoría, según Ribera & Liberman (2006) el área no muestra ningún conflicto de interés, sino más bien complementariedad y apoyo.

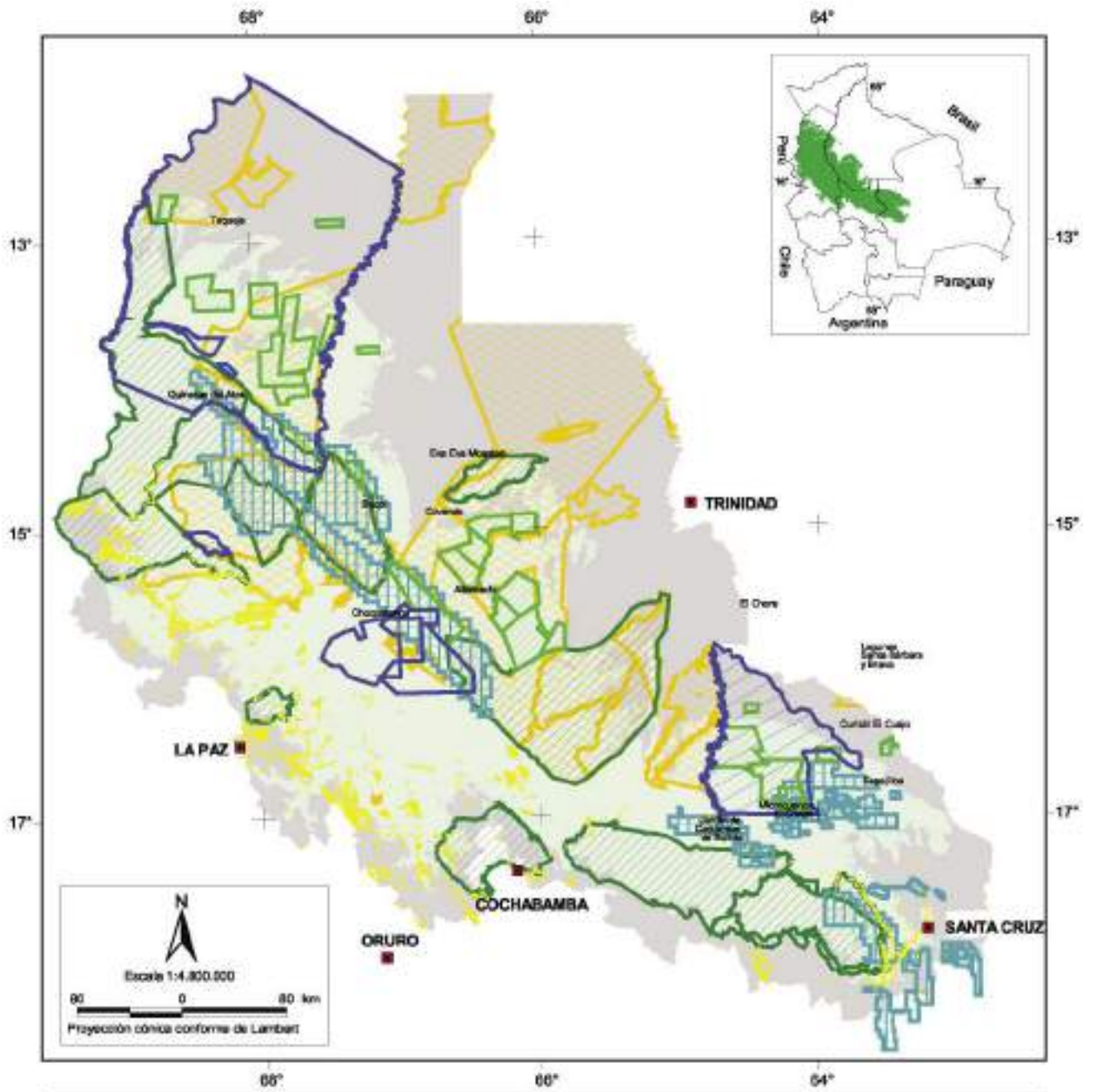
La Estación Biológica del Beni (EBB), se superpone parcialmente con el Territorio Indígena Chimán (TICH) con una superficie total de 35.000 ha, que corresponde al 26% de la EBB. El área se creó en el año 1982 y en 1986 fue declarada por la UNESCO como Reserva de la Biosfera, categoría que es compatible con actividades humanas en su interior. El TICH se creó inicialmente por decreto supremo en el año 1990, posteriormente (1997) cambió su título a TCO, bajo la nueva ley del Instituto Nacional de Reforma Agraria (INRA). El INRA reconoce los derechos propietarios de 12 pequeñas estancias y cinco comunidades Chimanes dentro de los límites definitivos de la RB-EBB (SERNAP 2000).

El Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi, se superpone parcialmente con la TCO demandada Lecos de Apolo. El área en conflicto es de 415.262 ha, ubicada en el sector sur del Madidi. La demanda de la TCO Lecos de Apolo se presentó posteriormente a la Ley del SNRA (Servicio Nacional de Reforma Agraria) y la superficie demandada podrá cambiar luego de que el proceso de saneamiento concluya (Terceros 2004).

Por otro lado, también es importante mencionar la situación del área protegida departamental de Altamachi, la misma que fue creada y posteriormente derogada. Actualmente esta área se superpone con la demanda de TCO (824.142,31 ha) para toda la provincia Ayopaya y parte de la provincia de Quillacollo, presentada por la Central Sindical Única de Trabajadores Campesinos Originarios de Ayopaya (CSUTCOA) al INRA, la misma se realizó el 20 de octubre del 2003. El INRA junto con los demandantes, acordaron subdividir el área demandada en cuatro polígonos para el saneamiento, este proceso de saneamiento tiene problemas presupuestarios para lograr un avance.

B. Superposición entre áreas protegidas y concesiones mineras, petroleras y forestales.

La superficie de superposición de áreas protegidas con concesiones petroleras cubre aproximadamente 1.162.934 ha, mientras que la superposición con las concesiones mineras es de 76.661 ha, y en menor grado las concesiones forestales se superponen en una superficie de 4.670 ha. En general, todas las áreas protegidas del CAM de carácter nacional tienen problemas de superposición con concesiones de uso de recursos naturales, ver tabla 59.



SUPERPOSICIÓN DE DERECHOS OTORGADOS DE USO DE LA TIERRA

<ul style="list-style-type: none"> Concesión minera Concesión forestal Concesión petrolera Tierra comunitaria de origen Área protegida Reserva forestal inmovilizada Reserva forestal declarada 	<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> Capital departamental Área del CAM Área de influencia del CAM 	<p>Fuentes: Área Protegida: SERMAP 2005. Tierra Comunitaria de Origen: CPTI 2000, INRA 2002. Concesión minera: SETMIN Concesión Petrolera: YPFB Concesión forestal: SIF 2001.</p>
<p>elaboración por: </p>		<p>por: </p>

Mapa 19

Tabla 59. Superposición entre áreas protegidas y concesiones mineras, petroleras y forestales

Área Protegida	Superficie (ha)	CM		CF		CP	
		Sup.	%	Sup.	%	Sup.	%
Amboró	637.600	5.204	1			117.045	18
Apolobamba	483.743	54.570	11				
Carrasco	622.600	1.704	0,2			21.327	3
Cotapata	40.000	3.470	8				
Estación Biológica del Beni	135.000					20.572	15
Isiboro Sécure	1.236.296			3.068	0,3	120.656	10
Madidi	1.895.750	11.164	1			542.924	29
Pilón Lajas	400.000	546	0,1	1.602	0,4	340.407	85

La superposición de áreas protegidas con **concesiones mineras**, en términos de superficie parece no significativa, sin embargo el impacto de la actividad minera es un problema crítico dado que los impactos primarios son poco controlados y cuando se tratan de yacimientos aluviales el impacto puede alcanzar largas distancias que sobrepasan el área de una concesión; en este sentido, el impacto de la actividad minera es más difícil de cuantificar.

Según datos de CI-CEPF (2003) se tienen referencias de actividades mineras ilegales dentro del Parque Madidi y en la reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pilón Lajas. Las actividades mineras dentro de Apolobamba y en su zona de influencia afectan a Madidi y Pilón Lajas, debido a que el área es cabecera de cuenca, la principal fuente de contaminación es el mercurio. En el área protegida Cotapata la actividad minera es aurífera y un estudio reciente indica también contaminación de mercurio. En el Área Natural de Manejo Integrado Amboró la extracción de áridos es intensa, mientras que la explotación de oro está muy localizada y no es mecanizada, la mayoría de la extracción de este mineral se efectúa en los ríos Yapacaní y Surutú (MHNNKM 2000)

Tabla 60. Concesiones mineras en áreas protegidas del CAM

Áreas Protegidas	Número de concesiones
PN y ANMI Madidi	21
RB y TI Pilón Lajas	2
ANMI Apolobamba	129
PN y ANMI Cotapata	42
PN Carrasco	10
PN y ANMI Amboró	72

La superposición de **concesiones petroleras** con áreas protegidas se puede observar en el mapa 19. La Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pilón Lajas es el área con mayor parte de su superficie superpuesta con concesiones petroleras, la empresa petrolera REPSOL tiene dos concesiones que se extienden dentro del área protegida con el bloque Tuichi y el bloque Rurrenabaque, ambas concesiones se extienden hasta el Parque Madidi, se han realizado estudios de impacto ambiental y lecturas electromagnéticas, pero aún no se han desarrollado actividades de exploración (MHNNKM 2000). En el caso del Madidi, la empresa Total Oil and Gas Exploration realizó perforaciones dentro del parque en 1995 y 1996, en la región del río Tuichi, luego de esto la empresa abandonó el bloque realizando actividades de restauración.

Las concesiones petroleras del bloque Chapare y el bloque Sécure están afectando al Territorio Indígena y Parque Nacional Isiboro Sécure. La empresa petrolera REPSOL ha realizado actividades de prospección dentro del TIPNIS. En el caso del área protegida Amboró, se planificaron estudios de sísmica, sin embargo debido a una alta presión social en apoyo al área protegida, no se continuaron las actividades petroleras en Amboró. El área protegida, aún inmovilizada Eva Eva-Mosetenes, es la única que presenta actividad de explotación de hidrocarburos.

Las **concesiones forestales** dentro de áreas protegidas de carácter nacional, en el CAM, están afectando sólo al Territorio Indígena y Parque Nacional Isiboro Sécure y Reserva de la Biosfera y al Territorio Indígena Pilón Lajas. Sin embargo, el mayor conflicto con las actividades forestales no radica en la superposición con áreas concesionadas, sino al aprovechamiento ilegal de madera en las diferentes áreas protegidas del CAM.

C. Superposición entre TCO y concesiones forestales, mineras y petroleras.

La superficie de superposición de área protegidas con concesiones petroleras cubre aproximadamente unas 592.810 ha, mientras que la superposición con concesiones forestales es de 244.168 ha, y en menor grado las concesiones mineras se superponen en una superficie de 9.985 ha. En general, al igual que la situación de las áreas protegidas, todas las TCO del CAM tienen problemas de superposición con concesiones de uso de recursos naturales, ver tabla 61.

Tabla 61. Superposición entre Tierras Comunitarias de Origen (TCO), concesiones mineras (CM), petroleras (CP) y forestales (CF)

TCO	Superficie (Ha)	CM		CF		CP	
		Sup.	%	Sup.	%	Sup.	%
Lecos de Apolo	471.442	134	0				
Lecos de Larecaja	162.414	7.291	4				
Mosetén Misión Covendo	52.601					7.648	14
Mosetén Santa Ana de Mosetenes	43.472					29.318	67
San José de Uchupiamonas	77.352					58.198	75
Multiétnico	343.262			5.196	2		
Pilón Lajas Muchanes	396.264	296	0	2.835	1	333.214	84
Yuqui	127.204			152	0,1		
Tacana	874.791	2.264	0,3	230.927	26	24.752	3
TICH	401.322			1.663	0,4	19.487	5
TIPNIS	1.236.296			3.395	0,3	120.193	10

La presencia de concesiones mineras, petroleras y forestales en TCO, genera nuevas dinámicas económicas que en muchos casos no impactan favorablemente en la economía de las poblaciones locales. Pueden existir también otros problemas que tienen que ver principalmente con la desintegración de las comunidades, el establecimiento de relaciones clientelares que generan pugnas internas.

También algunos estudios de caso analizados por Stocks (1999) sobre tierras indígenas y actividades forestales, indican que la presencia de bosques importantes para el aprovechamiento forestal y la presencia de concesiones madereras y la extracción informal por parte de cuarteros y motosierristas, han favorecido al aprovechamiento ilegal de especies maderables valiosas, como el caso de la mara y el cedro. La extracción ilegal ha sido, en la

mayoría de los casos, más importante para las empresas que los ingresos provenientes de sus propias concesiones. Han existido pugnas internas entre los pobladores de varias TCO por el beneficio económico de la venta ilegal de maderas. En términos de medio ambiente, el impacto ha sido una disminución importante de poblaciones de especies maderables y los efectos del mal manejo de los bosques.

D. Superposición y potenciales conflictos entre áreas protegidas, proyectos civiles y presión por acceso a la tierra.

En esta sección principalmente se presentan potenciales conflictos, dado algunos escenarios de proyectos de infraestructura civil y presión por ocupación territorial que involucran a las áreas protegidas del CAM, algunos de estos proyectos representan escenarios futuros, pero otros ya se han concretado en los últimos años.

El área protegida Cotapata es uno de los sitios con potencial hidroeléctrico del país. Tanto la empresa ELECTROPAZ como COBEE tienen concesiones superpuestas con el parque. En la zona alta, COBEE tiene 4.071 ha alrededor del río Cielo Jahuirá y 950 hectáreas alrededor de la laguna Tiquimani, que forma parte de su sistema de generación de corriente hidroeléctrica del valle de Zongo. ELECTROPAZ realizó un estudio de factibilidad para el Proyecto Hidroeléctrico Coroico, alrededor de los ríos Chucura y Tiquimani. Las comunidades locales están a favor del proyecto debido a los empleos que éste generaría y la consecuente construcción de un camino de acceso (MHNNKM 2002).

Por otro lado, en el área protegida Madidi se tiene la amenaza latente de una represa en el Estrecho del Bala, la idea fue lanzada desde 1955 y ha sido retomada varias veces, en el año 2003 la amenaza de ejecución del proyecto estuvo más vigente. La estructura propuesta de 205 metros contempla represar el Río Beni, 15 kilómetros al sur de Rurrenabaque. La represa afectaría a los afluentes del Beni, inundando un área grande de bosque, eliminando los ecosistemas ribereños e interrumpiendo las migraciones de diferentes especies de peces que desovan en la parte alta del Beni. En el Parque Nacional Madidi, el lago resultante podría dejar sumergido a zonas de atractivo e infraestructura ecoturística.

En términos de infraestructura civil de caminos, existen dos proyectos de construcción de carreteras que podrían afectar al Territorio Indígena y Parque Nacional Isiboro Sécuré, uno dividiría el parque en dos, para unir San Ignacio de Moxos con Villa Tunari y el otro uniría a Yucumo con Villa Tunari. De acuerdo al PLUS de Cochabamba, ambos proyectos requieren evaluaciones especiales para determinar su impacto (EUROCONSULT y Consultores Galindo Ltda. 1999). Las comunidades indígenas locales se han opuesto al proyecto (MHNNKM 2002).

Ribera & Liberman (2006), mencionan varias amenazas por proyectos de construcción de caminos en otras áreas protegidas del CAM. Para el Parque Nacional Carrasco, una de las mayores amenazas representa el proyecto vial prefectural Montepunco-Antahuagana-Ivirgazama, el cual dividiría al área protegida en dos. En Apolobamba el proyecto de construcción de la carretera Pelechuco-Apolo impulsado por la prefectura es una amenaza creciente. En Cotapata, la Alcaldía de La Paz proyectó el camino entre la Cumbre y Chucura, este proyecto puede tener grandes impactos a nivel de paisajes, y principalmente afectar al camino precolombino del Choro, uno de los atractivos turístico del área. En Madidi, la presión más fuerte es por la construcción del tramo vial: Apolo-Ixiamas, que podría ocasionar graves impactos secundarios sobre el área protegida.

Fuera de los límites de las áreas protegidas, se contemplan impactos secundarios por el proyecto de desarrollo vial del Corredor Norte, el cual involucra para el CAM los tramos Cotapata-Santa Bárbara-Bella Vista-Quiquibey-Yucumo-Rurrenabaque. Una de las principales preocupaciones de la construcción y mejoramientos de vías, desde el punto de vista ambiental, es el incremento de nuevos asentamientos para fines agrícolas y una mayor presión de uso y extracción de recursos naturales en las áreas protegidas Cotapata, Pilón Lajas y Madidi.

Otro de los temas conflictivos en áreas protegidas es la invasión de límites a causa de colonización campesina por población emigrante principalmente. Los Parques Nacionales Amboró y Carrasco, tienen fuerte presión en sus límites y el avance de la frontera agrícola es cada vez más creciente. En Pílon Lajas una fuerte amenaza son las intenciones de ocupación de tierras por los grupos “sin tierra”, así como expandir zonas de colonización a 25 km, del actual límite. En el TIPNIS por otro lado, existen problemas de avance de la colonización especialmente para cultivo de coca, hay problemas de contaminación de ríos por la actividad de pequeñas fábricas de cocaína. En la Estación Biológica del Beni se presenta un fuerte impacto por el tránsito de ganado vacuno que atraviesa la reserva a través de un sector de Río Maniquí (Ribera & Liberman 2006).

II. Metodología



Las orquídeas son uno de los grupos con alta riqueza de especies en el Corredor Amboró - Madidi.
(Foto: P.L. Ibisch)

II. Metodología

1. Enfoque metodológico general

El desarrollo de la Visión de Conservación de la Biodiversidad en el Corredor Amboró-Madidi ha tenido como enfoque metodológico la planificación basada en ecorregiones, adaptando la metodología a las características del Corredor Amboró-Madidi (CAM) y a las necesidades de su gestión de conservación para asegurar la conservación de la biodiversidad y su funcionalidad como corredor biológico. Por otro lado, la planificación en el CAM se realizó a un nivel interecorregional, ya que abarca varias ecorregiones: Los Yungas en su totalidad, y partes del Sudoeste de la Amazonia y Valles Secos Interandinos (ver capítulo III).

Durante los últimos años el Departamento de Ciencias de FAN ha desarrollado de forma continua la metodología de planificación ecorregional de acuerdo a la realidad y estado de conocimiento de la biodiversidad en Bolivia (Ibisch *et al.* 1999, Araujo & Ibisch 2000, Ibisch *et al.* 2002). La base inicial de las metodologías desarrolladas se ha sustentado en gran medida en el enfoque propuesto por WWF al priorizar ecorregiones latinoamericanas para la conservación (Dinerstein *et al.* 1995). En el marco del desarrollo de la Visión del CAM además se han incorporado nuevos elementos propuestos por TNC (2000) con su metodología titulada “Diseño de una geografía de la esperanza.”

La primera experiencia más completa de planificación de conservación en Bolivia a un nivel regional ha sido la elaboración del Plan de Conservación y Desarrollo Sostenible del Bosque Seco Chiquitano, Cerrado y Pantanal Boliviano (Ibisch *et al.* 2002), gran parte del enfoque conceptual y metodológico aplicados en esta publicación también han sido aprovechados en distintas etapas del desarrollo de la Visión del CAM.

En la metodología de planificación de conservación desarrollada para la Visión del CAM se ha aplicado también el enfoque de conservación de corredores biológicos. En Bolivia aún no se ha desarrollado una experiencia concreta de diseño y gestión de corredores de conservación a una escala regional, sin embargo desde la propuesta de priorizar acciones de conservación en el Corredor Amboró-Madidi, impulsadas por FAN y WWF desde el año 1999 (Ibisch *et al.* 1999, Araujo & Ibisch 2000), y luego con las acciones y conceptos impulsados por Conservación Internacional (CI) para el Corredor Vilcabamba-Amboró, se ha mejorado sustancialmente el estado de conocimiento del CAM y los conceptos y enfoques para la planificación y acciones de conservación.

En este sentido, gran parte de los enfoques, metodologías y conceptos sobre planificación ecorregional y corredores de conservación en Bolivia han sido expuestos en distintos documentos y publicaciones realizadas en los últimos años en los diferentes ejercicios de planificación ecorregional (Ibisch *et al.* 1999, Araujo & Ibisch 2000, Ibisch *et al.* 2002, Ibisch & Araujo 2003). Aspectos conceptuales sobre la importancia del CAM como corredor biológico y la relevancia de asegurar su funcionalidad y el desarrollo de procesos ecológicos se desarrollan ampliamente en el capítulo III.

2. Proceso técnico para la elaboración de la visión de conservación de la biodiversidad

El proceso de desarrollo de la visión de conservación del CAM se estructuró en tres puntos principales: a) un diagnóstico de las características físicas, biológicas y ecológicas del CAM, sin considerar aún la influencia humana sobre el estado de conservación de la biodiversidad; b) un diagnóstico socioeconómico, para entender el contexto humano en el área de estudio, así como su influencia sobre la conservación de la biodiversidad y, c) un análisis integral de las necesidades de conservación de la biodiversidad con la realidad socioeconómica para diseñar una visión de conservación de la biodiversidad con un enfoque integral, así como recomendaciones técnicas para la gestión de conservación.

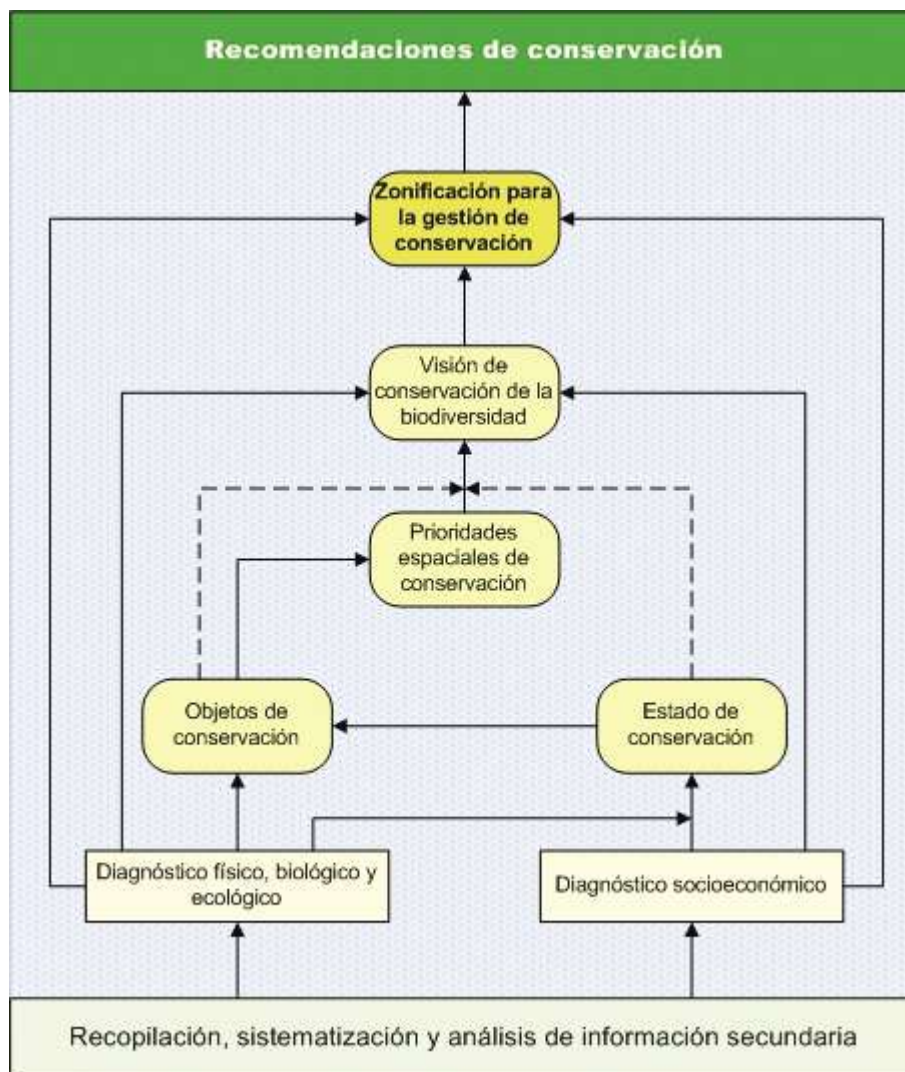


Fig. 1. Esquema generalizado del proceso técnico para la planificación de conservación

Toda la etapa de diagnóstico biofísico como socioeconómico se basó en gran medida en la sistematización y análisis de información secundaria existente. Para la descripción de aspectos físicos y biológicos, se utilizó especialmente la información producida en el documento “Hacia un Plan de Conservación del Bio-Corredor

Amboró Madidi” (Araujo & Ibisch 2000), la misma que fue actualizada y complementada para la presente publicación.

El análisis integral de conservación fue la etapa central de todo el proceso metodológico, se integraron en distintos pasos los resultados del análisis biológico con los socioeconómicos para construir la visión de conservación, definiendo en un primer paso el estado de conservación de la biodiversidad, y luego identificando objetos de conservación como base para la definición de prioridades. Una vez definidas las prioridades se construyó la visión de conservación, dando de esta manera la línea de base para la zonificación del CAM y su área de influencia, como instrumento de orientación para la gestión de conservación.

La propuesta de zonificación estratégica tiene la finalidad de orientar el ordenamiento territorial, considerando una visión de conservación de la biodiversidad de forma compatible con la realidad socioeconómica, por ello se incorporaron en el análisis distintos elementos del diagnóstico socioeconómico relacionados con los derechos otorgados de uso de los recursos naturales y derechos sobre el territorio, así como planes de uso de suelo existentes.

El análisis integral fue principalmente espacializado, utilizó un sistema de valoración en cuadrícula, a través del cual, se fueron priorizando áreas donde los objetos de conservación presentaron mejor viabilidad de conservación. Independientemente, algunos análisis, partieron directamente del diagnóstico y sus resultados sirven como insumos para la visión y la definición acciones.

3. Metodología

3.1. Base de información y herramientas utilizadas en el proceso de análisis técnico

El proceso de elaboración de la visión tuvo como base principal un análisis espacializado aprovechando de herramientas del Sistema de Información Geográfica (SIG), para ello se compiló y trabajó una base de información biológica, socioeconómica y cartográfica, de utilidad en distintas etapas del proyecto.

a) La base de información biológica

Aprovechando la sinergia del desarrollo de la visión de conservación del CAM con varios proyectos y estudios que se estuvieron realizando durante los últimos años en FAN (Nowicki 2004, Sommer *et al.* 2003, Ley 2004, Ibisch & Vásquez 2002, Vásquez & Ibisch 2004) más la colaboración de distintos especialistas (tabla 1), fue posible compilar y procesar para el **análisis biológico**, una base de datos de especies a nivel de Bolivia, que permitió el desarrollo de los análisis sobre patrones de diversidad de especies, endemismo y distintividad/unicidad.

La base de datos establecida consideró 16 grupos taxonómicos (tabla 1). En el caso de la flora se estableció una base de datos para 3.760 especies y para el caso de fauna se consideraron 1.789 especies. En la estructuración de ambas bases de datos, se seleccionaron los taxa con mejor disponibilidad de información, taxonomía definida y distribución relativamente restringida, con la finalidad de determinar patrones diferenciables de diversidad y endemismo.

Tabla 1. Grupos taxonómicos que conformaron la base de datos biológica

Grupo taxonómico	Cantidad Especies	Registros	Contribuidores principales
FLORA			
Annonaceae	97	814	Lars Chatrou ¹
Araceae	147	2.212	Amparo Acebey ² , Tom Croat ³ , Michael Kessler ⁴
Arecaceae	82	823	Luis René Moreno ⁵
Aristolochiaceae	38	201	Stephan Beck ⁶ , Roberto Vásquez ⁷
Asteraceae	1.179	4.617	Stephan Beck ⁶ , Peter Jørgensen ³
Begoniaceae	48	439	Stephan Beck ⁶
Heliconiaceae	24	526	Stephan Beck ⁶ , Roberto Vásquez ⁷
Orchidaceae	1.135	4.153	Roberto Vásquez ⁷
Passifloraceae	78	1.071	Stephan Beck ⁶ , Roberto Vásquez ⁷
Poaceae	549	3.131	Peter Jørgensen ³
Solanaceae	348	4.342	Stephan Beck ⁶ , Mike Nee ⁸
Árboles maderables de inventarios forestales	35	2.792	Jaime Terán ⁹ , Fernando Pizarro ⁹
FAUNA			
Cicindelidae	98	2.077	David Pearson ¹⁰
Anfibios	206	2.874	Steffen Reichle ¹¹
Ophidae	146	1.768	Dirk Embert ¹²
Aves	1.339	39.068	Mauricio Herrera ¹³ , Stefan Kreft ¹⁴ , Oswaldo Mail-lard ¹³

¹ Universidad de Utrecht, Holanda; ² Universidad de Göttingen, Alemania/La Paz, Bolivia; ³ Missouri Botanical Garden, USA; ⁴ Universidad de Göttingen, Alemania; ⁵ Investigador independiente, Santa Cruz, Bolivia; ⁶ Herbario Nacional de Bolivia, La Paz, Bolivia; ⁷ Investigador independiente/FAN-Bolivia, Santa Cruz, Bolivia; ⁸ New York Botanical Garden, USA; ⁹ Superintendencia Forestal, Santa Cruz, Bolivia; ¹⁰ University of Washington, USA; ¹¹ Universidad de Bonn, Alemania/The Nature Conservancy, Santa Cruz, Bolivia; ¹² Universidad de Bonn/FAN-Bolivia, Santa Cruz, Bolivia; ¹³ Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Santa Cruz, Bolivia; ¹⁴ Universidad de Hamburgo, Alemania/FAN-Bolivia, Santa Cruz, Bolivia.

Otro de los insumos de información importante fue el mapa de vegetación para toda el área el CAM en escala 1:250.000 publicado por Navarro *et al.* (2003). Este mapa y la descripción de la vegetación del CAM se presenta de forma sintética y con algunas complementaciones y actualizaciones en el capítulo III del presente documento.

b) La base de información socioeconómica

Los insumos de información principal de aspectos socioeconómicos se establecieron a partir de los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda (INE 2003) y el informe de Desarrollo Humano de los Municipios de Bolivia (PNUD 2004), con lo cual se estableció una base de información para los municipios del CAM. Otra fuente de información importante fueron los Planes de Desarrollo Municipal y los Planes de Manejo de Áreas Protegidas disponibles y actuales.

c) Base de información cartográfica

La base de datos cartográfica utilizó una escala general de 1:1.000.000. Las coberturas y fuentes de información principalmente utilizadas fueron las que se mencionan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Base de información utilizada para diferentes análisis en el proceso de estructuración de la visión de conservación del CAM

Información	Fuente
Límites político-administrativos	COMLIT 1999
Límites de Tierras Comunitarias de Origen-TCO	CPTI 2000, INRA 2002, CEJIS 2005
Límites de áreas protegidas	SERNAP 2004
Límites de concesiones mineras	SETMIN 2004
Límites de concesiones petroleras	YPFB 2004
Límites de concesiones forestales, reservas forestales y asociaciones sociales de lugar (ASL)	SIF 2001
Tierras de Producción Forestal Permanente-TPFP	SIF 2001
Caminos	
Caminos	Digitalizados en base del IGM 1998 y clasificados por FAN según tipo de acceso y tráfico.
Ríos y sus nombres	Digitalizados en base del IGM 1998, clasificados por FAN según tipo de navegabilidad
Lagos y lagunas principales con nombres referenciales	Digitalizados del IGM 1998
Vías férreas	Digitalizados del IGM 1998
Gasoductos y oleoductos	CNH 2000
Centros poblados de Bolivia georeferenciados	
Centros poblados de Bolivia georeferenciados	Múltiples fuentes, principalmente basada en datos del INE 2001 y del IGM 1998. Gran parte de la información fue digitalizada en FAN en base de las fuentes mencionadas
Datos de número de habitantes por centro poblado	INE 2001
Centros de colonización	Mapa étnico, territorial y arqueológico de Bolivia, 1995
Curvas de nivel	
Curvas de nivel	IGM 1998
Topografía 90 m (DEM 3 arc seg.)	USGS 2003
Suelos	FAO 1995
Uso actual de la tierra	SIA 2001
Plan de Uso del Suelo (PLUS) para los Departamentos de Santa Cruz, Beni y Pando	Prefecturas de Departamento

BOLFOR = Programa Bolivia Forestal, **CEJIS** = Centro de Estudios Jurídicos e Investigación Social, **CNH** = Cámara Nacional de Hidrocarburos, **COMLIT** = Comisión de Límites, **CPTI** = Centro de Planificación Territorial Indígena, **FAN** = Fundación Amigos de la Naturaleza, **FAO** = Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, **IGM** = Instituto Geográfico Militar, **INE** = Instituto Nacional de Estadística, **INRA** = Instituto Nacional de Reforma Agraria, **SERNAP** = Servicio Nacional de Áreas Protegidas, **SETMIN** = Servicio Técnico de Minas, **SIA** = Superintendencia Agraria, **SIF** = Superintendencia Forestal, **USGS** = United States Geological Survey, **YPFB** = Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos.

d) Principales herramientas del análisis

El manejo de los conjuntos de datos fue apoyado por un Sistema de Información Geográfica (**SIG**), el software principalmente utilizado fue el ArcView 3.2.

En el análisis espacial se utilizó un **sistema de valoración en cuadrículas**, cada unidad de cuadrícula tuvo una resolución de 2 arc minutos ($\sim 3.7 \text{ km} \times \sim 3.7 \text{ km} = \sim 13.7 \text{ km}^2$), sobre la cual se otorgaron valores en escalas relativas según el tipo de análisis. La valoración de cuadrícula se realiza a partir de una fuente de datos a transferir (por ejemplo, “impacto por acceso de caminos”), la cuadrícula adquiere los valores numéricos (agrupados en rangos) que son asignados a la fuente de datos según el tipo de análisis realizado. En los títulos posteriores se describe para cada uno de los análisis la forma de valoración.

Otra de las herramientas utilizadas para el análisis espacial ha sido el modelo denominado **BIOM** (*BIOclimatic Model for the extrapolation of species ranges and diversity patterns*), el cual se fundamenta en una metodología científica para la predicción de rangos de distribución, patrones de diversidad y endemismo en regiones caracterizadas por la escasez de datos (Sommer *et al.* 2003; Nowicki 2004).

De manera muy resumida el funcionamiento del BIOM está basado en parámetros abióticos y puntos de registro de los taxa, calculando sobre esta base las condiciones óptimas para cada especie. Utiliza igualmente el sistema de cuadrícula de 2 arc min.

Los parámetros abióticos utilizados por BIOM son temperatura, precipitación y aridez, las bases de datos de estos parámetros provienen principalmente de la base climatológica del Centro Internacional de Agricultura Tropical de Colombia (CIAT/Jones 1991). Adicionalmente BIOM utiliza tres parámetros estructurales, cobertura de bosque (partiendo de la información elaborada por el programa *Global Land Cover Facility* de la Universidad de Maryland/DeFries *et al.* 1999); helada (que también se aprovecha de la base climatológica del CIAT/Jones 1991) y cobertura de agua, que utilizó como base cartográfica el Mapa Físico de Bolivia (IGM 1998), el Mapa Hidrológico de Bolivia (IGM 1993) y el Mapa de Inundación del MDSP (2002), todos con escala 1:1.000.000.

3.2. Metodología del diagnóstico

El diagnóstico consistió principalmente en la compilación y sistematización de información secundaria existente. En este sentido, sólo se describen a continuación algunos puntos que merecen una descripción metodológica.

a) Definición de límites del CAM

Como primer paso se definieron los límites del área del Corredor Amboró-Madidi, los criterios de delimitación fueron:

- Los límites iniciales del CAM fueron propuestos en el diagnóstico de la ecorregión Sudoeste de la Amazonia (Ibisch *et al.* 1999), en el cual se tomaron criterios biológicos, ecológicos y geográficos.
- Un año después se realizaron algunos ajustes y ampliaciones del área: mejorando el detalle entre las (sub)ecorregiones Faja Subandina y Yungas con límite de cota en los 1.000 m, completando áreas según el mapa forestal y demarcando mejor algunos límites (Araujo & Ibisch 2000).
- Finalmente, los límites naturales del CAM se definieron en función del mapa de ecorregiones de Bolivia (Ibisch *et al.* 2003), delimitando al CAM entre los Bosques Preandinos de la Amazonia en Bolivia y los Yungas. Adicionalmente se consideró un área de influencia del CAM, que se definió en función de los límites de los municipios que forman parte del corredor (ver capítulo III.1.).

b) Definición de zonas de análisis socioeconómico

Considerando que la población humana no está distribuida de forma homogénea en el CAM y que sus características pueden variar según la zona geográfica y disponibilidad de recursos de un área determinada, es que se subdividió al CAM en cuatro áreas de análisis socioeconómico (fig. 2), siguiendo un gradiente latitudinal, cuya delimitación se basa principalmente en barreras geográficas, que también corresponden en general con áreas agro-ecológicas y socio-políticas (departamentales y municipales).

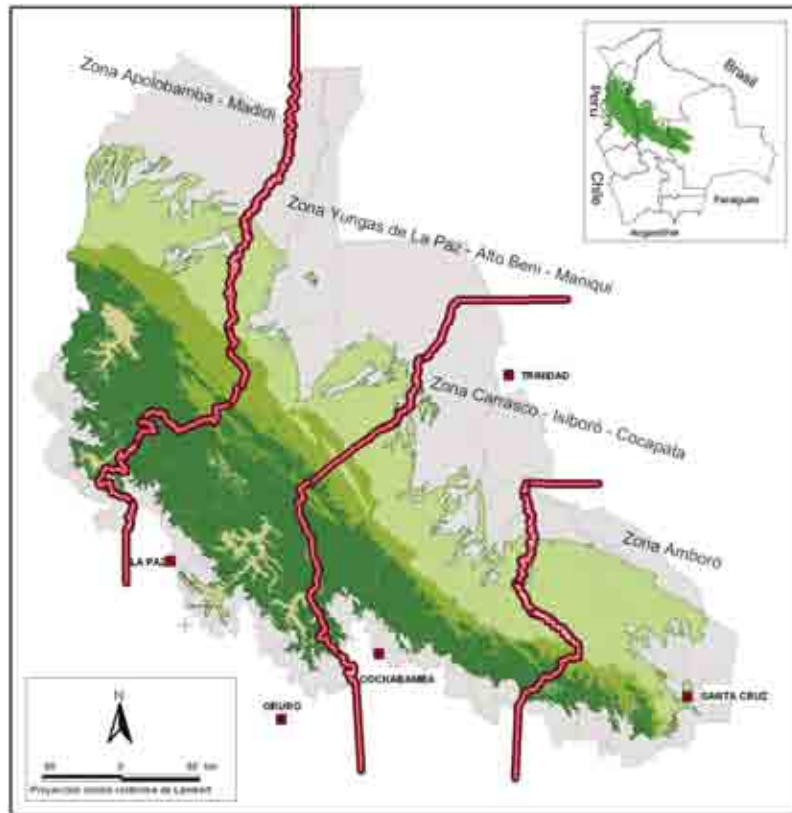


Fig. 2. Delimitación de zonas de análisis socioeconómico en el Corredor Amboró-Madidi

Se espera que esta subdivisión ayude a comprender en mayor detalle la situación socioeconómica del CAM, considerando al aspecto humano como la base principal para lograr acciones de conservación. Las cuatro áreas de análisis definidas para la caracterización socioeconómica son: 1) Zona Amboró, 2) Zona Carrasco-Isiboro Sécure-Cocapata, 3) Zona Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniquí, y 4) Zona Apolobamba-Madidi.

c) Elaboración del mapa de uso actual del suelo

R. Müller (con contribuciones de TROPICO-Asociación Boliviana para la Conservación)

El mapa de uso de suelo elaborado para el CAM busca reflejar, de forma generalizada, los patrones de uso dominantes, sin pretender dar una descripción completa de las diferentes formas de uso existentes. El mapa se diseñó utilizado como insumo para la formulación de alternativas de manejo recomendadas bajo conceptos de conservación.

El insumo más importante para la elaboración del mapa fue la experiencia de personas con buen conocimiento de las diferentes áreas del CAM. En este sentido los especialistas consultados fueron Mauricio Ballesteros (agronomo/TROPICO), Inés Hinojosa (bióloga/TROPICO), Karen García (economista), Cynthia Silva (bióloga/SAVIA), Jaime Quispe (agronomo/FAN), Marcelo Alarcón (agronomo/FAN), Richard Estrada (agronomo/FAN).

También se consultaron como referencias el Mapa de Uso Actual de la Tierra (Superintendencia Agraria 2001), el Plan de Uso de Suelo del Departamento de Santa Cruz (UTD-PLUS Santa Cruz 1995) y el del Departamento del Beni (PLUS-Beni 2001), el Atlas de Municipios (INE *et al.* 1999) y varias fuentes no publicadas.

Los insumos de base para la delimitación de las áreas identificadas fueron el mapa de cobertura boscosa (GLCF 2003), el modelo topográfico (USGS 2004), el mapa de vegetación potencial de los Yungas (Müller *et al.* 2002) y la zonificación ecológica del Bio-Corredor Amboró-Madidi (Navarro *et al.* 2003).

3.3. Evaluación Integral de Conservación

La evaluación integral de conservación tuvo como finalidad la integración de aspectos biológicos con aspectos socioeconómicos, hasta llegar a un proceso de planificación del territorio y visión de conservación y desarrollo sostenible en función de prioridades para la conservación de la biodiversidad. En los siguientes puntos presentamos el proceso inicial de la evaluación integral, y la fase de definición de prioridades y propuestas de acción en el marco de una visión de conservación se presenta en un título siguiente (ver punto 3.4.)

3.3.1. Análisis del estado de conservación de los ecosistemas

C. Nowicki & S. Cuéllar

El proceso de desarrollo de la presente metodología, así como la compilación y procesamiento de la información necesaria para llegar al análisis del estado de conservación de los ecosistemas ha sido el producto de la complementación de actividades de varios proyectos desarrollados en FAN, incluyendo, el presente proyecto sobre la visión de conservación del CAM. El principal estudio que permitió la elaboración de un mapa del estado de conservación a nivel de Bolivia fue el de Nowicki³ (2004). El análisis del estado de conservación de los ecosistemas del CAM se basó en este mapa.

El análisis del estado de conservación permitió evaluar el grado de perturbación relativo que presentan los ecosistemas en el CAM, para ello se consideraron los siguientes indicadores referidos directamente a los causantes de impactos en el ecosistema. Cada indicador fue analizado sobre la unidad de cuadrícula definida (2 arc minutos), también se definieron criterios de magnitud del impacto (% de la destrucción del ecosistema) y alcance del impacto (km).

³ Desarrolló el proyecto apoyado por el programa alemán TÖB-GTZ “Extrapolaciones de biodiversidad y escenarios de clima y sociodemográficos como instrumentos de análisis para el diseño y distribución óptima de áreas protegidas en Bolivia”. Este proyecto junto con el proyecto “Visión de Conservación de la Biodiversidad del Corredor Amboró-Madidi,” tuvieron una fuerte sinergia para la discusión metodológica, complementación de información de base y elaboración de diferentes análisis.

- A. Impacto total**
 - a) Impacto por acceso
 - i. Red vial
 - ii. Red fluvial
 - iii. Red ferroviaria
 - iv. Gasoductos y Oleoductos
 - b) Impacto por centros poblados
 - c) Impacto por deforestación
- B. Sensibilidad ecosistémica**
- C. Variación topográfica**

Fórmula:

$$EDC = \text{Impacto total} * \text{Sensibilidad ecosistémica} * \text{Variación topográfica}$$

La fig. 3, ilustra el proceso metodológico seguido para la evaluación del estado de conservación, cada uno de los indicadores utilizados se combina para medir el impacto total sobre un determinado sitio, aplicando posteriormente, dos parámetros que actúan como aliviantes o agravantes del impacto, definiendo así el grado de perturbación (o estado de conservación) aproximado para los diferentes ecosistemas en Bolivia.

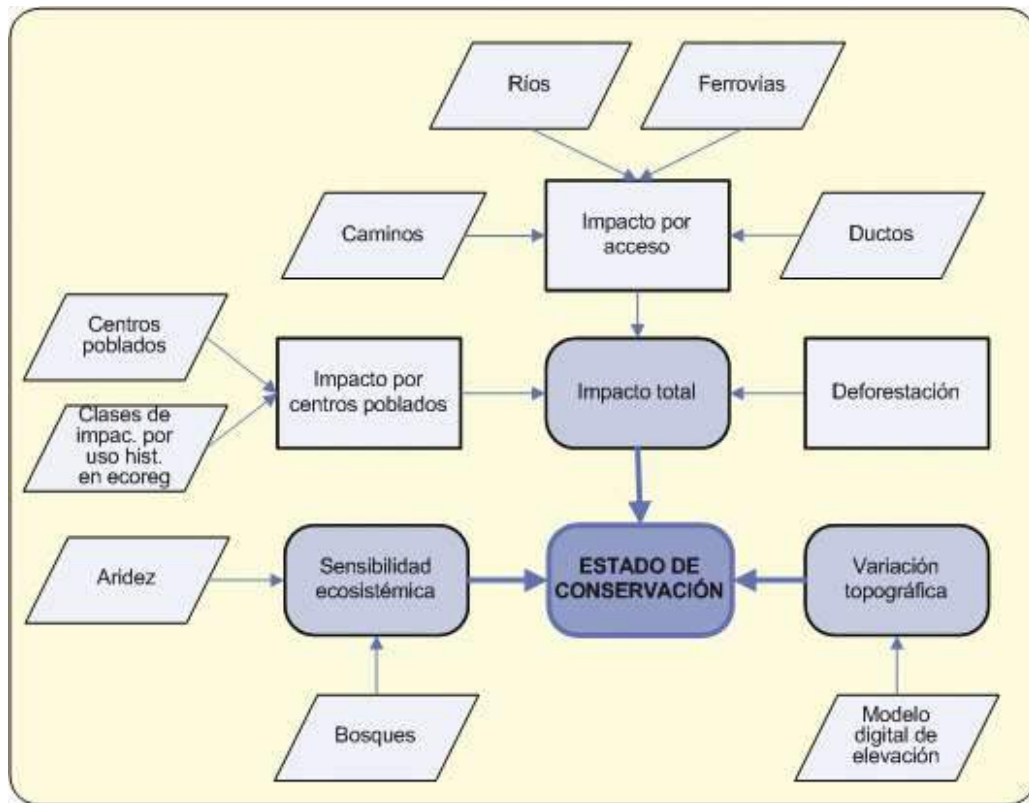


Fig. 3. Esquema del proceso metodológico para la evaluación del estado de conservación

Una descripción detallada de valoración de cada uno de los indicadores de impacto, se realiza a continuación:

A. Cálculo del Impacto total

En el análisis, válido para los incisos a) y b), cada cuadrícula se encuentra con el valor del “estado natural” (0% impactado). El mayor impacto (100%) se toma en el punto central de origen del mismo, y este va reduciendo de acuerdo al valor asignado por categoría. Esta zona creada por la disminución del impacto hasta el valor “0”, fue la forma de identificar la “zona de amortiguación” o zona buffer. Es decir un punto central (línea de un camino p. ej.), y su expansión a partir de ese punto (a ambos lados del camino, con 10 anillos a cada lado). El resultado de la valoración del impacto en cuadrícula toma siempre el valor más alto de impacto cuando se combinan diferentes indicadores.

a) Impacto por acceso:

i. Infraestructura vial (Iv)

En los cruces de caminos, siempre se tomó el valor del camino con mayor categoría (con el valor más alto).

Tabla 3. Valoración en cuadrícula del impacto por acceso de caminos

Criterio	Magnitud del impacto (%)	Alcance del impacto [km]	Valor Iv (%)
Camino principal (mucho tráfico, varias flotas y camiones grandes por día)	100	10	100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10
Camino secundario (movilidades diarias, transporte público y de carga)	70	5	70, 63, 56, 49, 42, 35, 28, 21, 14, 7
Camino (transitable con movilidad pero con poco tráfico)	50	2	50, 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10, 5
Camino/sendero (no transitable con movilidad)	30	1	30, 27, 24, 21, 18, 15, 12, 9, 6, 3

ii. Infraestructura fluvial (If)

El análisis considerado, se refiere especialmente al impacto que se da en el borde de los ríos, debido al tráfico y asentamiento de población en sus orillas, o sea que, el análisis es sólo a nivel de “sistemas terrestres.” En los cruces de ríos, siempre se tomó el valor del río con mayor categoría (con el valor más alto).

Tabla 4. Valoración en cuadrícula del impacto por acceso fluvial

Criterio	Magnitud del impacto (%)	Alcance del impacto [km]	Valor If (%)
Río principal o lago (navegable todo el año con barcos grandes de carga y personas)	60	5	60, 54, 48, 42, 36, 30, 24, 18, 12, 6
Río colector (navegable todo el año con botes pequeños)	40	4	40, 36, 32, 28, 24, 20, 16, 12, 8, 4

Río secundario (innavegable algunos meses por año)	20	2	20, 18, 16, 14, 12, 10, 8, 6, 4, 2
Laguna pequeña (navegable con botes pequeños) o arroyo grande (innavegable todo el año)	10	0.5	10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1

iii. Red ferroviaria (Rf)

Se los evaluó como si fuera un camino de la categoría 3, siempre contando con el impacto aunque haya un camino a su lado -el uso de los trenes, tiene normalmente, mucha más antigüedad que el uso (existencia) de los caminos.

Tabla 5. Valoración en cuadrícula del impacto por acceso ferroviario

Criterio	Magnitud del impacto (%)	Alcance del impacto [km]	Valor RF (%)
Ferrocarril	50	2	50, 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10, 5

iv. Hidrocarburo-ducto (Hd)

Se entiende como impacto por acceso de gasoducto, oleoducto y poliducto. Cada uno de estos tipos de vía, se evaluaron como si fueran un camino de la categoría 3, siempre contando con el impacto aunque esté un camino a su lado.

Tabla 6. Valoración en cuadrícula del impacto por acceso de conductos hidrocarburíferos

Criterio	Magnitud del impacto (%)	Alcance del impacto [km]	Valor Hd (%)
Hidrocarburo-ducto	50	2	50, 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10, 5

b) Impacto por centros poblados y uso histórico

Las consideraciones generales para realizar esta evaluación de impacto fueron:

- **La antigüedad poblacional** se considera como un indicador para el **alcance del impacto**; mientras más antiguo es el centro poblado, es mayor la posibilidad que se haya podido ampliar el radio de la influencia humana en su entorno.
- **La densidad poblacional** se considera como un indicador para la **magnitud del impacto**; la más alta densidad humana (centros poblados), ha llevado a la degradación más alta de los ecosistemas. En general, se considera que la magnitud ha incrementado por el tiempo en todos los casos y llega a tener un impacto de 100%. Sólo en las ecorregiones con categorías de antigüedad de 1 a 4, se bajó la magnitud del impacto, suponiendo, que estos asentamientos humanos más chicos (1-10 habitantes por asentamiento) son posiblemente los más recientes y no han llegado a tener el mismo impacto por uso histórico de los recursos naturales.

Tabla 7. Clasificación de la degradación de subecorregiones por uso histórico

(Sub-) Ecorregión	Inicio de poblaciones sedentarias con actividades agrícolas (antiguamente = 5; recientemente = 1)	Densidad de población sedentaria con actividad agrícola (densidad alta = 5; densidad baja = 1)	Clase	Impacto [%] Factor de aumento por uso histórico: $f_u = \text{impacto} / 100$
1.2. Bosques Amazónicos Subandinos	1	1	1	100
2.1. Cerrado Paceño	1	1	1	100
2.2. Cerrado Beniano	1	1	1	100
2.3. Cerrado Chiquitano	1	1	1	100
2.4. Cerrado Chaqueño	1	1	1	100
3.2. Sabanas Inundables del Pantanal	1	1	1	100
5. Gran Chaco	1	1	1	100
6. Yungas	1	1	1	100
8. Chaco Serrano	1	1	1	100
7. Bosque Tucumano-Boliviano	1	1	1	100
1.3. Bosques Amazónicos Preandinos	2	1	2	150
1.4. Bosques Amazónicos de Pando	2	1	2	150
1.5. Bosques Amazónicos del Beni y Santa Cruz	2	1	2	150
4. Bosque Seco Chiquitano	2	2	2	150
6. Yungas (sólo la subregion del Páramo Yungeño)	3	2	3	200
10. Prepuna	3	2	3	200
1.1. Bosques Amazónicos de inundación	3	2.5	3	200
3.1. Sabanas Inundables de los Llanos de Moxos	3	3	3	200
12.2 Puna Desértica con Pisos Nivales y Subnivales de la Cordillera Occidental	5	1	3	200
12.1 Puna Seca	5	3	4	300
9. Bosques Secos Interandinos	5	5	5	500
11.1. Puna Húmeda	5	5	5	500
11.2. Puna Semihúmeda	5	5	5	500
11.3. Vegetación Alto Andina de la Cordillera Oriental con Pisos Nivales y Subnivales	5	1	3	200
Lago Titicaca	5	5	5	500

Condiciones especiales:

En la valoración se preferencia la antigüedad del uso, antes que la densidad poblacional, los que no coincidieron, fueron ajustados por la densidad o al revés, en casos de diferencias muy marcadas (p.ej. puna desértica, puna seca).

Aunque con una densidad poblacional un poco más elevada, zonas recientemente pobladas, desde el punto de vista histórico (como el Bosque Chiquitano), quedaron en la segunda categoría.

Tabla 8. Posibles combinaciones de las clases de impacto de uso histórico

Clase	antigüedad de la población en:	densidad de la población en:
1	1	1
2	2	1-2
3	3 (5)	2-3 (1)
4	5	3
5	5	5

Tabla 9. Factores de aumento de impacto por centros poblados

Clase de impacto por uso histórico	1	2	3	4	5
Factor de aumento del alcance de impacto actual por uso histórico	1	1,5	2	3	5

Tabla 10. Magnitud y alcance del impacto en zonas con uso histórico (ejemplos)

Número de habitantes	Magnitud del impacto en zonas de uso histórico (%)	Alcance del impacto [km]	Nuevo alcance del impacto por clase de uso histórico (en resolución (sub-) ecorregional) [km]				
			1	2	3	4	5
> 500.000	100	50	50	75	100	150	250
> 100.000	100	20	20	30	40	60	100
> 50.000	100	15	15	22.5	30	45	75
> 10.000	100	10	10	15	20	30	50
> 5000	100	7	7	10.5	14	21	35
> 1000	100	5	5	7.5	10	15	25
> 100	100	4	4	6	8	12	20
> 10	75	3	3	4.5	6	9	15
> 1	50	2	2	3	4	6	10

c) Impacto por deforestación

Calculado como impacto directo por actividad humana. Se tomó como impacto máximo el 80%, debido a las posibles islas de bosques y a un menor porcentaje de degradación en el cambio de la biocenosis que pudiera presentarse en las cuadrículas.

Tabla 11. Valoración en cuadrícula del impacto por deforestación

criterio	Superficie [%]	Magnitud del impacto (%)
Deforestación	90-100	80
	80-90	72
	70-80	64
	60-70	56
	50-60	48
	40-50	40
	30-40	32
	20-30	24
	10-20	16
	0-10	8

B. Sensibilidad ecosistémica

(Valor entre 0-1 en el mapa, convertido a un factor entre 0,5-1 para el cálculo)

- a) Si un ecosistema es menos sensible al impacto humano, el impacto total teórico, que se da por resultado, será disminuido por el valor de la sensibilidad ecosistémica. La sensibilidad, se refiere sobre todo a la estructura del ecosistema, es decir a la cantidad de estratos que contiene (en un bosque alto, con sus estratos hasta llegar a las capas mas bajas del sotobosque), y esa misma también es determinante para la funcionalidad del mismo sistema. Además tiene un cambio de la estructura de un ecosistema consecuencias serias para la composición de su biocenosis (es decir se pierden especies frecuentemente muy ligadas a una cierta estructura).

Se considera que un sistema más húmedo también es más sensible a posibles impactos por él humano -significa que el efecto del cambio de la estructura del ecosistema (y su funcionalidad) es más drástico.

Clases: 0-12 meses por año

b) Mapa de cobertura boscosa

Se considera que un ecosistema boscoso es más sensible al impacto humano que un ecosistema libre de bosque (por ejemplo los bosques amazónicos versus las sabanas de Moxos). Como sistemas boscosos se entiende a bosques o sistemas dominados por especies arborescentes (por ejemplo los chaparrales, que se consideran como una sabana con islas de bosque).

Clases: 0 = sin cobertura boscosa,

1 = con cobertura boscosa,

2 = mezcla entre cobertura boscosa y no boscosa (p.ej. una sabana con islas de bosque) o un ecosistema no boscoso, pero dominado por especies arborescentes (p.ej. chaparrales)

C. Variación topográfica (Según el Modelo de Elevación Digital de 90 m de resolución, elaborado por la USGS 2004)

(Valor entre 0-1 en el mapa, convertido a un factor entre 0,5-1 para el cálculo)

La variación topográfica se refleja en un levantamiento de coordenadas a puntos de la superficie para representarlas visualmente; estas coordenadas están referidas a un sistema preestablecido y determinado que trata de diseñar un modelo semejante al terreno, con sus deformaciones y variaciones.

La diferencia orográfica es tomada como una variable que influye directamente en la gran variación de hábitat, lo que implica una gran riqueza de flora y fauna, sistemas hidrográficos, altas precipitaciones, características edáficas, entre otras.

El sector del CAM, ubicado entre las vertientes orientales de los Andes y la llanura amazónica, presenta una gran variación topográfica, desde zonas constituidas por altas pendientes montañosas y estructuras verticales de gran fragilidad ecológica, a altiplanicies, valles y áreas de llanura.

La variación topográfica es considerada como un alivante del grado de impacto. La mayor diversidad, en el relieve amortigua la accesibilidad para las actividades humanas y por lo tanto también reduce sus posibles impactos.

Clases: 1 = baja variación topográfica (entre 0-400 m de diferencia por celda)
2 = mediana variación topográfica (entre 400-1.000 m de diferencia por celda)
3 = alta variación topográfica (>1000 m de diferencia por celda)

Condiciones especiales del análisis del estado de conservación

Los factores aliviantes (sensibilidad ecosistémica y variación topográfica) no están considerados en regiones determinadas, debido a la presencia de asentamientos humanos más antiguos y consecuentemente su uso histórico más antiguo (refiriéndose a actividades agrícolas). La definición y delimitación de estas regiones se realizó sobre la base del mapa de ecorregiones (Ibisch *et al.* 2003). Así que en las sub-ecorregiones con la más alta categoría en cuanto a la antigüedad del uso (categoría 5, ver tabla 2), se consideró sólo el impacto total y ningún factor aliviante a causa de los impactos persistentes y sus consecuencias (como fuego) que han llegado hasta las partes más inclinadas y degradando hasta sistemas con una relativamente baja sensibilidad ecosistémica.

Tabla 12. Sub-ecorregiones no consideradas para el cálculo con los factores aliviantes

(Sub-) Ecorregión	Inicio de poblaciones sedentarias con actividades agrícolas (antiguamente = 5; recientemente = 1)	Densidad de población sedentaria con actividad agrícola (densidad alta = 5; densidad baja = 1)	Clase	Impacto [%] Factor de aumento por uso histórico: $f_u = \text{impacto} / 100$
12.2 Puna Desértica con Pisos Nivales y Subnivales de la Cordillera Occidental	5	1	3	200
11.3 Vegetación Alto Andina de la Cordillera Oriental con Pisos Nivales y Subnivales	5	1	3	200
12.1 Puna Seca	5	3	4	300
9. Bosques Secos Interandinos	5	5	5	500
11.1. Puna Húmeda	5	5	5	500
11.2. Puna Semihúmeda	5	5	5	500

Los **Sistemas acuáticos**, ríos, lagos y salares no han sido evaluados por su propio estado de conservación, sino más bien han dado peso a la evaluación del impacto de los sistemas terrestres.

Descripción de las categorías de la leyenda. La interpretación de los valores obtenidos en el mapa del estado de conservación de los ecosistemas, dividió los valores obtenidos en cuadrícula en categorías según el grado de conversión de los ecosistemas, mientras mayor es el valor obtenido, se interpreta como una mayor perturbación o estado crítico de conservación.

Tabla 13. Rangos de valores en cuadrícula que representan el grado de conversión de los ecosistemas

Categoría	Descripción (Grado [%] de conversión/degradación de los ecosistemas)
Cat 1	0-10
Cat 2	10-20
Cat 3	20-30
Cat 4	30-40
Cat 5	40-50
Cat 6	50-60
Cat 7	60-70
Cat 8	70-80
Cat 9	80-90
Cat 10	90-100

3.3.2. Análisis del estado de conservación de las especies

Se evaluó el estado de conservación a nivel de grandes taxones en general (flora, mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces e insectos) y con mejor disponibilidad de información secundaria. Gran parte del documento se basa en los datos del diagnóstico realizado en el proyecto “Hacia un Plan de Conservación del Bio-Corredor Amboró-Madidi” (Araujo & Ibisch 2000), realizando actualizaciones y complementaciones para la presente publicación.

La lista de especies amenazadas presentada se elaboró en base de la UICN (2004) para el caso de aves y mamíferos. En anfibios la lista de especies se basó en el *Global Amphibians Assessment* (GAA⁴) y la UICN (2003). Los mapas de distribución de especies amenazadas de aves y anfibios se elaboraron aprovechando la base de datos establecida en FAN y procesada utilizando BIOM (ver punto anterior 3.1.).

Este análisis no influyó en la definición de prioridades espaciales para la visión de conservación, los resultados aportaron directamente a las recomendaciones de conservación, considerando estas especies como objetos de conservación particulares y buscando su representatividad dentro de la red de áreas protegidas del CAM.

3.3.3. Gestión de conservación de la biodiversidad

Se estructuró una sección del documento más descriptiva relacionada con el estado de gestión de las áreas protegidas existentes en el CAM. Los resultados aquí presentados también aportaron directamente a las recomendaciones de conservación.

La evaluación del estado de gestión de las áreas protegidas utilizó los datos del Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP 2004), que consiste en la evaluación de la gestión de un área protegida en relación a su consolidación y en función a las medidas de manejo que se están aplicando. El sistema de Medición de Efectividad de Manejo (MEMs) se basa en una tabla de puntuación o *scorecard* diseñada por *The Nature Conservancy* (TNC/USAID 1999), y ha sido adaptada por el SERNAP a los objetivos particulares del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia. El máximo puntaje de comparación, en cualquiera de los indicadores que analiza el MEMs, es de “cinco” y representa un estado de gestión ideal.

Se evaluaron las áreas protegidas del CAM considerando un promedio de los puntajes de gestión entre los años 2000 y 2003 según datos disponibles del MEMs.

3.4. Análisis de prioridades y estructuración de la visión de conservación de la biodiversidad del Corredor Amboró-Madidi

3.4.1. Definición de objetos de conservación

Los objetos de conservación representan los elementos de la diversidad biológica o sustitutos que serán el foco de los esfuerzos de planificación (Groves *et al.* 2000). Para el CAM fueron seleccionados a) los corredores altitudinales en buen estado de conservación, b) bloques de bosques en buen estado de conservación, c) ecosistemas

⁴ www.globalamphibians.org

de importancia para procesos hidroclimáticos, d) comunidades biológicas con alta riqueza de endemismo, y e) comunidades biológicas únicas de extensión reducida, como objetos de conservación que permitirán el mantenimiento de funciones ecológicas y una adecuada representación de la biodiversidad.

El marco conceptual de definición de cada uno de los objetos de conservación se presenta directamente en el capítulo V. En esta sección nos limitamos a describir los aspectos metodológicos principales para la definición y valoración dentro del sistema de cuadrículas de los diferentes objetos seleccionados.

a) Corredores altitudinales en buen estado de conservación (CA)

Este objeto de conservación buscó la conectividad entre los distintos pisos altitudinales del CAM. Para la definición del mismo se utilizó la cobertura de variación topográfica del USGS (2004) y el análisis del estado de conservación (Nowicki 2004). La lógica de interpretación del análisis fue la asignación de mayor valor de conservación a aquellas áreas en buen estado de conservación conectadas en una mayor variación altitudinal.

El análisis de valoración en cuadrícula utilizando el SIG se sustentó en los siguientes pasos:

- Utilizando el programa ArcView 3.2 se intersecaron las coberturas variación topográfica y áreas en estado de conservación bueno y muy bueno (0-40 % de conversión)
- Se codificaron los bloques de celdas continuas resultantes
- En cada bloque se calculó la altura mínima de todas las alturas mínimas y las altura máxima de todas las alturas máximas
- En base a los valores mínimos y máximos se calculó la variación topográfica (rango) del bloque
- En base al valor máximo de los rangos se calcularon los valores relativos: $\text{rango} * 100 / \text{rango_max}$
- Para la distribución (visualización) de los valores de conservación se utilizó la clasificación “*natural break*” de ArcView.

b) Bloques de bosques en buen estado de conservación (BEC)

Este objeto buscó la priorización de áreas de bosque continuo lo más extensa posible y lo mejor conservadas posibles. La base de información para su definición fue el mapa de cobertura de bosques (GLCF 2003) y el mapa del estado de conservación (Nowicki 2004).

Los pasos realizados para la definición de los bloques de bosque fueron:

- Utilizando el programa ArcView 3.2 se intersecaron las coberturas de bosques y estado de conservación (0-40 % de conversión), priorizando áreas continuas conectadas al menos en un lado de la cuadrícula
- Se contó las celdas continuas en los bloques resultantes
- En base al número mayor de celdas en los bloques se calculó valores relativos: $\text{num_celdas} * 100 / \text{num_mayor_celdas}$
- Para la distribución (visualización) de los valores de conservación se utilizó la clasificación “*natural break*” de ArcView.

Es importante resaltar que la identificación de los bloques de bosque se realizó considerando áreas continuas más allá de los límites del CAM, en este sentido algunas manchas pequeñas de bosque dentro de los límites del CAM tienen un valor alto debido a su extensión fuera de los límites, como se observa en la siguiente figura:

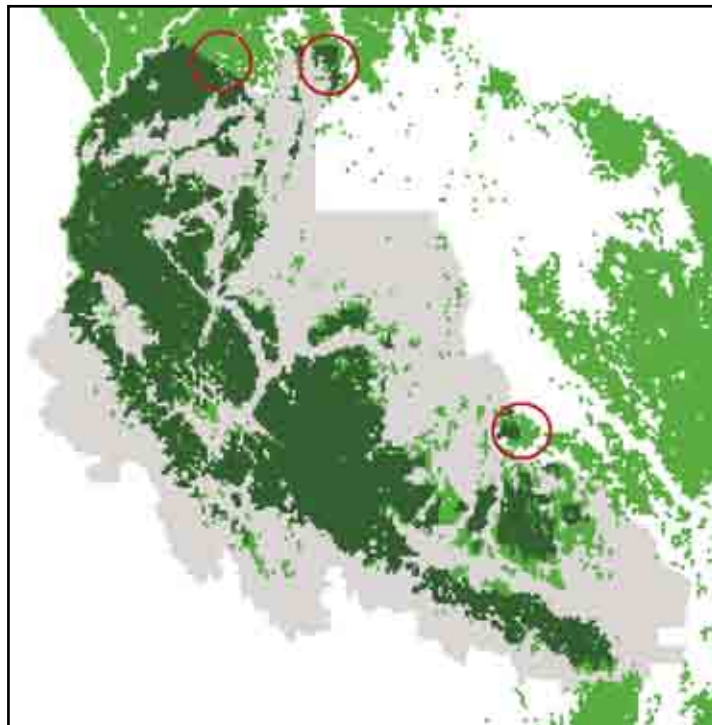


Fig. 4. Definición de bloques de bosque en buen estado de conservación

c) Ecosistemas de importancia para procesos hidroclimáticos (EFH)

Este objeto tiene la finalidad de priorizar áreas claves como fuente de agua y protección de cuencas, tienen una importancia elevada las áreas con pendientes pronunciadas y cabeceras de cuencas. Los datos de base utilizados fueron la cobertura de variación topográfica (USGS 2004), sensibilidad ecosistémica (ver metodología del estado de conservación) y ríos (IGM 1998)

Los pasos realizados para la definición de este objeto de conservación fueron:

- El rango de la variación topográfica (**Var_Top**) se valorizo de la siguiente manera: se le dio el valor 1 a los rangos mayores a 1.000 m, 0.75 a los rangos que están entre 400 m y 1.000 m y 0.5 a los rangos que tienen menos de 400 m.
- Los valores de la sensibilidad ecosistémica (**SE**) se convirtieron en valores relativos (entre 0-100)
- Se intersecaron las coberturas de **Ríos** con la de cuadrículas, las cuadrículas que se intersecaron con ríos se les dio el valor de 1 y a las que no el valor 0
- Para obtener el EFH se aplicó la siguiente fórmula: $\text{Var_top} * \text{SE} * \text{Ríos}$

- Para la distribución (visualización) de los valores de conservación se utilizó la clasificación “*natural break*” de ArcView.

d) Comunidades biológicas con alta riqueza de endemismo (CBR)

El objetivo de la selección de este objeto de conservación fue la priorización de centros de riqueza de endemismo. La riqueza de endemismo (Kier & Barthlott 2001/valor C) indica la sumatoria de los inversos de las superficies de los rangos de las especies en un área. Así que el valor C es una combinación del grado de endemismo y de la riqueza de especies en un área. Un alto valor de un área significa un aporte alto de esta área a la diversidad (endemismo y riqueza de especies) del país. El análisis fue realizado a nivel de Bolivia (Nowicki *et al.* 2004, Nowicki 2004) y posteriormente utilizando los datos correspondientes al área del CAM.

El análisis en general utilizó el modelo BIOM (Nowicki *et al.* 2004) calculando los valores de riqueza de endemismo en función de la base de datos de más de 6.000 especies (ver título 3.1 en el presente capítulo).

Luego para la definición de CBR se convirtió la cobertura de riqueza de endemismo a valores relativos dentro del CAM utilizando la clasificación “*natural break*” de ArcView.

e) Comunidades biológicas únicas de extensión reducida (CBU)

Este objeto de conservación busca la representación de la diversidad beta del CAM dentro del sistema áreas protegidas o áreas de especial atención de conservación, dando un énfasis particular a las comunidades biológicas únicas de extensión reducida.

Los insumos utilizados para el análisis fueron el mapa de vegetación del CAM (presentado en el capítulo III y basado en Navarro *et al.* 2004), la base de datos de especies y el BIOM como herramienta de análisis (ver título 3.1 en el presente capítulo). Se realizó un análisis de heterogeneidad/unicidad mediante un método clusters con distancias euclídicadas (*Ward*) combinando unidades de vegetación y su composición biótica. Las unidades singulares resultantes de este análisis fueron comparadas con el portafolio de sitios prioritarios en pasos posteriores del proceso metodológico.

Para la definición de comunidades únicas de extensión reducida se seleccionaron las unidades singulares con un tamaño relativo menor al 10% en relación a la unidad de mayor superficie.

3.4.2. Análisis de prioridades espaciales de conservación

El análisis de prioridades espaciales es el resultado de la combinación de los diferentes objetos de conservación llegando a la identificación de áreas de mayor valor biológico ecológico, donde coinciden los valores más altos de cada objeto.

a) Bloques prioritarios de conservación (Valor biológico ecológico en bosques)

Datos de base utilizados: Cobertura de Bosques en buen estado de conservación (BEC), Corredores altitudinales en buen estado de conservación (CA), Ecosistemas de importancia para procesos hidroclimáticos (EFH) y Comunidades biológicas con alta riqueza de endemismo. (CBR)

Fuentes:

- Mapas: BEC, CA, EFH, CBR

Metodología:

- Para calcular los Bloques prioritarios de conservación, se multiplicó los valores de las coberturas BEC, CA, EFH y CBR, y el resultado se convirtió a valores relativos entre 0 y 100. Los valores más altos representaron las zonas de mayor prioridad.
- Los bloques de bosque en buen estado de conservación de mayor tamaño, dieron un peso especial al análisis ya que se priorizaron las áreas más viables y funcionales para la biodiversidad.

b) Áreas prioritarias complementarias (Valor biológico ecológico fuera de bosques)

Datos de base utilizados: Corredores altitudinales en buen estado de conservación (CA), Ecosistemas de importancia para procesos hidrológicos (EFH), Comunidades biológicas con alta riqueza de endemismo (CBR) y Comunidades biológicamente únicas de extensión reducida (CBU)

Fuentes:

- Mapas: CA, EFH, CBR, CBU

Metodología:

- Para calcular las áreas prioritarias complementarias de conservación, se multiplicó los valores de las coberturas CA, EFH y CBR, y el resultado se dividió entre diez mil para obtener valores entre 0 y 100. Los porcentajes más altos representaron las zonas de mayor prioridad
- Adicionalmente se ubicaron las CBU como objetos de especial atención de conservación, pero no se incorporaron dentro del análisis de valoración en cuadrícula para no perder dentro del cálculo generalizado su delimitación en particular.

3.4.3. Definición de la Visión de Conservación

El objetivo de este paso es definir el estado de conservación deseable de la biodiversidad en el largo plazo, para ello se plantea una visión de conservación por zona de conservación diferenciada en función de las prioridades y estado de conservación.

Los criterios para definir cada zona fueron:

Zonas con prioridad para protección, se definen a partir de los bloques de ecosistemas funcionales identificados en el análisis de prioridades, así como por las prioridades complementarias. La diferenciación de intensidades de conservación recomendadas se dio según el valor biológico-ecológico de cada sitio:

- Áreas donde se combinan CBR + EFH + BEC + CA con sus valores más altos, merecen una atención prioritaria y medidas más estrictas de conservación, como el establecimiento de áreas protegidas de carácter nacional.
- Áreas donde se combinan CBR + EFH + BEC + CA con valores no necesariamente más altos pero dentro de bloques funcionales de conservación, se priorizan para medidas de manejo sostenible y creación de áreas de protección donde fuese factible.

- Áreas donde se combinan CBR + EFH + CA con sus valores más altos, igualmente merecen una atención prioritaria y medidas más estrictas de conservación.
- Áreas con presencia de CBU se recomiendan para medidas de protección estricta.

Zonas de desarrollo sostenible, se ubican fuera de los grandes bloques funcionales de conservación identificados en el análisis de prioridades, tienen en general un buen estado de conservación y la visión se construyó principalmente considerando el tipo de cobertura de vegetación:

- Áreas de bosque deben mantener su integridad ecológica a través del manejo de los recursos del bosque.
- Áreas de sabanas o pampas arboladas, ubicadas en el área de influencia del CAM, no tienen una importancia relativa alta para el corredor y la visión ya integra recomendaciones según el potencial del uso del suelo.

Zonas de desarrollo, mejoramiento de la calidad del ecosistema y restauración, se ubican en las zonas del CAM con un estado de conservación predominantemente crítico, son las áreas de mayor perturbación. Las recomendaciones estuvieron principalmente estructuradas en función de los planes de uso de suelo existentes, con medidas de restauración en zonas donde el CBR tuvo un valor potencial alto (= 70%).

3.4.4. Propuesta de zonificación para la gestión del CAM en función de la visión de conservación

La zonificación propuesta para orientar la gestión de conservación en el CAM siguió los lineamientos planteados en la visión de conservación. En un primer paso para definir zonas más concretas de gestión se realizó una comparación de las zonas identificadas en la visión y su situación de uso actual del suelo, presencia de centros poblados, vías de acceso, concesiones y áreas protegidas existentes, de esta forma se realizó un análisis general de viabilidad de conservación considerando el contexto socioeconómico y de gestión de conservación existente en el CAM.

En un segundo paso se afinó la propuesta de zonificación establecida en la visión, identificando un portafolio de sitios prioritarios, los criterios utilizados fueron:

- Se mantuvieron áreas protegidas existentes dentro de los grandes bloques funcionales.
- Se propuso la creación de nuevas áreas protegidas o la ampliación de áreas protegidas existentes en áreas donde los objetos de conservación alcanzaron su mayor valor, y especialmente si se ubicaron dentro de los grandes bloques funcionales.
- Se priorizaron Tierras Comunitarias de Origen para un acompañamiento en el manejo sostenible más riguroso cuando éstas se ubicaron dentro de los grandes bloques funcionales.
- Se propusieron nuevas áreas de protección a nivel departamental, municipal o privado cubriendo los límites en mejor estado de conservación de las comunidades biológicas únicas de extensión reducida identificadas como objetos de conservación.

Adicionalmente se identificaron sitios alternativos de manejo de los recursos naturales, así como una zonificación más detallada dentro de zonas más degradadas. Los criterios principalmente utilizados fueron:

- Para zonas identificadas dentro de la visión como de desarrollo sostenible y de desarrollo, mejoramiento de la calidad del ecosistema y restauración, se aplicaron categorías de manejo recomendadas en el PLUS para el caso del área del CAM correspondiente con los departamentos de Beni y Santa Cruz. En los departamentos de Cochabamba y La Paz sin PLUS oficialmente aprobado, se utilizaron recomendaciones emitidas en el análisis del uso actual del suelo (ver capítulo de diagnóstico socioeconómico)
- En áreas con cobertura de bosque en buen estado de conservación se mantuvieron límites de concesiones forestales, ASL y TCO, así como recomendaciones de manejo del bosque.
- Se buscaron oportunidades para establecer corredores locales de conectividad entre bloques de bosque y los bloques funcionales prioritarios.
- Se propuso el cambio de categoría de áreas protegidas con estado de conservación predominantemente malo.
- Se propusieron áreas de restauración específicas para sitios potenciales de alta riqueza de endemismo, pero de estado crítico de conservación.

De esta forma se elaboró un mapa espacializado de conservación y desarrollo sostenible para el CAM. Todas las propuestas sólo tuvieron un análisis de viabilidad basado en datos socioeconómicos disponibles.

III. Diagnóstico y análisis de base para la planificación



Baile tradicional de la comunidad Tacana, vecina al Parque Nacional Madidi (Foto: A. Suárez / CI).

III. Diagnóstico y análisis de base para la planificación

1. Límites del Corredor Amboró-Madidi

N. Araujo & P.L. Ibisch

El Corredor Amboró-Madidi (CAM) cubre una superficie aproximada de 139.088 km². Sus límites se han basado en el mapa de ecorregiones de Bolivia según clasificación de Ibisch *et al.* (2003). De esta manera, las ecorregiones principales (mapa 1), en las cuales se concentra la planificación de conservación para el corredor son la ecorregión de Yungas y las subecorregiones de los Bosques Amazónicos Preandinos y Subandinos (o Faja Subandina) pertenecientes a la Amazonia; dentro de este bloque de regiones compuestas por bosques predominantemente húmedos, existen algunas manchas de bosques semihúmedos, hasta semiáridos de la ecorregión de Bosques Secos Interandinos que también se han incluido, así como una pequeña representación del Bosque Tucumano-Boliviano ubicada al extremo sur del corredor, en el Parque Nacional Amboró. Datos aproximados sobre superficie y límite altitudinal de cada ecorregión o subecorregión se presentan a continuación.

Tabla 14. Ecorregiones en el Corredor Amboró-Madidi

Ecorregión/ Subecorregión	Superficie total en Bolivia (km ²)	Superficie en el CAM (km ²)	Porcentaje de la región en Bolivia	Límite altitudinal (m)
Sudoeste de la Amazonia:				
Bosques Amazónicos Preandinos	58.308	58.308	100%	150-500
Bosques Amazónicos Subandinos	23.529	23.529	100%	500-1.000
Yungas	55.556	55.556	100%	1.000-4.200*
Bosques Secos Interandinos	44.805	5.759	13%	2.300-3.000
Bosque Tucumano-Boliviano	29.387	324	1%	1.800-2.000

* Incluyendo el Páramo Yungueño

Describiendo más finamente la delimitación del área de estudio, es importante mencionar que los límites del CAM fueron originalmente propuestos en un diagnóstico sobre el sector boliviano de la ecorregión Sudoeste de la Amazonia según el enfoque de Conservación Basada en Ecorregiones desarrollado por WWF (Ibisch *et al.* 1999). En este estudio, fueron priorizados por su alto valor biológico-ecológico todos los bosques húmedos siempreverdes del Sudoeste de la Amazonia y la zona de influencia de los Yungas, incluyendo bosques de la llanura amazónica hasta la Ceja de Montaña

en unos 3.600 m. Actualmente con la nueva definición de ecorregiones para Bolivia, los Yungas, incluirían en su límite más alto al Páramo Yungueño que se localiza en franjas y manchas encima de la ceja de monte y forman pajonales y matorrales casi siempre húmedos subiendo el límite altitudinal en algunos sectores hasta 4.200 m (Ibisch *et al.* 2003).

El límite entre los Bosques Amazónicos Subandinos y la ecorregión de Yungas bolivianos, es de cierta forma arbitrario porque existe un gradiente altitudinal que hace cambiar las condiciones abióticas que afectan a ciertos taxa de manera distinta. En realidad, se puede decir que los bosques húmedos andinos son un solo ecotono, principalmente debido al cambio ecológico gradual que se registra por temperaturas decrecientes y precipitaciones crecientes en cuanto se sube a los Andes. El límite más arbitrario del CAM se encuentra en las zonas donde los Bosques Amazónicos Preandinos tienen conexión directa con los Bosques Amazónicos de Pando y/o Bosques Amazónicos de Inundación.

Zona de influencia del Corredor Amboró-Madidi

Todo el complejo de ecorregiones mencionadas anteriormente conforman el área núcleo de atención para el desarrollo de la Visión de Conservación de la Biodiversidad, esta área se basa en límites predominantemente naturales. Por otro lado, considerando la delimitación político-administrativa del país, en el CAM se ubicarían 77 municipios, varios de ellos se extienden más allá de los límites naturales del corredor, es así que, para considerar todo el contexto socioeconómico del CAM se ha definido un **área de influencia**, demarcada por el resto del territorio municipal que se extiende más allá de los límites del CAM. El CAM recibe la influencia de varias ecorregiones tanto de ecosistemas andinos, como de tierras bajas, ver la siguiente tabla 15. En el mapa 2, se visualiza los ecosistemas del CAM y su área de influencia.

Tabla 15. Ecorregiones que forman parte de la zona de influencia del CAM

Ecorregión/Subecorregión	Superficie total de la región en Bolivia (Km²)	Superficie en el área de influencia del CAM (Km²)	Porcentaje en el área de influencia del CAM
En el área de influencia de tierras bajas:			
Amazonia			
Bosques Amazónicos de Inundación	63.588	1.6661	26%
Bosques Amazónicos de Pando	71.217	8.814	12%
Sabanas Inundables			
Sabanas Inundables de los Llanos de Moxos	94.660	44.457	47%
Bosque Seco Chiquitano	101.769	5.036	5%
Gran Chaco	105.006	2.004	2%
En el área de influencia de tierras altas (zona andina):			
Bosque Tucumano-Boliviano	29.387	1.669	6%
Vertiente Oriental y Valles Interandinos			
Chaco Serrano	23.176	445	2%
Bosques Secos Interandinos	44.805	4.659	10%

Cerrado			
Cerrado Paceño	9.837	9.704	99%
Cerrado Beniano	27.171	6.772	25%
Cordilleras Altas y Altiplano			
Puna Húmeda	8.869	3.440	39%
Puna Semihúmeda	67.601	8.810	13%
Vegetación Altoandina de la Cordillera Oriental con Pisos Nivales y Subnivales	8.137	6.054	74%
Puna Seca	35.818	299	1%

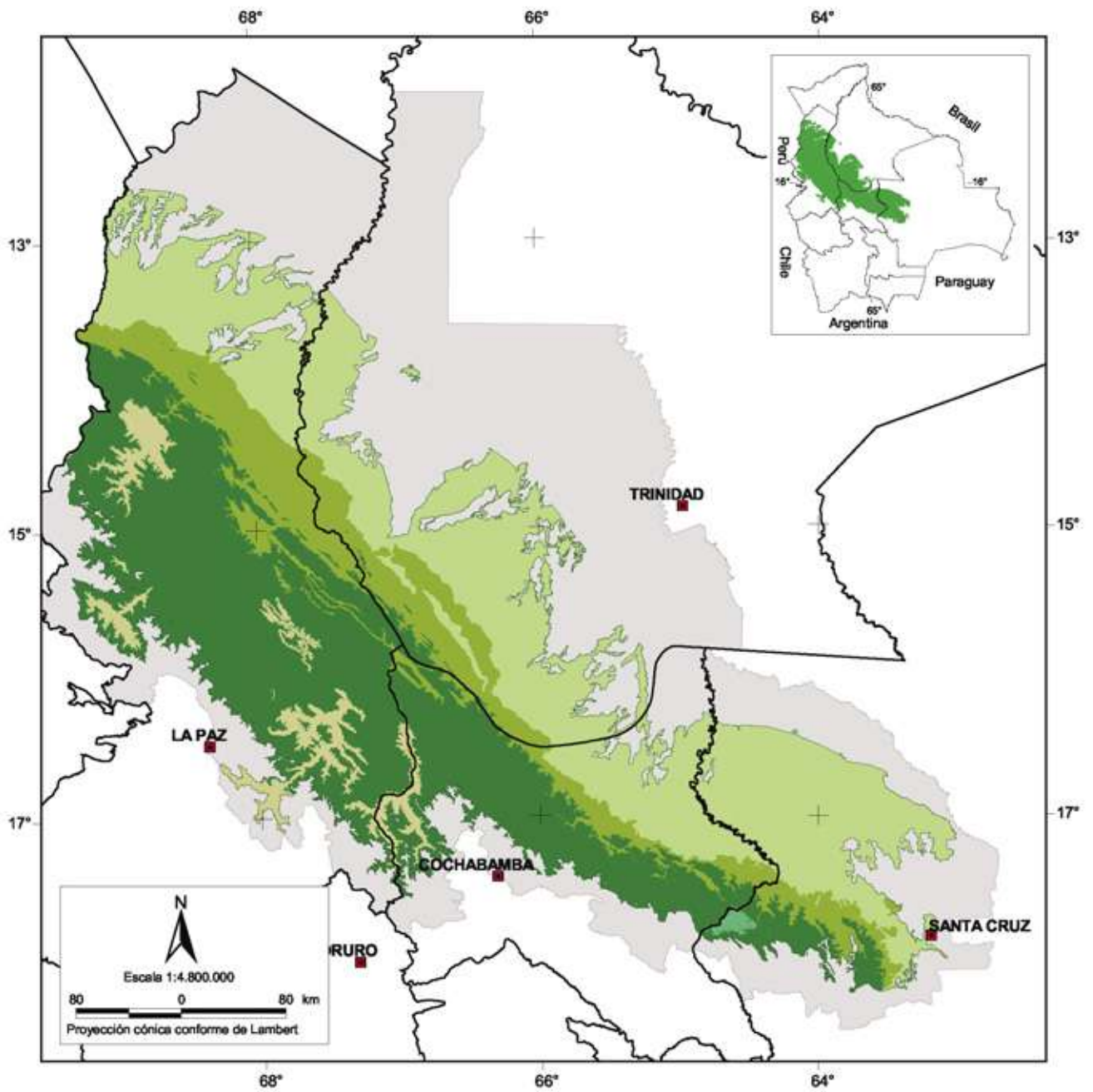
1.1. Delimitación político-administrativa del Corredor Amboró-Madidi

El CAM se ubica en cuatro de los nueve departamentos administrativos de Bolivia y en 77 municipios. Cuarenta de estos municipios forman parte del Departamento de La Paz, 17 son del Departamento de Santa Cruz, 13 de Cochabamba y 7 se encuentran en el Beni. En la siguiente tabla se presenta una lista de municipios según su influencia territorial sobre el CAM.

Tabla 16. Porcentaje de superficie del territorio municipal dentro de los límites del CAM

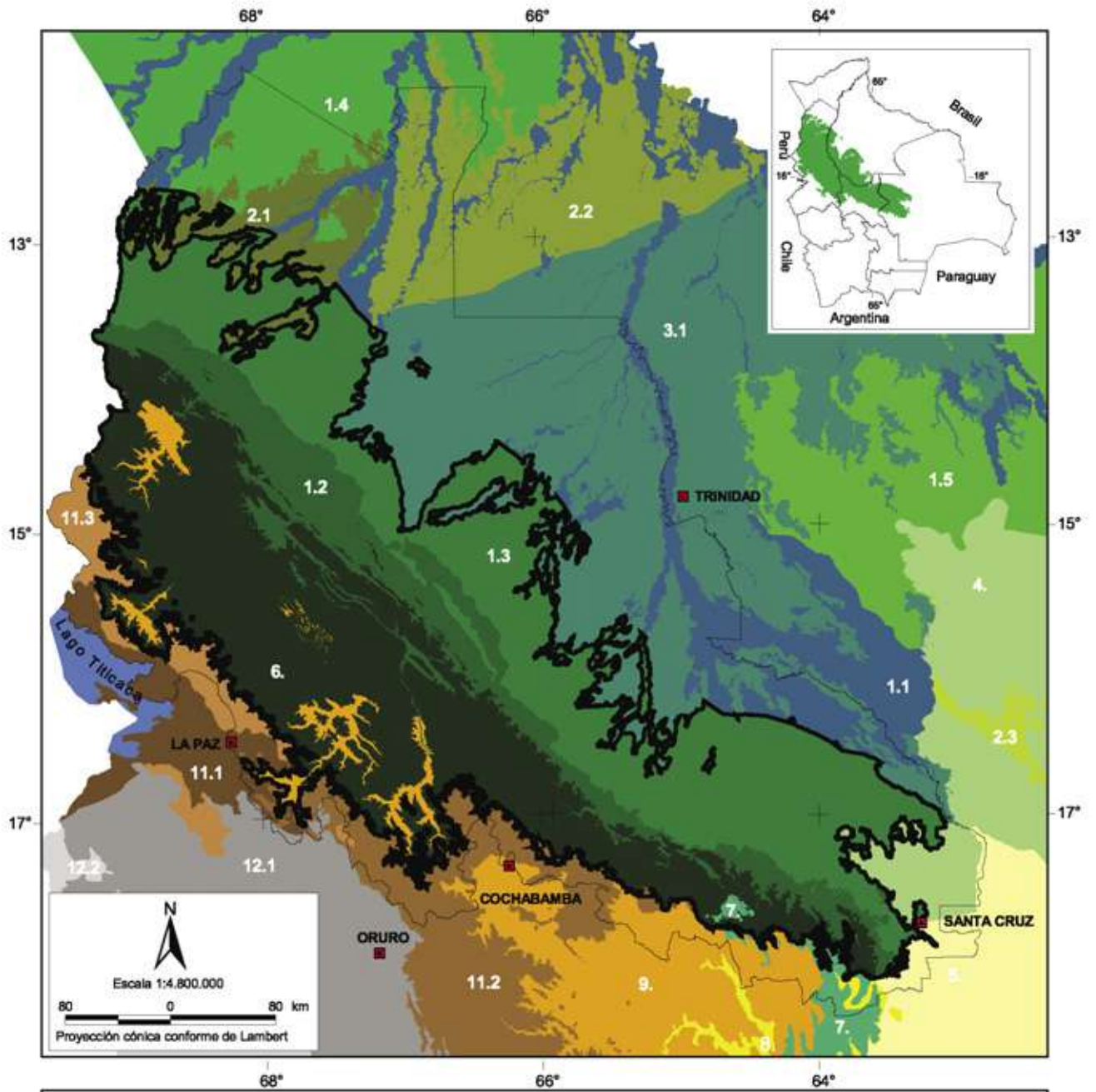
Departamento	Provincia	Municipios
Municipios con 90-100% de su superficie dentro del CAM		
La Paz	Abel Iturralde	San Buenaventura
	Caranavi	Caranavi
	Franz Tamayo	Apolo
	Inquisivi	Licoma, Cajuata, Inquisivi
	Larecaja	Tipuani, Quiabaya, Tacacoma, Guanay
	Muñecas	Aucapata
	Nor Yungas	Coripata, Coroico
	Sur Yungas	La Asunta, Palos Blancos, Chulumani
Cochabamba	Carrasco	Puerto Villarroel
Beni	General José Ballivián	Puerto Rurrenabaque
Municipios con 60-90% de su superficie dentro del CAM		
La Paz	Bautista Saavedra	Gral. Pérez (Charazani)
	Larecaja	Combaya, Sorata
	Muñecas	Ayata, Chuma
	Sur Yungas	Irupana
Cochabamba	Ayopaya	Morochata, Independencia
	Carrasco	Pojo, Chimoré
	Chapare	Villa Tunari
	Tiraque	Tiraque
Beni	General José Ballivián	San Borja
Santa Cruz	Andrés Ibañez	El Torno, Porongo (Ayacucho)
	Ichilo	Buena Vista, San Carlos, Yapacaní (San Juan)

Municipios con 40-60% de su superficie dentro del CAM		
La Paz	Abel Iturralde	Ixiamas
	Bautista Saavedra	Curva
	Camacho	Mocomoco
	Inquisivi	Quime
	Murillo	La Paz
	Sur Yungas	Ynacachi
Cochabamba	Carrasco	Totora
	Chapare	Colomi
Beni	Moxos	San Ignacio
Santa Cruz	Manuel M. Caballero	Comarapa
	Obispo Santisteban	Gral. Saavedra
Municipios con 20-40% de su superficie dentro del CAM		
La Paz	Franz Tamayo	Pelechuco
	Loayza	Cairoma
	Murillo	Palca, Mecapaca
Beni	General José Ballivián	Reyes
	Yacuma	Santa Ana
Santa Cruz	Florida	Mairana, Samaipata
	Obispo Santisteban	Mineros
	Sara	Santa Rosa
Municipios con 10-20% de su superficie dentro del CAM		
La Paz	Inquisivi	Ichoca, Colquiri
	Loayza	Sapahaqui, Luribay
Santa Cruz	Andrés Ibañez	La Guardia
	Florida	Pampa Grande
	Sara	Portachuelo
Municipios con menos del 10% de su superficie dentro del CAM		
La Paz	Camacho	Pto. Carabuco, Chaguaya, Puerto Acosta
	Omasuyos	Achacachi, Ancoraimes
Cochabamba	Carrasco	Pocona
	Chapare	Sacaba
	Quillacollo	Tiquipaya
	Tapacarí	Tapacarí
Beni	General José Ballivián	Santa Rosa
	Marbán	Loreto
Santa Cruz	Andrés Ibañez	Santa Cruz de la Sierra
	Obispo Santisteban	Montero
	Warnes	Warnes



MAPA BASE DEL CORREDOR AMBORÓ - MADIDI		
<ul style="list-style-type: none"> — Límite del CAM ■ Área de influencia del CAM 	<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capital departamental — Límite departamental 	<p>Fuentes:</p> <p>Límite del CAM: Elaborado según ecorregiones de Bolivia (Ibisch et al. 2003)</p> <p>Delimitación del área de influencia: Elaborado según límites municipales, COMLIT 1999.</p> <p>Límite departamental: COMLIT 1999.</p> <p>Capital departamental: INE 2001.</p>
<p>Ecorregiones</p> <ul style="list-style-type: none"> Sudoeste de la Amazonía Bosques Amazónicos Subandinos Bosques Amazónicos Preandinos Yungas Bosque Tucumano-Boliviano Bosques Secos Interandinos 		
<p>elaborador por:</p>		<p>para:</p>

Mapa 1



ECORREGIONES EN EL CAM Y SU ÁREA DE INFLUENCIA		Fuente:
<p>Tierras Bajas</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Sudoeste de la Amazonía 1.1. Bosques Amazónicos de Inundación 1.2. Bosques Amazónicos Subandina 1.3. Bosques Amazónicos Preandinos 1.4. Bosques Amazónicos de Pando 1.5. Bosques Amazónicos de Beni y Santa Cruz 2. Cerrado 2.1. Cerrado Paceño 2.2. Cerrado Beniense 2.3. Cerrado Chiquitano 3. Sabanas Inundables 3.1. Sabanas Inundables de los Llanos de Moxos 4. Bosque Seco Chiquitano 5. Gran Chaco 	<p>Vertiente Oriental y Valles Interandinos</p> <ul style="list-style-type: none"> 6. Yungas 7. Bosque Tucumano-Boliviano 8. Chaco Serrano 9. Bosques Secos Interandinos Cordilleras Altas y Altiplano 10. Puna Norteña 10.1. Puna Húmeda 10.2. Puna Semihúmeda 10.3. Vegetación Altoandina de la Cordillera Oriental con Pisos Nivales y Subnivales 11. Puna Sureña 11.1. Puna Seca 11.2. Puna Desértica con Pisos Nivales y Subnivales de la Cordillera Occidental 	<p>Ecorregión: Ibisch et al. 2003.</p>
<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capital departamental — Límite CAM — Límite del área de influencia del CAM 	<p>elaborador por:</p> 	<p>para:</p> 

Mapa 2

1.2. Delimitación transfronteriza del Corredor Amboró-Madidi

El CAM es un corredor regional abarcando muchos corredores de niveles jerárquicos más bajos (locales, de paisaje, etc.), tiene una delimitación bastante natural hacia el sur, en el Amboró, pero también hay una continuación bastante natural en el norte, hacia Perú. En este contexto el CAM forma parte de un corredor de conservación mayor, denominado “Vilcabamba-Amboró” principalmente promovido por Conservación Internacional (CI-CEPF 2003).

La delimitación del Vilcabamba-Amboró (mapa 3) ha tenido un fuerte enfoque en las áreas protegidas existentes, como núcleos de conservación, desde este núcleo se busca la conectividad para asegurar la viabilidad a largo plazo de la gran mayoría de las especies biológicas en su medio, como recurso actual y potencial de desarrollo. Desde esta perspectiva, el corredor no simplemente busca conectar fragmentos de naturaleza prístina. El corredor propone un sistema de ordenamiento del territorio que, juntamente con propuestas innovadoras de uso productivo, integra a las áreas protegidas con su entorno, conciliando conservación y desarrollo económico.

El Corredor Vilcabamba-Amboró cubre una superficie aproximada de 315.000 Km², comprende áreas naturales de Perú y de Bolivia, contiene extensiones de los bosques montañosos y bosques de llanura tropical mejor conservados en todo el mundo. Los hábitats representados dentro del corredor varían entre los dos países. En Perú está bien representado el Bosque Húmedo del suroeste Amazónico con grandes extensiones de la llanura amazónica, buena representación de bosques de montaña y poca representación de ecosistemas de altura; mientras en Bolivia el corredor está más apegado a los Andes, donde la gran mayoría del hábitat es considerado como Yungas y Bosque Montañoso. De los ecosistemas presentes en el corredor, los Yungas son de prioridad para la conservación por su alta tasa de endemismo, su distribución restringida y su proximidad a áreas altamente pobladas de la sierra andina.

Igualmente se ha definido todo un complejo ecorregional de los Andes Tropicales⁵ que forman un corredor biológico entre Venezuela y el norte de Argentina, se caracteriza por la presencia de una franja de bosques montanos húmedos a lo largo de la cordillera oriental, constituyen una barrera orográfica de primer orden que condensa corrientes de aire húmedos provenientes de la cuenca amazónica baja, este corredor también se considera como uno de los sitios de mayor diversidad del mundo. En este sentido, la planificación de conservación en el Corredor Amboró-Madidi se constituye en el aporte boliviano para la conservación de la biodiversidad en esta importante región de los Andes Tropicales.

⁵ <http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/andes/>

2. Aspectos físicos

El CAM al tener una fuerte presencia e influencia de la vertiente nororiental de los Andes presenta una serie de factores geográficos, fisiográficos y climáticos que condicionan diferentes características ecológicas que convierten a esta zona en un área fascinante para el establecimiento de patrones especiales de diversidad biológica. En los puntos siguientes se describen algunas de las principales particularidades de los aspectos físicos del área de estudio.

2.1. Clima

(Extractos de Rafiqpoor et al. 2003⁶)

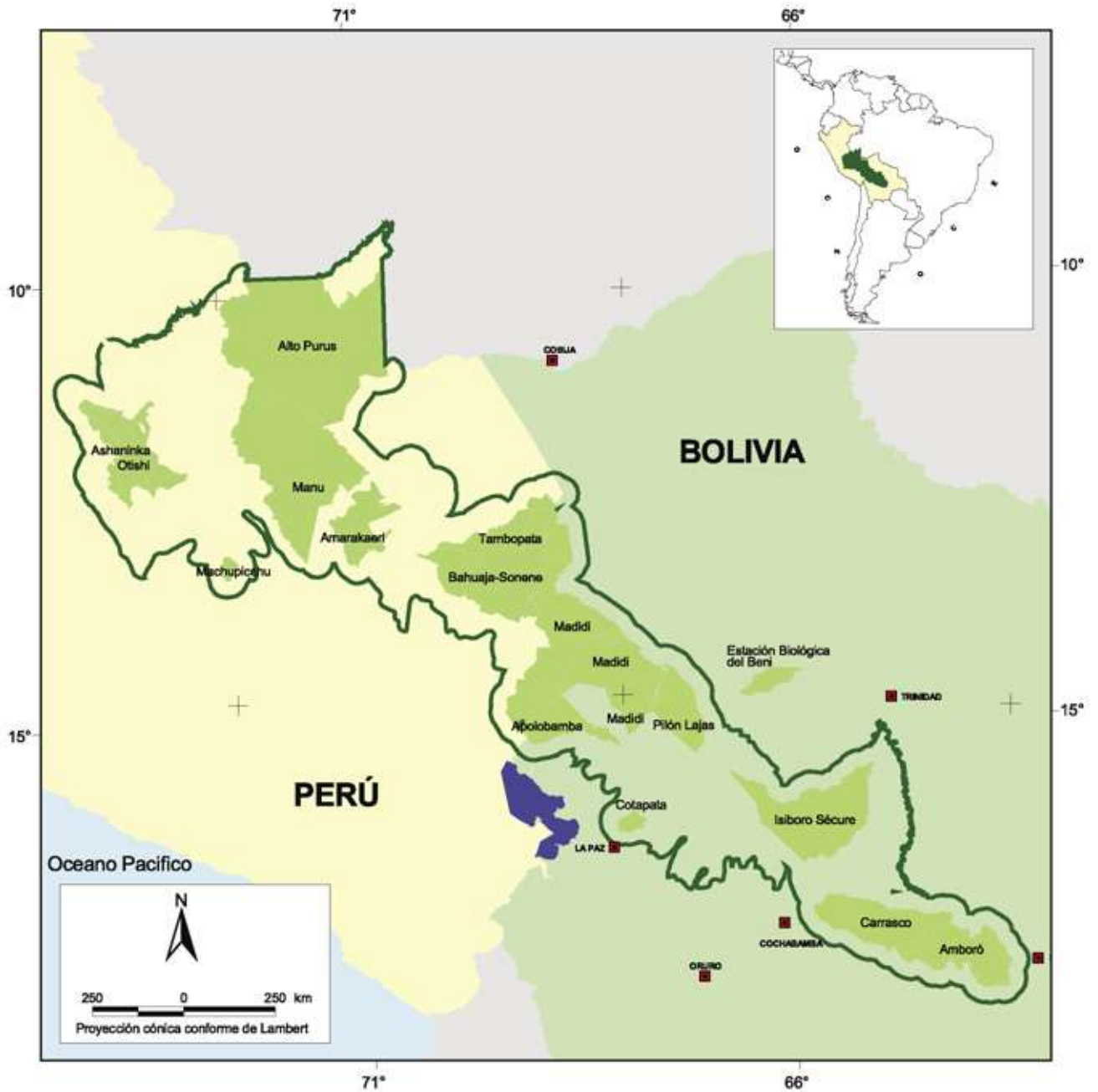
Entre los diferentes factores ambientales que determinan la aptitud de un espacio como hábitat de las especies no hay ninguno más relevante como el clima. Especialmente, es determinante para los productores del ecosistema: las especies de flora, de las cuales de alguna manera dependen los consumidores.

La Fig. 5a, muestra los patrones de la temperatura media anual. Claramente se identifica su dependencia de la altitud. Las temperaturas altas de la zona preandina invaden los valles profundos de los ríos principales que salen de los Andes. Los trópicos fríos se indican por el gradiente los colores desde rojo hacia amarillo y azul. Áreas más o menos extensas con temperaturas intermedias se encuentran en los valles interandinos.

La parte norte de Bolivia está más afectada por la ITCZ (*Inter Tropical Convergence Zone*=Zona de Convergencia Intratropical), y es donde se registra mayores valores de lluvia, El climadiagrama de La Paz muestra el cambio del régimen pluvial durante el año como es típico en las zonas cercanas al borde de los trópicos. La época de lluvias comienza en noviembre y dura hasta marzo. En este periodo se registra un 77% de la precipitación anual, y en junio hasta agosto el promedio anual está debajo de los 10 mm (Müller 1973). Claramente, la distribución de la precipitación en el año es ecológicamente más importante que la cantidad absoluta (ver abajo, subcapítulo sobre evapotranspiración y aridez). En Bolivia, solamente en las laderas nororientales de la Cordillera Oriental, en los Yungas bolivianos, se encuentran áreas con una disponibilidad permanente de agua requerida por vegetación higrófila.

La Fig. 5b, ilustra los patrones de distribución de la precipitación en el CAM, destacándose claramente los máximos de precipitación en los Yungas. El máximo del Chapare al norte de Cochabamba (> 6.000 mm/año) se explica por los Andes muy escarpados y altos que causan la subida de las masas de aire húmedo llevando a la condensación en función del enfriamiento del aire como consecuencia del efecto de la sombra de los vientos alisos. Además, las Cordilleras de Cocapata y Tiraque de Cochabamba, forman un “codo receptor” colectando las masas húmedas de manera muy eficiente y permanente (Ibisch et al. 2001). Las otras regiones, al norte y al sur del Chapare, tienen menores cantidades de precipitación y rápidamente bajan a 1.400 mm y menos.

⁶ Rafiqpoor, D., C. Nowicki, R. Villarando, A. Jarvis, H. Sommer, & P.L. Ibisch 2003. 2.6. El factor abiótico que más influye en la distribución de la biodiversidad: el clima. 31-46. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz.



CORREDOR VILCABAMBA-AMBORÓ	
<ul style="list-style-type: none"> Corredor Vilcabamba - Amboró Área protegida Perú Bolivia Lago Titicaca Capital departamental - Bolivia 	<p>Fuentes: Límite del Corredor Vilcabamba-Amboró: Conservación Internacional</p> <p>Área protegida: Bolivia - Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP) Perú - INRENA</p>
<p>elaborador por: </p>	
<p>para: </p>	

Mapa 3

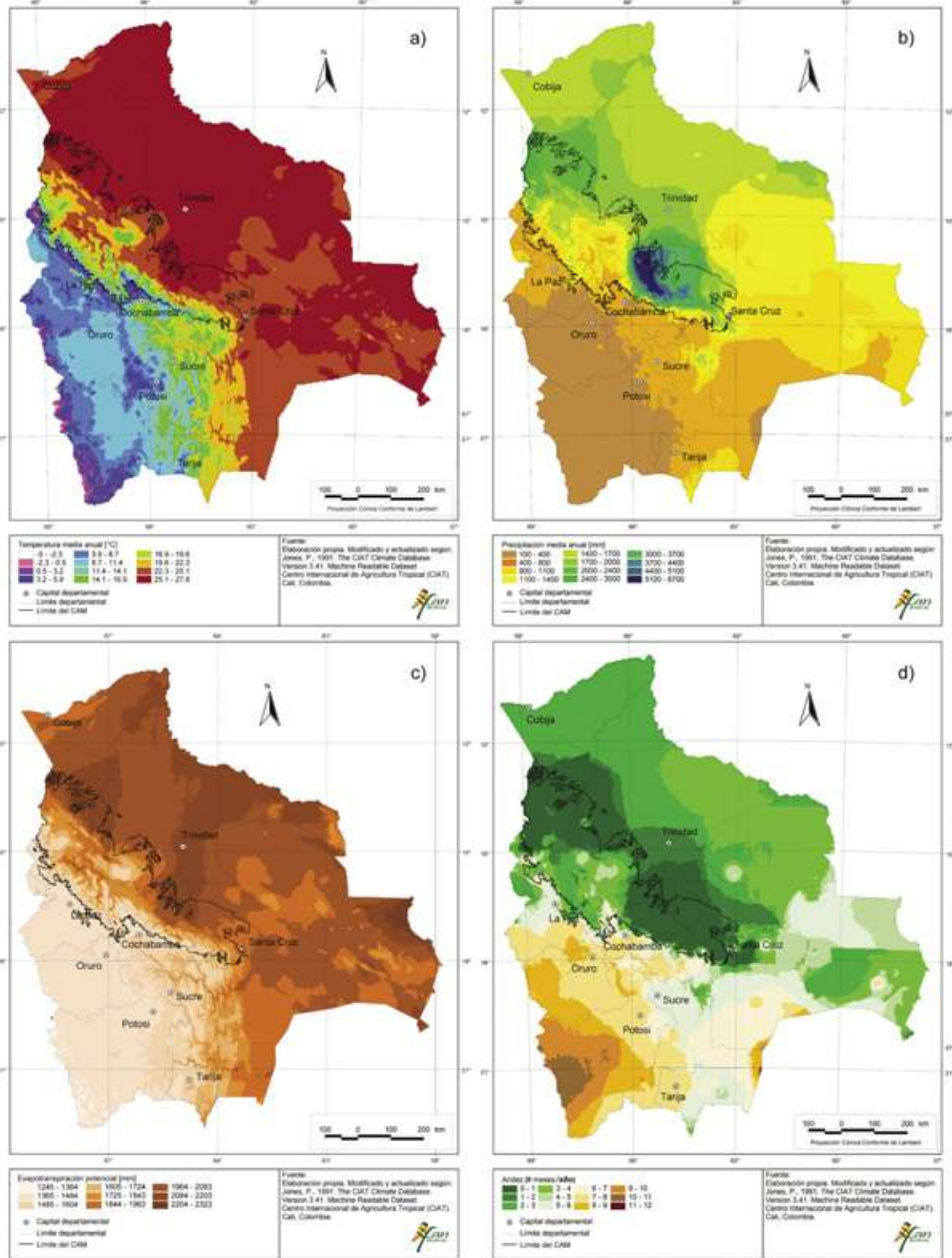


Fig. 5: Mapas climatológicos de Bolivia
a) Patrones de temperatura media anual, b) Patrones de la precipitación anual, c) Evapotranspiración potencial calculada según fórmula de Thornthwaite (1948), d) Isohigromenas según la fórmula de Lauer (1952)

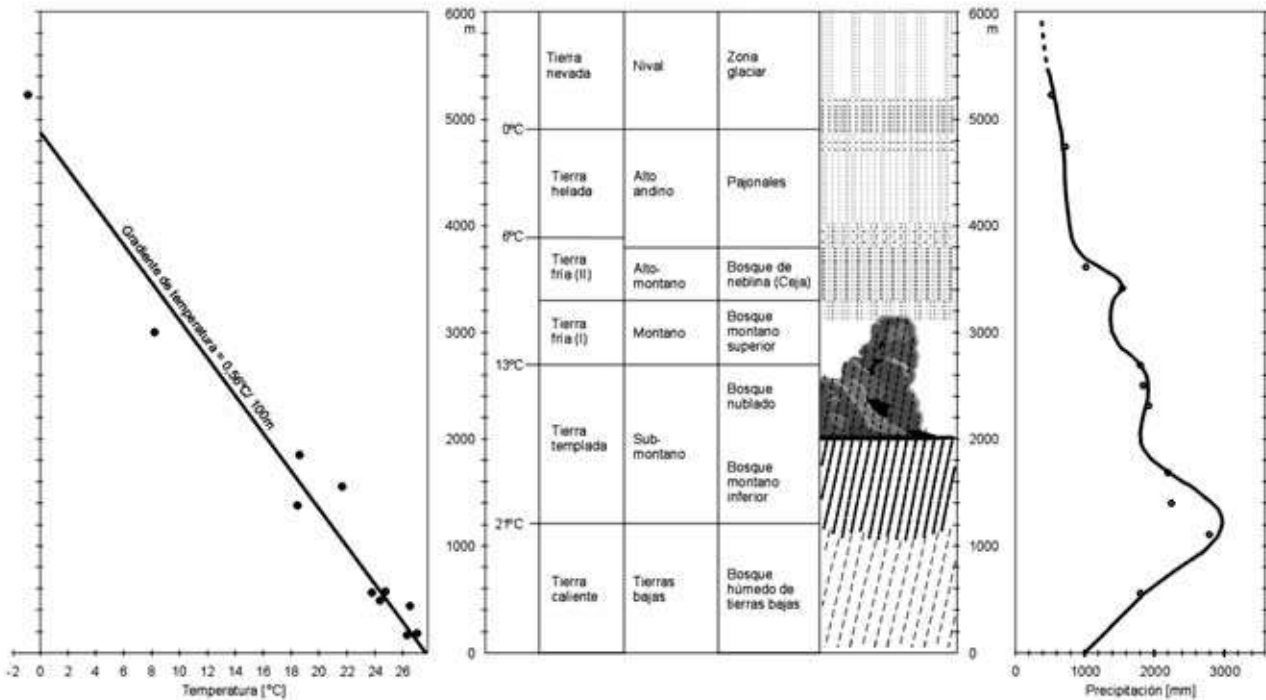


Fig. 6: Distribución vertical de diferentes pisos climáticos y la vegetación de los Yungas bolivianos (modificado según Lauer 1988)

El esquema de la distribución altitudinal de la precipitación en los Yungas demuestra claramente que, a lo largo del gradiente altitudinal, no solamente se observa una diferenciación térmica, sino también hídrica (Fig. 6). En el pie de monte se tienen condiciones casi perhúmedas en el Chapare y la zona de Madidi, y estacionales en las otras áreas (comparar mapa de aridez, Fig. 5d). En general, el piso de la precipitación más alta se encuentra entre los 1.200 y 1.800 m, hacia arriba sigue el nivel de condensación más importante, que se caracteriza por la formación máxima de nubes. Proporcionando condiciones óptimas para plantas, humedad máxima y temperaturas templadas sin heladas, aquí se encuentra también un máximo de diversidad de plantas. Encima del nivel de condensación, la humedad absoluta del aire disminuye.

En el piso entre 3.400 y 3.800 m a pesar de una menor humedad absoluta, debido a la temperatura mucho más baja, la humedad relativa de nuevo llega al 100%, lo que significa la formación de otro nivel de condensación. La persistente capa de neblina es el factor más importante para la formación de los bosques de neblina (ceja de la montaña) que reciben más agua por la llamada precipitación horizontal (que se da en el momento que las pequeñas gotas de las nubes chocan con estructuras como ramas u hojas de árboles y epifitas) que por la lluvia. Encima del bosque de neblina continúa un piso de pajonales bastante húmedo, el Páramo Yungeño. Un último nivel de condensación se registra a una altitud de más de 5.000 m, en la zona glaciar. En el interior de la Cordillera Oriental se observa una micro-diferenciación de las condiciones de precipitación directamente dependiente de la orografía. Efectos de sombra de lluvia por serranías muy altas, que no dejan pasar aires húmedos provenientes de la Amazonia, causan un mosaico climático reflejado por la vegetación; entonces, es posible observar bosques húmedos y matorrales secos con suculentas, ambos separados por zonas de transición de solamente muy pocos metros. Según Troll (1943, 1964), las islas secas dentro de los valles interandinos no pueden explicarse solamente por el pantallaje pluvial (mediante cadenas montañosas antepuestas), según el principio de barlovento y sotavento, sino que tienen que relacionarse con fuertes vientos compensatorios diarios. Tales vientos fueron

observados por Troll en varios valles de penetración en la Cordillera Oriental. Durante el día, los vientos de valle soplan desde las partes bajas hacia las alturas recalentadas (Lauer & Erlenbach 1987). Sobre todo hacia fines de la época seca se registró un aumento en la intensidad de los vientos de valle.

Ecológicamente, no sólo importa la cantidad de precipitación en un área, sino, sobre todo, la disponibilidad de agua para los organismos. Esta disponibilidad, está influenciada principalmente por la distribución de la precipitación durante el año, la temperatura que causa la evaporación (del suelo y del agua) y la transpiración a través de las plantas que conjuntamente se suele llamar evapotranspiración.

La resolución de los patrones de aridez no es completamente satisfactoria; por ejemplo, no se identifican algunos valles áridos dentro de los Yungas húmedos, debido a la falta de estaciones meteorológicas que impide ilustrar todo el detalle climatológico en las regiones más complejas. Algunos patrones inclusive se entienden como artefactos por el modelaje climatológico.

Como ya se mencionó anteriormente, el clima ha cambiado drásticamente en el transcurso de la historia geológica reciente (ver p.ej., Graf 1992, 1994, Baker *et al.* 2001). Tal es así, que en el futuro, también están por ocurrir cambios climáticos naturales causados p.ej., por cambios astronómicos (p.ej., variación de la inclinación del eje azimutal de la tierra). Sin embargo, ya se sabe con bastante seguridad que está desarrollándose un cambio climático antropogénico a raíz del aumento de gases de efecto de invernadero en la atmósfera los cuales son producto tanto de la combustión de hidrocarburos y carbón, como del cambio del uso de la tierra (sobre todo deforestación, pero también producción de metano por ganado, entre otros). En las décadas pasadas la temperatura a nivel global ha subido significativamente, y las predicciones indican que hasta el año 2100 podría aumentar de 1 a 4,2° C más; en Sudamérica el mayor calentamiento se espera para la Amazonia central. Esto, automáticamente, implica cambios temporales y espaciales de patrones de precipitación y evapotranspiración (Watson *et al.* 1997, IPCC 2001a, Mulligan 2000). También parece cambiar fenómenos ecológicamente muy relevantes como El Niño: desde los años 1970 han aumentado la frecuencia, persistencia e intensidad del mismo (IPCC 2001b). Considerando posibles efectos combinatorios de mayor aridez general, mayor frecuencia de años con sequías anormales, cambios del uso de suelo, presencia humana e incendios, es posible imaginarse escenarios muy preocupantes.

2.2. Breve resumen de la historia geológica⁷ y climática

(Extractos de Rafiqpoor & Ibsch 2003⁸)

Los elementos dominantes del relieve en Bolivia son el cuerpo complejo de los Andes con el Altiplano, las Sierras Subandinas y las Llanuras Orientales en las tierras bajas. Los Andes, incluyendo las tierras bajas adyacentes en el oeste y el este, pertenecen a una estructura geosinclinal muy antigua, la cual ya se desarrolló en el Paleozoico temprano como una fosa intracratónica entre el Escudo Brasileño en el este y el macizo de Arequipa en el oeste. En el marco de la exploración petrolera, en el pie de monte andino oriental, se detectó en la planicie beniano-chaqueña el fundamento Paleozoico debajo de sedimentos muy profundos del Pleistoceno (Ahlfeld 1970).

⁷ Un compendio exhaustivo de la geología de Bolivia fue preparado por Suárez (2000), y el Servicio Nacional de Geología y Minería, en el año 2001, presentó un Mapa geológico de Bolivia.

⁸ Rafiqpoor, D. & P.L. Ibsch 2003a. 2.1. La base de todo biótico: la evolución geológica y geomorfológica de la superficie. 4-10. Rafiqpoor, D. & P.L. Ibsch 2003b: 2.2. La importancia petrográfica-tectónica para el relieve. 10-11. Rafiqpoor, D. & P.L. Ibsch 2003c: 2.3. La historia plio-pleistocénica y la generación del relieve en los Andes bolivianos. 11-12. En: Ibsch, P.L. & G. Mérida (eds.): Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz.

Las cordilleras bolivianas, incluyendo el Altiplano, representan una parte del sinclinal andino. Las rocas más antiguas datan del Ordovícico. Hasta ahora, no se han registrado rocas del Cambriano en Bolivia; sin embargo, éstas se han encontrado en la llamada pre-cordillera argentina entre Mendoza y La Rioja, como testigos del geosinclinal andino paleozoico (Zeil 1986).

En el Paleozoico inferior, el espacio de sedimentación andino se desarrolló de manera más o menos continua. Se puede observar que el carácter de los sedimentos es uniforme hasta el Devoniano. Por lo tanto, prácticamente es imposible diferenciar el esquisto de graptolites del Ordovícico/Siluriano. El paquete de sedimentos de varios miles de metros del Paleozoico se encuentra encima del zócalo metamórfico del Precámbrico de manera discordante. Por la uniformidad del material, apenas se reconocen discontinuidades entre Ordovícico, Siluriano y Devoniano. Entonces, hubo una sedimentación homogénea, y la orogenia llevó recién después del Devoniano a un plegamiento intensivo del Paleozoico inferior. La profundidad del esquisto de graptolites del geosinclinal andino es de aproximadamente de 5.000 m (Martínez 1980).

En el Devoniano, los sedimentos se desarrollaron también de manera muy uniforme en grandes partes de la Cordillera Oriental, éstos consisten en esquistos, areniscos, areniscos calcáreos, cuarcitas y lutitas. En la región de Escoma-Carabuco, los sedimentos devónicos llegan a tener una profundidad de 1.748 m (Rivas 1968) y en los alrededores del Lago Titicaca 3.000 m (Martínez 1980). Históricamente, la sedimentación más o menos continua del Paleozoico inferior se perturbó por primera vez en la transición Devoniano/Carbonífero por movimientos orogénicos. Se puede notar que en esta época se retiró el mar. Por lo tanto, el geosinclinal andino, por primera vez, fue afectado por la orogenia “herciniana,” donde se generó una plataforma continental, sin embargo, sin que se pudiesen registrar eventos importantes de plegamiento. Luego del impacto del movimiento “herciniano” en la región del geosinclinal paleozoico andino, una vez más hubo una transgresión marina, inundando la llamada “tierra herciniana” del Paleozoico andino. De esta forma, se generó, en el Carbonífero, un mar epicontinental poco profundo en el cual se crearon sedimentos parállicos. En el Carbonífero superior, al este del macizo de Arequipa, se amplió el mar hacia el sur, hasta el noroeste de Argentina, registrándose, especialmente, sedimentos calcáreos. Esta transgresión marina continuó hasta el Pérmico. En el Carbonífero, hace aproximadamente 300 millones de años aparecieron las primeras coníferas, y luego, en el Pérmico, hace más o menos 280 millones de años las *Cycadophyta* (Judd *et al.* 1999). Ambos grupos aún persisten con representantes en el territorio boliviano.

Al final del Pérmico se registraron los movimientos “tardihercinianos” (Martínez 1980) que causaron el plegamiento intensivo de las capas del Paleozoico. Esta tectónica está vinculada con una dilatación de la corteza terrestre, que en la Cordillera Oriental causa la ascensión de extensas intrusiones de magma. Después de las pulsaciones pérmicas, en la región del Altiplano, se generaron fosas sin salida en las cuales se podían formar evaporitas. En los periodos posteriores, las series de yeso y yeso-marga, sirvieron como deslizaderos para las deformaciones tectónicas de los sedimentos Paleozoicos. El Triásico y el Jurásico, en Bolivia, son fases de aplanación intensiva. En el Jurásico supuestamente habían aparecido las plantas más evolucionadas, las angiospermas (Judd *et al.* 1999).

Al comienzo de la formación del Cretácico, en el norte del Altiplano, vuelve a aparecer una situación geosinclinal. Al este, este mar está limitado por la Cordillera Oriental “herciniana”. En el oeste también el macizo de Arequipa proporcionó sedimentos para la depresión altiplánica. Este geosinclinal que avanza desde el norte, durante el Cretácico inferior, abarcó regiones en los alrededores del Lago Titicaca y llegó hasta Puerto Acosta. Al este de la Cordillera Oriental “herciniana”, en la región de las Sierras Subandinas, también se produjeron sedimentaciones cretácicas que son similares a aquellas del Altiplano. Posiblemente en el norte de este geosinclinal (en Perú) haya existido una conexión entre ambos brazos marinos. En el Cretácico superior hubo transgresiones marinas en los sedimentos paleozoicos hasta la región de Charaña (al norte del Salar de Uyuni). El brazo marino oriental llegó hasta aproximadamente 20° S, en Argentina. Según conceptos modernos, el geosinclinal andino fue una

estructura homogénea en el Cretácico. Fosas paralelas de sedimentación fueron separadas por umbrales submarinos (Zeil 1986). El Cretácico de Bolivia fue investigado de manera relativamente intensiva (Newell 1949). Los calcáreos de la formación “Moho” en la Serranía de Muñecas indican que el mar Cretácico, ya en el Cretácico mediano, llegó a tener su extensión máxima. Los sedimentos del Cretácico superior consisten en areniscos de más de 2.500 m señalando condiciones cada vez más continentales. En el Cretácico, las angiospermas lograban ser más abundantes, y al final de esta época se extinguieron los dinosaurios.

De manera descriptiva, el Terciario, en la depresión altiplánica, consiste de sedimentos molásicos de más de 1.400 m (Ahlfeld 1970). Consisten de areniscos rojizo-amarillos, conglomerados, margas, evaporitas, y areniscos. En los conglomerados del Terciario del Altiplano por primera vez se registra grava de los macizos cordilleranos (Martínez 1980). Esto indica que el levantamiento del bloque andino recién se produjo después del Cretácico. Por otro lado, el desarrollo estratigráfico del Terciario en la fosa altiplánica indica que el plegamiento y la compresión de los sedimentos estaban vinculados con el levantamiento del bloque andino. En Bolivia, la fase “supra-cretácica” (o “peruana” según Steinmann 1929) causó movimientos del bloque y discontinuidades locales y la fase larámica (cambio Cretácico/Terciario) fue la fase principal de compresión. En los Andes centrales, esta fase llegó a tener impacto en el cambio Eoceno/Oligoceno (fase “incaica” Steinmann 1929) afectando grandes partes de la cordillera.

Las Serranías Subandinas acompañan a los Andes en dirección paralela. Sus cumbres hacia las tierras bajas, son cada vez más bajas, y las últimas estructuras están escondidas debajo de los sedimentos de las tierras bajas (Zeil 1986). Se trata de sinclinales y anticlinales muy anchas que consisten de sedimentos cretácicos y terciarios, que tapan el Paleozoico de la serranía basal y siguen hacia el este las estructuras tectónicas, con cierta divergencia. Los anticlinales, en partes tectónicamente más débiles, fueron virtualmente aserrados por ríos con origen andino. Las serranías son las de Eslabón, Mosetenes, Mataracú, Abapó, Aguaragüe, para mencionar algunos ejemplos. Entre la frontera con el Perú y la región de Santa Cruz estas serranías tienen una dirección noroeste-sudeste; en la parte meridional una dirección norte-sur. El cambio de dirección de la Cordillera Oriental y del Subandino en la latitud de la actual ciudad de Santa Cruz, crea el así llamado Codo de los Andes, que es de una importancia crucial para los patrones del clima y por lo tanto de la vegetación y la biodiversidad. El Subandino consta de varias serranías paralelas que coinciden con grandes alineamientos anticlinales. En medio de las cuevas formadas, se encuentran valles sinclinales angostos y anchos. Por su implicancia en la biodiversidad y su conservación, es necesario destacar que las serranías anticlinales constituyen importantes estructuras petrolíferas, ya que reúnen las condiciones necesarias para presentar sedimentos orgánicos (devónicos, carboníferos y cretácicos) que gracias a la presión y a las temperaturas causadas por el levantamiento de los Andes podían convertirse en petróleo y gas, garantizando la formación de reservorios a través de los plegamientos correspondientes.

Las Llanuras se encuentran al este de la región subandina; su altitud oscila entre los 200 y 600 m. Se han formado por la acumulación de cientos de metros de sedimentos finos, especialmente Cuaternarios. Se diferencia una faja preandina o de pie de monte que baja del subandino, donde se distinguen las depresiones de inundación en el Beni y Pantanal, las terrazas aluviales poco disectadas, las llanuras aluviales especialmente en el Dpto. de Pando, y la llanura del Chaco que es diferente de las llanuras norteñas principalmente debido al clima árido (ríos poco frecuentes, infiltran arenales o bañados; Montes de Oca 1989).

No se sabe mucho acerca de la historia del paisaje pre-Pleistocénico de los Andes centrales. Cuando la orogenia larámica significó el fin de la fase del geosinclinal Mesozoico, la cordillera fue plegada y resultó ser definitivamente continental. Durante el Terciario las montañas fueron levantadas en diferentes fases y, en la fase más reciente de su desarrollo, se convirtió en una región de erosión. Actualmente, se tiene la siguiente hipótesis de morfogénesis de los Andes en el Plio-Pleistoceno: Cuando apenas se habían levantado los Andes, una erosión fuerte logró aplanarlos dando origen a una planicie puneña ondulada (Martínez 1980). Hace 2,5 millones de

años, en el Noroeste del Altiplano, se presentaba una fase volcánica (“Cinerita Chijini”; Everden *et. al.* 1961; comparar Clapperton 1979). En la formación superior de “La Paz” la capa de cenizas fue cubierta por grava clástica fluvial y sedimentos arcillosos que luego fueron erosionados casi completamente; luego siguieron sedimentos glaciales (Servant 1977, 1978). Según estos conceptos la glaciación más antigua hubiera ocurrido después de la fase volcánica “Cinerita Chijini” (Clapperton 1979).

La mencionada planicie Puneña Terciaria fue levantada en el Pleistoceno en tres fases de levantamiento a diferentes niveles, para luego aserrarse intensivamente. Restos de la planicie terciaria se encuentran en las Cordilleras Occidental y Oriental en altitudes que van desde los 3.800 a 4.600 m (Martínez 1980). Hace 3,27 millones de años en los Andes, según Clapperton (1979), existieron ciertos sedimentos que se habrían levantado tanto que podía haber ocurrido una glaciación. Se conoce muy poco sobre el clima Terciario en Bolivia. Sin embargo, los profundos sedimentos rojizo-amarillentos del Terciario superior, la formación de la planicie puneña y la sedimentación glacial, permitieron el desarrollo de ciertas hipótesis. En el Terciario inferior el clima debe haber sido caliente y húmedo lo que provocó la descomposición, erosión y acumulación de sedimentos profundos. En el Terciario superior el clima se enfrió, llegando a un mínimo en el cambio del Plioceno al Pleistoceno, lo que hizo posible una glaciación extensa.

Con el comienzo de la época glacial, hace aproximadamente 2,0-1,8 millones de años, se inició un cambio climático importante. El ciclo de épocas calientes y frías que primero se investigó en Europa, también se aplica a los Andes. A este respecto, las primeras observaciones en la Cordillera fueron las de R. Hauthal (1911), en la Cordillera Real, que han sido el fundamento para estudios más sistemáticos de Carl Troll (p.ej., 1929). Troll & Finsterwalder (1935) clasificaron los sedimentos glaciales en las áreas adyacentes de la Cordillera Real en un Glacial antiguo y uno reciente (ver también Jordán 1991, Lauer & Rafiqpoor 1989). En los años 1960 Dobrovoly (1962) creyó que fue posible diferenciar cinco fases glaciales, cada una separada de la otra, por una fase interglacial. En los años 1970 la ORSTOM realizó estudios sobre la cronología del hielo glacial de la Cordillera Real. Servant (1977) presentó una estratigrafía completa del Pleistoceno de esta cordillera; él registró, luego del Plioceno, cuatro oscilaciones calientes que fueron acompañadas por erosión y generación de suelos. Las fases calientes están divididas por cinco fases glaciales. Una sinopsis de los datos sobre la historia climática del Pleistoceno en los Andes centrales ha sido presentada por Lauer & Rafiqpoor (1986).

La determinación de la edad de los complejos glaciales del Pleistoceno inferior y mediano se basa en indicios morfológico-paleopedológicos. Para el Pleistoceno superior se cuentan con datos más exactos o hasta absolutos. También se utilizaron datos paleolimnológicos sobre los lagos pleistocénicos del Altiplano (“Minchin” y “Tauca”) (Servant & Fontes 1978). En base a ésta información, se piensa que hubo un periodo glacial húmedo hace aproximadamente 27.000 años, que fue seguido por un periodo glacial seco aproximadamente hace 20.000-13.000 años dejando cuatro morrenas bajas, y dos fases más, que ocurrieron a pesar de un clima general que calentaba paulatinamente (hace 12.500 y 10.000 años) generando morrenas muy marcadas (Lauer & Rafiqpoor 1986, 1989, 1990).

Hace 10.000 años el clima calentó muy rápidamente y los glaciares se retiraron mucho. En esta fase postglacial, los glaciares, algunas veces, avanzaron de nuevo o detuvieron su retirada. Según datos palinológicos de Kurt Graf (1981, 1987), hace 9.560 ± 90 años, en la parte alta de los Andes, aumentó la abundancia de Asteraceae, Poaceae, Malvaceae, Amaranthaceae, Caryophyllaceae y Ephedra, indicando una fase más caliente y húmeda. Los registros de polen del pino del monte (*Podocarpus*) y esporas de helechos arbóreos (*Cyathea*) en el Altiplano norteño indican que los bosques de neblina habían avanzado altitudinalmente quedando a alturas superiores a las de hoy. La época correspondiente coincide con la formación intensiva de pantanos (bofedales). La época más caliente se registró entre 7.000 y 3.500 años atrás. Entre los 7.830 ± 85 y 7.035 ± 130 años, en los perfiles del norte del Altiplano y en la serranía de Muñecas, se registra una dominancia de Poaceae y Asteraceae; la escasez

de polen de *Alnus* (Betulaceae) indica un clima no muy húmedo (Graf 1987). En el perfil del pantano de Jankho Khala en la Cordillera Apolobamba (Lauer & Rafiqpoor 1986), hace 8.090±170 - 4.590±70 años, la formación de turba fue interrumpida por sedimentos arcillosos. Esto indica que el clima enfrió y los glaciares avanzaron levemente; los riachuelos de glaciares depositaron sedimentos de suspensión encima de la turba. En el mismo perfil, entre 4.590±70 y 3.720±65 años antes de hoy se registran dos capas de arcilla más, de nuevo indicando fases más frías. La última interrupción de la formación de turba se registra entre 3.720±65 y 3.080±65 años antes de hoy (Lauer & Rafiqpoor 1986). Kurt Graf, en los perfiles de Cotapampa y Amarete, pertenecientes a la cordillera de Muñecas, observó que hace 3.000 años comenzó una fase de un clima húmedo-frío como corresponde a las condiciones de hoy. En Jankho Khala la misma fase se caracteriza por una sedimentación continua de arcilla. En el caso del perfil de Amarete es interesante hacer notar cómo, hace 2.500 años, comienza una fase en la cual se registra cada vez más el polen de cultivos como p.ej., el maíz (*Zea mays*), la quinua (*Chenopodium quinoa*) y la papa (*Solanum tuberosum*).

2.3. Fisiografía, topografía y orografía

P.L. Ibisch

Según Montes de Oca (1989) la zona de los Yungas que forma parte del flanco oriental de la cordillera Andina, presenta características fisiográficas especiales de clima, suelo y paisaje, se sitúan entre los 1.000 y 2.500 m, existiendo una zona superior situada entre los 2.500 y 3.500 m, denominada Ceja de Yungas. Un sector intermedio entre la cordillera de los Andes y los llanos, denominado como Subandino, conformado por serranías paralelas entre sí que coinciden con grandes alineamientos anticlinales, alargados, asimétricos, con uno de sus flancos más tendido que los otros, dando lugar a una morfología de cuevas. En medio de estos cordones existen valles sinclinales de diferentes tamaños, los ríos longitudinales desembocan en otros mayores que tienen un curso transversal de oeste a este y que son en gran parte ríos antecedentes que han dado lugar a estrechos cañones.

Continuando el subandino, se conforma la zona de pie de monte, donde los depósitos de gravas finas y arena provenientes del material transportado por los ríos de la cordillera al perder su capacidad de arrastre llegan a formar una especie de abanicos aluviales que invaden la zona hasta casi 50 Km de donde terminan las últimas serranías subandinadas.

Ribera (1992) caracteriza, entre otros, la topografía del área: La Ceja de Yungas ubicada entre los 2.000 y 3.600 m, se caracteriza por la presencia de crestas, laderas abruptas y valles profundos. Los Yungas con pisos altitudinales entre los 2.000 y 700 m, zona montañosa de laderas empinadas, valles profundos y crestas bien expuestas. Hacia la zona de Apolo se conforman pequeñas mesetas, planicies onduladas, serranías y valles poco profundos, en un rango altitudinal entre 2.000 y 700 m. El sector subandino entre los 2.000 y 300 m, está compuesto por serranías de valles profundos paralelo al rumbo mayor de la cordillera y un conjunto de colinas con relieve ondulado y escarpado. A medida que el curso de los ríos se acerca al subandino los valles se hacen más amplios y con terrazas aluviales altas y bien desarrolladas. El Piedemonte entre los 300 y 250 m, se conforma en las últimas estribaciones andinas, se caracteriza por la presencia de colinas suaves, altas terrazas aluviales antiguas, ondulaciones y planicies de pendiente amplia. La llanura de topografía principalmente plana y alturas menores a 250 m.

El mapa 4, ilustra la topografía del área. La variación topográfica que es la presencia de diferentes pisos altitudinales dentro de un área es un indicador para la diversidad de hábitats y en ciertos pisos también de la diversidad de especies.

Información sobre la orografía puede ser extraída de Montes de Oca (1989): La zona del CAM está principalmente influenciada por las sierras subandinadas que se elevan desde las llanuras entre los 500 y 2.000 m, con una

dirección general noreste-sudeste, desde la frontera con el Perú hasta la latitud de 19°, donde cambia de rumbo en dirección norte-sur hasta llegar a la frontera con Argentina.

En el sector del CAM se destacan las serranías: Eslabón, Chiru, del Beu, Chepite, Muchani, Tacuaral, Sejeruma y Mosetenes con dirección noroeste-sudeste, Mataracú y Florida en dirección norte-sur. Continuando la zona del subandino y fuera del CAM, se encuentran las serranías de Corralones, Catariri, Abapó, Ibio, del Ingre, Huacaya, Caipipendi Aguarague, Ipaguazu, Alto de las Cañas, San Telmo, del Candado y Gemelos.

La cordillera de Cochabamba es un macizo ubicado en dirección este-oeste, agrupa cordilleras menores como Cocapata, Mazo Cruz, Totorá y Tiraque, en este sector los Andes adquieren un ancho mayor hasta de 300 km. Al noreste de esta cordillera se desarrollan los Yungas de Corani y Chapare.

2.4. Hidrología

N. Araujo & D. Quiroga

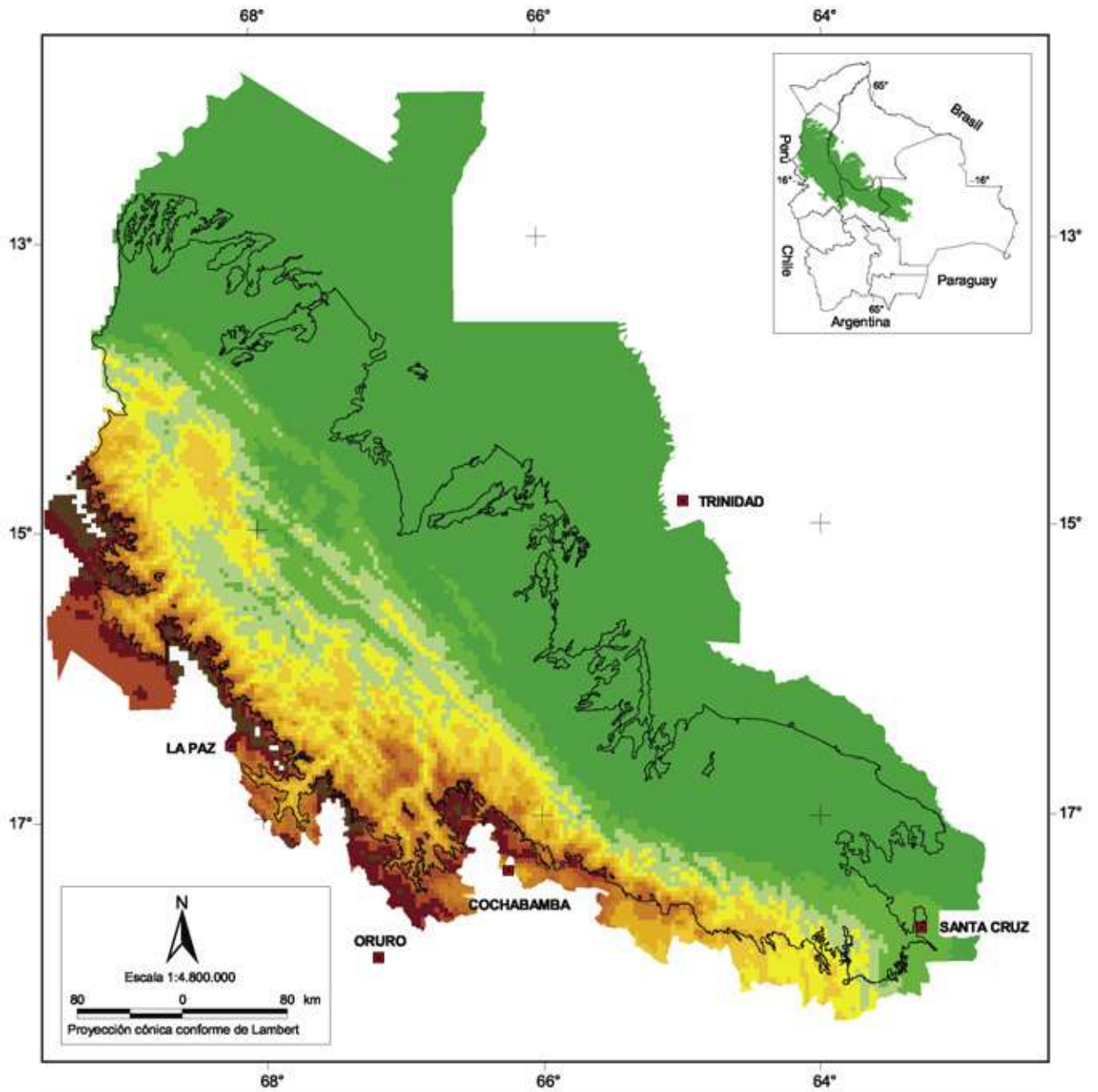
Los recursos hídricos de Bolivia son principalmente provenientes de aguas superficiales, los cuales tienen su origen en la Cordillera de los Andes. Los ríos que surcan la zona del Corredor Amboró-Madidi (mapa 5), forman parte de dos de las cinco subcuencas del Amazonas: La subcuenca del Río Beni y la subcuenca del Río Mamoré, en la tabla 17 se presentan algunas características de su recorrido.

Tabla 17. Cuencas hidrográficas del Corredor Amboró-Madidi

Subcuencas del Amazonas	Ríos Principales	Nacientes	Afluentes
Río Beni (182.400 km ²)	Alto Beni	Provincia Tapacarí (Cochabamba) con el nombre de río Tallija, aguas abajo se junta con el río Bopi que nace en Chacaltaya (La Paz) con el nombre de Choqueyapu.	Ríos Santa Elena, Kaka, Tipuani, Challana y Coroico. En gran parte de su recorrido continúa con el nombre de Kaka hasta juntarse con el río Beni.
	Tuichi	Nace con el nombre de Pelechuco, a partir del junte con el río Irupana se denomina Tuichi.	Atén, Enapurera, Tequeje, Undumo, Emero, Bagueni, Madidi, Negro, Cabinas, Viata, Verde e Ivón. A partir de Puerto Pando continúa con el nombre de río Beni.
Río Mamoré (249.900 km ²)	Ichilo	Provincia Caballero (Santa Cruz).	Ríos Sacta, Víbora, Chimoré y Choré.
	Grande	Cercanías de la ciudad de Cochabamba, con el nombre de río Caine, en su trayectoria se une a los ríos San Pedro, Chayanta, Chico, Charobamba, a partir del cual se denomina río Grande.	Ríos Azero, Pailas, Yapacaní, Ichilo y Chapare. Después de la confluencia con Ichilo y Chapare se denomina Mamorecillo.
	Sécure	Provincia Moxos (Beni), en la confluencia de los ríos Cacarillas y Natusama.	Ríos Chipiriri, Isiboro e Ichoa, que luego se juntan con el Mamoré.

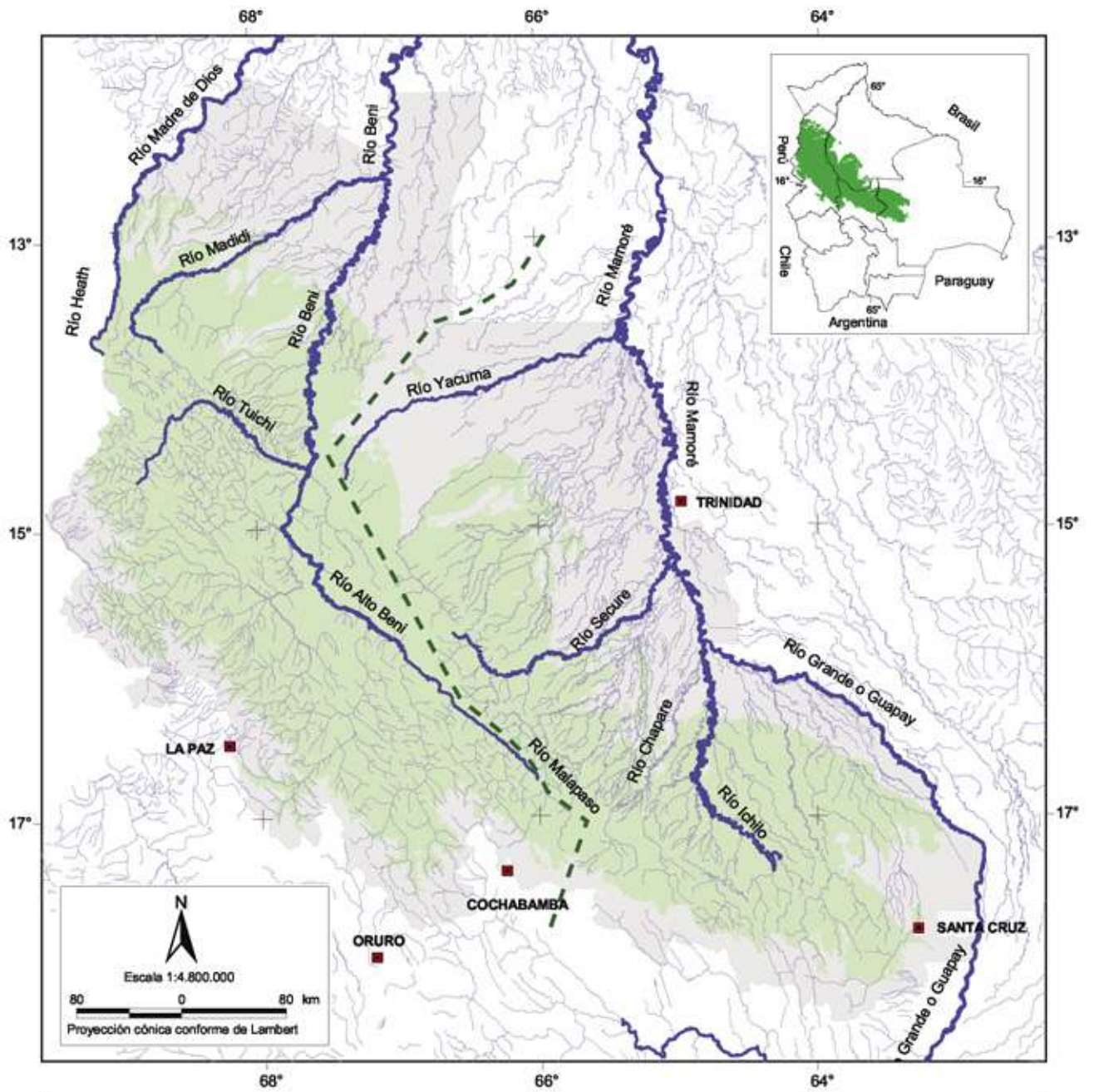
Fuente: Elaboración propia en base de Montes de Oca, 1989.


En términos de hidrología en el subsuelo, las aguas subterráneas se podrían zonificar según Montes de Oca (1989) por su estructura hidrogeológica de la Cordillera y de la Llanura; La primera afectada por relieve de alta montaña que pasa gradualmente hasta el subandino.



TOPOGRAFÍA DEL CORREDOR AMBORÓ - MADIDI		
<p>Elevación [m]</p> <ul style="list-style-type: none"> 78 - 360 361 - 759 760 - 1247 1248 - 1739 1740 - 2295 2296 - 2863 2864 - 3410 3411 - 3818 3819 - 4122 4123 - 4482 4483 - 4965 4966 - 6386 	<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capital departamental — Límite del CAM 	<p>Fuente:</p> <p>Topografía: United States Geological Survey (USGS) 2003 (SRTM 3 arc seg).</p>
<p>elaborador por:</p> 		
<p>para:</p> 		

Mapa 4



HIDROGRAFÍA DEL CORREDOR AMBORÓ - MADIDI		
<ul style="list-style-type: none"> --- División de subcuencas — Río principal --- Río secundario 	<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capital departamental Área del CAM Área de influencia del CAM 	<p>Fuentes: Red hidrográfica: Digitalizada y clasificada en base del Instituto Geográfico Militar (IGM) 1998.</p>
<p>elaborador por:</p> 		
<p>para:</p> 		

Mapa 5

La zona de la Cordillera Oriental conformada por rocas sedimentarias consolidadas, podrían ser consideradas como rocas impermeables. Es una región con aguas minerales y termales, principalmente presencia de aguas sodio-bicarbonatadas, con alto contenido de sílice y temperaturas que llegan a los 80° C.

La región subandina constituye una zona extensa de infiltración de aguas subterráneas de la Llanura, de forma general está compuesta por rocas impermeables y no existen acumulaciones de aguas subterráneas de relevancia. Una característica de la zona es la presencia de manantiales surgentes, también es una zona rica en aguas minerales de temperatura variable.

La región de la Llanura es una cuenca hidrogeológica abierta, la mayoría de los acuíferos están conectados, la saturación disminuye en dirección noreste a medida que se alejan del borde marginal montañoso de la cuenca, según disminuye la granulometría de los sedimentos.

3. Aspectos biológicos-ecológicos

3.1. Ecorregiones

(Extractos de Ibisch et al. 2003⁹)

En el CAM están representadas cuatro ecorregiones de las 12 definidas para Bolivia. Los Bosques del Sudoeste de la Amazonia, con dos subecorregiones y, los Yungas ocupan el centro de atención para la planificación de conservación del CAM, según se explica en el capítulo de definición de límites (ver Cap. III.1). El Bosque Tucumano-Boliviano y los Bosques Secos Interandino son las otras dos ecorregiones que forman parte del CAM. En este sentido, se aprovechan las descripciones más recientes sobre las ecorregiones de Bolivia (Ibisch et al. 2003) para presentar esta sección del documento.

A. Ecorregión Bosques del Sudoeste de la Amazonia

Varias clasificaciones de los bosques amazónicos (Navarro & Maldonado 2002, Dinerstein et al. 1995, Prance 1989, Hueck 1978 etc.) consideran para Bolivia solamente unas estribaciones al sudoeste. Sin embargo, aquí definimos como Bosques Amazónicos todos aquellos que se encuentran en la cuenca amazónica, que son siempreverdes, y que albergan elementos biogeográficos característicos de la Amazonia (p.ej. goma, *Hevea brasiliensis*, castaña, *Bertholettia excelsa*).

La ecorregión sudoeste de la Amazonia es -conjuntamente con los Yungas, una de las más complejas y más ricas en especies de plantas y animales del país. Debido a la falta de mayor conocimiento no se puede presentar una caracterización completamente satisfactoria.

Sub-ecorregión Bosques Amazónicos Subandinos (Faja Subandina)

Debe aclararse que la denominación “subandino” sigue la terminología comúnmente aceptada, p.ej., en el medio de las ciencias geológicas (“faja subandina”). No debe confundirse con la terminología aplicada a los pisos de vegetación, como en Europa (p.ej. “subalpino” se refiere al piso directamente inferior al límite del bosque; así por ejemplo, “alpino” es el piso más bajo no cubierto por bosque). Los Bosques Amazónicos Subandinos se refieren solamente a las zonas subandinas al norte del codo de los Andes, en los alrededores de la ciudad de Santa Cruz. El “Subandino sureño” está incluido en el Chaco Serrano. El límite altitudinal entre aproximadamente 800 y 1.100 m, entre Amazonia y bosques verdaderamente andinos, se reconoce fisonómica y biogeográficamente.

⁹ Ibisch, P.L., S.G. Beck, B. Gerkmann & A. Carretero 2003. Ecorregiones y ecosistemas. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz. 47-88 pp.

Ubicación geográfica (áreas político-administrativas)	Beni (Ballivián), Cochabamba (Ayopaya, Chapare, Tiraque, Carrasco), La Paz (Iturralde, F. Tamayo, Larecaja), Santa Cruz (Ichilo, Sara, A. Ibáñez). Continuación en Perú.
Superficie (km²)	23.529
Altitudes	500-1.000 m
Temperatura promedio anual	24-26° C
Precipitación anual	1.500-7.000 mm
Número de meses áridos	0-3
Paisaje	Últimas estribaciones de los Andes hacia la llanura, serranías con valles profundos, crestas pronunciadas.
Vegetación	Bosque húmedo siempre verde, alto (30/35 m), varios estratos, frecuente epifitas y lianas. Azonal: Palmares con <i>Mauritia flexuosa</i> .
Familias botánicas importantes	<i>Annonaceae, Arecaceae, Euphorbiaceae, Moraceae, Meliaceae, Lauraceae, Lecythidaceae, Leguminosae, Sapotaceae</i> , (familias de árboles).
Especies de árboles importantes	<i>Astrocaryum murumuru, Attalea phalerata, Brosimum lactescens, Cabralea canjerana, Cedrelinga catenaeformis, Eschweilera andina, Ficus</i> spp., <i>Geonoma deversa, Guatteria</i> spp., <i>Hura crepitans, Iriartea deltoidea, Nectandra</i> spp., <i>Ocotea</i> spp., <i>Poulsenia armata, Socratea exorrhiza, Trichilia</i> spp.
Número total de especies de árboles (estimación)	>1.000, los bosques con la diversidad más alta en árboles.
Número total de especies de epifitas (estimación)	>300 (sobre todo Orchidaceae, Araceae, Bromeliaceae y Piperaceae).
Particularidades biológicas	Zona de transición donde se mezclan especies amazónicas y andinas; sin embargo, hay dominancia de elementos amazónicos. Elementos amazónicos suben hasta encima de los 2.000 m. Posiblemente la región más rica en especies (considerando tanto flora como fauna). Endemismo notable en muchos grupos de organismos.
Uso del suelo	Colonización creciente, extracción de madera. Zona hidrocarbúfera importante.
Áreas protegidas	Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi , Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pilón Lajas , Parque Nacional y Territorio Indígena Isiboro-Sécure , Parque Nacional Carrasco , Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró .

* En **negrilla** las áreas protegidas que forman parte del CAM

Sub-ecorregión Bosques Amazónicos Preandinos

Debe entenderse que la denominación es principalmente geográfica, ya que se trata de una región netamente amazónica (*suffix* latín *prae-* = ante, delante de, al frente). Sin embargo, debe considerarse una influencia ecológica de los Andes que aumenta con la distancia decreciente hacia las Serranías Subandinas (p.ej., mayor precipitación). El límite de los Bosques Preandinos, en el caso que exista una transición directa hacia los bosques amazónicos más (nor) orientales de las llanuras del Beni y de Pando, es arbitraria, definiéndose por la distancia de 100 km de las últimas estribaciones andinas.

Ubicación geográfica (áreas político-administrativas)	Beni (Ballivián), Cochabamba (Ayopaya, Chapare, Tiraque, Carrasco), La Paz (Iturralde, F. Tamayo, Larecaja), Santa Cruz (Ichilo, Sara, Ibáñez). Continuación en el Perú.
Superficie (km²)	58.308
Altitudes	150-500 m
Temperatura promedio anual	24-28° C
Precipitación promedio anual	1.300- >7.000 mm
Número de meses áridos	0-2
Paisaje	Colinas suaves, altas terrazas aluviales, ondulaciones y planicie.
Vegetación	Bosque húmedo, mayormente siempre verde, alto (30/-45 m). Árboles con aletones, árboles emergentes; en algunas partes destruido (Chapare). Azonal: Palmares con <i>Mauritia flexuosa</i> ,
Familias botánicas importantes	Annonaceae, Arecaceae, Burseraceae, Combretaceae, Elaeocarpaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Leguminosae, Lecythidaceae, Moraceae, Meliaceae (familias de árboles).
Especies de árboles importantes	<i>Attalea phalerata</i> , <i>Astrocaryum murumuru</i> , <i>Brosimum lactescens</i> , <i>Cabrlea canjerana</i> , <i>Calophyllum brasiliense</i> , <i>Calycophyllum spruceanum</i> , <i>Cariniana</i> spp., <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Clarisia racemosa</i> , <i>Eschweilera coriacea</i> , <i>Ficus</i> spp., <i>Guatteria</i> spp., <i>Hura crepitans</i> , <i>Iriartea deltoidea</i> , <i>Pouteria bilocularis</i> , <i>Pseudolmedia laevis</i> , <i>Sloanea obtusifolia</i> , <i>Socratea exorrhiza</i> , <i>Swartzia jorori</i> , <i>Terminalia</i> spp., <i>Tetragastris</i> spp., <i>Trichilia</i> spp., <i>Virola peruviana</i> , <i>Xylopia</i> spp.
Número total de especies de árboles (estimación)	>800
Número de especies de epifitas (estimación)	>200 (sobre todo Orchidaceae y Araceae).
Particularidades biológicas	Zona de transición hacia los bosques subandinos con relativamente pocas especies andinas, <i>Talauma boliviana</i> , único representante de las Magnoliaceae en Bolivia y, endémico.
Uso del suelo	Áreas de colonización; agricultura en pequeña escala de campesinos provenientes del occidente del país hasta gran escala y mecanizada (especialmente Chapare, Cochabamba, y en Sara e Ichilo, Santa Cruz), muchos bosques secundarios. Aprovechamiento forestal, zona hidrocarburífera importante.
Áreas protegidas	Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi , Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pilón Lajas , Parque Nacional y Territorio Indígena Isiboro-Sécure , Parque Nacional Carrasco , Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró .

* En **negrilla** las áreas protegidas que forman parte del CAM

B. Ecorregión Yungas (Boliviano-Peruanos)

Definimos como Yungas la región de los bosques (casi) andinos perhúmedos de la ladera nororiental de los Andes. “Los Yungas” hace tiempo han sido un término geográfico para las laderas nororientales húmedas de los Andes bolivianos (y peruanos). El término tiene una historia larga e interesante. Según Fossa (1999) en el imperio incaico se clasificó el territorio según criterios geográficos. Los Yungas (yunka, yunca) representaban los llanos o cualquier tierra calurosa, mientras Quechhua era la tierra templada y la Puna la tierra fría (p.ej. González 1608, cit. por Fossa 1999). Además los españoles se acostumbraron a llamar Yungas a los nativos

de esta zona del oriente del imperio, y también las lenguas respectivas¹⁰. En Bolivia, popularmente, el área de Yungas se refiere sobre todo a los Yungas de La Paz (Provincias Nor y Sur Yungas). Sin embargo, también se aplica en otras regiones (p.ej. la Yunga de Mairana en Santa Cruz).

Los Yungas son climatológica y biogeográficamente muy distintos de las laderas orientales de la región del Bosque Tucumano-Boliviano, llamado por Cabrera & Willink (1973) *las Yungas*. Sin embargo, por falta de información adecuada, las regiones fueron juntadas en primeras clasificaciones ecorregionales. Reconociendo y respetando la práctica terminológica en Argentina, sugerimos distinguir **los Yungas Boliviano-Peruanos** de **las Yungas Tucumano-Bolivianas** como dos ecorregiones con marcadas diferencias ecológicas y biogeográficas¹¹. Las diferencias son consecuencia de la latitud pero sobre todo de la orogenia de los Andes. Los Yungas Boliviano-Peruanos son más húmedos y menos estacionales porque tienen una exposición nororiental (orientación noroeste-sureste) beneficiándose de la humedad traída por los vientos alisios, mientras las Yungas Tucumano-Bolivianas, al sur del codo de los Andes, tienen una orientación norte-sur, y sufren de una manera mucho más directa y drástica de los frentes fríos del sur (“surazos”). Debido a estas diferencias ecológicas y relaciones biogeográficas distintas (con áreas extratropicales y con bosques secos) las Yungas Tucumano-Bolivianas no son una variedad florísticamente y faunísticamente emparentada de los Yungas Boliviano-Peruanos sino representan una ecorregión propia y muy singular. Las dos regiones no deberían unirse en una sola Provincia Biogeográfica como fue propuesto por Cabrera & Willink (1973) y Cabrera (1994, cit. por Navarro 2002) y no apoyado por Navarro (2002).

En los Yungas Boliviano-Peruanos se pueden distinguir varios pisos altitudinales, florísticamente muy distintos, que posiblemente merezcan una subdivisión: se pueden diferenciar una parte baja de los Yungas y una parte alta, con la Ceja de monte que incluiría los bosques mixtos de neblina, y, más arriba, los bosques de *Polylepis pepeii*, hoy casi completamente remplazados por pastizales húmedos representando el Páramo Yungueño. Posiblemente son mayormente de origen antropogénico. Los “páramos yungueños” son semejantes fisonómica y florísticamente a los “páramos verdaderos” de los Andes en el norte del continente que se encuentran en el norte de los Andes, bajo condiciones climáticas intratropicales. Se localizan en franjas y manchas encima de la ceja de monte y forman pajonales y matorrales casi siempre húmedos.

En los Yungas, la tasa intraecorregional de reemplazamiento de los taxa (diversidad beta) es mayor que en cualquier otra ecorregión. Considerando inventarios de diferentes taxa podrían distinguirse tres subregiones latitudinales (que en realidad existen más por la presencia de barreras orográficas y por diferencias climatológicas que por un gradiente latitudinal): los Yungas paceños (de la frontera con Perú hasta la Cordillera de Cocapata), los Yungas cochabambinos (desde la Cordillera de Cocapata hasta la región de Siberia) y los Yungas cruceños (coincidiendo con una gran parte del Parque Nacional Amboró). Especialmente la Cordillera de Cocapata es un importante “divisor biogeográfico” (Ibisch *et al.* 2001). Navarro (2002) distingue dos sectores biogeográficos: Yungas del Beni con seis distritos (que serían los Yungas paceños) y Yungas del Ichilo con dos distritos (que serían los Yungas cochabambinos y cruceños)¹².

¹⁰ Fossa (1999): “González Holguín trae los tres términos en su vocabulario: yunca, qqueshua y puna, que clasifican el territorio según su temperatura y orografía. Sus habitantes se identifican como ‘naturales’ de esos territorios. (...) Los españoles extendieron el alcance semántico de los términos qichwa y yunka hasta cubrir también con ellos las lenguas que se hablaban en esas zonas. Esta triple identidad: territorial, poblacional y lingüística sólo se encuentra en autores españoles algo más tardíos y quizás poco informados sobre las variedades lingüísticas en el Tawantinsuyu.”

¹¹ La discusión terminológica fue estimulada por un intercambio del primer autor con Alejandro Brown, Fundación Pro Yungas, Alfonso Blanco, PROMETA, Tarija, e Iván Arnold, Reserva Tariquía, Tarija.

¹² La ecorregión Yungas Boliviano-Peruanos coincide más o menos con la Provincia Biogeográfica de los Yungas de Navarro (2002). Sin embargo, ya que es otro enfoque de zonificación el incluye en esta provincia biogeográfica también los ecosistemas áridos que según nuestra clasificación pertenecen a los Bosques Secos Interandinos.

Ubicación geográfica (áreas político-administrativas)	Cochabamba (Ayopaya, Tiraque, Chapare, Carrasco), La Paz (Caranavi, Inquisivi, Larecaja, Muñecas, Murillo, Nor Yungas, Saavedra, Sud Yungas), Santa Cruz (Caballero, Florida). Continuación en Perú.
Superficie (km²)	55.556
Altitudes	1.000-4.200 m (incluyendo el Páramo Yungueño, ver comentario arriba)
Temperatura promedio anual	7-24° C. Límite de heladas en alrededor de 2.300 m.
Precipitación promedio anual	Aprox. 1.500- > 6.000 mm. Posibles máximas no documentadas entre 1.500-1.800 m (debajo el primer nivel de condensación). La zona más húmeda de Bolivia se encuentra en los Yungas de Cochabamba (Chapare). En la Ceja de Monte importa mucho no sólo la precipitación por lluvias sino también por neblina (precipitación horizontal). Segundo nivel de condensación encima de los 2.700 m.
Número de meses áridos	0-2
Paisaje	Laderas parcialmente muy escarpadas. Valles disectados.
Vegetación	Bosque húmedo siempreverde mediano a bajo (5-15-25/30 m). Mosaicos de diferentes fases de sucesión causados por derrumbes naturales. Hay varios pisos altitudinales con muy diferentes tipos de vegetación siempreverde. No se encuentran límites naturales entre pisos altitudinales bien definidos; arriba de los aproximadamente 2.500 m se encuentra la subregión de Ceja del Monte con bosques de neblina mixtos cuya diversidad decrece con la altitud; entre los 3.100-3.500/3.700 m se encuentra un piso, entre otros, caracterizado por <i>Podocarpus</i> spp., <i>Polylepis racemosa</i> , <i>Symplocos nana</i> y <i>Weinmannia</i> spp. Entre 3.500/3.700-4.000/4.200 m se encuentra un piso potencialmente dominado por bosques bajos de <i>Polylepis pepeii</i> , hoy reemplazados por matorrales siempreverdes y pajonales antropogénicos que forman la región del Páramo Yungueño.
Familias botánicas importantes	Araliaceae, Bromeliaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Orchidaceae, Piperaceae, Podocarpaceae, Rubiaceae, y muchas más. En la Ceja del Monte: Asteraceae, Cunoniaceae, Ericaceae, Solanaceae etc. (muchas familias de helechos como Aspleniaceae, Polypodiaceae etc.).
Especies de árboles importantes	Géneros ricos en especies de los bosques más inferiores: <i>Acalypha</i> , <i>Alchornea</i> , <i>Aniba</i> , <i>Cinchona</i> , <i>Cyathea</i> , <i>Ficus</i> , <i>Guatteria</i> , <i>Inga</i> , <i>Nectandra</i> , <i>Persea</i> , <i>Solanum</i> , <i>Trichilia</i> . Géneros ricos en especies de los bosques debajo la Ceja del Monte: <i>Brunellia</i> , <i>Acalypha</i> , <i>Clethra</i> , <i>Clusia</i> , <i>Cyathea</i> , <i>Hedyosmum</i> , <i>Miconia</i> , <i>Oreopanax</i> , <i>Piper</i> , <i>Podocarpus</i> , <i>Ocotea</i> , <i>Senna</i> , <i>Solanum</i> , <i>Weinmannia</i> . En la Ceja: <i>Clusia</i> spp., <i>Freziera</i> spp., <i>Gaiadendron punctatum</i> , <i>Myrica pubescens</i> , <i>Oreopanax</i> spp., <i>Persea ruizii</i> , <i>Thibaudia crenulata</i> , <i>Weinmannia</i> spp. En el piso más alto (Páramo) además de <i>Polylepis pepeii</i> : <i>Baccharis</i> spp., <i>Escallonia</i> spp., <i>Gaultheria</i> spp., <i>Gynoxys</i> spp. (Hierbas típicas del Páramo: Poaceae: <i>Chusquea</i> (subgenero <i>Swallenochloa</i>), <i>Cortaderia</i> , <i>Neurolepis</i> , Cyperaceae: <i>Carex</i> , <i>Rhynchospora</i> , <i>Uncinia</i>).
Número total de especies de árboles (estimación)	> 500
Número de especies de epifitas (estimación)	>1.500-2.000 (sobre todo, Orchidaceae y Pteridophyta)
Particularidades biológicas	Muy rica en especies (diversidad más alta por área standard). Centro de diversidad de la familia más diversa, las orquídeas, y también centro de diversidad de otros grupos sensibles dependientes de un clima húmedo poco estacional como helechos y briófitas. Centro de endemismo más importante del país; alta diversidad de especies endémicas, especialmente en altitudes medianas.
Uso del suelo	Agricultura (locoto, café, coca, cítricos; en la Ceja especialmente papa, aprovechamiento de leña, pastoreo), colonización creciente.

Áreas protegidas	Área Natural de Manejo Integrado Apolobamba , Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi , Área Natural de Manejo Integrado (Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena) Pilón Lajas , Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata , Parque Nacional y Territorio Indígena Isiboro-Sécure , Parque Nacional Carrasco , Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró .
-------------------------	--

* En **negrilla** las áreas protegidas que forman parte del CAM

C. Ecorregión Bosque Tucumano-Boliviano = Yungas Tucumano-Bolivianas

Los bosques (semi)húmedos de las laderas orientales en Argentina se llaman **las Yungas** (ver arriba discusión del tema). Sin embargo-por la estacionalidad térmica e hídrica (y temperaturas mínimas más bajas) se distinguen claramente de los bosques montanos húmedos al norte del codo de los Andes que en esta obra se consideran como **los Yungas** (Boliviano-Peruanos). En Bolivia hace algún tiempo se conoce esta ecorregión de los bosques húmedos sureños como Bosque Tucumano-Boliviano (p.ej. Beck *et al.* 1993; comparar “Selva Tucumano-Boliviana” de Hauman 1931)¹³.

Ubicación geográfica (áreas político-administrativas)	Chuquisaca (L. Calvo, H. Siles, Tomina), Santa Cruz (Cordillera, Florida, Vallegrande), Tarija (Arce, O'Connor). Continuación en Argentina.
Superficie (km2)	29.387
Altitudes	800-3.900 m
Temperatura promedio anual	5-23° C. Influencia de vientos fríos del sur (<i>surazos</i>) causando temperaturas mínimas muy bajas.
Precipitación promedio anual	700-2.000 mm
Número de meses áridos	3-5
Paisaje	Laderas (escarpadas), valles, cimas.
Vegetación	Bosques semihúmedos (semi-) deciduos con lapacho (<i>Tabebuia lapacho</i>) hasta siempreverdes en pisos inferiores (con Myrtaceae: <i>Blepharocalyx salicifolius</i> , <i>Myrcianthes</i> spp., y Lauraceae). En pisos superiores (1.800/2.200 m hasta 2.500/3.200 m) bosque siempreverde con pino (<i>Podocarpus parlatorei</i>) y bosques deciduos con <i>Alnus acuminata</i> . Más arriba, en altitudes hasta 3.900 m, se encuentran relictos de <i>Polylepis crista-galli</i> , que podrían considerarse como parte de la ecorregión del Bosque Tucumano-Boliviano; hoy consiste de matorrales y pajonales semejantes a la puna semihúmeda. Los límites altitudinales de los pisos de Myrtaceae y de pino bajan hacia el sur.
Familias botánicas importantes	<i>Lauraceae</i> , <i>Myrtaceae</i> (familias de árboles).
Especies de árboles importantes	<i>Alnus acuminata</i> , <i>Blepharocalyx salicifolius</i> , <i>Cedrela lilloi</i> , <i>Cinnamomum porphyria</i> , <i>Juglans australis</i> , <i>Morella chevalieri</i> , <i>Myrcianthes pseudo-mato</i> , <i>Podocarpus parlatorei</i> , <i>Sambucus australis</i> , <i>Tabebuia lapacho</i> , <i>Weinmannia boliviensis</i> .
Número total de especies de árboles (estimación)	<300

¹³ No coincide geográficamente con la Provincia Biogeográfica Boliviana-Tucumana de Navarro (2002) que según sus argumentos tal vez pueda representar una región biogeográfica; sin embargo, abarca ecosistemas ecológicamente, estructuralmente y biogeográficamente tan distintos (desde áreas puneñas y valles secos hasta los bosques semihúmedos y el Chaco Serrano) que no se pueden unir en una ecorregión.

Número de especies de epifitas (estimación)	>100 (sobre todo helechos, orquídeas, Bromeliaceae y Piperaceae).
Particularidades biológicas	Algún endemismo a nivel del bosque tucumano-boliviano. Afinidades florísticas a bosques de Yungas y Ceja. Muy distinto del bosque chaqueño. Ecorregión, naturalmente muy fragmentada; bosques siempreverdes aislados en cimas de varias serranías subandinas y andinas.
Uso del suelo	Aprovechamiento de madera, actividad agrícola y de pastoreo creciente.
Áreas protegidas	Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquia, Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró .

* En **negrilla** las áreas protegidas que forman parte del CAM

D. Ecorregión Bosques Secos Interandinos

Bajo este término se incluyen una variación grande de formaciones vegetales deciduos que van desde los bosques secos en la región del los Yungas, hasta los extensos valles en el centro y sur del país. Últimamente Antezana & Navarro (2002) confirman para los valles centrales de Bolivia, la zona de las provincias Campero y Mizque en el departamento de Cochabamba, una notable diversidad con diversas especies endémicas, que no se relaciona con el Chaco Serrano.

Ubicación geográfica (áreas político-administrativas)	Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Potosí, Tarija. Continuación en valles correspondientes del Perú y Argentina.
Superficie (km²)	44.805
Altitudes	500-3.300 m
Temperatura promedio anual	12-16° C Máxima: >30° C; mínima: <0° C.
Precipitación promedio anual	(<) 500-700 mm
Número de meses áridos	6-8
Paisaje	Valles más o menos disectados, pequeñas planicies.
Vegetación	Bosque seco deciduo (10-20 m). En su mayoría destruido o fuertemente perturbado. Diferentes formaciones y tipos florísticos; importantes bosques de la vegetación potencial natural, especialmente: bosques mixtos con <i>Schinopsis haenkeana</i> y <i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> (2.300-3.000 m), bosque de churqui (<i>Prosopis ferox</i> ; especialmente en Potosí), bosques con <i>Acacia visco</i> y <i>Prosopis alba</i> (debajo de los 2.300 m), bosque con <i>Schinopsis brasiliensis</i> (800-1.300 m, especialmente en La Paz). Parcialmente con suculentas columnares muy altas (p.ej. <i>Neoraimondia herzogiana</i> , Cactaceae).
Familias botánicas importantes	<i>Anacardiaceae</i> , <i>Asteraceae</i> , <i>Cactaceae</i> , <i>Leguminosae</i> , <i>Verbenaceae</i> .
Especies de árboles importantes	<i>Acacia</i> spp., <i>Astronium urundeuva</i> , <i>Cardenasiodendron brachypterum</i> , <i>Erythrina falcata</i> , <i>Kageneckia lanceolata</i> , <i>Polylepis neglecta</i> , <i>Prosopis</i> spp., <i>Schinus molle</i> , <i>Schinopsis haenkeana</i> , <i>Tipuana tipu</i> . Géneros más ricos en especies: <i>Acacia</i> , <i>Capparis</i> , <i>Ceiba</i> , <i>Prosopis</i> .
Número total de especies de árboles (estimación)	100-200
Número total de especies de epifitas (estimación)	>40 (sobre todo Bromeliaceae).

Particularidades biológicas	Centro de diversidad de especies endémicas de muchos grupos de organismos. Eco-rregión, naturalmente muy fragmentada y heterogénea con muy distintas afinidades biogeográficas.
Uso del suelo	Agricultura, ganadería, aprovechamiento de leña/madera; problemas severos de erosión de suelos.
Áreas protegidas	Áreas pequeñas y, en su mayoría, fuertemente perturbadas en los Parques Nacionales Amboró, Carrasco , Tunari y Toro Toro. Especialmente los pocos bosques más intactos prácticamente sin protección.

* En **negrilla** las áreas protegidas que forman parte del CAM

3.2. Sinopsis ecológica y florística de la vegetación del Corredor Amboró-Madidi

Gonzalo Navarro⁽¹⁾, Alfredo Fuentes⁽²⁾, Wanderley Ferreira⁽³⁾, Nelly De la Barra⁽⁴⁾, Carola Antezana⁽⁴⁾, Margoth Atahuachi⁽⁴⁾, Saúl Altamirano⁽⁴⁾ & Erika Fernández⁽⁴⁾

- (1) Cochabamba; e-mail: gonzalonaavarrosanchez@gmail.com
- (2) La Paz: Herbario Nacional de Bolivia (LPB).
- (3) Cochabamba: RUMBOL, S.R.L.; e-mail: rimowa@supernet.com.bo
- (4) Cochabamba: Herbario Forestal Nacional "M. Cárdenas" (BOLV).

3.2.1. Introducción y antecedentes

El objetivo principal de este trabajo es presentar un resumen sinóptico y un breve diagnóstico revisado y actualizado de las unidades de vegetación del Corredor Amboró-Madidi (CAM), unidades que fueron estudiadas en campo, descritas y cartografiadas por los autores y colaboradores en la segunda mitad del año 2001 (junio a diciembre), como trabajo de consultoría para CISTEL-WWF. En una segunda fase del estudio de biodiversidad del CAM, se implementaron parcelas de investigación de la flora situadas en las principales unidades de vegetación antes identificadas, estudio que fue llevado a cabo por investigadores del Centro de Biodiversidad de la Universidad Mayor de San Simón de Cochabamba, coordinados por E. Fernández y S. Altamirano, cuyos resultados están en vías de publicación, a excepción de una parte de la vegetación de epífitas ya publicada (Altamirano & Fernández 2003).

Una descripción más detallada de la que ahora se presenta para los tipos de vegetación del CAM, ya fue parcialmente publicada como trabajos puntuales (Mercado 1998; Navarro y Ferreira 2000) y en el contexto de la vegetación de toda Bolivia (Navarro 1997; Navarro & Maldonado 2002). Contándose asimismo, con la monografía y mapas de la vegetación del CAM (Navarro *et al.* 2004).

En el marco del proyecto de *NatureServe/TNC* para homologar y clasificar los tipos de vegetación de América del sur, el primer autor de este artículo propuso como consultoría para NatureServe los sistemas ecológicos de la mayor parte de Bolivia y centro de Sudamérica, entre ellos los existentes en los Yungas. Estas propuestas para distintas regiones se discutieron, modificaron y validaron con especialistas regionales de Bolivia (S. Beck, R. Lara, P. Ibisch, T. Killeen y S. Reichle) y el resto de los países, en una serie de talleres de trabajo y como resultado se publicaron las bases conceptuales y el conjunto de sistemas ecológicos basados en la vegetación (Josse *et al.* 2003 y 2007; NATURESERVE 2003).

Simultánea y posteriormente a estos trabajos, fueron publicados otros aportes al conocimiento de la vegetación de los Yungas de Bolivia. Estos trabajos, son mayormente de carácter general o modelos teóricos, con menores datos florísticos de campo (Müller *et al.* 2002); o bien representan en parte (Ibisch *et al.* 2003a) síntesis o recopilaciones de otros estudios. Por otro lado, el reciente y valioso esfuerzo integrador y recopilador de Ibisch *et al.* (2003b), acepta y sigue para la vegetación de Bolivia en general y de los Yungas, en particular varias de nuestras principales propuestas de 1997 y 2002, arriba citadas.

En los últimos años, varios botánicos bolivianos trabajan con *Missouri Botanical Garden*, el Herbario Nacional de Bolivia (La Paz), Herbario Forestal Nacional (Cochabamba) y Herbario del Oriente Boliviano (Santa Cruz) en la implementación de parcelas de estudio de la flora en varias zonas del Parque Nacional Madidi, Parque Nacional Carrasco, el área de Altamachi-Cotacajes y el Parque Nacional Amboró; esfuerzo que contribuirá en forma esencial al conocimiento de la compleja diversidad florística de estas importantes áreas del Corredor Amboró-Madidi.

Asimismo, varios de los autores de este capítulo, finalizaron actualmente en el Proyecto de NatureServe “*Mapping priority conservation areas in the Upper Amazon watershed of Perú and Bolivia*,” (Josse *et al.* 2007), lo que ha supuesto una importante oportunidad para avanzar en el ajuste y precisión del mapeo de vegetación ya existente para el área del CAM (Navarro *et al.* 2004).

En este contexto, que enmarca los esfuerzos más recientes por comprender o aproximarse a la vegetación de los Yungas, está claro que el objetivo todavía se halla lejano, al ser ésta una de las regiones más complejas y diversas del Neotrópico. Cualquier intento de producir clasificaciones más precisas de la vegetación yungueña de Bolivia, necesariamente basadas en prospecciones de campo, choca frontalmente con enormes dificultades, principalmente relacionadas con la inaccesibilidad de muchas de las áreas más remotas y mejor conservadas, lo que hace de la investigación en estas zonas una tarea particularmente penosa. Además, la extraordinaria diversidad florística se halla todavía muy poco conocida, con grupos taxonómicos de gran importancia ecológica (p.ej. Lauraceae) en los que donde las posibilidades de identificaciones precisas son limitadas incluso para los especialistas y donde van apareciendo periódicamente nuevas especies para la ciencia.

Ante estas dificultades, nuestra propuesta representa una aproximación holística al problema, tratando de combinar e integrar en un modelo conceptual de interpretación causal de la vegetación (bioclima) los resultados de prospecciones rápidas de campo efectuadas en la mayoría de las zonas accesibles. Está claro que es necesario todavía mucho más trabajo de campo e inventarios florísticos y trabajo taxonómico para precisar tanto los tipos de vegetación que proponemos como su caracterización botánica, así como sobre todo sus límites espaciales. Sin embargo, esperamos que esta contribución pueda orientar y enmarcar conceptualmente futuros trabajos para un conocimiento detallado de esta fascinante región.

3.2.2. Métodos y marco conceptual

En la clasificación y caracterización de la vegetación del CAM, utilizamos los siguientes elementos conceptuales y metodológicos:

1. El punto de partida y marco conceptual explicativo es el modelo bioclimático global de Rivas-Martínez *et al.* (1999). Aplicamos este modelo a la interpretación y análisis de los datos climáticos de la totalidad de las estaciones meteorológicas disponibles para el área del CAM y zonas próximas, existentes en la red meteorológica del SENAMHI y en algunas otras estaciones de diversa procedencia. Para cada estación, se calcularon los índices de Rivas-Martínez siguientes:
 - a) Índice de termicidad, $I_t = (T+M+m) \times 10$, donde **T** es la temperatura media anual, **M** es la temperatura media de las máximas del mes más frío y, **m** es la temperatura media de las mínimas del mes más frío. Los intervalos de valores del **I_t**, considerados conjuntamente con los de la Temperatura positiva anual (**T_p**, como sumatoria de las medias mensuales de temperatura que superan los cero grados centígrados), permite diferenciar los termotipos (pisos bioclimáticos) existentes en el CAM:

Termotipos del CAM (Pisos Bioclimáticos)	I_t	T_p
Infratropical	711-890	> 2900
Termotropical	490-711	2300-2900
Mesotropical	320-490	1700-2300
Supratropical	160-320	950-1700
Orotropical	< 160	450-950
Criorotropical	-----	1-450
Atérmico o gélido	-----	0

- b) Índice ombrotérmico anual, $I_o = P_p/T_p$, donde **Pp** es la sumatoria de las precipitaciones medias de todos los meses cuya media de temperaturas es superior a cero grados y, **Tp** es la sumatoria en grados centígrados de las temperaturas medias de todos los meses en que ésta supera asimismo los cero grados. Si en todos los meses la temperatura media supera los cero grados centígrados, el **I_o** se calcula directamente dividiendo la precipitación total anual media por la temperatura media anual multiplicada por 12. Los intervalos de valores del índice ombrotérmico así calculado, delimitan los ombrotipos existentes en el CAM, que son los siguientes:

Ombrotipos del CAM	I _o
Hiperhúmedo	12.0-24.0
Húmedo	6.0-12.0
Subhúmedo	3.6-6.0
Seco	2.0-3.6
Semiárido	1.0-2.0

- c) Índice ombrotérmico de los dos meses consecutivos más secos del año, $I_{od2} = P_{2d}/T_{2d}$, donde **P_{2d}** es la sumatoria de la precipitación de los dos meses seguidos más secos del año y, **T_{2d}** es la sumatoria de las temperaturas medias de esos dos mismos meses. Este índice es una medida de la intensidad de la época seca y es particularmente eficaz para discriminar causalmente los tipos de vegetación. La consideración conjunta del **I_o** y del **I_{od2}**, permite diferenciar los siguientes bioclimas en el CAM:

Bioclimas del CAM	I _o	I _{od2}
Pluvial	> 3.6	> 2.5
Pluviestacional	> 3.6	< 2.5
Xérico	1.0-3.6	-----

2. Una primera zonificación de la vegetación del área supone la aplicación del concepto de **provincias biogeográficas**, consideradas como los centros generalmente aceptados de dispersión y diferenciación de la flora, la fauna y la vegetación en general. Nuestro concepto de provincia biogeográfica, integra por tanto las siguientes variables en su definición:

- Existencia de conjuntos biocenóticos repetitivos, es decir, de combinaciones florísticas y faunísticas características espacialmente, que comparten similares centros de origen y/o diversidad, o son el resultado de similares patrones de rutas migratorias o de dispersión paleo-histórica, todo lo cual condiciona asimismo la similitud de los procesos de especiación y diferenciación experimentados por las biocenosis.
- Presencia de tipos de vegetación relacionados desde el punto de vista florístico, ecológico y estructural.
- Existencia de una variación bioclimática característica, que incluye peculiares patrones o pautas espaciales repetitivas de distribución de ombrotipos y termotipos, a los cuales se han adaptado los organismos de manera diferencial.
- Existencia de una variación geológica, tectónica y geomorfológica característica, que incluye peculiares patrones o pautas espaciales repetitivas de los suelos, las rocas y el relieve. Lo que generalmente implica el compartir análogos eventos geofísicos paleo-históricos.

3. En el área del CAM, y como aplicación de los criterios integrados anteriores, se reconocen las siguientes provincias biogeográficas (propuestas y justificadas en: Rivas-Martinez & Navarro 1994; Navarro 1997; Rivas-Martinez *et al.* 1999; Navarro & Maldonado 2002)¹⁴:
 - a) **Provincia de los Yungas Peruano-Bolivianos**: es la más extensa, ocupando casi las tres cuartas partes del área.
 - b) **Provincia Boliviano-Tucumana**: limitada al extremo sur del CAM, en los Yungas del Amboró.
 - c) **Provincia Amazónica Suroccidental o del Acre-Madre de Dios**: ocupa toda la zona del piedemonte de los Andes (subandino inferior y preandino), desde la frontera con el Perú, hasta aproximadamente la latitud del Río Yapacaní en el preandino de Santa Cruz.
 - d) **Provincia del Beni**: incluye la zona más oriental del CAM situada geográficamente en los Llanos de Moxos.
 - e) **Provincia del Cerrado**: en el CAM, únicamente presente en el subandino inferior y preandino de Santa Cruz, aproximadamente al sur del Río Yapacaní y al norte de la salida del Río Grande desde los Andes a la llanura oriental.
 - f) **Provincia de la Puna Peruana**: solamente pequeñas extensiones de las divisorias orográficas más elevadas de la Cordillera Oriental se hallan incluidas dentro de esta provincia en el CAM.
4. Utilizando las discontinuidades vegetacionales y florísticas conocidas para grupos de taxa indicadores, así como las discontinuidades geofísicas y bioclimáticas, se propuso (en Navarro 2002), una sectorización ecológico-biogeográfica en las principales y más extensas unidades biogeográficas existentes en el CAM: las provincias de los Yungas Peruano-Bolivianos y Amazónica Suroccidental.

Las siguientes fuentes de datos se utilizaron y se superpusieron espacialmente para llevar a cabo esta sectorización:

- a) Distribución espacial de las series de vegetación en base a nuestros datos de campo.
- b) Distribución espacial de los ombrotipos, termotipos y bioclimas que se deducen de nuestro análisis de los datos climáticos para el área del CAM.
- c) Comparación entre los diferentes modelos de zonificación altitudinal de la vegetación observados en el CAM y su variación o distribución geográfica en sentido norte-sur.
- d) Distribución geográfica de especies clave o indicadoras de plantas, basándonos para ello en los registros de colecciones existentes en los herbarios de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz; en nuestros datos de campo y en la literatura existente o monografías para algunos grupos.
- e) Distribución y variaciones en sentido norte-sur del gradiente topográfico y fisiográfico altitudinal.

¹⁴Nota de los editores: Las Provincias Biogeográficas aquí mencionadas, en términos generales, coinciden con las ecorregiones definidas para Bolivia (Ibisch *et al.* 2003b), las cuales no están definidas solamente según criterios biogeográficos. Especialmente los Yungas Peruano-Bolivianos y la Provincia Amazónica Suroccidental o del Acre-Madre de Dios corresponden a las ecorregiones de los Yungas Peruano-Bolivianos (incluyendo la ecorregión de los Bosques Secos Interandinos) y de la Sudoeste de la Amazonia. La definición de las ecorregiones en la región de las vertientes nororientales de los Andes contempló desde el inicio la clasificación de vegetación propuesta por Gonzalo Navarro y colegas.

5. El esquema de las unidades y sub-unidades ecológico-biogeográficas obtenidas preliminarmente según este proceso, se resume en la siguiente tabla, con los bioclimas presentes en cada una:

Tabla 18. Esquema de las unidades y sub-unidades ecológico-biogeográficas

Provincia Biogeográfica	Sector Biogeográfico	Distrito Biogeográfico	Bioclimas
Yungas Peruano-Bolivianos	Yungas Cuenca alta del Beni	Yungas de Apolobamba	Ps, Pv, X
		Yungas de Muñecas	Ps, X
		Yungas de Coroico	Ps, Pv
		Yungas del Boopi	Ps, X, Pv
		Yungas del Cotacajes	Ps, X
		Yungas de Altamachi y Corani	Pv, Ps
	Yungas Cuenca alta del Ichilo	Yungas del Chapare	Pv
		Yungas del Amboró	Ps, Pv
Amazónica Suroccidental (Acre-Madre de Dios)	Madre de Dios	Pampas del Heath	Ps
	Amazónico del Piedemonte Andino	Amazónico del Alto Madidi	Ps, Pv
		Amazónico del Alto Beni	Ps, Pv
		Amazónico del Chapare	Pv

Nota: Los bioclimas para cada distrito se presentan en el orden de mayor a menor extensión ocupada en el distrito. **Símbolos:** Pv = Pluvial; Ps = Pluviestacional; X = Xérico.

6. En las anteriores unidades bioclimáticas y ecológico-biogeográficas, se realizaron **prospecciones geobotánicas rápidas de la vegetación** a lo largo de las principales rutas de acceso en vehículo, con prospecciones puntuales más intensas a pie, desde unas horas a varios días de duración por punto, para determinadas áreas consideradas fundamentales. Asimismo, se realizaron sobrevuelos a baja altura, en avioneta y en helicóptero en zonas de muy difícil acceso, como el centro de los Yungas del Amboró y del Altamachi (véase mapa de itinerarios y puntos de corroboración en Navarro *et al.* 2004).
7. En las prospecciones de campo, se realizaron **inventarios florístico-ecológicos** de la vegetación, basados en el método clásico de Braun-Blanquet, en áreas homogéneas representativas, anotando las principales especies presentes a lo largo de transectas de longitud variable según el tipo de vegetación, así como su abundancia relativa. Se concedió particular atención a las especies dominantes en cada formación y, especialmente, a aquellas especies características o diferenciales de unas formaciones frente a las otras aunque no fuesen dominantes. Numerosas taxa importantes no identificados en campo fueron colectados (números de colecta de C. Antezana, N. De la Barra y M. Atahuachi en BOLV con duplicados en LPB) y posteriormente identificados o enviados a especialistas. Asimismo, fueron tomados mediante GPS, más de 700 puntos de corroboración georeferenciados de los diferentes tipos de vegetación.
8. La comparación entre los inventarios geobotánicos anteriores y su distribución altitudinal, bioclimática y geográfica, permitió delimitar grupos de especies o comunidades vegetales preliminares, centrándonos sobre todo en las **formaciones vegetales climáticas o potenciales**, pero con observaciones adicionales de las diferentes etapas seriales o sustituyentes presentes (series de vegetación). Por tanto, la unidad de vegetación básica, utilizada tanto en la descripción como en la cartografía es la **serie de vegetación**, entendida como el conjunto paisajístico conformado por el mosaico de la vegetación potencial y sus etapas seriales, secundarias o de degradación por acción antrópica. Las series de vegetación se nombran siempre por referencia a la asociación o comunidad vegetal potencial o climática y en esta aproximación, se nombran, en la mayoría de

los casos en forma preliminar, por esperarse todavía que el posterior y progresivo ingreso de nuevos datos florístico-ecológicos permita, en un futuro próximo, ajustes en los nombres y conceptos de las series que se proponen.

9. Según la complejidad estructural de la vegetación y su diversidad específica, varió el nivel de consecución de los inventarios, los cuales en la mayoría de los casos, son todavía una idea preliminar sobre lo esencial de la composición florística para numerosos puntos clave **georeferenciados y por tanto verificables**. Este aspecto permite a cualquier investigador acceder directamente a los puntos de inventario y de esta forma no sólo verificar, precisar y completar la composición florística, sino asimismo, observar directamente el tipo concreto de vegetación que se describe. **Inventarios preliminares seleccionados verificables o corroborables**, para varios de los tipos de vegetación propuestos, se han publicado en Navarro & Maldonado (2002) y en Navarro *et al.* (2004).
10. En la nomenclatura taxonómica de las especies que se citan como combinaciones florísticas características, se sigue en general a: Missouri Botanical Garden VAST (Vascular Tropicos) nomenclatural database. Para el género *Polylepis* en particular, seguimos la nomenclatura de Kessler & Schmidt-Lebuhn (2005).

3.2.3. Resultados

Se expone a continuación un resumen de las unidades de vegetación potencial del CAM, llevando a cabo una breve diagnosis y caracterización florístico-ecológica de los bosques climácicos de cada serie de vegetación, ordenados por provincias biogeográficas. Los tipos de vegetación secundaria y/o sustituyente de cada bosque clímax no se citan aquí por razones de espacio, pero pueden consultarse en Navarro & Maldonado (2002). Las diferentes series de vegetación (mapa 6), se agrupan en unidades mayores o “Sistemas ecológicos,” que generalmente corresponden, con algunas modificaciones o adaptaciones, a la recientemente propuesta clasificación de dichos sistemas para toda Sudamérica (Josse *et al.* 2003). En cada serie, se indican correlativamente:

- Nombre de la serie.
- Breve diagnosis ecológica y/o bioclimática.
- Distribución en los diferentes sub-districtos, districtos y/o sectores biogeográficos.
- Intervalo altitudinal promedio conocido de ocurrencia de la serie, cuando ésta se distribuye en los Andes.
- Combinación florística característica y diferencial, que permite reconocer la serie y distinguirla de las próximas o afines.
- Salvo mención expresa de los autores de cada serie y/o comunidad de vegetación que sigue, éstas se hallan propuestas y descritas en Navarro (1997, 2002) y Navarro *et al.* (2004). Lo que se expone a continuación, representa una actualización y avance respecto a lo existente en dichas publicaciones.

3.2.3.1. Vegetación de la provincia biogeográfica de los Yungas

Se proponen dos sectores biogeográficos dentro de esta provincia: el Sector de los Yungas de la Cuenca alta del Río Beni, ocupando los yungas del Departamento de La Paz y del noroeste del Departamento de Cochabamba; y el Sector de los Yungas de la Cuenca alta del Ichilo distribuido en los departamentos de Cochabamba y Santa Cruz. El primero con predominio del bioclima pluviestacional y el segundo con predominio del bioclima pluvial, hecho debido al más fuerte gradiente topográfico de los Yungas del Ichilo (Navarro & Maldonado 2002), lo que

provoca mayores ascendencias orográficas de los alisios e intensas precipitaciones. La vegetación se resume para cada piso ecológico separada por sectores y distritos biogeográficos, indicando además, en los casos en que se conoce, la distribución de la serie en los diferentes subdistritos biogeográficos dentro de cada distrito; los cuales en la mayoría de los casos parecen mostrar una buena coincidencia con las principales subcuencas hidrográficas.

Pisos Altimontano y Altoandino (Ceja de Monte Yungueña)

Vegetación yungueña de los pisos bioclimáticos supratropical y orotropical inferior, distribuida en la franja altitudinal de: 2.900-3.100 m a 4.000-4.200 m con bioclimas pluviales, pluviestacionales y excepcionalmente xéricos. Incluye los siguientes sistemas, series de vegetación y/o comunidades vegetales:

1. **Bosques de *Polylepis altimontanos* y altoandinos pluviales de los Yungas.** Sistema ecológico de la Ceja de Monte pluvial de los Yungas, cuya vegetación potencial climática son bosques siempre verdes, bajos y medios, ampliamente dominados por especies de Queñoa o Khewiña (*Polylepis*). Incluye:
 - a) Serie de *Gynoxis asterotricha*-*Polylepis pepeii*. Orotropical pluvial hiperhúmedo de los Yungas, tanto del Sector Cuenca alta del Beni (Yungas de La Paz) como Cuenca alta del Ichilo (Yungas de Cochabamba). En su mayor parte, degradada a etapas seriales de pajonales y matorrales, con escasos relictos de los bosques clímax. 3.600-3.700 m a 4.200 m. *Polylepis pepeii*, *Gynoxis asterotricha*, *Pentacalia epiphytica*, *Berberis aff. agapatensis*, *Rubus* sp.
 - b) Serie de *Ilex mandonii*-*Polylepis lanata* (Mercado 1998). Supratropical pluvial hiperhúmedo. Cochabamba: Distrito Yungas del Chapare (Alto Ivirizu). 3.100-3.700 m. *Polylepis lanata*, *Ilex mandonii*, *Clethra cuneata*, *Myrsine pearcei*, *Podocarpus rusbyi*, *Weinmannia fagaroides* y *Gaiadendron punctatum*.
 - c) Serie de *Desfontainia spinosa*-*Polylepis triacontandra*. Supratropical pluvial húmedo. La Paz: Distrito Yungas de Apolobamba (Valle de Pelechuco). 3.100-3.900 m. *Polylepis triacontandra*, *Desfontainia spinosa*, *Berberis weddellii*, *Myrsine pearcei*, *Citharexylum dentatum*, *Barnadesia pycnophylla*, *Ribes bolivianum*, *R. steinbachiorum*, *R. sucheziense*, *Hesperomeles ferruginea*, *H. latifolia*.
2. **Bosques altimontanos pluviales de los Yungas:** sistema ecológico de la Ceja de Monte inferior supratropical pluvial de los Yungas cuya vegetación potencial climática son bosques siempre verdes, bajos y medios, con dominio de biotipos lauroides y esclerófilos, donde las especies del género *Polylepis* no están presentes o cuando se hallan no son el elemento claramente dominante del bosque. Dentro de este sistema, se han identificado en el CAM:
 - a) Serie preliminar de *Schefflera trollii*-*Weinmannia fagaroides* (Fuentes, en prep.): Ceja de monte inferior pluvial húmeda del distrito Yungas de Apolobamba (Keara-Puina, La Paz). 2900 a 3600-3700 m. *Persea ruizii*, *Weinmannia fagaroides*, *Escallonia myrtilloides* var. *patens*, *Polylepis sericea*, *Hesperomeles ferruginea*, *Oreopanax grosseserratum*, *Schefflera trollii*, *Psychotria reticulata*, *Miconia theizans*, *M. higrrophylla*, *Symplocos fimbriata*, *Myrsine dependens*, *M. coriacea*, *Brunellia rhoides*, *Gynoxis asterotricha*, *Vallea stipularis*, *Clusia flaviflora*, *Clethra cuneata*, *Prunus huantensis*, *Sessea dependens*.

- b) Serie preliminar de *Ilex teratopis*-*Podocarpus rusbyi*. Supratropical pluvial húmedo-hiperhúmedo. Distrito Yungas de Coroico (La Paz). 2.900 m a 3.400-3.600 m. *Ilex teratopis*, *I. imbricata*, *Podocarpus rusbyi*, *Hedyosmum scabrum*, *H. maximum*, *Weinmannia auriculata*, *W. bangii*, *W. fagaroides*, *W. multijuga*, *Prunus huantensis*, *P. rigida*, *Symplocos denticulata*, *S. poliphylla*, *S. psiloclada*, *Morella pubescens*, *Persea ruizii*, *Oreopanax rusbyi*, *Bocconia integrifolia*, *Orthaea boliviensis*, *Gaultheria reticulata*, *G. erecta*, *Schefflera nephelophila*.
- c) Serie preliminar de *Prunus tucumanensis*-*Hesperomeles ferruginea*. Supratropical pluvial húmedo. Distritos: Yungas del Cotacajes, de Altamachi y Corani (Cochabamba). 2.900 m a 3.300 m. *Prunus tucumanensis*, *Hesperomeles ferruginea*, *H. cf. weberbauerii*, *Myrsine pseudocrenata*, *Podocarpus rusbyi*, *Symplocos fimbriata*, *Weinmannia geometrica*, *W. fagaroides*, *W. microphylla*.
- d) Serie preliminar de *Weinmannia bangii*-*Weinmannia fagaroides* (Altamirano, en prep.). Vegetación climatofila de la Ceja de Monte inferior, supratropical pluvial hiperhúmeda, del Distrito Yungas del Chapare (Cochabamba: cuencas del Alto Espíritu Santo y ¿Vandiola?). 2.800-3.100 m. *Weinmannia fagaroides*, *W. bangii*, *W. microphylla*, *Hesperomeles ferruginea*, *Oreopanax rusbyi*, *O. trollii*, *Brunnellia boliviana*, *Symplocos subcuneata*, *Freziera karsteniana*, *Cyathea caracasana*.
- e) Serie preliminar de *Symplocos subcuneata*-*Weinmannia microphylla*. Supratropical pluvial húmedo. Norte del Distrito Yungas del Amboró (Yungas de Comarapa, Santa Cruz). 2.900-3.000 m a 3.100 m. *Symplocos cf. subcuneata*, *Weinmannia microphylla*, *W. fagaroides*, *Clethra scabra*, *C. cardenasii*, *C. cuneata*, *Gaiadendron punctatum* y *Oreopanax kuntzei*.
- 3. Bosques de *Polylepis altimontanos* pluviestacionales de los Yungas:** vegetación potencial climática de la Ceja de Monte inferior, con bioclima supratropical pluviestacional de los Yungas, constituida por bosques siempre verdes, bajos y medios, ampliamente dominados por especies de Khewiña (*Polylepis*). Este sistema ecológico incluye en el CAM las siguientes series:
- a) Serie preliminar de *Berberis edentata*-*Polylepis pacensis*. Supratropical pluviestacional húmedo. Distrito Yungas del Cotacajes (La Paz: Inquisivi). 2.900-3.100 m a 3.600-3.700 m. *Polylepis pacensis*, *Berberis edentata*, *B. rariflora*, *Hesperomeles cuneata*, *H. ferruginea*, *Oreopanax pentlandianus*.
- b) Serie preliminar de *Styloceras columnare*-*Polylepis lanata*. Supratropical pluviestacional húmedo. Distritos Yungas del Cotacajes, Altamachi y Corani (Cochabamba). 2.900-3.100 m a 3.600-3.700 m. *Polylepis lanata*, *Styloceras columnare*, *Symplocos obcuneata*, *Berberis weddellii*, *B. paucidentata*, *Hesperomeles cuneata*, *H. lanuginosa*, *Oreopanax pentlandianus*, *Weinmannia fagaroides*.
- c) Serie preliminar de *Styloceras columnare*-*Polylepis triacontandra*. Supratropical pluviestacional húmedo. Distritos Yungas del Boopi, Muñecas y Apolobamba (La Paz). 3.000-3.200 m a 3.900 m. *Polylepis triacontandra*, *P. sericea*, *Weinmannia microphylla*, *W. fagaroides*, *Miconia theaezans*, *Styloceras columnare*, *Hesperomeles lanuginosa*, *Oreopanax pentlandianus*, *O. rusbyi*, *Prunus tucumanensis*, *Berberis weddellii*, *B. phyllacantha*.
- d) Serie preliminar de *Buddleja montana*-*Polylepis triacontandra*. Supratropical pluviestacional subhúmedo. Distrito Yungas de Muñecas (La Paz). 3.100-3.900 m. *Polylepis triacontandra*, *Buddleja montana*, *Mutisia acuminata*, *Schinus microphyllus*, *Hesperomeles cuneata*.

e) Serie preliminar de *Polylepis pacensis*. Supratropical pluviestacional subhúmedo. 3.600-4.100 m. Distrito Yungas del Boopi, en las cabeceras altas de la cuenca de los ríos La Paz y Luribay. Constituiría la vegetación potencial original del piso altimontano de los profundos valles interandinos de La Paz y Luribay; sólo conocida hasta el momento por remanentes dispersos de árboles aislados o pequeños grupos de los mismos.

4. Bosques y arbustales altimontanos xéricos de los Yungas. Bosques bajos y arbustales espinosos restringidos al piso bioclimático supratropical xérico seco de las cuencas altas de los ríos La Paz y Luribay. Conexiones florísticas y biogeográficas con la Prepuna del centro-sur de Bolivia. Actualmente muy destruidos y representados mayormente por la etapa serial de matorral. Constituirían la vegetación potencial original de las zonas medias y bajas del área actualmente ocupada por la ciudad de La Paz, área que por encima del nivel de estos arbustales (3.600-3.700 m), debió de tener una vegetación original de bosquecillos de *Polylepis pacensis*. Una sola serie de vegetación se incluye en este sistema:

a) Serie preliminar de *Oreocereus fossulatus-Kageneckia lanceolata*. Supratropical xérico seco. 3.200-3.700 m. Distrito Yungas del Boopi (La Paz): cuencas de los ríos La Paz y Luribay. *Oreocereus fossulatus*, *Kageneckia lanceolata*, *Schinus molle*, *Dasyphyllum ferox*, *Lophopappus foliosus*, *Proustia pungens*, *Opuntia sulphurea*, *O. verschaffeltii*, *Baccharis boliviensis*, *Mutisia acuminata*, *Corryocactus melanotrichus*, *C. perezianus*.

Piso Montano

Incluye la vegetación yungueña del piso bioclimático mesotropical, distribuida en la franja altitudinal desde 1.700-1.900 m a 2.900-3.100 m, donde se encuentran bioclimas pluviales, pluviestacionales y localmente también xéricos. En el área del CAM, dentro de este piso se han identificado los siguientes sistemas ecológicos y series de vegetación:

5. Bosques yungueños montanos pluviales. Sistema ecológico que agrupa un conjunto de series de vegetación en las cuales la vegetación climácica son bosques lauroides siempre verdes, con altura del dosel promedio entre 25 m y 30 m, distribuidos en el piso montano mesotropical pluvial, donde a menudo son frecuentes diferentes especies de pinos de monte (*Podocarpus*, *Prumnopitys*) que parecen tener en estas situaciones una de sus principales zonas óptimas de distribución. Por el momento, se han identificado en este sistema, dentro del CAM, las siguientes series:

a) Serie preliminar de *Weinmannia bangii-Podocarpus ingensis*. Mesotropical superior pluvial hiperhúmedo. Distrito Yungas de Coroico (La Paz: cuencas de los ríos Unduavi, Huarinillas, ¿Zongo?). 2.300-2.400 m a 2.800-2.900 m. *Podocarpus ingensis*, *Weinmannia bangii*, *W. microphylla*, *W. dryadifolia*, *Hedyosmum dombeyanum*, *H. scabrum*, *Symplocos fimbriata*, *Saurauia rusbyi*, *Brunnellia boliviana*, *B. rhoides*, *Myrsine andina*, *M. pearcei*, *Gunnera peruviana*, *Cyathea caracasana*, *C. boliviana*, *Nephelea erinacea*, *Ruagea glabra*, *R. hirsuta*, *Lozanella enantiophylla*, *Clusia flaviflora*, *Hieronyma moritziana*.

b) Serie preliminar de *Weinmannia crenata-Podocarpus ingensis*. Mesotropical superior pluvial húmedo. Distrito Yungas de Coroico (La Paz: zona de Huancané). 2.400 a 2.900 m. *Podocarpus ingensis*, *Weinmannia sorbifolia* var. *crenata*, *W. pentaphylla*, *W. crassifolia*, *Hedyosmum cuatrecazanum*, *Ilex*

nervosa, *Siparuna auriculata*, *S. echinata*, *Cybianthus peruvianus*, *Brunnellia coroicoana*, *Cyathea caracasana*, *Myrsine coriacea*.

- c) Serie preliminar de *Ocotea jelskii*-*Podocarpus oleifolius*. Mesotropical inferior pluvial húmedo-hiperhúmedo. Distritos Yungas de Coroico, Altamachi y Corani (La Paz y Cochabamba). 1.900-2.100 m a 2.300-2.400 m. *Podocarpus oleifolius*, *Ocotea jelskii*, *Ladenbergia carua*, *Oreopanax jelskii*, *Schefflera allocotantha*, *Hedyosmum angustifolium*, *Alchornea latifolia*, *Hyeronima oblonga*, *Panopsis pearcei*, *Ruagea ovalis*, *Weinmannia ovata*, *Clethra revoluta*.
- d) Serie preliminar de *Prumnopitys harmsiana*-*Weinmannia pinnata*. Mesotropical inferior pluvial húmedo. Distrito Yungas de Coroico (La Paz: zona de Huancané). 1.900-2.300 m. *Prumnopitys harmsiana*, *Clethra scabra* var. *laevigata*, *Cedrela lilloi*, *Cinchona pubescens*, *Mollinedia boliviana*, *Siparuna auriculata*, *S. echinata*, *Cybianthus lepidotus*, *Brunnellia rhoides*, *Weinmannia pinnata*, *W. poliphylla*, *Cinchona calisaya*, *Stylogine ambigua*.
- e) Serie preliminar de *Prumnopitys exigua*-*Podocarpus oleifolius*. Mesotropical inferior pluvial hiperhúmedo. Distrito Yungas del Chapare (Cochabamba: Alto Ivirizu). 2.000-2.100 m a 2.500-2.600 m. *Prumnopitys exigua*, *Podocarpus oleifolius*, *Prumnopitys harmsiana*, *Hedyosmum dombeyanum*, *H. lechleri*, *Saurauia chaparensis*, *Clethra revoluta*, *Weinmannia cochabambensis*, *W. lechleriana*, *W. pinnata*, *Ruagea glabra*, *Meliosma boliviensis*, *Schefflera herzogii*, *S. allocotantha*.
- f) Serie preliminar de *Podocarpus oleifolius*-*Freziera karsteniana*. Mesotropical pluvial hiperhúmedo. Distrito Yungas del Chapare (Cochabamba: Alto Espíritu Santo, Vandiola?). 1.900-2.800 m. *Podocarpus oleifolius*, *Weinmannia heterophylla*, *W. multijuga*, *W. lechleriana*, *Freziera karsteniana*, *F. glabrescens*, *Schefflera allocotantha*, *Brunnellia boliviana*, *Oreopanax rusbyi*, *O. trollii*, *Clethra cuneata*, *Hedyosmum angustifolium*, *H. dombeyanum*, *Ruagea glabra*, *R. ovalis*, *Siparuna boliviensis*, *Myrsine dependens*, *Alchornea latifolia*, *Cyathea caracasana*, *C. pallescens*, *Geonoma undata*.
- g) Serie de *Persea ruizii*-*Prumnopitys exigua* (Mercado 1998). Mesotropical superior y supratropical inferior. Distrito Yungas del Chapare (Cochabamba: Alto Ivirizu). 2.600-3.200 m. *Prumnopitys exigua*, *Podocarpus rusbyi*, *Persea ruizii*, *Clethra cuneata*, *Hesperomeles lanuginosa*, *Myrsine pearcei*, *Oreopanax macrocephalon*, *O. kuntzei*, *Weinmannia fagaroides*, *W. microphylla*.
- h) Serie preliminar de *Alnus acuminata*-*Hedyosmum dombeyanum* (Altamirano, en prep.). Vegetación permanente topográfica o sucesional, propia de las laderas erosivas montañosas muy abruptas con fuertes pendientes, sometidas a deslizamientos y derrumbes periódicos, en el piso montano, mesotropical pluvial hiperhúmedo, del distrito Yungas del Chapare (Cochabamba: Alto Espíritu Santo). 1.900-2.500 m. *Alnus acuminata*, *Weinmannia heterophylla*, *W. multijuga*, *Hedyosmum dombeyanum*, *H. angustifolium*, *H. racemosum*, *Alchornea latifolia*, *A. pearcei*, *A. triplinervia* var. *boliviana*, *Clethra scabra*, *Hieronima andina*, *Morus insignis*.
- i) Serie preliminar de *Podocarpus rusbyi*-*Prumnopitys exigua*. Mesotropical pluvial húmedo. Distrito Yungas del Amboró (Santa Cruz: Yungas de Comarapa y Mairana), en el comienzo de la zona de transición entre las provincias biogeográficas de los Yungas Peruano-Bolivianos y Boliviano-Tucumana. 2.100-2.300 m a 2.900 m. *Prumnopitys exigua*, *Podocarpus rusbyi*, *Clethra cuneata*, *Weinmannia*

sorbifolia, *Viburnum witteanum*, *Crinodendron tucumanum*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Cedrela lilloi*, *Ilex trichoclados*, *Tabebuia lapacho*.

- j) Serie preliminar de *Clethra elongata*-*Podocarpus ingensis*. (Fuentes, en prep.). Mesotropical inferior pluvial húmedo. Distrito Yungas de Apolobamba (La Paz: Apolo). 1.900-2.400 m. *Alchornea triplinervia* var. *boliviana*, *Clethra elongata*, *Podocarpus ingensis*, *Myrsine coriacea*, *Miconia brittonii*, *Psychotria bangii*, *Weinmannia ovata*, *Ruagea ovalis*, *Tapirira guianensis* subsp. *subandina*, *Ilex goudotii*, *Hieronyma moritziana*, *Richeria grandis*, *Chaetocarpus myrsinites* var. *stipularis*, *Hedyosmum racemosum*.
- k) Serie preliminar de *Podocarpus ingensis*-*Weinmannia pinnata*. (Fuentes, en prep.). Mesotropical superior pluvial húmedo de transición hacia pluviestacional. Distrito Yungas de Muñecas: divisorias orográficas y laderas altas expuestas a los vientos húmedos entre los valles de Chuma-Ayata y de Camata (La Paz). 2600-3200 m. *Podocarpus ingensis*, *Weinmannia chrisdavidsonii*, *W. pinnata*, *W. crassifolia*, *Baccharis solomonii*, *Hedyosmum angustifolium*, *Ocotea mandonii*, *Oreopanax membranaceus*, *Schefflera trollii*, *Pentacalia sailapatensis*, *Brunellia rhoides*, *Viburnum semannii*, *Clusia sphaerocarpa*, *Alchornea brittonii*, *Nectandra laurel*, *Gaiadendron punctatum*, *Myrsine pellucida*, *Miconia undata*, *Freziera lanata*, *Symplocos mapiriensis*, *Ceroxylon parvifrons*, *Maytenus jelskii*, *Hesperomeles ferruginea*.
- l) Serie preliminar de *Styloceras laurifolium*-*Weinmannia pinnata*. Mesotropical superior pluvial húmedo. Distrito Yungas de Apolobamba (La Paz: cuenca del Río Pelechuco). 2.400-3.100 m. *Styloceras laurifolium*, *Weinmannia lechleriana*, *W. pinnata*, *W. ovata*, *W. microphylla*, *Clethra cuneata*, *Hesperomeles ferruginea*, *Symplocos denticulata*, *Miconia thaeizans*, *Vallea stipularis*, *Morella pubescens* *Freziera uniauriculata*, *F. lanata*, *Gordonia fruticosa*, *Alcornea grandiflora*, *Elaeagia mariae*, *Clusia multiflora*, *C. flaviflora*, *Hedyosmum dombeyanum*, *Podocarpus ingensis*, *Ocotea* sp.
- m) Serie preliminar de *Clusia flaviflora*-*Weinmannia lechleriana*. Mesotropical pluvial húmedo. Distrito Yungas de Coroico (La Paz: cuenca del Río Zongo). 2.400 m-3100 m. *Weinmannia lechleriana*, *W. microphylla*, *W. ovata*, *Hesperomeles ferruginea*, *Clusia flaviflora*, *C. multiflora*, *Oreopanax thaumasiophyllum*, *Gaiadendron punctatum*, *Clethra cuneata*, *Brunellia rhoides*, *Berberis lutea*.

6. Bosques yungueños montanos pluviestacionales. Sistema ecológico que agrupa varias series cuya vegetación potencial clímax son bosques siempre verdes estacionales y semidecíduos, con dosel promedio de 20-25 m de altura, a menudo dominado en ombroclimas húmedos por especies de pinos de monte (*Podocarpus*, *Prumnopitys*) y por árboles del género *Weinmannia*; mientras que en áreas con ombroclima subhúmedo es común el ceibo o chilijchi (*Erythrina falcata*). Incluye:

- a) Serie preliminar de *Blepharocalyx salicifolius*-*Podocarpus glomeratus*. Mesotropical superior y supratropical inferior, pluviestacional húmedo. Distrito Yungas del Cotacajes (Cochabamba y La Paz: Cordillera de Independencia). 2.800 m a 3.200-3.300 m. *Blepharocalyx salicifolius*, *Podocarpus glomeratus*, *Weinmannia fagaroides*, *W. lechleriana*, *Cedrela lilloi*, *Myrsine pseudocrenata*, *Hesperomeles ferruginea*, *Cervantesia bicolor*, *Duranta mandoni*, *Oreopanax pentlandianus*, *O. thaumasiophyllum*.

- b)** Macroserie de *Clethra cuneata*-*Weinmannia pinnata*. Grupo de series de vegetación que constituyen la vegetación climatófila del piso montano, mesotropical pluviestacional húmedo, del sector biogeográfico Yungas de la Cuenca Alta del Beni. Intervalo altitudinal: 1.900-2.000 m a 2.800-2.900 m. *Alchornea pearcei*, *Cedrela lilloi*, *Ceroxylon parvifrons*, *Cinchona micrantha*, *C. pubescens*, *Clethra cuneata*, *C. laevigata*, *Freziera lanata*, *F. reticulata*, *Siparuna muricata*, *Styrax pentlandianum*, *Ternstroemia asymmetrica*, *T. subserrata*, *Weinmannia microphylla*, *W. pentaphylla*, *W. pinnata*, *W. sorbifolia*, *W. crassifolia*.
- c)** Serie preliminar de *Juglans boliviana*-*Podocarpus oleifolius* (Fernández, en prep.). Mesotropical inferior pluviestacional húmedo. Vegetación climatófila de los valles en sombra de lluvia parcial de la cuenca del Río San Mateo (Kharauasi), en el límite entre los distritos Yungas del Chapare y Yungas del Amboró (Cochabamba y Santa Cruz). También, en pequeños enclaves pluviestacionales debidos a efectos orográficos locales, dentro de las zonas pluviales de los Yungas del Chapare (cuenca del Espíritu Santo, Incachaca). 1.800 a 2.300 m. *Juglans boliviana*, *Podocarpus oleifolius*, *Weinmannia microphylla*, *W. multijuga*, *W. sorbifolia*, *Nectandra discolor*, *Myrsine coriacea*, *Hedyosmum cf. racemosum*, *Oreopanax cf. reticulatus*.
- d)** Serie preliminar de *Citharexylum laurifolium*-*Styloceras laurifolium*. Mesotropical superior pluviestacional húmedo. Distrito Yungas de Muñecas (La Paz: valles de Charazani y Chuma). 2.700-3.200 m. *Citharexylum laurifolium*, *Styloceras laurifolium*, *Hesperomeles ferruginea*, *Nectandra membranacea*, *Schinus myrtifolius*, *Escallonia schreiteri*, *Morella pubescens*, *Vallea stipularis*, *Myrsine pseudocrenata*, *Prunus huantensis*, *Duranta mandonii*.
- e)** Serie preliminar de *Citharexylum laurifolium*-*Weinmannia crassifolia*. Mesotropical inferior pluviestacional húmedo. Distrito Yungas de Muñecas (La Paz: valles de Charazani y Chuma). 2.000-2.700 m. *Weinmannia crassifolia*, *W. elliptica*, *W. sorbifolia*, *W. microphylla*, *Citharexylum laurifolium*, *Saurauia spectabilis*, *Hesperomeles ferruginea*, *Bejaria aestuans*, *Mauria ferruginea*, *Prunus huantensis*, *Morella pubescens*, *Clethra cuneata*, *Hedyosmum angustifolium*, *Miconia theizans*, *Dasyphyllum brasiliensis*, *Nectandra laurel*, *Myrcianthes rhopaloides*, *M. pseudomato*, *Styrax pentlandianus*, *Gaultheria eriophylla*, *Fuchsia boliviana*, *Cissus granulosa*, *Spathanthem fallax*.
- f)** Serie preliminar de *Clusia ternstroemioides*-*Columellia oblonga*. (Fuentes, en prep.) Mesotropical pluviestacional húmedo. Vegetación permanente de las laderas rocosas abruptas. Distrito Yungas de Muñecas (La Paz: Valle de Charazani-Camata). 1.900-2.700 m. *Columellia oblonga*, *Clusia ternstroemioides*, *Escallonia paniculata*, *Myrcia multiflora*, *Ternstroemia subserrata*.
- g)** Serie preliminar de *Podocarpus parlatorei*-*Prumnopitys exigua*. Mesotropical pluviestacional húmedo del distrito Yungas del Amboró (Santa Cruz: Cuenca alta sur del Río San Mateo: Siberia sur, Yungas de Comarapa), en el comienzo de la zona de transición entre las provincias biogeográficas de los Yungas Peruano-Bolivianos y Boliviano-Tucumana. 2.100-2.300 m a 2.900 m. *Prumnopitys exigua*, *Podocarpus parlatorei*, *Crinodendron tucumanum*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Viburnum witteanum*, *Symplocos subcuneata*, *Clethra cardenasii*, *Hesperomeles ferruginea* y *Azara salicifolia*.
- h)** Serie preliminar de *Prumnopitys exigua*-*Myrcianthes pseudomato* (Navarro *et al.* 2004). Bosques climatófilos, con dominio o gran abundancia de mirtáceas, distribuidos en el piso montano, mesotro-

pical pluviestacional húmedo, del distrito Yungas del Amboró (Santa Cruz: Yungas de Comarapa y de Mairana, sur de Siberia), en el comienzo de la zona de transición entre las provincias biogeográficas de los Yungas Peruano-Bolivianos y Boliviano-Tucumana. 2.100 m a 2.300 m. *Prumnopitys exigua*, *Myrcianthes callicoma*, *M. pseudomato*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Cedrela lilloi*, *Tabebuia lapacho*, *Viburnum witteanum*, *Clethra cardenasii*.

- i) Serie preliminar de *Leucochloron bolivianum-Erythrina falcata*. Mesotropical pluviestacional subhúmedo. Distrito Yungas del Cotacajes (La Paz y Cochabamba). 2.200-2.400 m a 2.500-2.700 m. *Leucochloron bolivianum*, *Parapiptadenia excelsa*, *Erythrina falcata*, *Jacaranda mimosifolia*, *Carica quercifolia*, *Caesalpinia spinosa*, *Dasyphyllum brasiliensis*, *Mimosa woodii*, *Justicia pluriformis*, *Philibertia fontellae*.
- j) Serie preliminar de *Juglans soratensis-Erythrina falcata*. Vegetación potencial relictiva, con casi total desaparición de los bosques originales. Mesotropical pluviestacional subhúmedo. Distrito Yungas de Muñecas. 2.500-3.200 m. *Erythrina falcata*, *Juglans soratensis*, *Cedrela lilloi*, *Mimosa revoluta*.

7. Bosques y arbustales yungueños montanos xéricos interandinos. Sistema ecológico que, en el CAM, únicamente existe en los valles yungueños altos con ombroclima seco a semiárido de las cuencas de los ríos Sorata, La Paz y Luribay. Incluye las siguientes series de bosques y arbustales espinosos semi-caudicifolios:

- a) Serie de *Cleistocactus variispinus-Lythraea ternifolia*. Mesotropical inferior xérico seco 1.900-2.500 m. Distrito Yungas de Muñecas: Cuenca de Sorata. *Cleistocactus variispinus*, *Lythraea ternifolia*, *Tecoma arequipensis*, *Prosopis andicola*, *Trichocereus lageniformis*, *T. cf. cuzcoensis*, *Apurimacia boliviana*, *cf. Commicarpus crassifolius*.
- b) Serie de *Caesalpinia bangii-Prosopis andicola*. Mesotropical xérico seco inferior a semiárido superior. 2.200-3.200 m. Distrito Yungas del Boopi: Cuenca del Río La Paz. *Prosopis laevigata* var. *andicola*, *Caesalpinia bangii*, *C. gilliesii*, *Tecoma arequipensis*, *Oreocereus fossulatus*, *Corryocactus melanotrichus*, *Trichocereus lageniformis*, *Opuntia verschaaffeltii*, *Echinopsis bridgesii*, *Lycianthes lycioides*, *Heterophyllaea lycioides*, *Puya meiziana*.
- c) Serie de *Cleistocactus luribayensis-Prosopis andicola*. Mesotropical xérico seco inferior a semiárido superior. 2.200-3.200 m. Distrito Yungas del Boopi: Cuenca del Río Luribay. *Cleistocactus luribayensis*, *Prosopis laevigata* var. *andicola*, *Corryocactus perezianus*, *Atriplex rusbyi*, *Helogyne straminea*, *Caesalpinia coulteroides*, *Opuntia alko-tuna*, *O. sulphurea*, *Trichocereus lageniformis*, *Echinopsis bridgesii*, *Tecoma arequipensis*, *Puya meiziana*.

8. Vegetación ribereña yungueña montana. Sistema ecológico que agrupa varias series de vegetación, cuya vegetación clímax son los bosques ribereños propios de los márgenes fluviales del piso montano, los cuales en muchos casos son bosques de aliso que se incluyen en la macroserie de *Vallea stipularis-Alnus acuminata*. En el CAM, se ha identificado las siguientes series y/o comunidades riparias:

- a) Serie de *Vallea stipularis-Alnus acuminata* (Mercado 1998). Bosques riparios montanos mesotropicales de los Yungas pluviales y pluviestacionales. *Alnus acuminata*, *Morella pubescens*, *Vallea stipularis*, *Pteris podophylla*, *Equisetum bogotense*, *Dryopteris* spp.

- b) Comunidad de *Croton piluliferus-Ficus matthewsii*. Bosques riparios del piso montano inferior pluvial del distrito biogeográfico Yungas de Coroico.
- c) Comunidad de *Guadua weberbauerii*. Tacuarales o bambusales riparios del piso montano pluvial del distrito Yungas del Boopi.

Piso Basimontano o Subandino

En este piso ecológico, se incluye la vegetación yungueña del piso bioclimático termotropical, distribuida en promedio en el intervalo altitudinal de 800-900 m a 1.700-2.000 m. En el área del CAM, se han identificado los siguientes sistemas, series y/o macroseries:

- 9. Bosques y palmares yungueños pluviales basimontanos (subandinos):** sistema ecológico de la vegetación siempre verde, basimontana o subandina superior, de los Yungas Peruano-Bolivianos con bioclima pluvial termotropical, distribuida en la franja altitudinal de los 1.200-1.400 m a 1.700-2.000 m. Unidad compleja florísticamente y poco conocida todavía, que incluiría diferentes series de vegetación, varias de ellas con abundantes palmas andinas (*Dictyocaryum lamarckianum*), sobre todo en relieves abruptos expuestos a las neblinas; y otras series desarrolladas en suelos profundos sobre relieves suaves o casi llanos, con ausencia o rareza de *Dictyocaryum* y gran abundancia de lauráceas. Todas ellas las englobamos en una sola macroserie:

- a) Macroserie de *Nectandra laurel-Dictyocaryum lamarckianum*. Termotropical superior pluvial húmedo-hiperhúmedo, tanto en el sector de los Yungas de la Cuenca Alta del Beni, como en el de los Yungas de la Cuenca Alta del Ichilo (La Paz, Cochabamba y Santa Cruz). 1.200-1.400 m a 1.900-2.100 m. *Dictyocaryum lamarckianum*, *Weinmannia pinnata*, *W. pentaphylla*, *Prumnopitys harmsiana*, *Podocarpus oleifolius*, *Alchornea glandulosa*, *Hieronyma andina*, *Tovomita weddelliana*, *Nectandra laurel*, *N. reticulata*, *Persea peruviana*, *P. trollii*, *Clethra elongata*, *Euterpe luminosa*, *Ceroxylon parvum*, *Cinchona humboldtiana*, *Ladenbergia carua*, *Guettarda hirsuta*, *Elaeagia mariae*, *E. microcarpa*, *Protium altsonii*, *Alchornea glandulosa*. Dentro del concepto florístico-ecológico de esta macroserie, se han identificado las siguientes series:

- Serie preliminar de *Persea peruviana-Dictyocaryum lamarckianum* (Fuentes, en prep.). Distrito Yungas de Apolobamba (La Paz).
- Serie preliminar de *Protium montanum-Dictyocaryum lamarckianum*. Distritos Yungas de Altamachi, Corani y Chapare (Cochabamba).

- 10. Bosques pluviales basimontanos (subandinos) de los Yungas transicionales con la Amazonia:** Grupo de selvas y bosques siempre verdes, del nivel más inferior de los Yungas, con muy alta diversidad, distribuido en el intervalo altitudinal de los 400-500 m a 1.200-1.400 m. Unidad todavía muy poco conocida, que engloba varias series de vegetación florísticamente transicionales entre los Yungas y la Amazonia, incluíbles posiblemente en dos macroserie de vegetación:

- a) Macroserie de *Eschweilera andina-Oenocarpus bataua*. Termotropical inferior pluvial húmedo, en el sector de los Yungas de la Cuenca Alta del Beni (La Paz, Cochabamba). 800-900 m a 1.200-1.400 m. *Podocarpus celatus*, *P. magnifolius*, *Prumnopitys harmsiana*, *Eschweilera andina*, *E. coriacea*,

Oenocarpus bataua, *Iriarte deltoidea*, *Aspidosperma ramiflorum*, *Caryocar dentatum*, *C. microcarpum*, *Parinari occidentalis*, *Hevea brasiliensis*, *Hura crepitans*, *Cespedezia spathulata*, *Vochysia boliviana*, *Schefflera tipuanica*, *Siparuna sprucei*, *Ladenbergia magnifolia*, *L. sericea*, *Cinchona micrantha*, *Elaeagia mollis*, *Sclerolobium radlkoferi*, *Calatola costaricensis*, *Balizia pedicellaris*, *Endlicheria lhotzkyi*, *Cybianthus peruvianus*, *Ferdinandusa chlorantha*, *Symplocos mapirensis*. Una sola serie se ha identificado dentro de esta macroserie:

- Serie preliminar de *Ladenbergia carua-Hevea brasiliensis*. Distritos Yungas de Apolobamba, Muñecas y Coroico (La Paz: Yuyo, Mapiri, Tipuani).
- b) Macroserie de *Talauma boliviana-Eschweilera coriacea*. Termotropical inferior pluvial hiperhúmedo, en el sector de los Yungas de la Cuenca Alta del Ichilo (Cochabamba). Por debajo de 900-1.100 m de altitud. *Talauma boliviana*, *Eschweilera coriacea*, *Oenocarpus bataua*, *Iriarte deltoidea*, *Hura crepitans*, *Prumnopitys harmsiana*, *Cavanillesia umbellata*, *Terminalia amazonia*, *Clarisia biflora*, *Dipteryx odorata*, *Guarea macrophylla*, *Ladenbergia carua*, *Triplaris efistulifera*, *Manilkara excelsa*, *Sloanea fragrans*, *S. guianensis*, *S. terniflora*, *Tapura tessmannii*, *Calatola venezuelana*, *Elaeagia obovata*, *Swartzia jorori*. Hasta ahora, se ha reconocido una sola serie dentro de esta macroserie:
- Serie preliminar de *Elaeagia obovata-Talauma boliviana* (Altamirano, en prep.). Distrito Yungas del Chapare (Cochabamba, Santa Cruz).

11. Bosques yungueños pluviestacionales húmedos basimontanos (subandinos): sistema ecológico de los bosques subandinos yungueños siempre verde estacionales, desarrollados en bioclima pluviestacional húmedo. Conocidos del sector biogeográfico de los Yungas de la Cuenca Alta del Beni e incluidos en una sola macroserie de vegetación:

- a) Macroserie de *Saurauia peruviana-Juglans boliviana*. Termotropical superior pluviestacional húmedo. Distritos de los Yungas de Apolobamba, Coroico, Boopi, Cotacajes y Altamachi. 1.100-1.200 m a 1.900-2.100 m. *Juglans boliviana*, *Saurauia peruviana*, *S. spectabilis*, *Ceiba salmonea*, *Nectandra cissiflora*, *N. cuneatocordata*, *Myroxylon balsamum*, *Protium heptaphyllum*, *Clethra scabra*, *Ilex boliviana*, *Alchornea pearcei*, *Buddleia coroicensis*, *Cedrela odorata*, *Mollinedia caloneura*, *Pourouma tomentosa*, *Myrcia splendens*, *Triplaris cumingiana*, *Cinchona pubescens*, *Ladenbergia carua*, *L. macrocarpa*, *Vochysia mapirensis*, *Matayba boliviana*, *Mauria boliviana*, *Laplacea fruticosa*, *Freziera angulosa*, *Luehea splendens*, *Centrolobium cf. minus*. Incluye, hasta el momento, cuatro series de vegetación:
- Serie preliminar de *Myroxylon balsamum-Juglans boliviana* (Fuentes, en prep.). Distrito Yungas de Apolobamba (La Paz).
- Serie preliminar de *Pterygota amazonica-Copaifera reticulata* (Fuentes, en prep.) Termotropical inferior pluviestacional húmedo. Distrito Yungas de Apolobamba (La Paz). 900-1.100 m. *Juglans boliviana*, *Myroxylon balsamum*, *Copaifera reticulata*, *Pterygota amazonica*, *Ixora breviflora*, *Amburana cearensis*, *Pseudolmedia laevis*, *Agonandra cf. peruviana*, *Casearia gossypiosperma*, *Clarisia racemosa*, *Albizia niopoides*, *Hymenaea courbaril*.

- Serie preliminar de *Ladenbergia oblongifolia*-*Juglans boliviana*. Distritos Yungas de Muñecas y Coroico (La Paz).
- Serie preliminar de *Centrolobium cf. minus*-*Juglans boliviana*. Distrito Yungas de Altamachi (Cochabamba).

12. Bosques yungueños pluviestacionales subhúmedos basimontanos (interandino-subandinos). Grupo de bosques semicaducifolios que constituyen la vegetación climácica de los Yungas subandinos en los valles internos donde se manifiesta el efecto orográfico de sombra de lluvia, presentando un bioclima marcadamente pluviestacional y un ombroclima subhúmedo a húmedo inferior. Se distribuyen por debajo de los 1.800-1.900 m de altitud. Constituyen “islas” de vegetación con flora de la Provincia Biogeográfica del Cerrado, disyuntas en los valles interandinos de los Yungas. En el CAM se han identificado las siguientes series de vegetación dentro de este sistema ecológico:

- a) Serie preliminar de *Cariniana estrellensis*-*Schinopsis brasiliensis*. Termotropical superior, pluviestacional subhúmedo. Distritos de Apolobamba, Coroico, Boopi y Cotacajes (La Paz). 1.100-1.200 m a 1.800 m. *Schinopsis brasiliensis*, *Cariniana estrellensis*, *Astronium urundeuva*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *A. macrocarpon*, *Ceiba mandonii*, *Cereus tacuaralensis*, *Opuntia brasiliensis*, *Maytenus ilicifolius*, *Hedyosmum angustifolium*, *Clusia ducuoides*, *Juglans boliviana*, *Hymenaea courbaril*, *Piptadenia buchtienii*, *P. viridiflora*, *Anadenanthera colubrina*, *Maclura tinctoria*, *Stylogine ambigua*, *Aiphanes aculeata*, *Cinchona calisaya*.
- b) Serie preliminar de *Ceiba boliviana*-*Astronium urundeuva*. Termotropical superior pluviestacional subhúmedo inferior. Distrito Yungas de Muñecas (La Paz: Valle de Camata). 1.500-1.900 m. *Astronium urundeuva*, *Ceiba boliviana*, *Cereus tacuaralensis*, *Machaerium pilosum*, *Maclura tinctoria*, *Cedrela odorata*, *Clusia trochiformis*, *Allophylus edulis*, *Opuntia brasiliensis*, *Ficus maroma*, *Maytenus tunarina*, *Luehea tomentella*, *Sebastiania cf. edwalliana*, *Myriocarpa stipitata*, *Aparisthium cordatum*, *Eugenia ligustrina*, *Myrcia multiflora*.
- c) Serie preliminar de *Cavanillesia umbellata*-*Aspidosperma cylindrocarpon*. Termotropical inferior, pluviestacional subhúmedo-húmedo. Distribuida altitudinalmente por debajo de la serie anterior, siempre que se mantenga el bioclima pluviestacional (< 1.000-1.100 m). Distritos de Coroico, Boopi y Cotacajes (La Paz). *Cavanillesia umbellata*, *Apuleia leiocarpa*, *Caesalpinia floribunda*, *Cedrela fissilis*, *Centrolobium tomentosum*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Combretum leprosum*, *Lonchocarpus macrocarpus*, *Machaerium guanaiense*, *Kielmeyera paniculata*, *Physocalymma scaberrimum*, *Attalea phalerata*, *Gallesia integrifolia*, *Machaerium scleroxylon*, *Spondias mombim*.
- d) Serie preliminar de *Cinchona calisaya*-*Anadenanthera colubrina*. Bosque edafoxerófilo de laderas abruptas muy pedregosas, sobre litosuelos. 900-1.200 m. Distritos de Cotacajes y Boopi (La Paz, Cochabamba).
- e) Serie preliminar de *Luehea tomentella*-*Zeyheria tuberculosa*. Termotropical superior pluviestacional subhúmedo. Valle del Río San Mateo, en el límite entre los distritos Yungas del Chapare y Yungas de Amboró (Cochabamba, Santa Cruz). < 1.600-1.700 m. *Zeyheria tuberculosa*, *Luehea tomentella*, *Cedrela fissilis*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Roupala montana*, *Cordia alliodora*, *Trichilia clausenii*.

13. Bosques yungueños xéricos basimontanos (interandino-subandinos). Sistema ecológico que agrupa un conjunto de series de vegetación cuya vegetación clímax son bosques caducifolios xerofíticos, distribuidos en el fondo de los valles interandinos de los Yungas del sector biogeográfico Cuenca Alta del Río Beni, ocupando áreas con marcado efecto orográfico de sombra de lluvia. En el CAM, se ha identificado dentro de este grupo las siguientes series:

- a) Serie de *Samaipaticereus inquisivensis*-*Schinopsis haenkeana*. Termotropical superior xérico seco. < 2.200 m. Distrito Yungas del Cotacajes. *Samaipaticereus inquisivensis*, *Schinopsis haenkeana*, *Anadenanthera colubrina*, *Phyllostyllon rhamnoides*, *Astronium urundeuva*, *Sideroxylon obtusifolium*, *Ruprechtia apetala*, *Acacia angustissima*, *Pereskia weberiana*, *Opuntia brasiliensis*, *Cereus tacuaralensis*, *Basistemon spinosus*.
- b) Serie de *Cleistocactus laniceps*-*Schinopsis haenkeana*. Termotropical superior xérico semiárido. 1.100 m a 1.900-2.100 m. Distrito Yungas del Cotacajes. *Cleistocactus laniceps*, *Schinopsis haenkeana*, *Cereus huilunchu*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Capparis polyantha?*, *Ruprechtia laxiflora*, *Harrisia tephracantha*, *Opuntia alko-tuna*, *Pereskia weberiana*, *Parodia pseudoayopayana*, *Puya kuntzeana*, *Acacia angustissima*, *Carica quercifolia*.
- c) Serie preliminar de *Cereus yungasensis*-*Celtis cf. loxensis* (Fuentes, en prep.). Termotropical inferior xérico seco a semiárido. < 1.200 m. Distrito Yungas Apolobamba (valles del Tuichi-Machariapo). *Cereus yungasensis*, *Trichilia catigua*, *Celtis cf. loxensis*, *Pereskia weberiana*, *Cleistocactus sp.*, *Triplaris vestita*, *Capparis polyantha*, *C. coimbrana*, *Amyris sp. nov.*, *Achatocarpus praecox*, *Eugenia ligustrina*, *Myrciaria tenella*, *Xylosma velutina*, *Erythrina amazonica*, *Machaerium scleroxylon*, *Acacia tucumanensis*, *Astrocasia jacobinensis*, *Bauhinia sp. nov.*, *Aspidosperma cylindrocarpon*.
- d) Serie preliminar de *Syagrus yungasensis*-*Schinopsis brasiliensis*. Termotropical inferior xérico seco a semiárido. < 1.200-1.300 m. Distrito Yungas del Boopi (La Paz). *Schinopsis brasiliensis*, *Samaipaticereus inquisivensis*, *Pereskia weberiana*, *Syagrus yungasensis*, *Piptadenia viridiflora*, *P. communis*, *Acacia angustissima*, *Phyllostyllon rhamnoides*, *Cleistocactus reae*, *Fosterella graminea*, *F. weddellii*, *Pseudoananas sagenarius*, *Astronium urundeuva*, *Anadenanthera colubrina*.
- e) Serie preliminar de *Lythraea ternifolia*-*Astronium urundeuva*. Termotropical superior, xérico seco. 1.300-2.000 m. Distrito Yungas de Muñecas: Río Llica-Consata (La Paz). *Astronium urundeuva*, *Lythraea ternifolia*, *Jacaranda mimosifolia*, *Luehea splendens*, *Celtis spinosa*, *Cereus tacuaralensis*, *Maytenus ilicifolia*, *Piptadenia buchtienii*, *Puya mollis*, *Cleistocactus variispinus*.

14. Sabanas arboladas y bosques secundarios yungueños basimontanos (subandinos). Conjunto de sabanas arboladas y bosques bajos abiertos, ambos de origen antrópico, derivadas de la destrucción de los bosques yungueños subandinos por tala, quema y pastoreo. En la actualidad, pueden ocupar grandes extensiones muy degradadas, como en la región de Apolo, y también, en parte en la región de Coroico. En su composición florística, se presentan elementos biogeográficos disyuntos, tanto de los campos cerrados de la Chiquitanía como de las sabanas amazónicas. Únicamente existentes en el sector biogeográfico de los Yungas de la Cuenca Alta del Río Beni. En el CAM se identificaron, en forma preliminar, las siguientes comunidades:

- a) Comunidad de *Schefflera morototoni-Roupala montana*. Termotropical superior, pluvial húmedo. Distrito Yungas de Apolobamba: La Paz, sur de Apolo (Pampas de Atén). 1.500-1.600 m.
- b) Comunidad de *Schefflera morototoni-Byrsonima crassifolia*. Termotropical superior, pluvial húmedo. 1.100-1.300 m. Yungas de Apolobamba: zona de Mapiri (La Paz). Posiblemente solo una variante a menor altitud de la anterior comunidad.
- c) Comunidad de *Myrsine latifolia-Alchornea triplinervia*. Termotropical superior, pluviestacional húmedo y subhúmedo. 1.000-1.650 m. Distrito Yungas de Apolobamba: zona de Apolo, ríos Tuichi y Mojós (La Paz). Sabanas abiertas arboladas esclerófilas, muy impactadas por fuego y sobrecarga ganadera. *Alchornea triplinervia*, *Myrsine latifolia*, *Byrsonima crassifolia*, *Psidium guineense*, *Solanum wrightii*, *Vernonia patens*, *Miconia albicans*, *Palicourea rigida*, *Cuphea nivea*.
- d) Comunidad de *Cinchona calisaya-Qualea grandiflora* (Fuentes, en prep.). Bosques bajos y ralos secundarios del piso termotropical superior, pluviestacional húmedo y subhúmedo. 1.000-1.650 m. Distrito Yungas de Apolobamba: zona de Apolo, ríos Tuichi y Mojós (La Paz). *Qualea grandiflora*, *Cinchona calisaya*, *Plathymenia reticulata*, *Lafoensia pacari*, *Vochysia mapiriensis*, *Maprounea guianensis*, *Warszewiczia coccinea*, *Simarouba amara*.
- e) Comunidad de *Dodonaea viscosa-Luehea paniculata*. Termotropical superior pluviestacional subhúmedo. Distritos Yungas de Cotacajes y Boopi (La Paz).

15. Vegetación riparia yungueña basimontana (subandina). Sistema ecológico que agrupa los bosques ribereños del piso subandino yungueño (termotropical) y los variados tipos de vegetación propios de las márgenes fluviales sometidas periódicamente a erosión y re-deposición por acción del agua. Incluye en el CAM:

- a) Macroserie provisional de *Croton lechleri-Inga heterophylla*. Conjunto de series de bosques ribereños del Distrito Yungas de Coroico (La Paz). Termotropical superior pluviestacional húmedo. 1.100-1.200 m a 1.900-2.100 m. *Croton lechleri*, *C. piluliferus*, *Ficus cervantesiana*, *F. cuatrecasana*, *F. mathewsii*, *Macrocnemum roseum*, *Inga saltensis*, *I. striata*, *I. heterophylla*, *I. marginata*.
- b) Comunidad de *Albizia coripatensis-Gallesia integrifolia*. Bosques higrofiticos y ribereños subandinos de los distritos Yungas del Cotacajes, Boopi y Muñecas (La Paz). Termotropical superior pluviestacional subhúmedo. 500-1.500 m.
- c) Comunidad de *Cariniana estrellensis-Attalea phalerata* (Fuentes en prep.). Bosques higrofiticos y ribereños subandinos del Distrito Yungas de Apolobamba (La Paz: cuenca del Tuichi). Termotropical superior pluviestacional subhúmedo y húmedo. 700-1.500 m.
- d) Comunidad de *Albizia coripatensis-Maclura tinctoria*. Bosques higrofiticos (freatofiticos) subandinos del Distrito Yungas de Apolobamba (La Paz: cuenca del Tuichi). Termotropical superior pluviestacional subhúmedo y xérico seco. 500-1.500 m.
- e) Comunidad de *Myrsine aff. coriacea-Baccharis salicifolia*. Arbustales ribereños sucesionales de las playas fluviales del Distrito Yungas del Cotacajes (Cochabamba, La Paz). Termotropical superior pluviestacional subhúmedo y xérico seco. 1.000-1.500 m.

- f) Macroserie de *Inga adenophylla*-*Inga marginata*. Conjunto de series de bosques ribereños sucesionales subandinos de los distritos: Yungas de Apolobamba, Yungas del Chapare y Yungas del Amboró. Termotropical pluvial y pluviestacional. 900-1.800 m.
- g) Comunidad de *Calliandra angustifolia*. Arbustal o bosque bajo casi monoespecífico, de carácter sucesional ribereño, propio de las playas pedregosas de los ríos del piso subandino inferior de todos los Yungas termotropicales pluviales y pluviestacionales de Bolivia. 500-1.100 m.
- h) Comunidad de *Baccharis salicifolia*-*Tessaria integrifolia*. Arbustales o bosques bajos, de carácter sucesional ribereño, propios de las playas arenoso-fangosas de los ríos del piso subandino inferior de los Yungas termotropicales pluviales y pluviestacionales. 500-1.500 m.
- i) Serie de *Erythrina poeppigiana*-*Ochroma pyramidale*. 200-900 m. Piedemonte, Yungas del Alto Beni y del Alto Ichilo. Características: *Ochroma pyramidale*, *Erythrina poeppigiana*, *Cecropia membranacea*, *Inga marginata*, *I. tomentosa*, *Croton matourensis*, *Senna reticulata*, *Gynerium sagittatum*, *Salix humboldtiana*.

3.2.3.2. Vegetación de la provincia biogeográfica Boliviano-Tucumana

En el área ocupada por el Corredor Amboró-Madidi, esta provincia biogeográfica se halla representada únicamente en el sur del Parque Nacional Amboró. A partir de la Siberia y del valle del Río San Mateo, hacia el sur, se produce en el distrito biogeográfico Yungas del Amboró, la importante transición fitogeográfica entre las provincias de los Yungas Peruano-Bolivianos y Boliviano-Tucumana (Navarro 1997, Navarro & Maldonado 2002). Solamente al sur de la cuenca alta del Río Yapacaní, la vegetación de los pisos subandino y montano es ya incluíble en la Provincia Boliviano-Tucumana, habiendo identificado en esta zona del CAM tres sistemas ecológicos, cada uno con una serie de vegetación:

16. Bosques húmedos montanos boliviano-tucumanos.

- a) Serie de *Myrcianthes callicoma*-*Myrcianthes pseudomato*. Bosques de mirtáceas (“sahuintales”) boliviano-tucumanos del piso bioclimático mesotropical pluviestacional subhúmedo a húmedo. 1.900-2.000 m a 3.000-3.100 m. Distrito Yungas del Amboró (Santa Cruz). *Myrcianthes callicoma*, *M. pseudomato*, *M. osteomeloides*, *Vallea stipularis*, *Morella pubescens*, *Nectandra angusta*, *Prunus tucumanensis*, *Kaunia saltensis*, *Jungia pauciflora*.

17. Bosques subandinos boliviano-tucumanos de transición con los Yungas.

- a) Serie de *Tabebuia lapacho*-*Juglans boliviana* (Vargas 1995, Navarro 1997, Navarro & Maldonado, 2002). Bosques semicaducifolios del piso bioclimático termotropical pluviestacional subhúmedo de Amboró (Santa Cruz: cuencas altas de los ríos Yapacaní, Colorado y Pirai). 1.400-1.500 m a 1.900-2.000 m. *Juglans boliviana*, *Tabebuia lapacho*, *Erythrina falcata*, *Parapiptadenia excelsa*, *Piptadenia cf. buchtienii*, *Saurauia peruviana*, *Cordyline dracaenoides*, *Cariniana estrellensis*, *Cedrela lilloi*.

18. Bosques seco-subhúmedos boliviano-tucumanos del subandino superior.

- a) Serie de *Stillingia yungasensis*-*Schinopsis haenkeana*. Bosque de las faldas occidentales en sombra orográfica de lluvia de las serranías interiores del centro-sur del Parque Amboró (Santa Cruz: Samaipata, Mairana). Termotropical superior seco a subhúmedo inferior. 1.700-2.000 m. *Schinopsis haenkeana*, *Myroxylon peruiferum*, *Tipuana tipu*, *Stillingia yungasensis*, *Luehea fiebrigii*, *Pisonia ambigua*, *Astronium urundeuva*, *Anadenanthera colubrina*, *Alvaradoa subovata*.

3.2.3.3. Vegetación de la provincia biogeográfica amazónica suroccidental (Acre-Madre de Dios)

La vegetación amazónica correspondiente a esta provincia biogeográfica, ocupa la mayor parte del piedemonte andino del CAM, desde la frontera con el Perú hasta la cuenca alta del Río Yapacaní, en Amboró. La Amazonia del piedemonte andino se distribuye, tanto en las primeras alineaciones más bajas de las serranías externas del subandino inferior, como en las llanuras preandinas con suave pendiente hacia el este (glacis) que se extienden a sus pies. En el subandino inferior externo, la vegetación amazónica terminaría a unos 1.400 m de altitud en la cuenca alta del Río Beni, mientras que en la cuenca alta del Río Ichilo, ascendería sólo hasta unos 900-1.100 m de altitud. En los glacis preandinos, el paso a la vegetación de la Provincia Biogeográfica del Beni coincide con el predominio en el paisaje de los bosques y sabanas inundables. Como fue explicado al comienzo de este artículo, las discontinuidades florísticas, vegetacionales y bioclimáticas permiten distinguir en la Amazonia del piedemonte andino (Navarro 2002) los siguientes distritos biogeográficos: Pampas del Heath, Amazónico del Alto Madidi, Amazónico del Alto Beni y Amazónico del Chapare.

A continuación, se describen muy brevemente las diferentes unidades de vegetación identificadas en el área amazónica del CAM:

- 19. Selvas pluviales amazónicas, preandino-subandinas, de tierra firme.** Sistema ecológico cuya vegetación climática son bosques amazónicos siempre verdes, sobre suelos bien, a medianamente, bien drenados, distribuidos en el piedemonte andino con bioclima pluvial húmedo a hiperhúmedo. Incluye en el CAM:

- a) Macroserie preliminar de *Talauma boliviana*-*Eschweilera coriacea*. Grupo de series de vegetación, preandinas y subandinas, del Distrito Amazónico del Chapare preandino y subandino. Incluye series con flora amazónica y series con flora transicional a los Yungas. Termotropical inferior, pluvial hiperhúmedo. < 900-1.000 m. *Talauma boliviana*, *Eschweilera coriacea*, *Oenocarpus bataua*, *Iriarte deltoidea*, *Hura crepitans*, *Prumnopitys harmsiana*, *Cavanillesia hylogeiton*, *Terminalia amazonica*, *Clarisia biflora*, *Dipteryx odorata*, *Guarea macrophylla*, *Ladenbergia oblongifolia*, *Triplaris efiatulifera*, *Manilkara excelsa*, *Sloanea fragrans*, *S. guianensis*, *S. terniflora*, *Tapura tessmannii*, *Calatola venezuelana*.
- b) Macroserie preliminar de *Eschweilera andina*-*Oenocarpus bataua*. Grupo de series de vegetación subandinas, con flora amazónica de transición a los Yungas, de los distritos amazónicos del Alto Beni, Alto Madidi y Chapare. Termotropical inferior pluvial húmedo. 800-900 m a 1.200-1.400 m. *Podocarpus celatus*, *P. magnifolius*, *Prumnopitys harmsiana*, *Eschweilera andina*, *Oenocarpus bataua*, *Iriarte deltoidea*, *Aspidosperma ramiflorum*, *Caryocar dentatum*, *C. microcarpum*, *Parinari occidentalis*,

Hevea brasiliensis, Hura crepitans, Cespedezia spathulata, Vochysia boliviana, Schefflera tipuanica, Siparuna sprucei, Ladenbergia oblongifolia, L. sericea, Symplocos mapiriensis, Triplaris efistulifera, Astrocaryum aculeatum.

- c) Macroserie preliminar de *Huberodendron swietenoides-Cedrelinga catenaeformis*. Grupo de series de vegetación, preandinas y subandinas, con flora amazónica, del Distrito Amazónico del Alto Madidi. Infratropical y termotropical inferior, pluvial húmedo y pluviestacional húmedo. < 900-1.000 m. *Cedrelinga catenaeformis, Huberodendron swietenoides, Erisma uncinatum, Aspidosperma excelsum, A. parvifolium, Tabebuia incana, Tetragastris altissima, Caryocar amygdaliforme, Citronella incarum, Cariniana decandra, Couratari guianensis, Dialium guineense, Brosimum alicastrum, Minguartia guianensis, Oenocarpus bataua, O. mapora, Phytelphas macrocarpa, Calycophyllum megistocaulum, Micropholis guyanensis, Calatola costaricensis.*

20. Selvas pluviestacionales amazónicas, preandino-subandinas, de tierra firme. Sistema ecológico cuya vegetación está compuesta por selvas y bosques siempreverdes estacionales, de suelos bien, a medianamente, bien drenados, que desplazan y se intercalan en el paisaje con las del sistema anterior, reemplazándolas en las zonas con bioclima pluviestacional húmedo del piedemonte andino amazónico del CAM. Se ha identificado dos macroseries dentro de este sistema:

- a) Macroserie de *Swietenia macrophylla-Terminalia oblonga*. Conjunto de series de vegetación amazónica pluviestacional, distribuidas en el preandino y subandino inferior del sur del Distrito Amazónico del Chapare, aproximadamente entre los ríos Ichilo y Yapacaní. Termotropical inferior pluviestacional húmedo. 400-900 m. *Terminalia oblonga, Swietenia macrophylla, Aspidosperma rigidum, Cariniana estrellensis, Cedrela odorata, Celtis schippi, Centrolobium ochroxylum, Clarisia racemosa, Guarea macrophylla, Iriarte deltoidea, Porcelia steinbachii, Poulsenia armata, Pseudolmedia laevis, Ruizodendron ovale, Sloanea guianensis, Socratea exorrhiza, Sparattosperma leucanthum, Tabebuia serratifolia, Tapura acreana, Terminalia amazonia, Trophis caucana.*

- b) Macroserie de *Pentaplaris davidsmithii-Tetragastris altissima*. Grupo de series de vegetación amazónica pluviestacional del subandino inferior del Distrito Amazónico del Alto Beni, aproximadamente desde el Alto Río Isiboro-Ichoa hasta el Alto Río Undumo. Termotropical inferior, pluviestacional húmedo. 400 m a 1.100-1.200 m. *Tetragastris altissima, Pentaplaris davidsmithii, Pterygota amazonica, Astronium graveolens, Cavanillesia umbellata, Quararibea wittii, Protium rhynchophyllum, Alchornea latifolia, Brosimum alicastrum, Helicostylis tomentosa, Virola peruviana, Triplaris poeppigiana, T. setosa, Diploon cuspidatum, Sterculia tessmannii, Swietenia macrophylla, Terminalia amazonia, Phytelphas macrocarpa, Centrolobium tomentosum, C. minus, Apuleia leiocarpa, Cariniana estrellensis, Caryocar dentatum, Qualea cf. acuminata, Leonia glyxicarpa, Rinorea viridifolia, Sloanea guianensis, Socratea exorrhiza, Iriarte deltoidea, Jacaranda copaia, Tabebuia impetiginosa.*

21. Selvas higrofiticas amazónicas preandinas. Sistema ecológico cuya vegetación climática son selvas o bosques amazónicos siempre verdes, a siempreverde estacionales, desarrollados sobre los suelos mal drenados o con niveles freáticos someros existentes en las terrazas fluviales, abanicos aluviales y glacis preandinos del piedemonte oriental de los Andes. Este sistema se halla representado por la macroserie de *Dypterix odorata-Poulsenia armata*, que incluye en el CAM dos series preliminares muy relacionadas:

- a) Serie preliminar de *Eschweilera coriacea-Dypterix odorata*. Selvas amazónicas preandinas sobre suelos mal drenados o con niveles freáticos altos del Distrito Amazónico del Chapare, aproximadamente desde el Alto Ichilo al Alto Sécure-Ichoa. Termotropical inferior, pluvial hiperhúmedo. 300-500 m. *Eschweilera coriacea*, *Dypterix odorata*, *Ceiba pentandra*, *Poulsenia armata*, *Astrocaryum murumuru*, *Guadua chacoensis*.
- b) Serie preliminar de *Quararibea whittii-Dypterix odorata*. Selvas amazónicas preandinas, sobre suelos mal drenados hasta algo anegados ocasionalmente, o con niveles freáticos altos de los distritos amazónicos del Alto Beni y Alto Madidi, aproximadamente desde el Río Madidi a los ríos Chimanes y Alto Sécure-Ichoa. Termotropical inferior e infratropical superior, pluviestacional húmedo. 350-500 m. *Dypterix odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Copaifera reticulata*, *Duguetia spixiana*, *Calycophyllum spruceanum*, *Ceiba pentandra*, *Pseudolmedia laevigata*, *Hura crepitans*, *Rheedia acuminata*, *Quararibea cordata*, *Q. whitti*, *Poulsenia armata*, *Otoba parvifolia*, *Cabrlea canjerana*, *Terminalia amazonia*, *Guarea macrophylla*, *Cariniana estrellensis*, *Iryanthera juruensis*, *Sapium marmieri*, *Spondias mombim*, *Myroxylon balsamum*, *Clarisia racemosa*, *Astrocaryum murumuru*, *Iriartea deltoidea*, *Socratea exorrhiza*, *Oenocarpus mapora*, *Quararibea withii*, *Swartzia myrtilloides*.

22. Selvas de Várzea preandino-subandinas. Conjunto de selvas o bosques amazónicos, inundables estacionalmente por aguas blancas hipo-mesomineralizadas, existentes en el piedemonte andino oriental de los Yungas, tanto en la zona preandina como en las llanuras de inundación de los ríos del subandino inferior, en altitudes por debajo de los 900-1.000 m. Se incluyen en la macroserie de *Calycophyllum spruceanum-Hura crepitans*, dentro de la cual se han identificado en el CAM las siguientes series:

- a) Serie preliminar de *Hura crepitans-Attalea butyracea*. Selvas de Várzea de aguas estancadas, sobre suelos con microrelieve gilgai (sartenejal), del Distrito Amazónico del Alto Madidi, a donde se extienden desde el oeste y centro de Pando. Infratropical pluviestacional húmedo. *Hura crepitans*, *Attalea butyracea*, *Calycophyllum spruceanum*, *Dypterix micrantha*, *Chelyocarpus chucco*, *Albizia niopoides*, *Bactris cf. major*, *Heliconia marginata*, *H. episcopalis*, *Geonoma* spp.
- b) Serie preliminar de *Gustavia hexapetala-Manilkara inundata*. Selvas maduras de Várzea inundadas estacionalmente por aguas fluyentes. Distrito Amazónico del Alto Madidi. Infratropical pluviestacional húmedo. *Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis*, *M. inundata*, *Ficus trigona*, *F. killipii*, *F. paraensis*, *Dypterix odorata*, *Brosimum alicastrum*, *B. lactescens*, *Clarisia biflora*, *Ceiba pentandra*, *Gustavia hexapetala*, *G. augusta*, *Sloanea cf. obtusifolia*, *Astrocaryum murumuru*, *Attalea phalerata*, *Euterpe precatória*, *Sapindus saponaria*, *Apeiba echinata*, *Rinorea* spp., *Chelyocarpus chucco*, *Bactris major*, *Theobroma speciosum*, *T. subincanum*, *Quararibea rombifolia*, *Hura crepitans*, *Lecointea peruviana*, *Sarcaulus brasiliensis*, *Luehea cymulosa*, *Turpinia occidentalis*, *Huetea glandulosa*.
- c) Serie preliminar de *Ficus insipida-Hura crepitans*. Selvas inmaduras de Várzea inundadas estacionalmente por aguas fluyentes. Distrito Amazónico del Alto Madidi. Infratropical pluviestacional húmedo. *Ficus insipida*, *F. maxima*, *F. trigona*, *Inga marginata*, *Croton draconoides*, *Cecropia membranacea*, *Ochroma pyramidale*, *Cedrela odorata*, *Schizolobium amazonicum*, *Trema micrantha*, *Guazuma crinita*, *Hura crepitans*, *Nectandra reticulata*, *Licania britteniana*, *Guarea guidonia*, *Erythrina ulei*.

- d) Serie preliminar de *Acacia lorentensis-Gallesia integrifolia*. Bosques de Várzea ocasionalmente inundados por aguas fluyentes, propias de los albardones o levées fluviales. Distrito Amazónico del Alto Madidi. Infratropical pluviestacional húmedo. *Gallesia integrifolia*, *Acacia lorentensis*, *Tabebuia capitata*, *Cedrela odorata*, *Xylopia ligustrifolia*, *Virola* spp., *Triplaris americana*, *Ficus insipida*.
- e) Serie de *Xylopia ligustrifolia-Hura crepitans*. Selvas maduras preandinas de Várzea, estacionalmente inundadas por aguas fluyentes. Distrito Amazónico del Chapare. Termotropical inferior pluvial hiperhúmedo. *Hura crepitans*, *Xylopia ligustrifolia*, *Calophyllum brasiliensis*, *Pithecellobium corymbosum*, *Ficus trigona*, *F. insipida*, *Symphonia globulifera*, *Eschweilera albiflora*, *Astrocaryum murumuru*, *Attalea phalerata*, *Socratea exorrhiza*, *Guarea macrophylla*.
- f) Serie preliminar de *Hura crepitans-Inga nobilis*. Selvas inmaduras preandinas de Várzea inundadas estacionalmente por aguas fluyentes. Distrito Amazónico del Chapare. Termotropical inferior pluvial hiperhúmedo. *Cecropia concolor*, *Ceiba pentandra*, *Ficus insipida*, *Genipa americana*, *Inga nobilis*, *I. pallida*, *Hura crepitans*, *Leonia glyxicarpa*, *Xylopia ligustrifolia*.
- g) Serie preliminar de *Hura crepitans-Calycophyllum spruceanum*. Selvas preandinas de Várzea de aguas estancadas, sobre suelos con microrelieve gilgai (sartenejal), del Distrito Amazónico del Chapare. Termotropical inferior pluvial hiperhúmedo.
- h) Serie preliminar de *Calycophyllum spruceanum-Terminalia amazonia*. Selvas preandinas de Várzea de aguas estancadas, sobre suelos con microrelieve gilgai (sartenejal), del Distrito Amazónico del Alto Beni (San Ignacio de Moxos a San Borja). Termotropical inferior pluviestacional húmedo. *Terminalia amazonia*, *Calycophyllum spruceanum*, *Genipa americana*, *Calophyllum brasiliensis*, *Attalea phalerata*, *Vitex cymosa*, *Triplaris americana*, *Swartzia jorori*.

23. Vegetación ribereña sucesional amazónica de aguas blancas. Sistema ecológico del complejo de tipos de vegetación sucesional que se instala en las playas fluviales de los ríos amazónicos de aguas blancas. En el CAM, el sistema ocupa las playas de los ríos en el preandino y subandino inferior, donde se han identificado las siguientes unidades:

- a) Bosques ribereños sucesionales tardíos, bajos, que se desarrollan en la parte más interna y relativamente más estable de las playas fluviales. Pertenecen a la macroserie de *Ochroma pyramidale-Cecropia membranacea*, que en el CAM incluye las series siguientes:
 - Serie preliminar de *Inga ruiziana-Cecropia membranacea*. Subandino inferior amazónico de los distritos Alto Beni y Alto Madidi.
 - Serie preliminar de *Croton draconoides-Cecropia membranacea*. Preandino amazónico de los distritos Alto Beni y Alto Madidi.
 - Serie preliminar de *Ochroma pyramidale-Croton matourensis*. Subandino amazónico del Distrito del Chapare.
 - Serie preliminar de *Inga marginata-Cecropia membranacea*. Preandino amazónico del Distrito del Chapare.

- b) Cañaverales ribereños sucesionales: comunidades de *Gynerium sagittatum*. Preandino y subandino.
- c) Arbustales ribereños sucesionales de playas fluviales fangosas: comunidad de *Baccharis salicifolia-Tessaria integrifolia*. Subandino inferior amazónico.
- d) Arbustales ribereños pioneros de playas fluviales pedregosas: comunidad de *Calliandra angustifolia*. Subandino inferior amazónico.
- e) Matorrales ribereños sucesionales de playas fluviales pedregosas: comunidad de *Adenaria floribunda*. Subandino inferior amazónico.
- f) Cañuelares ribereños sucesionales de playas fluviales: comunidad de *Paspalum fasciculatum-Echinochloa polystachya*. Preandino y subandino inferior amazónico.

24. Chaparrales esclerófilos y sabanas amazónicas de suelos mal drenados. Sistema ecológico que agrupa las sabanas arboladas del suroeste de la Amazonia, desarrolladas en suelos pobres en nutrientes, de texturas finas y mal drenados o anegados temporalmente, en los cuales son comunes los microrelieves gilgai (“sartenejal”) y los termiteros. En el CAM, se presentan solamente en su extremo norte, incluyendo las Pampas de Curumete en la zona de Ixiamas y una pequeña parte de las Pampas del Heath. Diferenciamos por el momento una sola serie de vegetación:

- a) Serie de *Cardiopetalum calophyllum-Xylopiya aromatica*. Pampas del Heath y de Curumete (La Paz). Infratropical pluviestacional húmedo. *Bellucia grossularioides*, *Cardiopetalum calophyllum*, *Coussarea hydrangeifolia*, *Erythroxylum daphnites*, *Miconia albicans*, *Ocotea gracilis*, *Qualea grandiflora*, *Simarouba amara*, *Xylopiya aromatica*, *Curatella americana*, *Siparuna guianensis*, *Virola sebifera*, *Vismia guianensis*, *Casearia arborea*, *Tabebuia aurea*, *Physocalymma scaberrimum*, *Astronium fraxinifolium*, *Dypterix alata*, *Pseudobombax marginatum*, *Tabebuia heptaphylla*, *Ternstroemia candolleana*.

3.2.3.4. Vegetación de la provincia biogeográfica del Beni

Esta provincia biogeográfica incluye las extensas llanuras aluviales de inundación, recientes y antiguas, del Río Mamoré, las cuales alcanzan la mayor parte de la zona oriental del CAM, inmediatamente, hacia el este de los glaciares preandinos del piedemonte oriental de los Andes. Comprende los siguientes sistemas ecológicos, series de vegetación y comunidades vegetales reconocidos en el área del Corredor:

25. Palmares, bosques bajos y sabanas anegables de las semialturas del Beni. Sistema ecológico cuya vegetación climática son bosques bajos (tajibales) y palmares, a menudo, transformados por el uso humano en sabanas arboladas abiertas. Ocupan superficies geomorfológicas algo elevadas sobre el nivel topográfico medio de las llanuras aluviales de inundación (semialturas), por lo cual se ven afectadas sólo 0-3 meses por inundaciones someras. Los suelos a menudo presentan microrelieves gilgai (sartenejal) y abundantes termiteros. La vegetación la incluimos en la macroserie de *Piptadenia robusta-Tabebuia heptaphylla*, la cual incluye por el momento, en el área del CAM, dos series de vegetación:

- a) Serie de *Tabebuia heptaphylla-Copernicia alba*. Palmares y tajibales sobre las semialturas del Beni con suelos alcalinos mal drenados o anegables. *Copernicia alba*, *Piptadenia robusta*, *Tabebuia heptaphylla*,

Machaerium hirtum, *M. latifolium*, *Sapium bolivianum*, *Swartzia jorori*, *Coccoloba paraguariensis*, *Cordia glabrata*, *Cereus braunii*, *Sorocea saxicola*, *Geoffroea spinosa*, *Tabebuia nodosa*, *Luehea paniculata*, *Tabebuia aurea*, *Agonandra brasiliensis*, *Astronium fraxinifolium*.

- b) Serie preliminar de *Tabebuia heptaphylla*-*Callisthene fasciculata*. Bosques bajos de las semialturas del Beni con suelos silíceos no alcalinos, mal drenados o anegables. *Callisthene fasciculata*, *Tabebuia heptaphylla*, *Genipa americana*, *Curatella americana*, *Dipteryx alata*, *Tabebuia aurea*, *Simarouba amara*.

26. Sabanas herbáceas estacionalmente inundadas del Beni. Sistema ecológico que agrupa a las sabanas inundables, con escaso o nulo componente leñoso de los Llanos del Beni. Distribuidas, tanto en las semialturas como en los bajíos estacionales, incluyendo por tanto:

- a) Sabanas anegables de las semialturas del Beni: grupo de comunidades de *Panicum tricholaenoides*-*Paspalum plicatulum*. Sabanas herbáceas gramíneas que se anegan someramente en forma temporal, durante 1-3 meses al año. *Paspalum virgatum*, *P. plicatulum*, *Panicum tricholaenoides*.
- b) Sabanas estacionalmente inundadas de los bajíos del Beni: grupo de comunidades de *Paspalum fasciculatum*-*Echinochloa polystachya*. Sabanas herbáceas constituidas por gramíneas de gran porte (cañuelas), que se inundan durante 4-6 meses al año por aguas blancas hipo-mesomineralizadas. *Echinochloa polystachya*, *Paspalum fasciculatum*, *P. densum*, *P. atratum*, *P. intermedium*, *Panicum elephantipes*, *P. mertensii*, *Hymenachne amplexicaulis*, *H. donacifolia*, *Leersia hexandra*.

27. Sabanas arboladas inundadas y bosques ribereños de los bajíos del Beni. Vegetación de las sabanas abiertas arboladas de los bajíos de aguas permanentes del Beni, inundados ocho a doce meses del año. Incluye los bosquecillos de galería de los pequeños arroyos y riachuelos que surcan las sabanas. Estos tipos de vegetación son incluibles en una macroserie:

- a) Macroserie de *Machaerium aristulatum*-*Erythrina fusca*. Características: *Alchornea schomburgkii*, *Buchenavia oxycarpa*, *Combretum jacquinii*, *C. lanceolatum*, *C. laxum*, *Crateva tapia*, *Erythrina fusca*, *Eschweilera ovalifolia*, *E. ovata*, *Genipa americana*, *Inga pallida*, *Machaerium aristulatum*, *Matayba macrostylis*, *Pithecellobium multiflorum*, *Salacia elliptica*, *Swartzia jorori*, *Vitex cymosa*, *Albizia inundata*.

28. Selvas de várzea y vegetación ribereña de aguas blancas del Beni. Sistema ecológico que incluye los bosques estacionalmente inundados por aguas blancas de los ríos del Beni y el complejo de vegetación sucesional que se instala en sus orillas. Ambos tipos de vegetación incluibles en dos macroseries y varias comunidades:

- a) Macroserie de *Calycophyllum spruceanum*-*Hura crepitans*. Bosques o selvas de Várzea del río Mamoré y sus principales afluentes del Beni. Incluye las siguientes series:
- Serie preliminar de *Clarisia racemosa*-*Hura crepitans*. Bosques de Várzea de las semialturas topográficas que flanquean los ríos del Beni, las cuales se inundan ocasionalmente y por poco tiempo con aguas blancas someras, o bien presentan suelos con niveles freáticos superficiales. Características: *Clarisia racemosa*, *Hura crepitans*, *Dypterix odorata*, *Duguetia spixiana*, *Ficus maxima*, *F. trigona*,

Poulsenia armata, Calophyllum brasiliensis, Eschweilera aff. coriacea, Inga punctata, Socratea exorrhiza, Nectandra longifolia, Hasseltia floribunda, Sorocea steinbachii, Leonia glyxicarpa, Pourouma guianensis.

- Serie de *Xylopia ligustrifolia-Hura crepitans*. Bosques o selvas de Várzea maduros, estacionalmente inundados por aguas fluyentes o semi-fluyentes, de la cuenca beniana del Mamoré. Características: véase sistema ecológico número 21e.
- Serie preliminar de *Hura crepitans-Inga nobilis*. Bosques o selvas de Várzea inmaduros, estacionalmente inundados por aguas fluyentes o semi-fluyentes, de la cuenca beniana del Mamoré. Características: véase sistema ecológico número 21f.
- Serie preliminar de *Hura crepitans-Calycophyllum multiflorum*. Bosques de Várzea estacionalmente anegados por aguas estancadas, sobre suelos muy arcillosos con notorios microrelieves gilgai (sartenejal).
- b) Bosques ribereños sucesionales: Macroserie de *Ochroma pyramidale-Cecropia membranacea*. Bosques bajos sucesionales tardíos que se desarrollan en la parte más interna y relativamente más estable de las playas fluviales. En el CAM incluye:
 - Serie preliminar de *Inga marginata- Cecropia membranacea*. Bosques sucesionales ribereños de la cuenca beniana del Ichilo-Mamoré. Características: *Cecropia concolor, C. membranacea, Inga marginata*.
- c) Cañaverales ribereños sucesionales: comunidades de *Gynerium sagittatum*.
- d) Arbustales y bosquecillos ribereños sucesionales de playas fluviales: comunidad de *Salix humboldtianum-Tessaria integrifolia* y comunidad de *Alchornea castaneifolia*.
- e) Cañuelares ribereños sucesionales de playas fluviales: comunidades de *Paspalum fasciculatum-Echinochloa polystachya*.

29. Vegetación acuática y palustre del Beni. Sistema ecológico que agrupa variados tipos de vegetación acuática, desarrollados en o los alrededores, de los cuerpos de agua permanentes del Beni. Incluye los siguientes grupos principales de comunidades:

- a) Junquillares, cañuelares, arrocillares y patujusales inundados: grupo de comunidades de *Eleocharis elegans-Cyperus giganteus*. Comunidades dominadas por plantas acuáticas con biotipo de helófitos, inundadas la mayor parte del año. Características: *Aeschynomene sensitiva, A. scabra, Cyperus giganteus, Echinodorus macrophyllus, E. grandiflorus, Eleocharis elegans, E. interstincta, Polygonum acuminatum, P. hispidum, Sagittaria rhombifolia, Thalia geniculata, Rhabdadenia macrostoma, R. pohlii, Rhynchospora corymbosa, R. gigantea, Hymenachne amplexicaulis, Leersia hexandra, Luziola peruviana, Paspalum lacustre, P. pallens, Oryza latifolia, Ipomoea carnea fistulosa, Heliconia marginata*.
- b) “Colchas o yomomales” flotantes: grupo de comunidades de *Oxycarium cubense-Paspalum repens*.

Comunidades acuáticas de helófitos que dan lugar a “islas” flotantes, dominadas por grandes gramíneas y ciperáceas. Características: *Cyperus giganteus*, *Hymenachne amplexicaulis*, *H. donacifolia*, *Leersia hexandra*, *Eleocharis acutangula*, *Fuirena robusta*, *F. umbellata*, *Oxycarium cubense*, *Paspalum repens*, *Panicum elephantipes*.

- c) Taropales: grupo de comunidades de *Pistia stratiotes*-*Eichhornia crassipes*. Comunidades de plantas acuáticas flotantes que pueden enraizar temporalmente al bajar el nivel del agua (“taropes”). Características: *Pistia stratiotes*, *Eichhornia azurea*, *E. crassipes*, *Ceratopteris pteridioides*, *Hydrocotyle bonariensis*, *Limnobium laevigatum*, *Neptunia natans*, *Pontederia rotundifolia*, *P. subovata*.
- d) Vegetación acuática flotante, no enraizada: grupo de comunidades de *Azolla caroliniana*-*Salvinia auriculata*. Comunidades de plantas acuáticas pequeñas, siempre flotantes (pleustófitos). Características: *Azolla caroliniana*, *A. mexicana*, *Lemna aequinoctialis*, *L. valdiviana*, *Ludwigia helminthorrhiza*, *Phyllanthus fluitans*, *Ricciocarpos natans*, *Salvinia auriculata*, *Spirodela intermedia*, *Utricularia gibba*, *U. foliosa*, *Wolffia columbiana*, *Wolffiella lingulata*, *W. oblonga*.
- e) Vegetación acuática sumergida y flotante, siempre enraizada: grupo de comunidades de *Cabomba furcata*-*Nymphaea amazonum*. Comunidades de plantas acuáticas enraizadas en el fondo y con hojas sumergidas, flotantes o ambas. Características: *Apalanthe granatensis*, *Cabomba furcata*, *Ludwigia sedoides*, *Najas arguta*, *Potamogeton pusillus*, *Sagittaria guyanensis*, *Hydrocleys nymphoides*, *Nymphaea amazonum*, *N. ampla*, *Nymphoides indica*, *Victoria amazonica*.

3.2.3.5. Vegetación de la provincia biogeográfica del Cerrado

La vegetación de esta provincia biogeográfica incluye, en Bolivia fundamentalmente, diversos tipos de bosques chiquitanos y de chaparrales esclerófilos o sabanas arboladas, que se distribuyen en el escudo precámbrico chiquitano y serranías relacionadas, en la llanura aluvial de la cuenca del bajo Río Grande y en el piso subandino inferior de Santa Cruz. Ocupan solamente el extremo sur del área del CAM, donde se identificaron los siguientes sistemas ecológicos y series de vegetación:

30. Bosques subhúmedos semidecíduos chiquitanos del subandino de Santa Cruz. Sistema ecológico cuya vegetación climática son bosques chiquitanos semi-caducifolios, extendidos desde las primeras estribaciones de colinas y serranías bajas del subandino inferior a las serranías del subandino superior, en la región de Santa Cruz de la Sierra. Tienen relaciones florísticas muy marcadas con los bosques semidecíduos de los valles internos de los Yungas; sin embargo, en el subandino de Santa Cruz estos bosques se hallan en continuidad espacial y geográfica con los bosques chiquitanos de la llanura aluvio-eólica de Santa Cruz y por tanto, a través de ellos, con los bosques chiquitanos del escudo precámbrico; mientras que los bosques semidecíduos de los valles internos de los Yungas constituyen islas disyuntas, y por tanto, son incluidos en la Provincia Biogeográfica de los Yungas. El sistema incluye por el momento dos series de vegetación:

- a) Serie preliminar de *Acanthosyris asipapote*-*Astronium urundeuva*. Bosques chiquitanos subhúmedos semidecíduos del subandino inferior de Santa Cruz. Termotropical superior, pluviestacional subhúmedo. 600-1.000 m. *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Astronium urundeuva*, *Caesalpinia pluviosa*, *Cedrela fissilis*, *Eriotheca roseorum*, *Gallesia integrifolia*, *Zeyheria tuberculata*, *Acanthosyris asipapote*, *Tipuana tipu*, *Aiphanes aculeata*.

- b) Serie preliminar de *Pachystroma longifolium*-*Cariniana estrellensis*. Bosques chiquitanos subhúmedos del subandino superior de Santa Cruz (sur de Amboró), florísticamente transicionales hacia los bosques de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana. Termotropical superior pluviestacional subhúmedo superior. 1.000 m a 1.300-1.900 m. *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis*, *Chorisia speciosa*, *Opuntia brasiliensis*, *Pachystroma longifolium*, *Sorocea saxicola*, *Pogonopus tubulosus*, *Roupala montana*, *Tabebuia lapacho*, *Myrcianthes pungens*, *Tabebuia ochracea* subsp. *heteropoda*, *Tipuana tipu*.

31. Chaparrales esclerófilos y campos cerrados del preandino y subandino. Este sistema agrupa las representaciones más occidentales conocidas de la formación del Cerrado, incluyendo islas o disyunciones de chaparrales esclerófilos sobre suelos pobres arenosos o bien muy pedregosos, que se intercalan topográficamente con los bosques semidecíduos del sistema anterior (30), los cuales ocupan suelos más fértiles o más profundos. Dos series y una comunidad se han identificado:

- a) Serie preliminar de *Myrsine umbellata*-*Terminalia argentea*. Chaparrales esclerófilos y sabanas arboladas del Cerrado, distribuidos en las colinas bajas arcillosas con cobertura eólica arenosa del preandino de Santa Cruz (región de Terevinto: cuenca de los ríos Güendá y Surutú). Termotropical inferior, pluviestacional subhúmedo superior. 300-500 m. *Terminalia argentea*, *Myrsine umbellata*, *Luehea paniculata*, *Persea coerulea*, *Curatella americana*, *Hexachlamys edulis*, *Brosimum gaudichaudii*, *Pseudobombax marginatum*, *Davilla eliptica*, *Machaerium acutifolium*, *M. hirtum*, *Simarouba amara*, *Cydistax antisiphylitica*, *Jacaranda cuspidifolia*, *Astronium fraxinifolium*, *Dypterix alata*, *Combretum leprosum*, *Vochysia haenkeana*, *Zamia boliviana*, *Allagoptera leucocalyx*, *Pseudananas sagenarius*.
- b) Serie preliminar de *Syagrus cardenasii*-*Lafoensia pacari*. Chaparrales esclerófilos del Cerrado, disyuntos en situaciones pedregosas edafoxerófilas (lajas rocosas) del subandino inferior del sur de Santa Cruz y el norte de Chuquisaca adyacente. Termotropical superior pluviestacional subhúmedo. 800-1.500 m. *Lafoensia pacari*, *Syagrus cardenasii*, *Pseudobombax marginatum*, *Astronium fraxinifolium*, *Tabebuia aurea*, *Plathymenia reticulata*, *Magonia pubescens*, *Jacaranda cuspidifolia*, *Machaerium acutifolium*, *M. hirtum*, *Mauria thaumatophylla*, *Agonandra brasiliensis*, *Sebastiania brasiliensis*, *Diatenopteryx sorbifolia*.
- c) Comunidad de *Warszewiczia coccinea*-*Terminalia argentea* (Fuentes, en prep.). Bosques bajos esclerófilos del Cerrado, en relieves rocosos del preandino y subandino inferior amazónico pluviestacional húmedo del norte de La Paz (Yucumo a Rurrenabaque). *Dilodendron bipinnatum*, *Qualea multiflora*, *Warszewiczia coccinea*, *Terminalia argentea*, *Protium heptaphyllum*, *Curatella americana*, *Roupala montana*, *Zamia boliviana*, *Condaminea corymbosa*, *Luehea paniculata*.

32. Bosques chiquitanos semicaducifolios higrofiticos y freatofiticos de Santa Cruz. Grupo de bosques chiquitanos propios de los suelos medianamente drenados con niveles freáticos someros y de los suelos mal drenados, existentes en la llanura aluvio-eólica de Santa Cruz, donde cubrían grandes extensiones de la cuenca baja del Río Grande, actualmente, reducidos a islas remanentes y más o menos perturbadas debido a la acción antrópica. Además, estos bosques constituyen la vegetación potencial de los fondos de valle de las serranías bajas del subandino inferior. Se ha identificado las siguientes series:

- a) Serie de *Albizia niopoides*-*Galesia integrifolia*. Bosques climácicos, mesofítico-freatofíticos, desarrollados sobre suelos profundos con niveles freáticos, al menos, estacionalmente someros, en la llanura aluvio-eólica de Santa Cruz, donde ocupan las partes algo más elevadas de la microtopografía. Termotropical inferior pluviestacional subhúmedo. Características: *Albizia niopoides*, *Attalea phalerata*, *Cordia alliodora*, *Erythrina dominguezii*, *Galesia integrifolia*, *Guarea macrophylla*, *Nectandra megapotamica*, *Vitex cymosa*, *Acacia poliphylla*, *Anadenanthera colubrina*, *Astronium urundeuva*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Caesalpinia pluviosa*, *Cedrela fissilis*, *Tabebuia impetiginosa*, *Triplaris americana*.
- b) Serie preliminar de *Geoffroea spinosa*-*Swartzia jorori*. Esta serie alterna en el paisaje con la anterior, desplazándola en los suelos arcillosos de la llanura aluvial cruceña, mal drenados y que pueden llegar a anegarse temporalmente. Muy relacionada con las series de vegetación de las sabanas arboladas de los bajos estacionales del Beni. Características: *Acacia albicorticata*, *Genipa americana*, *Geoffroea spinosa*, *Swartzia jorori*, *Tabebuia nodosa*, *Salacia elliptica*, *Vitex cymosa*, *Sapindus saponaria*, *Bactris major*, *Sapium haematospermum*, *Piptadenia robusta*.
- c) Serie preliminar de *Vitex cymosa*-*Licaria triandra*. Bosques higrofiticos de los fondos de valles del subandino inferior de Santa Cruz. 600 m a 1.000-1.100 m. Características: *Attalea phalerata*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Erythrina dominguezii*, *Sapindus saponaria*, *Vitex cymosa*, *Salacia elliptica*, *Licaria triandra*, *Nectandra hihua*, *N. megapotamica*.

33. Bosques chiquitanos sobre arenas de la llanura aluvio-eólica de Santa Cruz. Sistema ecológico cuya vegetación potencial climácica son bosques semicaducifolios desarrollados sobre los campos de dunas o médanos arenosos de la llanura de Santa Cruz. Una serie identificada:

- a) Serie preliminar de *Hexachlamys edulis*-*Erythrina dominguezii*. Características: *Annona nutans*, *Hexachlamys edulis*, *Erythrina dominguezii*, *Astronium fraxinifolium*, *A. urundeuva*, *Casearia sylvestris*, *Cereus tacuaralensis*, *Chloroleucon tenuiflorum*, *Platymiscium pubescens*, *P. fragrans*, *Sterculia striata*, *Trichilia elegans*, *Samanea tubulosa*, *Aspidosperma australe*.

34. Palmares sucesionales higrofiticos y freatofíticos de Santa Cruz y la Chiquitania. Palmares abiertos secundarios, derivados de la eliminación antrópica de los bosques mesofíticos e higrofiticos de la llanura aluvio-eólica de Santa Cruz descritos anteriormente en el “sistema 31”. En la actualidad, ocupan grandes extensiones con fisonomía de “sabana-palmar” dedicadas a la ganadería. Características: *Attalea phalerata*, *Acrocomia aculeata*, *Acacia albicorticata*, *Sapium haematospermum*, *Samanea tubulosa*, *Xylosma venosum*.

3.2.3.6. Vegetación de la provincia biogeográfica de la Puna Peruana

Esta provincia biogeográfica es la menos representada espacialmente en el área del CAM, ocupando solamente algunas zonas de altas divisorias orográficas de la Cordillera Oriental de los Andes, en los pisos altoandino y subnival con bioclima pluviestacional húmedo de los pisos bioclimáticos orotropical y crivotropical. Incluye en el CAM los siguientes sistemas, series de vegetación y comunidades vegetales:

- 35. Pajonales altoandinos de la Puna húmeda.** Sistema ecológico cuya vegetación climácica son pajonales densos dominados por grandes gramíneas amacolladas, desarrollados en los suelos bien drenados de las laderas montañosas del piso altoandino con bioclima orotropical pluviestacional húmedo. 3.900 m a 4.600 m. Incluye numerosas asociaciones y comunidades vegetales, pertenecientes a la macroserie de *Azorella diapensioides-Festuca dolichophylla*. Principales características: *Azorella diapensioides*, *A. multifida*, *A. biloba*, *Festuca dolichophylla*, *F. stubelii*, *F. stebeckii*, *F. rigescens*, *Deyeuxia filifolia*, *D. heterophylla*, *D. rigida*, *D. vicunarum*, *Stipa hans-meyeri*, *S. pungens*, *Poa asperiflora*, *P. gymnantha*, *Aciachne acicularis*, *Pycnophyllum molle*, *Werneria strigosissima*, *W. villosa*, *Baccharis alpina*, *B. caespitosa*.
- 36. Pajonales higrofiticos altoandinos y subnivales de la Puna húmeda.** Sistema ecológico cuya vegetación climácica son pajonales densos dominados por gramíneas amacolladas y cespitosas, desarrollados en los suelos mal drenados o algo anegados de las depresiones topográficas (vegas) del piso altoandino con bioclima orotropical pluviestacional húmedo 3.900 m a 4.600 m. Principales características: *Eleocharis albibracteata*, *E. acicularis*, *Festuca humilior*, *Lachemilla pinnata*, *Trifolium amabile*, *Deyeuxia curvula*, *Aciachne pulvinata*, *Ranunculus filamentosus*, *Lysipomia pumila*, *Juncus stipulatus*, *J. ebracteatus*, *Perezia sublyrata*, *Poa chamaeclinos*, *P. ovata*, *Hypochoeris taraxacoides*.
- 37. Turberas altoandinas y subnivales de la Puna húmeda.** Vegetación de las turberas duras altoandinas (bofedales) de los pisos bioclimáticos orotropical y criorotropical pluviestacional húmedo. Estas turberas presentan morfologías planas o en cojín y se hallan anegadas por aguas oligótroficas, sub-mineralizadas o hipomineralizadas. 4.000 m a 5.200 m. Principales características: *Plantago tubulosa*, *P. rigida*, *Distichia muscoides*, *D. filamentosa*, *Oxychloe andina*, *Gentianella primuloides*, *Werneria marcida*, *W. pygmaea*, *Deyeuxia rigescens*, *D. jamesonii*, *Huperzia crassa*.
- 38. Vegetación acuática y palustre altoandina y subnival de la Puna húmeda.** Sistema ecológico que engloba diversas comunidades vegetales desarrolladas en los cuerpos de agua sub-mineralizada o hipomineralizada de los pisos bioclimáticos orotropical y criorotropical pluviestacional húmedo. 4.000 m a 5.200 m. Principales características: *Deyeuxia chrysantha*, *D. eminens*, *Cotula mexicana*, *Lilaeopsis macloviana*, *Callitriche heteropoda*, *Ranunculus flagelliformis*, *Myriophyllum quitense*, *Crassula venezuelensis*, *Elatine peruviana*, *Isoetes boliviensis*, *I. lechleri*, *I. herzogii*, *Elodea potamogeton*.
- 39. Prados subnivales y Vegetación geliturbada subnival de la Puna húmeda.** Sistema ecológico que agrupa los prados o pajonales subnivales de suelos no geliturbados y la vegetación especializada, abierta o dispersa que se instala, intercalándose con los prados, en los suelos geliturbados del piso subnival con bioclima criorotropical pluviestacional húmedo. 4.600 m a 5.200 m. Principales características: *Werneria melandra*, *W. ciliolata*, *W. dactylophylla*, *Deyeuxia minima*, *D. lagurus*, *D. glacialis*, *Anthochloa lepidula*, *Dielsiochloa floribunda*, *Nototriche longirostris*, *N. mandoniana*, *N. obtusata*, *N. sulphurea*, *Parodiodoxa mandoniana*, *Poa humillima*, *Senecio algens*, *Stangea rhizantha*, *Valeriana nivalis*.
- 40. Vegetación saxícola altoandina y subnival de la Puna húmeda.** Sistema desarrollado en los afloramientos rocosos y laderas de derrubios pedregosos de los pisos bioclimáticos orotropical y criorotropical pluviestacional húmedo. 4.000 m a 5.500 m. Principales características: *Cajophora horrida*, *Senecio rufescens*, *Woodsia montevidensis*, *Saxifraga magellanica*, *Lobivia caespitosa*, *Phacelia pinnata*.

3.3. Flora

P.L. Ibisch

Un primer resumen acerca del conocimiento de la diversidad de la flora del CAM se publicó en 2001 (Ibisch *et al.* 2001a). Desde entonces, se han obtenido algunos datos adicionales que, en general, confirman lo publicado. En lo siguiente se utilizan partes del texto citado (marcado por comillas, y no se cita cada vez la referencia Ibisch *et al.* 2001a), y dentro de este se han actualizado en algunos casos los datos de las referencias.

3.3.1. Estado de conocimiento botánico

Theodor Herzog, pionero botánico en Bolivia, fue uno de los primeros científicos que publicó descripciones de la flora y vegetación en el área de nuestro estudio (Herzog 1923). La época de Herzog marca el comienzo de una exploración más sistemática del área; sin embargo, la mayoría de las colecciones de plantas se han realizado después de 1970. “Según el mapa de Beck (1998), en términos florísticos, el área del CAM pertenece a la zona relativamente mejor estudiada del país. Se destacan, especialmente, los Yungas de La Paz que es una principal área de colectas botánicas. Sin embargo, los documentos sobre la flora del área son escasos y poco conocidos.” Esto ya fue constatado por Solomon, hace veinte años (1983), y, a pesar de cierto avance del inventario, no ha cambiado de una manera muy significativa. Hace un par de años escribimos: “Surge la pregunta: ¿Qué importancia tiene este inventario florístico más avanzado en términos del conocimiento sobre la diversidad de la flora como base para la toma de decisiones de conservación? Al no existir ninguna flora de Bolivia o un procesamiento informático de todas las muestras colectadas y depositadas en los herbarios, hasta ahora no representan más que un tesoro escondido que recién se convertirá en información útil, una vez que se analicen y publiquen todos los datos” (Ibisch *et al.* 2001a). Afortunadamente, la situación ha mejorado un poco. Actualmente, está en preparación el primer checklist moderno y comentado de la flora boliviana (con apoyo del Missouri Botanical Garden, los grandes herbarios de Bolivia, y muchos taxónomos nacionales e internacionales). Para los análisis de los patrones de diversidad, fue posible utilizar algunas bases de datos de ciertas familias. Sin embargo, en la mayoría de los casos, aún no se pueden publicar detalles ya que las mismas bases están en preparación y por publicar por los autores. Los análisis cuantitativos acerca de la distribución espacial de la diversidad florística se dan a conocer en los próximos capítulos. En lo siguiente se resume la bibliografía existente.

Según taxa: En el caso de las **briófitas (hepáticas y musgos)** se cuenta con una información mínima que permite decir cuántas especies se han registrado y donde son más abundantes. “Las potenciales fuentes para los análisis son principalmente trabajos taxonómicos (p.ej. Spruce 1890, Herzog 1916, Müller & Heinrichs 1999). En el Herbario Nacional de Bolivia se tiene una considerable colección de las especies bolivianas. Investigadores que trabajan activamente con este grupo se encuentran p.ej. en Europa o Estados Unidos; han realizado estudios de diversidad y vegetación que parcialmente se basan en trabajo de campo realizados en Bolivia (p.ej. Gradstein & Frahm 1987, Gradstein 1995, Churchill *et al.* 1995).” Un resumen actual acerca de la diversidad de las briófitas de toda Bolivia fue publicado por Churchill (2003). El mismo, entre otros, se basa también en nuevas monografías como aquella publicada por Gradstein *et al.* (2001).

“El conocimiento de las **pteridófitas** también es muy deficiente. Apenas hay un inventario básico de las especies existentes; menos aún se entiende la taxonomía de muchos grupos poco estudiados. Cada estudio que considera este grupo con mayor profundidad, genera muchas sorpresas. En un estudio reciente que contempla, entre otros, los helechos y sus parientes en el Parque Nacional Carrasco, un 13% de las especies encontradas eran nuevos registros para el país y un 22% eran especies por describir (Kessler *et al.* 1999, 2001 b, c).” Kessler (2003) lamenta una falta de colectas y un conocimiento incipiente que es la causa del hecho que cualquier expedición pueda tener resultados sorprendentes: “Por ejemplo, una colección de 230 especies realizada cerca de Pelechuco

(Prov. Franz Tamayo, Dpto. La Paz) en el 2001 incluyó 3 registros nuevos para el país y 12 especies nuevas para la ciencia (I. Jiménez datos no publicados).”

“Las **gimnospermas** por su muy reducida diversidad son mejor conocidas. Sin embargo, no existen monografías actuales sobre el grupo. Es probable que, justamente en el área del CAM, se registren nuevas especies p.ej., del género *Podocarpus*.”

“Existe una bibliografía amplia y dispersa que se refiere a trabajos taxonómicos que mencionan especies de **angiospermas** del área. Hay pocos estudios específicos que analizan la diversidad de ciertos grupos de las **dicotiledóneas** en el área de estudio. La base para una información potencial son las miles de muestras de herbarios aún no documentadas ni procesadas en publicaciones. “Hay algunos estudios sobre familias, principalmente montañas, como las **Araliaceae**, **Rubiaceae** o **Symplocaceae** (Frodin 1995, Andersson 1995, Ståhl 1995). Una publicación reciente se dedica a las **Cactaceae** epifíticas (Ibisch *et al.* 2000). En términos de inventarios, diversidad y distribución, algunas familias de las **monocotiledóneas** pertenecen a los grupos mejor analizados. Kessler & Croat (1999) resumen el estado de conocimiento de las **Araceae** bolivianas que se concentran en el área del CAM. Hay una información básica sobre las **Areaceae** (p.ej. Moraes 1998, Moraes *et al.* 1995). También se cuenta con una buena base para analizar las **Bromeliaceae** que actualmente pertenecen a los taxa con las tasas más altas de descubrimiento y descripción taxonómica (Krömer *et al.* 1999, Ibisch & Vásquez 2000, Kessler 2002 a, b, Kessler & Krömer 2000, Krömer *et al.* en prep.).”

Principalmente, en los últimos años, el avance de conocimiento de las especies existentes en el CAM se refiere a la descripción de nuevas especies y/o tratamientos taxonómicos (p.ej. Araceae: Hetterscheid *et al.* 2003; Bromeliaceae: Krömer & Gross 2001, Ibisch *et al.* 2002, 2003a, Ibisch & Vásquez 2003, Vásquez & Ibisch 2003a, Vásquez *et al.* 2003; Ericaceae: Luteyn 2002; Melastomataceae: Renner & Beck 2003; Moraceae: Berg & Villavicencio 2003a; Orchidaceae: Vásquez 2003, Vásquez & Ibisch 2003b).

Tal como las Bromeliaceae, se pueden calificar a las **Orchidaceae** como un taxon con una tasa muy alta de descubrimiento y que se investigan intensivamente. “Se cuenta con análisis profundos de las Pleurothallidinae, una subtribu muy rica en especies y muy típica del área del CAM” (Vásquez & Ibisch 2000, Müller *et al.* 2003)-este estudio ya fue actualizado y complementado por el análisis de tres otras subtribus de las orquídeas (Laeliinae, Polystachinae, Sobraliinae; Vásquez & Ibisch 2004). Tomando este ejemplo se puede indicar que, por aproximadamente 2.000 colecciones de plantas individuales, se conocen unas 570 especies de estas subtribus; sin embargo, se estima que el número real alcanzaría unas 900 (Ibisch *et al.* 2004a). Quiere decir que no se conoce más de un 63% de la diversidad real. En algunos casos la clasificación taxonómica es más insuficiente que el inventario; por ejemplo, del género *Epidendrum* se han registrado 117 especies bolivianas- de estas 40 son morfoespecies no identificadas, posiblemente, representando especies nuevas para la ciencia (Vásquez *et al.* 2004). El análisis del estado de conocimiento de las subtribus Pleurothallidinae, Laeliinae, Sobraliinae y Polystachinae de la familia de las orquídeas revela que un 37% de las especies conocidas y mapeables ha sido registrado solamente en una localidad, y un 64% no se conoce de más de 4 localidades. En promedio, las especies han sido colectadas solamente 3,58 veces (Vásquez *et al.* 2004).

“En el caso de la familia de las **Poaceae**, entre otros, existe un documento sobre la diversidad de los bambúes andinos (Clark 1995).” El libro de Renvoize (1998) brinda una base para apreciar la diversidad de las gramíneas en las diferentes regiones de Bolivia. Un primer análisis de esta información interpretando los patrones espaciales de este grupo fue realizado por Ibisch *et al.* (2003b) comparándolo con otros taxa.

Según formas de vida: “La primera y única publicación que permite entender preliminarmente la diversidad y la distribución de los **árboles** es la respectiva guía (Killeen *et al.* 1993) que fue publicada hace varios años y ya necesita una actualización. Un primer análisis sobre patrones de diversidad fue realizado por Ibisch (1996).

Fuentes dispersas y menos accesibles significan inventarios forestales comúnmente no publicados. Un estudio correspondiente p.ej. fue publicado por Seidel (1995). Datos preliminares también se encuentran en documentos sobre algunas áreas protegidas (p.ej. Pílon Lajas; VSF 1995). Gentry (1995) analizó la diversidad de **árboles y lianas**, comparando, entre otros, sitios de todo el neotrópico con tres sitios de los Yungas de La Paz. Un grupo algo mejor estudiado -en términos de diversidad- son las **epífitas** (Ibisch 1996). Estudios recientes sobre pteridófitas y monocotiledóneas mencionadas arriba contribuyen a un mejor entendimiento de esta forma de vida.” Hay estudios recientes como p.ej. Acebey & Krömer (2001) o Krömer (2003).

Según áreas geográficas: “Si más bien los **Yungas de La Paz** están entre las áreas donde más plantas se han colectado, la cantidad de publicaciones sobre su diversidad florística es mínima. Algunos inventarios realizados en áreas protegidas, normalmente en el contexto de la elaboración de planes de manejo o documentos relacionados, son bastante incompletos y generalmente no publicados. El área que cuenta con un inventario más sistemático y completo es el **Parque Nacional Amboró**, Santa Cruz, para lo cual M. Nee está elaborando una flora” -aún no publicada en forma de libro pero ya disponible, de manera preliminar, en la internet (Nee 2004)- “pero ya se cuentan con algunos resultados preliminares. Hay algunos sitios como el bosque de la Laguna Verde y el Valle de El Fuerte en Samaipata, adyacentes al Parque Nacional Amboró, que cuentan con un inventario bastante completo y publicado de todas las formas de vida (Ibisch *et al.* 1996a, 2001c). Últimamente se ha mejorado el conocimiento sobre la diversidad florística del **Parque Nacional Carrasco** (Kessler *et al.* 1999, 2001a, b, Ibisch 1996), pero solamente refiriéndose a ciertos taxa o inventarios muy puntuales.” Los estudios de Krömer (2003) han contribuido a un mejor conocimiento florístico de la zona de **Sapecho** en la región del Alto Beni (área estudiada por Seidel; ver p.ej. Seidel 1995), pero también del **Parque Nacional Cotapata**. Gonzalo Navarro, sus colaboradores y colegas (p.ej. Israel Vargas, Roberto Vásquez) han entrado en zonas del CAM, anteriormente, apenas conocidas e identificadas en el primer estudio sobre el CAM (Araujo & Ibisch 2000). Han resultado muchos nuevos datos acerca de la flora (p.ej. Vásquez 2003, Ibisch *et al.* 2003a) y vegetación (Navarro & Ferreira 2004). Michael Kessler y colegas, hace poco, han realizado expediciones a áreas remotas en la Cordillera de Cocapata.

“La gran mayoría de las colectas se ha realizado a lo largo de las carreteras y caminos. Esto, sin embargo, no necesariamente significa que la flora de los bosques primarios sea mal representada porque en muchos caminos se mantuvieron bosques muy intactos hasta los momentos de colecta. Los “caminos mejor conocidos” son los de La Paz-Caranavi-Yucumo y Cochabamba-Villa Tunari (ver también Kessler & Croat 1999).”

Refiriéndose a las subtribus Pleurothallidinae, Laeliinae, Sobraliinae y Polystachinae de la familia de las orquídeas, Vásquez *et al.* (2004) demuestran que un 37% de las especies conocidas y mapeables ha sido registrado solamente en una localidad, y un 64% no se conoce de más de 4 localidades. En el promedio, las especies han sido colectadas solamente 3,58 veces. La distribución de los puntos de colecta en los diferentes pisos altitudinales es bastante homogénea (entre >200 hasta 350 registros por piso de 500 m), registrándose una disminución hacia el límite superior, hacia los 3.000 m. Obviamente, esto significa que hay mayor representación de registros en los pisos de menor superficie (especialmente los pisos encima de los 500 m). Llama la atención que en La Paz hay menos registros que en Cochabamba, a pesar de la mayor riqueza de especies en el norte. Esta situación se debe a la actividad de colección más intensiva en la región de los Yungas de Cochabamba. Se puede predecir que la mayoría de los descubrimientos de nuevas especies se realizará en La Paz.

3.3.2. Diversidad florística

Según estimaciones recientes, Bolivia cuenta con alrededor de 20.000 especies angiospermas (Beck 1998, Ibisch & Beck 2003). Para algunos sitios dentro del CAM se cuenta con inventarios avanzados. “Moraes & Beck (1992) indican que la zona de Apolobamba-Madidi-Pampas del Heath (300-6.000 m) tiene una diversidad enorme de

hasta 8.000 spp. de plantas.” Nee (com. pers.; Nee 2004) ha registrado más de 3.000 spp. de plantas en el Parque Nacional Amboró y alrededores (1.200 géneros; angiospermas: 1.126 géneros y 2.800 especies); “por las tasas de descubrimiento de nuevas taxa en algunos grupos y por el hecho de que, prácticamente, no se ha estudiado el interior del parque sospechamos que este número puede llegar a 4.000 o 5.000 spp.”

Dentro de poco, gracias al checklist por publicar en uno a dos años, se podrá cuantificar mejor para todos los taxa los números de especies del CAM. Ahora mismo ya se conocen los números de unas cuantas familias.

Churchill (2003) expresa que “Bolivia tiene una flora excepcionalmente rica de **briófitas**, estimada en 1.500 especies de hepáticas y musgos. (...) Tenemos pocos datos cualitativos y casi nada cuantitativos para apoyar aproximaciones de la diversidad de briófitas en Bolivia, solo estimaciones basadas en nuestras experiencias de campo.”

“Hasta mediados de 2002, se han registrado alrededor de 1.215 especies de pteridófitas en Bolivia, de las cuales aproximadamente 200 especies aún no han sido descritas científicamente (Smith *et al.* 1999, M. Kessler datos no publicados). Sin embargo, es de esperarse que el número real de especies en el país esté entre 1.500 y 1.700” (Kessler 2003).

Con respecto a la familia más diversa de plantas, las **orquídeas**, se puede manifestar que existen unas 1.500 especies registradas en el país de las cuales unas 1.200 están debidamente identificadas (Vásquez *et al.* 2003, Vásquez & Ibsch 2004). Se estima que pueden existir entre 2.000 y 3.000 especies. De estas, un 60-70% se restringe al CAM (60% solamente en la ecorregión de los Yungas).

Se puede utilizar el número de especies de las orquídeas para estimar el número de las especies de plantas del CAM, donde se puede estimar que alcanzan un 15% de la diversidad florística (comparar p.ej. Ibsch 1996). Si habrían unas 1.500-2.000 especies de orquídeas resultarían unas 10.000 hasta más de 13.000 especies de plantas vasculares en el CAM, lo que parece altamente probable (50% o más de las especies de todo el país).

3.3.3. Patrones espaciales de diversidad

“Desde hace un buen tiempo existen documentos que dan estimaciones de la diversidad florística de toda Bolivia y que citan el área del CAM, o partes de la misma (especialmente Yungas) como centro de la fitodiversidad (Solomon 1989, Moraes & Beck 1992). Desde entonces, se han llevado adelante estudios incrementando la evidencia científica de la importancia de esta área. En muchos casos, los resultados ya sobrepasan el nivel de simples inventarios analizando también patrones espaciales de diversidad.”

“Gradstein (1995) ha demostrado que la mayoría de las especies de las **Hepaticae** y **Anthocerotae** de los Andes tropicales se encuentran encima de los 1.000 m. La diversidad más alta de especies se registra en aproximadamente 2.000 m. Churchill *et al.* (1995) destacan que Bolivia tiene más especies de briófitas que cualquier otro país andino. Los patrones de la riqueza de especies de musgos indican que la misma es más alta en los bosques húmedos de montaña (Yungas), donde pueden estar concentrados más del 50 al 70% de los taxa (Churchill 2003). Los Andes son 8 veces más ricos en especies que la Amazonia donde existen solamente unas 250-300 especies (Churchill *et al.* 1995). Los autores definen las áreas hasta una altitud de 1.000 m como amazónico; debajo de esta altitud solamente hay un 21% de las especies. Hay solamente un 7% de las especies restringidas a altitudes debajo de 1.000 m. Significa que encima de los 1.000 m se encuentra un 93% de las especies. Un 50% se registra por encima de 2.600 m. La zona que ocupa el segundo lugar en términos de riqueza de especies es la faja entre 2.000 y 2.600 m.”

Pteridófitas: “Geográficamente, las mayores concentraciones de especies se encuentran en bosques húmedos montanos de los Yungas de La Paz y Cochabamba, sobre todo, entre 1.000 y 2.000 m (Kessler 2000 a, b, 2001 b, c, Kessler *et al.* 2001 b). Allí, se ha registrado hasta 86 especies en 400 m², aprox. 250 especies en 2 km², y aprox. 1.000 especies en total (M. Kessler, datos no publicados). Con alrededor de 600 especies registradas hasta el presente, el Parque Nacional Carrasco es una de las zonas de mayor riqueza de pteridófitas a nivel mundial (Kessler 2001 c, Kessler *et al.* 1999, 2001 c). Estudios recientes, en La Paz, demuestran niveles de riqueza comparables, aunque con una composición florística bastante diferente (Kessler 2001 d, M. Kessler, K. Bach, T. Krömer, datos no publicados).” (Kessler 2003).

Dicotiledóneas: “Es destacable que los Yungas bolivianos pertenecen a los centros de diversidad de varios grupos de dicotiledóneas; es así p.ej. en el caso de las Araliaceae (Frodin 1995), las Cactaceae epifíticas (Ibisch *et al.* 2000) o de las Symplocaceae (Ståhl 1995). Un 70% de las Symplocaceae, una familia andina, se encuentra por encima de los 2.500 m. Anderson (1995) analiza el caso de un grupo claramente amazónico, las Rubiaceae, es notable que, aunque el origen de esta familia se encuentra en los llanos amazónicos, la diversidad más alta se registra en altitudes de aproximadamente 2.000 m.”

Árboles: “Por el hecho que la mayoría de los árboles (con excepción de las Arecaceae) son dicotiledóneas se analizan los datos de este grupo antes de mirar a las monocotiledóneas. Según Gentry (1995) la diversidad de los árboles de tres sitios andinos de Bolivia corresponde al promedio de su altitud; no se observa una disminución latitudinal de la diversidad desde el norte de los Andes hasta los Yungas de Bolivia (hasta el codo de los Andes en Santa Cruz).”

“La guía de árboles (Killeen *et al.* 1993) permite una estimación preliminar de la distribución espacial de la diversidad de los árboles (Ibisch 1996). Los árboles claramente tienen su centro de diversidad en bosques debajo de los 500 m, especialmente en la región amazónica. La diversidad baja continuamente con la altitud. Sin embargo, la diversidad queda considerable hasta los 1.500 m, resultado consistente con datos de Gentry (1995) que se explican en lo siguiente. Según este autor, en general, la diversidad de los árboles, y también de las lianas, no correlaciona con ningún otro factor ecológico (p.ej. precipitación) como con la altitud. En general, la fitodiversidad andina tropical es un patrón muy predecible. La diversidad se mantiene en el mismo nivel de los llanos preandinos hasta una altitud de 1.500 m. Encima de los 1.500 m decrece linealmente con la altitud. También la composición florística de los bosques subandinos hasta los 1.500 m es muy similar a la de los bosques amazónicos. Las Leguminosae son el grupo más diverso en árboles, y las Bignoniaceae en lianas. En segundo lugar están las Moraceae (árboles). Otras familias importantes son las Rubiaceae, Sapindaceae, Annonaceae, Sapotaceae. Entre los 1.500 y 2.500 m se diferencia el bosque montano de altitud mediana, y entre los 2.500 y 3.500 m está el bosque montano superior. En altitudes medianas predominan las Lauraceae. Después siguen las Melastomataceae, Rubiaceae y Moraceae. Los bosques montanos superiores son similares, pero mucho menos diversos. Las familias más importantes son las Lauraceae (sobre todo *Ocotea*), Melastomataceae, Solanaceae, Myrsinaceae, y otras. Encima de los 3.000 m comienza la zona de predominancia de las Asteraceae.”

“En el caso de las Leguminosae (ver Ruíz de Centurión 1993, Saldías 1993, Vargas 1993) se observa un centro de diversidad en los bosques amazónicos del norte. En el CAM las Leguminosae son más importantes en los bosques preandinos que en los Andes. Sólo la subfamilia de las Mimosoideae tiene una diversidad importante en el área andina. Sin embargo, hay familias arbóreas diversas y de origen amazónico que tienen una considerable riqueza de especies en los Yungas. Un ejemplo son las Euphorbiaceae (Vargas, I. 1993): de casi 120 especies, aproximadamente un 40%, se ha registrado en bosques amazónicos; el porcentaje de las especies presentes en los Yungas (encima de los 1.000 m) es el mismo superando la diversidad de especies preandina y subandina (25-30% de todas las especies).”

Monocotiledóneas: Hasta ahora se conocen aproximadamente 115 especies de **Araceae** bolivianas (comparar Kessler & Croat 1999). “Es probable que existen alrededor de 300 spp. La diversidad es inferior en comparación con otros países andinos tropicales. Un máximo de diversidad de la familia en Bolivia se observa en las laderas húmedas del CAM. En el CAM, posiblemente hay una diversidad comparable en los Yungas de La Paz y en la región de Chapare en Cochabamba. La diversidad hacia el Dpto. Santa Cruz baja considerablemente.”

“En el caso de la familia arbórea amazónica de las palmeras (**Arecaceae**) sólo un 29% de las más de 80 especies bolivianas se encuentra en los Andes, principalmente en el área del CAM (Moraes 1996, 1998). De las especies de llanos un 66% se concentra en el norte del país. Asimismo, muy probablemente existe una gradiente de diversidad decreciente desde Madidi hasta Amboró.”

“De todas las **Bromeliaceae** de Bolivia (aprox. 300 spp.) la mayor parte se encuentra en el área del CAM, y aquí por lo menos un 30% en los bosques húmedos montanos de los Yungas (Ibisch & Vásquez 2000). De 18 especies nuevas descritas entre 1997 y 1999 un 89% fue registrado en el CAM,” y de 16 nuevas entre 2000 y 2003 un 63%. “La diversidad en los bosques preandinos es reducida aumentándose hacia los bosques del pie de monte. El máximo de la diversidad de especies se registra entre 1.500 y 2.500 m; en altitudes más altas la diversidad baja considerablemente” (Ibisch *et al.* 2001b).

Hasta en grupos que no parecen ser tan típicas de los bosques montanos húmedos como las **Poaceae**, los porcentajes más altos de las especies “se registran en el piso andino, tanto en los Yungas como en los Bosques Secos Interandinos” (Ibisch *et al.* 2003b).

De las aproximadamente 1.500 especies de las **Orchidaceae** registradas en el país un porcentaje muy alto de por lo menos un 60% se concentra en los Yungas -casi un 80% de las endémicas (Vásquez *et al.* 2002). La mayoría de las nuevas especies se encuentra en el CAM. De 43 especies nuevas descritas entre 1997 y 1999, un 90% fue registrado en los Yungas. Los centros de diversidad de especies de las Laeliinae, Polystachyinae, Sobraliinae y Pleurothallidinae “están ubicados en la región de Madidi, en la Provincia de Nor Yungas de La Paz, y en el Chapare (en la última región se encuentra la celda de la cuadrícula de 2' con el número más alto de especies representadas con rangos extrapolados: 142 spp. de las cuatro subtribus; en los Yungas de La Paz, por ejemplo, entre Mapiri y Tipuani, los números de especies por celda llegan a unas 120). En el sur de la ecorregión de los Yungas, en el área del Amboró, las celdas llegan a tener solamente 62 spp. En las tierras bajas norteñas, en la franja de los bosques preandinos, se registran números de especies por celda relativamente altos llegando a 30-50; sin embargo, más hacia la Amazonia, los números son más bajos (en Pando 20-30)” (Ley *et al.* 2004).

Los datos de la riqueza de especies de las mismas subtribus de las orquídeas “están claramente correlacionados de manera positiva con la precipitación y de manera negativa con la cantidad de los meses áridos. En el caso de la altitud y de la temperatura también existe una correlación clara; sin embargo, no se trata de una función lineal sino de una distribución normal según Gauss, con los valores más altos entre altitudes de 1.000 y 2.000 m (temperatura promedio anual entre 15 y 25° C)” (Ley *et al.* 2004).

Patrones generales: “El área del CAM concentra la diversidad florística del país y pertenece a las áreas más fitodiversas del mundo (Barthlott *et al.* 1996). La riqueza muy alta en especies de toda el área no se debe exclusivamente a la diversidad de ecosistemas y una alta tasa de reemplazo de las especies entre diferentes áreas (diversidad beta), sino también, a factores que permiten una diversidad alfa muy alta en muchos sitios, especialmente en los bosques húmedos. Hay bosques montanos húmedos que posiblemente albergan hasta 1.000 especies por hectárea (Ibisch 1996; para comparar, diversidad de árboles en bosques pre o subandinos: Pílon Lajas 140 spp./ha, Bosque Chimán 90 spp./ha, EBB: 40 spp./ha; VSF 1995).”

“En los Yungas no solamente hay gradientes de diversidad y endemismo altitudinales sino también latitudinales.” Por ejemplo, los datos de orquídeas, en general, indican una mayor diversidad en el norte (Dpto. La Paz) que en el sur (Dptos. Cochabamba, Santa Cruz) (Vásquez & Ibsch 2000, Müller *et al.* 2002, Vásquez *et al.* 2003, Ley *et al.* 2004). “Tendencias similares hay en otros grupos (por ejemplo Araceae, Kessler & Croat 1999, Bromeliaceae, Ibsch *et al.* 2001). Excepciones pueden haber en ciertos grupos que requieren mucha humedad y que tienen un centro de diversidad en la zona húmeda del Chapare (p.ej., helechos, género *Lepanthes*, Orchidaceae)” (Ibsch *et al.* 2003b). “Un estudio de Kessler (2001e) muestra que p.ej., la zona del Chapare [más sureña] es más rica en especies que Pílon Lajas.”

“La diversidad total de plantas más alta del país y en el CAM, con seguridad, se registra en los Andes, a una altura entre 1.000 y 2.000 m. Es el piso donde aún la diversidad de árboles y lianas es considerable y en el cual se registra el máximo de diversidad de las epífitas (y posiblemente también de hierbas y arbustos). Esta conclusión también está apoyada por la distribución vertical de la diversidad florística de Perú (Brako & Zarucchi 1993, Ibsch *et al.* 1996b).” Tomando en cuenta el análisis de Ibsch (1996) y datos más actuales, se supone que las epífitas en los bosques húmedos de los Yungas llegan a tener un 20-30% de todas las especies. Un máximo de diversidad encima de 1.000 metros también es de esperar por la mezcla de los elementos biogeográficos -es el piso del mayor traslape de taxa amazónicos y andinos.

3.3.4. Relaciones biogeográficas y endemismo

“En toda Bolivia no hay otras zonas de endemismo de plantas tan importantes como en el área del CAM. En general, en bosques andinos tropicales, se observa poco endemismo al nivel de género y mucho al nivel de especie indicando una evolución activa y reciente, especialmente en formas de vida no arbóreas (Webster 1995, Ibsch 1996).”

“Sin embargo, hay familias arbóreas que tienen un porcentaje alto de especies endémicas, especialmente si son grupos mayormente distribuidos en los Yungas superiores o en la Ceja: p.ej. las **Symplocaceae** están representadas en Bolivia con 16 especies, de las cuales 11 son endémicas en el país, especialmente en los Yungas de La Paz (Ståhl 1995). En contrario, la familia arbórea, antigua y mayormente amazónica de las **palmeras**, no ha desarrollado ningún endemismo en los bosques húmedos del CAM (hay una sola especie endémica en un valle seco, *Syagrus yungasensis*; Moraes 1998). Un ejemplo de un grupo muy “endémico” es la familia principalmente arbustiva **Rubiaceae**: un 59% de las especies andinas tiene una distribución muy restringida (Andersson 1995).”

Varios grupos de **hierbas terrestres** tienden a un endemismo importante. En el caso de los **musgos** se cuenta con un porcentaje de endemismo de 24% (referido a toda Bolivia, pero con una clara concentración de las especies endémicas en los Andes, especialmente en el CAM; por problemas taxonómicos “el número de endémicas probablemente pueda disminuir en el orden del 8 al 10%,” Churchill 2003). “El endemismo a nivel de género, en Bolivia, es excepcionalmente rico, representando uno de los niveles más altos del Neotrópico. Ocho géneros (más una sección de *Sphagnum*) son endémicos para Bolivia” (Churchill 2003).

“Sin contar las Orchidaceae, las **epífitas** tienden a un endemismo menos importante que los representantes terrestres de las mismas familias. Sin embargo, hay una cantidad importante de especies epifíticas supuestamente endémicas de **helechos**, **Bromeliaceae**, **Araceae** (Ibsch 1996, Kessler *et al.* 1999, 2001c, Ibsch & Vásquez 2000, Kessler & Croat 1999).”

“Las especies endémicas de **pteridófitas** bolivianas muestran una distribución aglomerada. En general, las concentraciones corresponden a las regiones de mayor precipitación (Kessler 2001 c, 2002). La gran mayoría de

endemismos se centra en los bosques montanos húmedos de La Paz y Cochabamba. Allá, las zonas con mayor número de especies endémicas conocidas están alrededor de Unduavi y en el Parque Nacional Cotapata (Prov. Nor Yungas), la Serranía Bellavista al norte de Caranavi (Prov. Caranavi, Dpto. La Paz), en el lado oriental del valle del Río Cotacajes (Prov. Ayopaya), y en el Parque Nacional Carrasco (Provs. Chapare y Carrasco, Dpto. Cochabamba). Estos patrones se deben, en gran parte, a la alta intensidad de colecta en esas zonas y es de esperarse que colectas intensivas en otras regiones encuentren números similares de endemismos. Sin embargo, una zona que aparentemente es interesante, es el valle del Río Cotacajes, donde incluso especies de amplia distribución están representadas por poblaciones morfológicamente diferenciables. Esta zona también es de alto interés ornitológico y probablemente corresponde a una zona de alta estabilidad ecológica, lo cual facilita la evolución y el mantenimiento de especies endémicas (Fjeldså *et al.* 1999, Herzog *et al.* 1999, Kessler *et al.* 2001a). Dentro del ecosistema de los bosques montanos, la mayor concentración de especies endémicas se encuentra en quebradas y en paredes rocosas, con menos endemismos en bosques, y aún menos, en hábitat secundarios (Kessler 2002). Hay indicaciones de que especies endémicas de helechos dependen en cierto grado de la dinámica en sus hábitats y toleran actividades humanas, mientras la estructura del bosque no sea alterada dramáticamente (Kessler 1999, 2001a). Hábitats fuertemente disturbados o en etapas sucesionales tempranas, en general, tienen pocas especies de pteridófitas y una dominancia de especies de amplia distribución.” (Kessler 2003).

“En el caso de las **Cactaceae** epifíticas el área del CAM representa el centro de diversidad y endemismo (Ibisch, Kessler *et al.* 2000): De 16 especies de la tribu **Rhipsalideae**, por lo menos 7, son endémicas en el CAM, *Rhipsalis goebeliana* en los bosques pre y subandinos del Chapare, *R. cuneata* y *Lepismium bolivianum* en los Yungas de La Paz hasta Santa Cruz, *Lepismium paragonense* en los bosques semihúmedos de los Yungas de Cochabamba y La Paz, *L. incachacatum* y *L. crenatum* en los Yungas superiores de Cochabamba y La Paz, *L. asuntapatense* en los Yungas de La Paz.”

El grupo más rico de especies endémicas en Bolivia y en el CAM son las **Orchidaceae** que principalmente son epifitas. Hasta ahora es un 33% de las especies presentes en el país, que no se conoce de otros países, y la mayoría de ellas están presentes en el CAM (80%) (Vásquez *et al.* 2003). Es posible que existan hasta 1.000 spp. endémicas de orquídeas en el CAM. Uno de los grupos mejor estudiados “es la subtribu **Pleurothallidinae** (casi 100% epifitas; Vásquez & Ibisch 2000): Casi un 56% de las especies bolivianas de las Pleurothallidinae se conoce exclusivamente de este país. Aproximadamente un 50% se puede considerar como endémicas locales, en la mayoría de los casos, observadas sólo en los alrededores de la localidad tipo. Supuestamente, avanzando con el inventario orquideológico en otras zonas de los Yungas de Bolivia, se registrarán, en varios casos, rangos más amplios. Sin embargo, hasta ahora, y aplicando métodos de extrapolación bio-climática de los rangos de distribución, un 30% de las más de 570 especies de las subtribus **Pleurothallidinae**, **Laeliinae**, **Sobraliinae** y **Polystachinae** tiene un rango inferior a 500 km² (Ley *et al.* 2004). “Las áreas donde se concentran las mayores cantidades de especies con rangos geográficos más pequeños (...) se concentran donde también se ubican los centros de diversidad” (Ley *et al.* 2004). El endemismo más importante se registra en una celda en el Chapare. “Áreas muy notables con altos valores se encuentran en Charazani, Sorata, Mapiro a Tipuani, Valle de Zongo, alrededores de Coroico, altitudes medianas de los Yungas de Cochabamba, a lo largo del camino hacia Villa Tunari, Sehuencas, las serranías entre Siberia y Bermejo, en Santa Cruz” (Ley *et al.* 2004). Al sur del codo de los Andes, en el Bosque Tucumano-Boliviano, y también en la Amazonia los valores son muy bajos.

“Es un hecho interesante que la relación endémicas locales vs. otras endémicas más ampliamente distribuidas, baja con la altura, aunque aumenta el endemismo. En general, parece lógico que el endemismo aumente con la altura porque los valles disectados promueven la fragmentación y separación geográfica de poblaciones (Ibisch *et al.* 1996b; ver también Gentry 1982, 1986; Major 1988), tanto en el momento de la orogénesis como en el transcurso de repetidas migraciones verticales causadas por cambios climáticos. Otros grupos de plantas, como p.ej. las **bromelias**, muestran la misma tendencia (Ibisch & Vásquez 2000, Ibisch, *et al.* 2001b; Kessler 2002b):

en los llanos un 50% de las bromelias tiene una distribución muy amplia-continental; este valor está debajo de los 30% a los 3.000 m y debajo de los 10% a 4.000 m (Bromeliaceae epifíticas y terrestres).”

“Estudios de gradientes de diversidad y endemismo altitudinales en los Andes, en base a las listas de plantas vasculares de Perú, Ecuador y también de Bolivia, han demostrado que en el caso de la flora el mayor porcentaje de endemismo se encuentra alrededor de los 3.000-4.000 m (Ibisch *et al.* 1996b, Ibisch & Vásquez 2000, Kessler 2002b). Sin embargo, los patrones específicos varían entre los diferentes grupos de plantas, posiblemente debido a la historia evolutiva específica de cada grupo. Prácticamente en todos los casos estudiados hasta el presente, el máximo porcentaje de endemismo se encuentra a elevaciones mayores que el máximo de diversidad. Esto también ha sido documentado para aves (Graves 1985, Kessler 2002c)” (Ibisch *et al.* 2003b).

“El piso andino representa el área de mayor actividad evolutiva actual. Los mecanismos de generación y mantenimiento de diversidad en esta área tienen que ver con:

- La creación de ecosistemas nuevos con muchas ‘licencias ecológicas libres’ en el momento del levantamiento andino, que permitió una radiación adaptativa de grupos con la predisposición respectiva.
- La diversidad de hábitats por la geodiversidad (clima, geología, suelos) y gradientes ambientales muy pronunciados a corta distancia.
- La permanente dinámica natural de los hábitats a nivel micro (por procesos geomorfológicos como erosión, derrumbes, sedimentación etc.) que permite la coexistencia de diferentes expresiones sucesionales de comunidades biológicas y que aumenta la misma diversidad de hábitats.
- La mezcla de elementos biogeográficos muy distintos que, entre otros, causó la necesidad o posibilidad de nuevas interacciones bióticas.
- La creación de ambientes muy húmedos y templados en los Yungas, beneficiando a una gran diversidad de formas de vida de plantas y la coexistencia de un gran número de especies (por la humedad también creación de la posibilidad de colonizar el espacio epifítico, cuyas características de hábitat también estimulan la generación y el mantenimiento de diversidad).
- La estabilidad climática a nivel local que mitiga el riesgo de extinciones en tiempos de cambios climáticos.
- Los cambios climáticos periódicos que han llevado al aislamiento y/o movimientos forzados de poblaciones y sus rangos, promoviendo la especiación especialmente en taxa que tienden a tener dificultades en mantener el flujo genético (p.ej. Orchidaceae, subfamilia Pitcairnoideae de las Bromeliaceae).
- La alta probabilidad de aislamiento geográfico por cadenas montañosas y el efecto fundador en casos de individuos o diásporas que logran colonizar una nueva área. Este factor sería más importante en los valles interandinos, pero también se aplica en los Yungas.” (Ibisch *et al.* 2003b).

“Contando todas las **epifitas**, el análisis preliminar de Ibisch (1996) demuestra que los bosques de neblina de la Ceja y los bosques montanos húmedos son las únicas regiones ecológicas de Bolivia donde las especies endémicas están sobrerrepresentadas (considerando la relación *Total especies/Total endémicas* y el promedio de todo el territorio). Son las zonas de la más alta actividad evolutiva, lo que indica también las relaciones más bajas de cantidad de géneros por cantidad de especies (0,2). Cabe mencionar que algo similar es válido en el caso de los **árboles**: en las zonas altas del CAM hay pocos géneros que, en general, han evolucionado varias/muchas especies, frecuentemente endémicas; en los bosques de los llanos amazónicos hay muchos géneros representados

por pocas especies, normalmente con una distribución bastante amplia. Sin embargo, si en los bosques de llanos se cuentan los bosques de pie de monte, también hay una relación relativamente baja en cantidad de géneros por cantidad de especies (0,4; Ibsch 1996, según Killeen *et al.* 1993). Lo anterior significa que la gradiente altitudinal de la actividad evolutiva reciente no está tan pronunciada en los árboles como en las epífitas; hay géneros muy especiosos en los bosques amazónicos como p.ej. *Ficus* o *Piper* que fuertemente influyen la estadística.” Sin embargo, hasta en el caso de taxa de árboles diversos en las tierras bajas, como el género *Ficus*, casi la mitad de las especies registradas en el país existen en el CAM (comparar Berg & Villavicencio (2003b) -allá también ocurre la única especie endémica (*Ficus chaparensis*, en una altitud de 1.800 m; Berg & Villavicencio 2003a).

“Otro aspecto relacionado con el tema de endemismo surge por los resultados de Kessler & Krömer (2000) que estudian los modos de polinización de las bromelias en comunidades de bromelias en bosques andinos. Los autores concluyen que, en altitudes más bajas, hay más polinización no específica; una causa podría ser la abundancia de polinizadores en los llanos y las zonas subandinas. Esto implicaría una necesidad no tan fuerte de establecer relaciones específicas de interdependencia con ciertos polinizadores mientras que esto sí es muy importante en la altura para garantizar la polinización. Esto por un lado puede significar que hay un factor etológico que promueve el endemismo en la altura (más relación específica entre polinizador-planta significa más riesgo de aislamiento genético en el caso de cambios menores del sistema) y, por otro lado, también es interesante una posible conclusión: en los bosques montanos de altura hay más especies clave que en los llanos.”

3.4. Fauna

En las siguientes secciones se describen algunos aspectos importantes sobre la fauna del CAM en relación a patrones de diversidad, endemismo y formas de movimiento de las poblaciones. Los grupos seleccionados para este fin son los insectos, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, debido a su mejor conocimiento y disponibilidad de información.

Posiblemente el CAM sea una de las regiones de Bolivia con mayor investigación faunística, debido mayormente, al alto número de áreas protegidas existentes que han necesitado y motivado a la realización de inventarios de biodiversidad. Igualmente existe el interés particular de muchos científicos de encontrar nuevas especies, siendo el CAM, una de las áreas en Bolivia con mayor probabilidad para descubrir especies nuevas, debido a su alto grado de diversidad y endemismo. No obstante, de la cantidad de estudios que se llevaron a cabo en todos los grupos, aún se estima un buen porcentaje de especies por descubrir, tanto nuevos registros para el país, como también especies nuevas para la ciencia.

3.4.1. Insectos

N. Araujo, S. Reichle & Y. Gareca

3.4.1.1. Estado de conocimiento

Los invertebrados en general son uno de los taxa menos conocidos en Bolivia. Para el área del CAM su conocimiento es también muy básico. Aunque en varios grupos existen numerosas colectas, no existen buenas listas, ni mapas de distribución, ni siquiera a nivel de ecorregiones para la mayoría de los grupos. En un primer intento de compilar los estudios realizados para el área del CAM se identificaron 15 estudios sobre “biología y ecología” y 12 reportes que se refieren a “listas e inventarios” de especies. De los 27 estudios compilados sólo el 26% se encontró como publicado (Araujo 2000).

El estudio publicado más completo sobre un grupo de insectos para el país es el de Pearson *et al.* (1999), en él se hace referencia a los escarabajos tigres (Coleoptera: Cicindelidae). Referente al área del CAM existen algunos estudios, como el de Ledezma (1998) que publicó una guía de mariposas para el área protegida Amboró, siendo la primera en su género para el país, así también, el trabajo sobre los Sphingidae de Bolivia de Kitching *et al.* (2001) se basó mayormente en colectas y registros dentro del CAM. Otro estudio interesante pero aún no publicado es el de J.F. Guerra citado por Gutiérrez *et al.* (2003), en el que hacen referencia a una colecta intensiva de 11 meses en la Estación Biológica de Tunquini y sus alrededores (Provincia Nor Yungas del Dpto. de La Paz) registrando 326 especies de lepidópteros diurnos y 396 especies en 20 días de colecta no intensiva para el área de Cotacajes-Altamachi (Provincia Ayopaya del Dpto. de Cochabamba).

Principales fuentes adicionales a nivel supraregional son las revisiones de algunos grupos como por ejemplo para Papilionidae (Taylor & Brown 1994), y Nymphalidae: *Catasticta* (Eitschberger & Racheli, 1998).

La falta de información sobre los invertebrados del CAM se constituye en uno de los mayores vacíos de conocimiento del área. Grupos muy importantes para procesos ecológicos (hormigas y termitas), las cuales a la vez aportan más del 50% de la biomasa de fauna, son prácticamente desconocidos dentro del área. Los escarabajos, probablemente son el grupo más diverso de la fauna del CAM, pero sólo existe una lista de los Cicindelidae, que es un pequeño grupo en comparación con otros del mismo orden. Así también la investigación sobre insectos acuáticos ha tenido mayor impulso en los últimos años, especialmente en el departamento de Cochabamba. Recientemente, debido a su interés comercial, los inventarios sobre abejas sin aguijón (Meliponidae) han incrementado el conocimiento de este grupo a nivel del CAM (citas con R. Tejada)

3.4.1.2. Patrones espaciales de distribución y diversidad

La escasa información disponible sobre insectos, no permite definir sus patrones espaciales de diversidad. Algunos estudios, en el Parque Nacional Amboró (FAN & TNC 1997), indican que los insectos siguen un patrón de diversidad asociado con la altitud, en el cual el número de especies tiende a disminuir sustancialmente a medida que aumenta la altura. Por otro lado y aunque existe mayor concentración de especies en tierras bajas, en zonas de mayor altitud, aparecen grupos más exclusivos que normalmente no habitan en zonas bajas.

Rocabado & Wasson (1999) en un estudio sobre invertebrados bentónicos en la cuenca alta del río Beni indican que la zona de Yungas Bajos y Valles Secos presentan menor diversidad y densidad de especies en relación a otras zonas de la cuenca, debido principalmente a efectos del pH y sólidos en suspensión. De igual manera, la variación de la fauna bentónica entre los Yungas y el Subandino sigue el cambio geomorfológico de la cuenca, donde existe una diferenciación bien clara entre la fauna de los Yungas y la del Subandino (Rocabado & Wasson 1999). En la región de los Yungas la fauna es exclusivamente de “insectos” que prefieren ambientes lóticos mientras que hacia la zona del Subandino, van apareciendo otros grupos de artrópodos, como Gastropoda, Hirudinea, Oligochaeta, que habitan ambientes preferentemente lénticos (Wasson & Barrere 1999).

Los estudios existentes ofrecen una pauta muy general, sobre algunos patrones de diversidad de los insectos. No se conoce nada sobre patrones de endemismos o sobre sus movimientos poblacionales (temas tratados para otros taxa) en el área del CAM. En este sentido, se identifica la necesidad de generar mayor conocimiento sobre movimientos y distribución de, por lo menos, algunos grupos clave de insectos, para la identificación de hábitats importantes para la conservación.

3.4.2. Peces

N. Araujo

3.4.2.1. Estado de conocimiento

En Bolivia la cuenca del Río Mamoré ha sido la más estudiada y la lista de peces más completa es la realizada por Lauzanne *et al.* (1991) para la Amazonia boliviana.

La zona del CAM, en relación a peces, tal vez sea la menos estudiada del país, en especial los Yungas y la Faja Subandina. El estudio más representativo para el área es el de Sarmiento & Barrera (1997), quienes realizan una caracterización preliminar de la ictiofauna en la vertiente oriental Andina.

La mayor parte de los estudios se concentran hacia zonas de tierras bajas y en las áreas protegidas de Amboró, Isiboro-Sécure y la Estación Biológica del Beni. Recientemente se han desarrollado varios estudios para la cuenca del río Ichilo, y aunque gran parte del río se encuentra fuera del área CAM, la interacción de los peces hacia el área es de importancia.

3.4.1.2. Patrones espaciales de distribución y diversidad

Los pocos estudios sobre peces realizados en Bolivia, no permiten definir eficientemente los patrones espaciales de distribución y diversidad; sin embargo, estudios de caso para algunas zonas muestran cierto comportamiento en la distribución de la ictiofauna, indicando que la alta riqueza de especies tiende a concentrarse en tierras bajas y este patrón va disminuyendo sustancialmente a medida que aumenta la altitud. Investigaciones de Sarmiento (1996) en el Parque Nacional Amboró demuestran la influencia de la variación altitudinal sobre las poblaciones de peces y define de forma preliminar tres zonas de importancia para el parque:

- Zona inferior (200-300 m) de mayor representación de la riqueza de especies, entre ellas peces pequeños como charácidos y siluriformes; especies medianas a grandes como *Prochilodus labeo* (sábalo), *Pseudoplatystoma fasciatum* (surubí), *Piaractus brachypomus* (pacú) y otros.
- Zona intermedia (700-1.000 m) caracterizada por grandes saltos, que de cierta forma se convierten en barreras para un gran número de especies, demostrando cierta tendencia de disminución de especies, conformándose en el límite altitudinal para peces de porte mediano a grande como el sábalo, pacú y surubí. La ictiofauna dominante se compone de pequeños charácidos, siluriformes y algunas especies de Trichomycteridae.
- Zona superior (sobre los 1.000 m), en parte asociada a la presencia de saltos y la diversidad de especies disminuye de manera considerable. Los charácidos disminuyen notablemente y existe cierto predominio de pimelodidos y loricaridos.

Este mismo patrón de diversidad y distribución generado para el Amboró se podría aplicar para toda la zona del Corredor Amboró-Madidi, tomando en cuenta que en otras zonas se ha registrado el límite altitudinal para especies de tierras bajas como el pacú, sábalo y surubí en los 1.500 m y especies de la familia Trichomycteridae podrían sobrepasar los 2.000 m (Van Damme, com. pers.).

En términos hidrológicos el CAM corresponde a la Vertiente Oriental Amazónica. Sarmiento & Barrera (1997) demuestran a través de un análisis basado en estudios generales, que existe un predominio de especies entre los 300 y 600 m, y a alturas menores o mayores hay una tendencia a disminuir la frecuencia de esta diversidad, entonces la concentración de especies será variable según los pisos altitudinales como lo demuestra la siguiente tabla.

Tabla 19. Concentración de especies según distribución altitudinal en la Vertiente Oriental Amazónica

Altitud (m)	Cuenca del Río Beni	Cuenca del Mamoré	Vertiente Oriental Amazónica	Vertiente Oriental en Bolivia
200-300	80	137	161	174
300-600	136	145	203	231
600-1.500	17	36	38	61

Fuente: Sarmiento & Barrera, 1997.

Sin embargo este patrón descrito por Sarmiento & Barrera (1997), aparentemente no toma en cuenta la diversidad existente en lagunas de inundación que se forman en diferentes ríos, principalmente entre los pisos altitudinales 200-300 (Van Damme, com pers.); este factor significa que la diversidad de peces aumentaría en este nivel altitudinal y los picos de concentración de diversidad serían más homogéneos hasta los 600 m. En términos generales, estos datos sólo demuestran que el nivel de conocimiento sobre la ictiofauna del CAM es muy bajo aún.

3.4.2.3. Relaciones biogeográficas y endemismos

En Bolivia existen especies conocidas sólo para una localidad tipo, sin embargo, el estado de conocimiento sobre la distribución de los peces sudamericanos en general, es bastante pobre, en este sentido y en la mayoría de los casos no se podría hablar aún de endemismos en el país, exceptuando algunas especies del género *Orestias* que son endémicas de la cuenca del Altiplano (Sarmiento & Barrera 1997). Por otro lado y aunque no se cuenta con especies endémicas identificadas especialmente para la zona del CAM, algunas publicaciones (Kullander 1986; Sarmiento 1996, 1996a; Sarmiento & Barrera 1997) proponen la posible existencia de una

alta presencia de endemismos en los ríos de la cuenca del Mamoré, especialmente en zonas con saltos de agua, creando ciertas barreras o límites, que formarían supuestos escenarios para el desarrollo de especies con hábitat restringido e incluso endémicas; de igual manera los sistemas montanos, debido a la hidrología de sus ríos, con aguas torrentosas, se encuentran varias especies adaptadas a estos sistemas, pudiendo constituirse en exclusivas de la zona andina. Publicaciones más recientes de Sarmiento & Barrera (2003) indican también que al menos 25 especies de los ríos Beni y Madre de Dios se han registrado como restringidas a la cuenca alta del Madeira entre Perú y Bolivia.

3.4.2.4. Apuntes sobre movimiento de poblaciones-efectos y necesidades dentro del Corredor

Apuntes sobre patrones de distribución (Sarmiento & Barrera 1997) permiten dar una idea de cómo ocurren los movimientos de las poblaciones de peces en la zona, uno de los factores importantes es la intensa dinámica fluvial (holocénica y reciente) en la vertiente oriental andina y la zona preandina, la cual ha tenido influencia en la distribución y dispersión de especies de peces, en el sentido de su dispersión a través de la deriva de diferentes ríos especialmente en la zona del subandino como los ríos Beni y Maniquí, estos movimientos incluyen cambios de cuencas y subcuencas. Por otro lado movimientos de algunas especies medianas a grandes, típicas de tierras bajas, como *Brachyplatystoma*, *Pseudoplatystoma*, *Piaractus*, *Colossoma*, *Prochilodus* y *Salminus*; muestran movimientos verticales alcanzando su límite de distribución en la Base de los Andes (hasta 1.500 m).

En la cuenca del Mamoré y del Beni, se observan movimientos de “arribada” de los peces al final de la época seca. Observaciones realizadas para el pacú (*Colossoma macropomum*) muestran que, durante la época de aguas bajas, se inicia una migración río arriba de reproducción que alcanza hasta la zona premontana y submontana del río Sécuré, donde se produce el desove durante el último trimestre del año (Loubens & Panfili 1997, citado por Sarmiento & Barrera 1997). Varias otras especies realizan este tipo de movimientos y utilizan la base de los Andes como área de reproducción (*Brycon* sp., *Prochilodus* spp., varias especies de Curimatidae y especies grandes de Pimelodidae como *Brachyplatystoma* spp., *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum*). De igual manera Navarro & Ferreira (2000) confirman que varios peces amazónicos realizan migraciones con fines de desove hacia el subandino pudiendo llegar hasta los 900 m.

3.4.3. Anfibios

N. Araujo & S. Reichle

3.4.3.1. Estado de conocimiento

Los estudios sobre anfibios, como los de otros grupos de animales y plantas, mayormente se restringen a zonas contiguas de caminos principales o de fácil acceso. Tres estudios específicos en el área del CAM fueron concluidos en el año 2000: a) Köhler (2000) comparó la diversidad y patrones de distribución, especialmente en las zonas de bosques de montaña de los departamentos de Santa Cruz y Cochabamba; b) Cortéz (2000) verificó la distribución altitudinal en el PNAMNI Cotapata y c) Aguayo (2000) examinó las comunidades de anfibios en diferentes alturas del PN Carrasco. Desde entonces sólo publicaciones sobre especies individuales, mayormente sobre taxonomía, fueron realizados (por ejemplo Aguayo & Harvey 2001, Reichle *et al.* 2001, Köhler & Lötters 2001, De la Riva 2002).

En general, las investigaciones para el CAM se han concentrado en los alrededores de los parques nacionales Amboró y Carrasco, otras zonas de investigación se reflejan hacia PNANMI-Cotapata, Estación Biológica del Beni y algunas localidades aledañas al tramo carretero Yucumo-Ixiamas. En los últimos años, las investigaciones se han enfocado más hacia las áreas protegidas de Madidi y Apolobamba.

El trabajo más completo que hace referencia, en parte, al CAM, es el estudio de Köhler (2000) quién da una buena idea sobre la zona, destacando que todavía hay muchas especies por encontrar y describir. Especialmente en la familia Leptodactylidae en los géneros *Eleutherodactylus*, *Phrynopus*, *Phyllonastes* y *Telmatobius* ya se sabe de la existencia de por lo menos 20 especies nuevas para la ciencia (datos personales, com. pers. De la Riva), otro grupo que demuestran una cantidad alta de especies por describir es la familia Hylidae en la cual se conocen alrededor de 10 especies nuevas para la ciencia, aún no descritas. Es interesante el aumento en el descubrimiento de especies en el grupo de Leptodactylidae, ya que en el año 2000 se conocieron alrededor de 10 especies nuevas dentro de estos grupos. En total se pueden esperar a más de 40 especies nuevas en el CAM, para describir en el corto plazo. Vale la pena destacar, que de seis especies que fueron descritas entre los años 2001-2003, cinco de ellas habitan dentro del CAM.

En general hay que destacar que el conocimiento de los anfibios en la parte alta del CAM, se puede comparar con otras zonas montañosas de Sudamérica, como por ejemplo Perú o Ecuador, y probablemente se conoce un 60-70% de las especies. Por otro lado, en las partes más bajas, el conocimiento es mayor y se debe conocer, más del 90% de las especies existentes, aunque, aún existen muchas confusiones taxonómicas y varias de estas especies probablemente cambien de nombre en los próximos años.

3.4.3.2. Patrones espaciales de distribución y diversidad

(Textos modificados en base de Köhler 2000)

El estudio realizado por Köhler (2000) revela un análisis interesante basado en 195 especies de anfibios, para las cuales se contaban con datos de referencia sobre la riqueza y el endemismo con relación a su distribución por ecorregiones. Los resultados obtenidos demuestran patrones para la diversidad de anfibios:

- Los bosques amazónicos mantienen un 45% de las especies del país, siendo de esta forma los más diversos.
- Otra zona de importancia, con poca participación (superficie) en el CAM son los bosques húmedos de transición que tienen mucha más influencia hacia la zona del Corredor Mamoré y representan un 34,9% de la diversidad de anfibios.
- En los bosques montanos húmedos, completamente dentro del CAM, se encuentran representadas un 32,2% de especies.
- Un 11,8% de especies están representadas en la zona del bosque nublado o “ceja.”
- En los valles secos interandinos, que parcialmente ocupan algunos sectores del CAM, se encuentran en distintos grados un 8,2% de las especies del país.

Vale la pena destacar, que si bien el análisis de Köhler sobre patrones de diversidad de anfibios, fue en base a 195 especies, de las 204 especies de anfibios registradas para Bolivia (Reichle 2003); el patrón de diversidad se mantendría similar, considerando el total de especies.

Tabla 20. Patrones de distribución de diversidad de anfibios

Zona Biogeográfica	Riqueza de Especies		Endemismo	
	(%)	(Nº)	(%)	(Nº)
Amazonia	45	88	4.5	4
Bosques Húmedos de Transición	34,9	68	0	0
Bosques Montanos Húmedos	32,3	63	54	34
Bosque Nublado (Ceja)	11,8	23	69,6	16
Valles Secos Interandinos	8,2	16	18,8	3

Con estos resultados y observando los valores propuestos en la Fig. 7, se puede llegar a la conclusión clara, que una diversidad alta de anfibios se encuentra representada en la zona del CAM. En general, el sector húmedo de los Andes, puede ser considerado como la región más diversa e importante de Bolivia con relación a los anfibios, debido a que las mismas variaciones y condiciones ambientales favorecen a una gran variabilidad de especies.

Los bosques amazónicos de montaña en conjunto con los bosques nublados, albergan una alta riqueza de anfibios y conforman una zona de contacto, donde las comunidades de especies de dos zonas de alta riqueza, interactúan combinando dos aspectos, alta diversidad de especies y alto grado de especies endémicas.

Realizando un análisis más fino sobre los patrones espaciales de la diversidad de anfibios, Köhler también, identificó 12 patrones de distribución (Fig. 8) basándose principalmente en especies (en muchos casos no exclusivas) de **bosques montanos húmedos** de Santa Cruz y Cochabamba. Los patrones propuestos son preliminares y no son rígidos. Sin duda alguna, existirán variaciones para algunas especies según se incremente el conocimiento o existan nuevos registros de distribución.

Tabla 21. Patrones de distribución de los anfibios, con especial referencia a especies de montaña

Patrón	Característica de las especies que siguen estos patrones	Nº de especies de bosques montanos
Patrón 1	Las especies se distribuyen arriba del bosque lluvioso de montaña y el bosque nublado de los departamentos de Cochabamba y Santa Cruz, principalmente entre los 1.600 y 2.700 m.	12
Patrón 2	Se refiere a especies distribuidas en los bosques lluviosos de montaña desde el sudeste de Perú a lo largo de los Andes hasta los departamentos de Cochabamba y Santa Cruz en Bolivia.	6
Patrón 3	Se refiere a especies distribuidas en los bosques lluviosos de montaña desde el sudeste de Perú a lo largo de los Andes hasta los departamentos de Cochabamba y Santa Cruz en Bolivia.	7
Patrón 4	Las especies están distribuidas a lo largo de los Andes desde el departamento de Santa Cruz hacia el norte de por lo menos Perú central.	6
Patrón 5	Especies endémicas de la región del Chapare, este patrón podrá ser modificado probablemente en el futuro dependiendo de la ampliación de los rangos de distribución de las especies que por ahora son endémicas de la región del Chapare.	5
Patrón 6	Especies endémicas para la región de “La Siberia,” zona de bosque nublado entre el límite de los departamentos de Santa Cruz y Cochabamba.	4

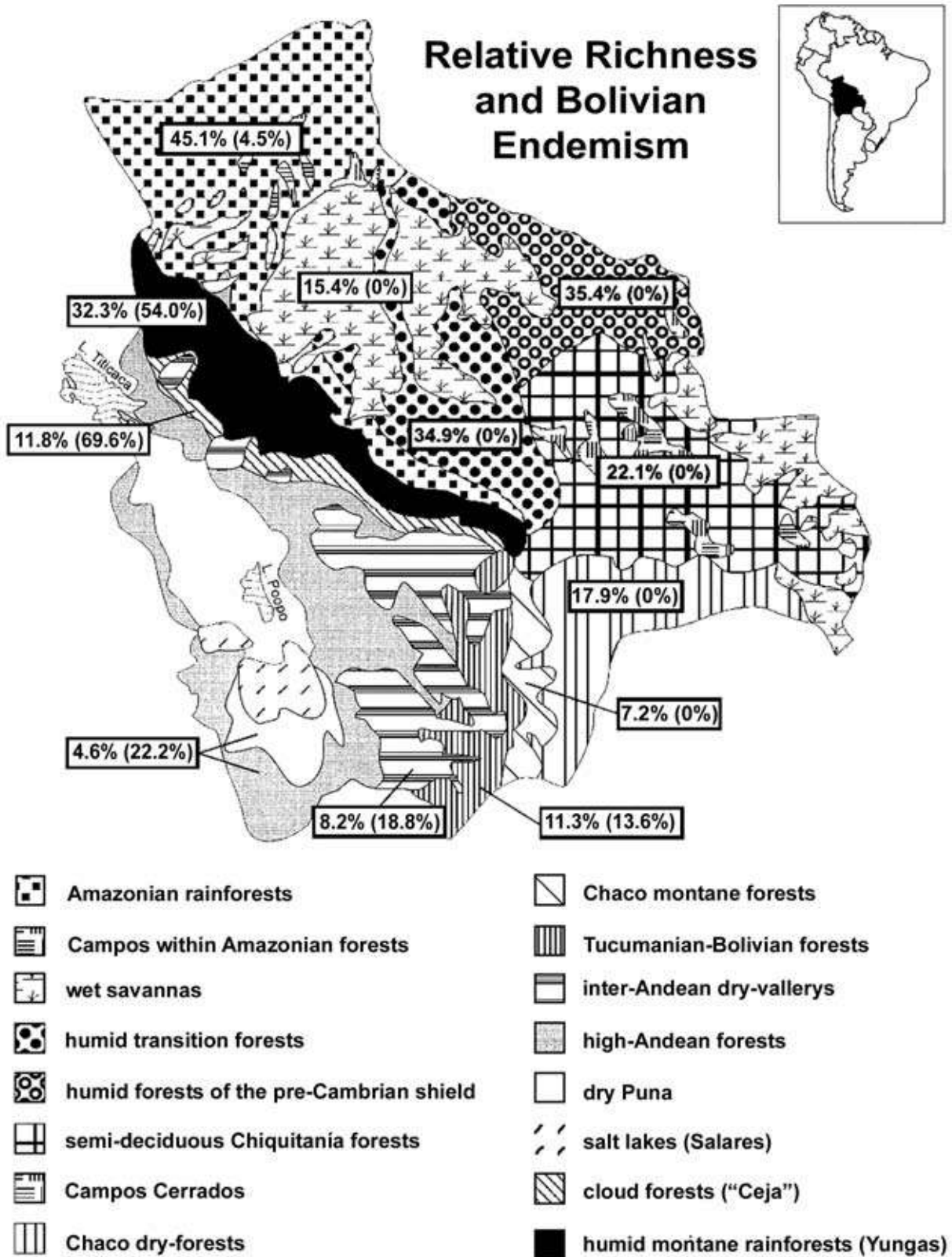


Fig. 7. Patrones de diversidad de Anfibios (Köhler 2000)

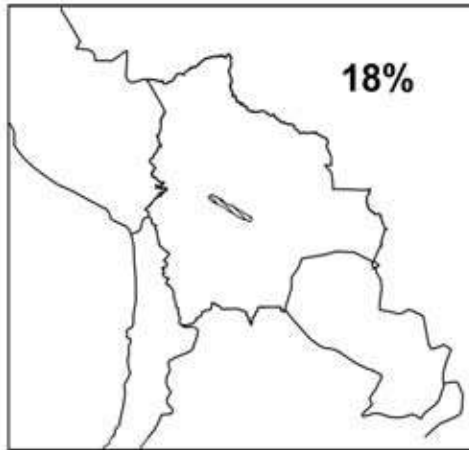


Fig. 4.46 - Pattern 1: upper elevations of Yungas de Santa Cruz and Cochabamba.

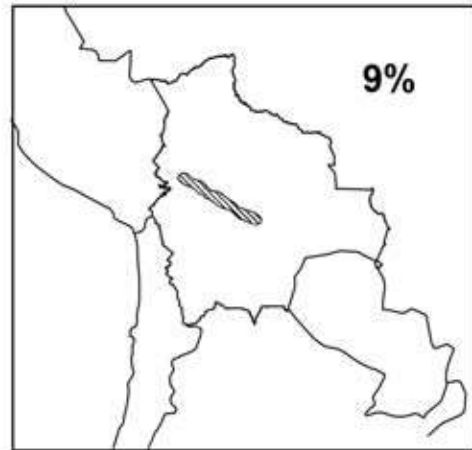


Fig. 4.47 - Pattern 2: Yungas de Cochabamba, Santa Cruz and La Paz.

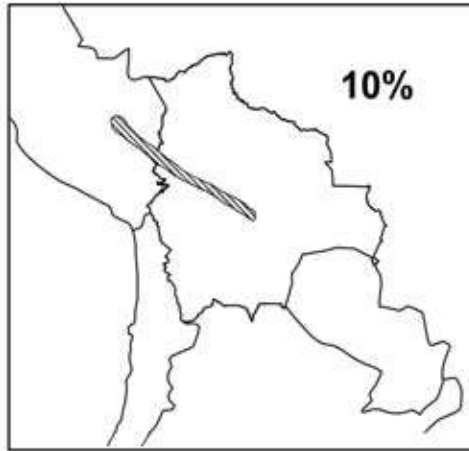


Fig. 4.46 - Pattern 3: Bolivian Yunga regions and slopes of southeastern Peru.

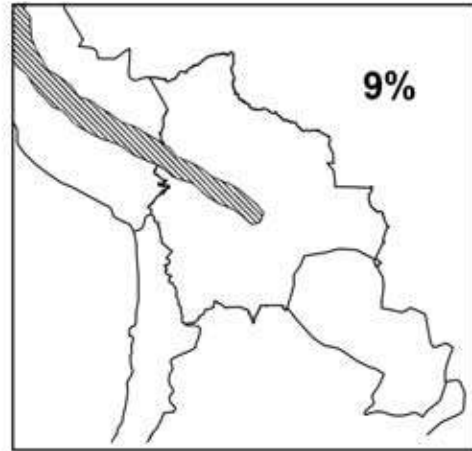


Fig. 4.46 - Pattern 3: Bolivian Yunga regions and slopes of southeastern Peru.

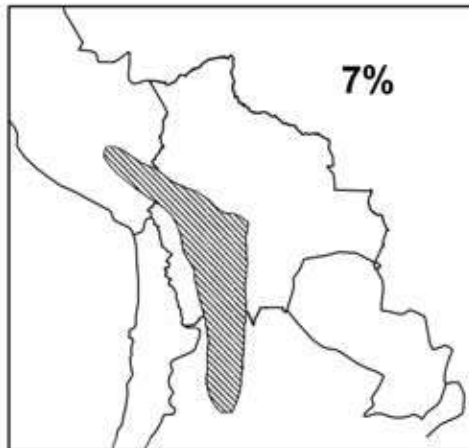


Fig. 4.50 - Pattern 5: Bolivian endemics of the Chapare region.

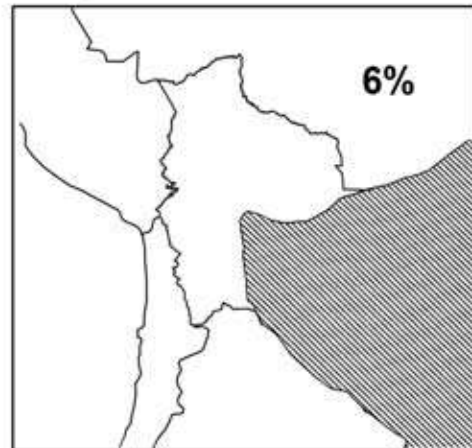


Fig. 4.51 - Pattern 6: Bolivian endemics of the "La Siberia" region.

Fig. 8. Patrones de diversidad de Anfibios, con especial referencia a especies de montaña (Köhler 2000)

Patrón 7	Las dos especies que se consideran en este patrón están sólo conocidas para los bosques semi-húmedos de montaña de los departamentos de Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija.	2
Patrón 8	Especies típicas de bosques montanos de la región Tucumano-Boliviana. Van desde el departamento de Cochabamba o Santa Cruz hasta el norte de Argentina.	4
Patrón 9	Especies distribuidas en los valles secos interandinos, pero eventualmente entrando hacia la parte alta de los bosques montanos.	4
Patrón 10	Sólo dos especies son consideradas en este patrón, ambas están primariamente distribuidas para el Chaco y el Cerrado y suelen ocurrir en el sudeste de Brasil. Estas especies están propensas a ingresar a hábitats montanos hasta elevaciones considerables.	2
Patrón 11	Especies que ocurren en ambientes húmedos, pero estacionales de bosques de tierras bajas y están propensas a ingresar a inclinaciones andinas hasta elevaciones considerables	4
Patrón 12	Cubierto por especies de tierras bajas con rangos amplios en los bosques secos, semi-húmedos y húmedos del este de Bolivia y países adyacentes. Todas estas especies tienden a encontrarse en la inclinación este de los Andes.	9

Fuente: Modificado según Köhler (2000).

El 96% de las 68 especies de bosques de montaña analizadas sigue por lo menos uno de los doce patrones descritos y los valores de representación para cada patrón se pueden observar en la tabla 21. Este análisis llegó a las siguientes conclusiones:

- 43% de las especies de bosques de montaña ocurren sólo en Bolivia.
- 68% de las especies pueden ser consideradas como endémicas de bosques montanos y de este porcentaje casi el 46% presenta rangos de distribución bastante restringidos hacia los Yungas húmedos de Cochabamba y La Paz.
- 6% son especies andinas que ingresan al lado este de los Andes.
- 22% son especies de tierras bajas que llegan a distribuirse hasta los bosques montanos.

3.4.3.3. Relaciones biogeográficas y endemismos

En el análisis anterior, se muestra que los bosques amazónicos concentran la mayor diversidad de especies (tabla 20). En contraposición a este resultado la concentración de endemismo es bastante baja (4,5%) y la distribución de estas especies endémicas está más limitada hacia los bosques amazónicos montanos dentro del área del CAM, que a los bosques amazónicos del norte.

Las razones para la baja concentración de especies endémicas en la Amazonia, puede deberse a diversos factores, como, la poca existencia de barreras geográficas que restrinjan la distribución de las especies dentro de los límites del país, o al conocimiento limitado de la zona o de la taxonomía de algunas especies. Por otro lado, una zona interesante para la diversidad y el endemismo, son los bosques montanos húmedos (Yungas); que representan un 32,3% de la anfibiafauna del país y más del 50% de estas especies son endémicas. El mismo caso ocurre en la zona del bosque nublado donde el endemismo alcanza un 69,9% del total de las especies registradas. En términos generales, la ecorregión de Yungas alberga un porcentaje de endemismo del 68% (Köhler 2000; Köhler *et al.* 1998). Esta área presenta una considerable heterogeneidad de hábitats y como resultado sus comunidades no sólo son ricas en especies y endemismo, sino también que su composición puede variar considerablemente

en distancias cortas. En un mayor detalle del comportamiento del endemismo en la zona, Köhler (2000) indica, que una gran parte de las especies ocurren de forma más o menos exacta entre el límite del **bosque nublado** y los **Yungas**.

Tabla 22. Porcentaje de representación de las especies endémicas de Bolivia por ecorregiones

Ecorregión	Porcentaje del total de especies endémicas conocidas (%)	Porcentaje del total de especies conocidas para Bolivia (%)
Bosque Nublado “Ceja”	37.2	11.8
Bosque Montano Húmedo-Yungas	79.1	32.3
↑Endemismo Sobre-representado ↑		
Bosque Altoandino y Puna	4.7	4.6
↓Endemismo Sub-representado ↓		
Valles secos interandinos	7.0	8.2
Bosque Tucumano-Boliviano	7.0	11.3
Bosque Húmedo Amazónico	9.3	45.1
Sabanas Húmedas	0	15.4
Bosque Húmedo de transición	0	34.9
Bosque Húmedo del Escudo Precámbrico	0	35.4
Bosque Chiquitano y campos cerrados	0	22.1
Bosque Chaqueño de tierras bajas	0	17.9
Bosque Chaqueño de montaña	0	7.2

Fuente: Köhler (2000).

En un cálculo más fino (tabla 22) para observar la representación del endemismo con relación a su concentración en diferentes ecorregiones de Bolivia, los resultados indicaron que:

- La zona de los Yungas manifiesta una sobre representación de especies endémicas con relación a la riqueza de especies que presenta.
- La riqueza de especies y el endemismo en la región Altoandina y Puna están correlacionadas.
- Otras ecorregiones del país se encuentran sub-representadas y en algunos casos las ecorregiones no concentran ninguna especie endémica.

3.4.4. Reptiles

D. Embert & S. Reichle

3.4.4.1. Estado de conocimiento

El conocimiento sobre los reptiles en el CAM, aunque aumentó bastante en los últimos años, todavía se encuentra en un estado incompleto. Listas para los reptiles de esta zona se basan en los datos de diferentes colecciones científicas de diferentes países, en trabajo de campo y en datos personales de varios científicos vinculados. En los últimos años varias especies nuevas para la ciencia fueron encontradas en esta zona y hasta la fecha siempre se siguen aumentando los descubrimientos. Algunas de estas especies son especies endémicas y presentan así un valor importante para el CAM (p.ej. *Apostolepis multicincta*, *Oxyrhopus* sp. nov.).

Hasta el año 2000, en un intento de compilar información relacionada al área, se identificaron 37 estudios sobre reptiles de los cuales 19 se refieren a “listados de especies,” 13 se refieren a estudios sobre “biología y ecología” y cinco de ellos hablan sobre “usos y amenazas” y menos de la mitad del total de estos estudios fueron publicados (Araujo & Ibsch 2000). Desde entonces varios estudios más fueron realizados, encontrando por lo menos dos nuevas especies para la ciencia en un estudio sobre los reptiles de la provincia Florida (Embert 2002) y por lo menos dos especies más en el año 2004.

Las áreas geográficas mejor estudiadas para reptiles en el CAM, aunque aún en baja intensidad, han sido los alrededores del Área Protegida Amboró y la Estación Biológica del Beni.

3.4.4.2. Patrones espaciales de diversidad

A pesar de la insuficiencia de información, ya se puede destacar en base a las colectas existentes, que la diversidad de este grupo sigue un patrón similar al conocido en otros vertebrados. Los patrones preliminarmente identificados indican que:

- Se encuentran muchas más especies en zonas bajas que en alturas (hasta los 500 m) que tiene su razón en la falta de radiación y en las temperaturas más bajas en esta zona. La humedad que es un factor en favor para los anfibios, pero puede ser un factor negativo para muchos reptiles.
- Pasando los 1.000 m, no se encuentran ciertas especies como tortugas, cocodrilos y boides.
- En las zonas entre 1.000 y 2.000 m, todavía se encuentra una alta diversidad en lagartijas y serpientes. Sólo en la Provincia Florida se encuentran más de 48 especies de reptiles (Embert 2002).
- Aunque faltan muchos estudios, parece ser claro que los bosques de montaña en el CAM fueron poblados mayormente por especies de géneros originarios de llanuras tropicales, como la Amazonia y Bosques Tropicales Secos, y los valles secos de esta zona muestra una gran afinidad a las zonas del Chaco o del Bosque Chiquitano.
- Recién cuando se pasa la zona de los bosques de neblina cambia la composición de los reptiles. Estas zonas altas se encuentran dominadas por especies del género *Liolaemus*, lagartijas de origen andino, y de pocas víboras de los géneros *Tachymenis*, *Liophis* y *Bothrops*.

3.4.4.3. Endemismo

Todavía no se sabe mucho sobre la tasa de endemismo de reptiles en la zona del CAM; sin embargo, se conocen algunas especies endémicas de serpientes y lagartijas por ejemplo *Dipsas chaparensis* (Reynolds & Foster 1992) *Bothrops jonathani* (Harvey 1994), *Apostolepis multicincta* (Harvey 1999), *Atractus bocki* (Werner 1909), *Atractus boettgeri* (Boulenger 1896), *Oxyrhopus* sp. nov. (Embert *et al.*, en revisión), *Echivanthera* sp. nov. (Embert *et al.*, en prep.), *Tomodon* sp. nov. (Muñoz & Harvey, en revisión), *Cnemidophorus vittatus* (Boulenger 1902), *Ameiva vittata* (Boulenger 1902) y *Amphisbaena cegei* (Montero *et al.* 1997).

Las zonas con mayor endemismo, en los reptiles, parecen ser los valles. Una explicación histórica para este fenómeno está dado en Ibisch & Böhme (1993), indicando que el resultado de la orogénesis de los Andes y la pérdida y recuperación de hábitat durante las épocas de hielo, causó que algunas poblaciones quedaran aisladas y evolucionaran separadas de las otras poblaciones, creando así nuevas especies. Pero también, en los bosques húmedos, rodeando estos valles, se encuentran frecuentemente especies nuevas y aparentemente endémicas. Muchas especies de los valles secos muestran diferencias en la pholidosis o tamaño total (Embert 2002), que puede tener su origen en muchas razones, probablemente se trata de otras especies, que ya están aisladas tanto tiempo de los especímenes de las llanuras y han desarrollados diferencias, pero todavía son fértiles con los especímenes de las llanuras (subespecies), o que también se trata de una adaptación a otro clima, que hasta la fecha no se puede explicar. Sin embargo la zona de CAM representa la mayoría de las especies de reptiles endémicos registrados para Bolivia.

3.4.5. Aves

S. Kreft

3.4.5.1. Patrones espaciales de diversidad

La lista más reciente de aves para el territorio boliviano abarca 1.398 especies (Hennessey *et al.* 2003) y datos aún no publicados mencionan por lo menos 1.400 especies. Realizando una estimación prudente, se podría calcular que poblaciones de un 70% o más de la avifauna del país contribuyen a la riqueza de especies en el CAM. Algunos datos ya existentes sugieren que esto no sea una aproximación exagerada, por ejemplo, Clark & Sagot (1996) registraron 830 especies sólo para el Parque Nacional Amboró; y en el extremo norte del CAM Remsen & Parker (1995) han estimado que, el Parque Nacional Madidi tiene una diversidad más alta aún, con 1.088 especies.

Por otro lado, en una comparación interecorregional para Bolivia, se observa que “las aves tienen su centro de diversidad en los Bosques Amazónicos Preandinos y la Faja Subandina (=Bosques Amazónicos Subandinos), cada una de estas regiones con 47-54% del total de las especies bolivianas consideradas [...]. Los Yungas son relativamente menos importantes. Regiones más áridas y más altas, son mucho menos ricas en especies.” (Ibisch *et al.* 2003)¹⁵.

¹⁵“Fueron utilizadas la base de datos de Parker *et al.* (1996), la lista de Arribas *et al.* (1995) y varias listas de regiones específicas para redistribuir las especies en las ecorregiones definidas” (Ibisch *et al.* 2003). La base para los cálculos fueron las 1.358 especies abarcadas en Arribas *et al.* (1995) y no 1.398 especies, como Ibisch *et al.* (2003) indican.

Haciendo uso de la “base de datos de la distribución de las aves bolivianas compilada por la Asociación Armonía/BirdLife International” y basándose en las “Zonas de Vida” definidas por los autores mencionados anteriormente, Herzog (2003) calcula que “en los cuatro tipos de la puna boliviana [...] habitan alrededor de 240 especies (incluyendo especies acuáticas), o sea, toda la Puna en conjunto presenta menos especies que un sólo sitio de bosque yungueño o amazónico. Tanto en los Valles Secos Interandinos (520 especies) como en la zona del Bosque Tucumano-Boliviano (407) se encuentran menos especies que en los Yungas (596, incluyendo los bosques amazónicos de la Faja Subandina). Fuera de los Andes, los bosques de la Amazonia albergan aproximadamente 740 [...] especies.”

De forma general, Haffer (1990) indica que la diversidad alfa de aves, más alta del continente e incluso del mundo, se encuentra en la zona de transición entre la cordillera de los Andes y el sudoeste de la Amazonia. Por otro lado, el valor biológico de la zona del CAM especialmente de la región de los Yungas, se explica más por sus particularidades locales (alta diversidad beta, alto nivel de endemismo) que por la alta riqueza de especies en un sólo lugar (con diversidad alfa relativamente baja).

“Entre las aves, la mayor diversidad se encuentra en bosques amazónicos de tierras bajas. Sin embargo, si solamente se considera especies que habitan bosques de tierra firme, la diversidad de aves tiene su máximo alrededor de los 800-1.000 m, debido al solapamiento de la avifauna netamente montañosa, y de la avifauna tropical que asciende en la falda andina baja (Rahbek 1997, S. Herzog, datos no publicados)” (Ibisch *et al.* 2003). Stotz *et al.* (1996) y varios otros estudios llegan a resultados similares.

En contraste a bosques montanos húmedos, la riqueza de especies de aves a lo largo del gradiente altitudinal, estudiada para dos valles interandinos adyacentes en el CAM (cuenca del río Cotacajes) resulta en un patrón “jorobado”¹⁶ (Kessler *et al.* 2001): En el transecto entre 1.600 m y 3.500 m (con un vacío entre 2.150 m y 2.600 m existe un máximo de riqueza alrededor de 2.500 m). En el otro transecto, entre 2.500 m y 3.800 m, el máximo se encuentra cerca de 3.000 m. La posición altitudinal de los máximos, probablemente, se debe a una combinación de múltiples factores, más que todo a la intensidad del impacto humano y la complejidad de la vegetación natural en los diferentes pisos altitudinales (en correlación negativa y positiva, respectivamente, con la riqueza de especies).

El *turnover* de la avifauna a lo largo del gradiente altitudinal, resulta en una diferenciación en comunidades de aves bastante distintas, distribuyéndose en zonas altitudinales que principalmente caen en las categorías de las subcorregiones definidas para el CAM: La diferencia más obvia existe entre, la comunidad de aves del piso montano (Yungas) y la comunidad amazónica (Bosques Amazónicos Preandinos; incluso hay un cierto número de especies que habitan esta zona exclusivamente, sin ocurrir en la Amazonia central). Los Bosques Amazónicos Subandinos forman una zona de solapamiento de estas dos comunidades muy distintas. Sin embargo, existen especies típicas del piedemonte (“*foothill species*”) cuyos centros de distribución caen en la subcorregión los Bosques Amazónicos Subandinos.

En la actualidad, se observa un proceso antropogénico de aumento de la distribución altitudinal de varias especies. Son especies de hábitats (semi-) abiertos o bordes de bosque, que siguen el desbosque en la cordillera de los Andes, que actualmente, está llegando a los pisos intermedios de los Yungas. En algunos casos son poblaciones amazónicas (p.ej., *Ramphocelus carbo*, *Molothrus oryzivorus*), en otros son poblaciones que se originan en los Valles o en el Páramo yungueño (p.ej., *Muscisaxicola sp./maculirostris?!*, *Zonotrichia capensis*) y que

¹⁶ Este estudio también considera helechos (Pteridophyta) y bromelias (Bromeliaceae) y encuentra patrones muy diferentes.

están involucradas en estas colonizaciones de las altitudes medianas (S. Kreft, datos no publicados). Además, se observan colonizaciones por individuos cuyo origen aún no es posible de determinar; podrían llegar de arriba o de abajo (p.ej., *Notiochelidon cyanoleuca*, *Troglodytes aedon*, *Thraupis sayaca*, *Sicalis flaveola*).

3.4.5.2. Relaciones biogeográficas y endemismo

Existen algunos aspectos biogeográficos importantes que influyen sobre la distribución de las especies. El análisis siguiente se concentrará en patrones biogeográficos importantes de las especies de hábitat boscosos, considerando especies de hábitat abiertos, solamente donde parece oportuno.

Aspectos latitudinales

El área del CAM es la región tropical húmeda ubicada más al sur del continente. Esto y su posición céntrica en el continente condicionan que la avifauna regional sea un producto de diversas influencias biogeográficas (ver también abajo “aspectos altitudinales”). Las más importantes son presentadas en lo siguiente:

La distribución de muchas especies con distribución amazónica tanto como andina termina dentro del área del CAM. Por ejemplo, considerando solamente la provincia Ichilo en el departamento de Santa Cruz, Remsen *et al.* (1987) identifican un sorprendente número de aproximadamente 150 especies amazónicas, cuyos rangos llegan a su límite de distribución sureño (Remsen & Traylor en 1989 presentaron una lista de aves de Bolivia con aún sólo 1.274 especies). De manera similar, las especies de aves de los bosques húmedos en su mayoría tampoco llegan más allá de esta latitud (Fjeldså & Mayer 1996¹⁷). Situada aún un poco más al sur, la región del “codo de los Andes” coincide con la distribución extrema sureña de algunas especies montanas (p.ej., la ratona *Henicorhina leucophrys*, Troglodytidae, *Myioborus melanocephalus*, Parulidae). Los rangos de muchas especies, principalmente las yungueñas, llegan a su distribución extrema sureña en algún otro punto situado más al noroeste, pero aún dentro del CAM. Además de la región del “codo de los Andes,” los Yungas de La Paz y el Chapare son especialmente importantes como límites de distribución latitudinal.

De forma complementaria, hay varias especies tropicales y subtropicales cuyo centro de distribución está ubicado más al sur o al oeste, pero que también ocurren en la zona del CAM. La mayoría de las especies que representan este tipo biogeográfico, son especies de hábitat abiertos o semi-abiertos, más que todo en los Bosques Amazónicos Preandinos/Subandinos (y/o en los Valles, ver abajo; p.ej., el cuervo *Cyanocorax cyanomelas*).

Aunque parezca menos espectacular, es interesante tomar en cuenta que la propia vertiente amazónica de la Cordillera Oriental también forma un límite para un sinnúmero de especies, éstas llegan hasta una cierta altitud en esta vertiente, no ocurriendo en la vertiente opuesta, ya que allí, en los Valles, la Puna y el Bosque Tucumano-Boliviano, el régimen climato-ecológico es bastante hasta completamente diferente.

¹⁷ Sus amplios trabajos avifaunísticos en los bosques andinos húmedos en el Departamento de Chuquisaca, confirman la importancia biogeográfica de esta zona: “Despite the presence of humid forest on many mountain scarps in southern Bolivia and northern Argentina, most Andean cloud-forest [species] have their southern limit south of the Siberia watershed near the Cochabamba/Santa Cruz border in central Bolivia.” Sin embargo, relativan este patrón (sin desvalidarlo), descubriendo poblaciones de 20 especies en los bosques andinos húmedos de Chuquisaca.

Para varias especies amazónicas (p.ej., *Chlorophanes spiza*) tanto como especies andinas (*Euphonia cyanocephala*), existen relaciones biogeográficas también con el sureste de Brasil. Un caso biogeográfico especial y muy interesante parece la cotinga (Cotingidae) *Phibalura flavirostris*: Mientras *P. f. flavirostris* habita un rango relativamente amplio en el sureste de Brasil, al oeste llegando hasta el oriente de Paraguay, también existe una población muy pequeña de *Phibalura* en el Departamento de La Paz. Esta población recientemente fue redescubierta después de 98 años sin registros (Hennessey 2002, Bromfield *et al.* 2004), siendo una nueva especie nueva y endémica de Bolivia.

Una categoría de relación biogeográfica se refiere al grupo de especies con rangos amplios, que se extienden hacia el norte, como al sur del CAM, donde el CAM no forma un límite de distribución (p.ej., la ratona *Troglodytes aedon*, *T. melancholicus*). De manera similar, existen varias especies que están distribuidas a lo largo de los Andes sin que el Codo de los Andes forme un límite de distribución. Muchas veces son especies de los bosques montano húmedo que muestran exigencias ecológicas algo menos angostas y así logran ocupar los hábitats algo más disjuntos que son disponibles en las partes sur de los departamentos Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija, algunos llegando hasta Argentina (p.ej., el hornero *Synallaxis azarae*, la ratona *Troglodytes solstitialis*).

Otro tipo biogeográfico es la distribución circum-amazónica (Remsen *et al.* 1991): Especies (o la combinación de taxa estrechamente relacionados) con este patrón distribucional ocurren alrededor de, pero evitando la Amazonia central. Los rangos que ocupan son disyuntos, el piedemonte de los Andes, las tierras bajas en el sur central y el sureste de Brasil, la región de los tepuís, la cordillera marítima de Venezuela, o al menos algunos de ellos. Existe un número considerable de ejemplos entre los Passeriformes (p.ej., el atrapamoscas *Platyrinchus mystaceus*; Remsen *et al.* 1991).

Finalmente, existen especies que exclusivamente viven en el CAM (especies endémicas para el CAM, ver abajo). En el análisis siguiente se brinda información interesante analizando algunos patrones de endemismo, aunque en la próxima sección se presenta un análisis específico con otro método, basado en un método de extrapolación de rangos de distribución. En este sentido, los puntos a continuación brindan un análisis complementario.

Son 11 especies endémicas para el CAM, la mayoría son especies de los Yungas: *Aglaeactis pamela*, *Schizoeaca harterti*, *Simoxenops striatus*, *Grallaria erythrotis*, *Phyllomyias* sp. nov., *Phibalura boliviana*, *Atlapetes rufinucha*. De ellas, *S. striatus* y *Phyllomyias* sp. nov., con la parte inferior de sus rangos llegan a los Bosques Amazónicos Subandinos. *Myrmotherula grisea* es una especie de los Bosques Amazónicos Subandinos y Preandinos (Hennessey *et al.* 2003).

Finalmente, *Asthenes berlepschi* (Mayer 1995, Sagot 1998); *Cranioleuca henricae* (Maijer & Fjeldså 1997) y *Cnemotriccus* sp. nov. (Herzog *et al.* 1999) son especies endémicas de los Valles del CAM (Herzog & Kessler 2002).

Sin embargo, el CAM es una región no enteramente definida por parámetros bio-ecológicos, ya que la frontera con Perú forma su límite noroeste. Para obtener una idea de la integridad biogeográfica del CAM, es interesante comparar sus especies endémicas con las especies de rango restringido en la vertiente oriental de la cordillera oriental de los Andes del sureste de Perú y el oeste de Bolivia¹⁸ (esencialmente el Corredor Vilcabamba-Ambo-ró, *sensu* Conservación Internacional). Analizando la distribución de estas especies, Stattersfield *et al.* (1998) llegan a la delimitación de dos áreas en forma de franjas, con sus partes bolivianas esencialmente representando el CAM: El Área Endémica de Aves (AEA) 054 “*Bolivian and Peruvian lower Yungas*” está centrada en los Bosques Amazónicos Subandinos (con algunas especies llegando hasta las partes inferiores de la subcorregión Yungas), mientras AEA 055 “*Bolivian and Peruvian upper Yungas*” representa los Yungas propios. Además, el AEA 056 “*High Andes of Bolivia and Argentina*” con su periferia noreste solapa con la periferia superior ex-

trema de Yungas (también en un área pequeña en Perú). Se toma esta última área en consideración aquí, ya que justamente en esta franja angosta de solapamiento se concentran varias especies de rango restringido.

Entonces, ese estudio reconoce 26 especies de rango restringido, compartidas por ambos países¹⁹, además de seis que solamente ocurren en territorio boliviano²⁰ y siete exclusivamente distribuidas en Perú²¹.

Llama la atención, primeramente que, Bolivia y Perú tienen prácticamente el mismo número de especies endémicas en la vertiente oriental de la cordillera oriental de los Andes (6 vs. 7). Segundo, estos números son bajos en comparación con el número de especies compartidas entre ambos países (6/7 vs. 26) que están restringidas a dicha zona. Se hace obvio que **la frontera entre Perú y Bolivia biogeográficamente divide los “Yungas”** (*sensu* Stattersfield *et al.* 1998) **aproximadamente en su mitad**, dejando dos partes equivalentes, pero con la gran mayoría de las especies endémicas (y de otras relaciones biogeográficas) compartidas entre las dos. La conclusión principal, resalta la importancia de coordinar los esfuerzos conservacionistas que se dirigen al CAM con las actividades complementarias al otro lado de la frontera (en Perú). Sólo así, habrá logros a largo plazo en la conservación de esta región.

¹⁸ Mientras el endemismo para el CAM sigue una definición compuesta por criterios bio-ecológicos tanto como administrativos, las especies “endémicas” del estudio de Stattersfield *et al.* (1998), en realidad no muestran alguna restricción a una cierta área (lo cual sería el criterio de endemismo por definición), sino se basa en la decisión arbitraria de considerar como especies de rango restringido cuyos rangos no llegan a los 50.000 km². Una AEA consiste de las áreas sobrepuestas de las especies de rango restringido locales. Sin embargo, las especies cuyos rangos definen una AEA normalmente tienen al menos algunas exigencias ecológicas importantes en común, resultando así en un área ecológicamente homogénea.

Aunque sean dos conceptos diferentes de “endemismo”, sirven en el contexto de esta comparación. Esto ya se muestra en el hecho que todas las especies endémicas para el CAM también serían “endémicas” *sensu* Stattersfield *et al.* (1998). Se basan en listas avifaunísticas separadas por 6-7 años. A pesar que se hayan descubierto nuevas especies en la parte peruana de las AEA 054-056 desde 1998, es poco probable que estas, igual que otros avances, cambien el patrón general.

¹⁹ AEA 054:10 especies: *Pauxi unicornis*, *Thamnophilus aroyae*, *Terenura sharpei*, *Grallaria albigula*, *Pseudotriccus simplex*, *Zimmerius bolivianus*, *Myiophobus inornatus*, *Chiroxiphia boliviana*, *Creurgops dentata*, *Tangara argyrofenges*; AEA 055:11 especies: *Odontophorus balliviani*, *Hapalopsittaca melanotis*, *Metallura aeneocauda*, *Andigena cucullata*, *Cranioleuca albiceps*, *Scytalopus schulenbergi*, *Myiotheretes fuscocorufus*, *Lipaugus uropygialis*, *Hemispingus calophrys*, *Iridosornis jelskii*, *Diglossa carbonaria*; AEA 056:5 especies:

Chalcostigma olivaceum, *Cinclodes aricomae*, *Asthenes urubambensis*, *Asthenes maculicauda*, *Anairetes alpinus* (quizás más *Upucerthia harterti*, *Lophospingus griseocristatus*, *Idiopsar brachyurus*, *Poospiza boliviana*, *Saltator rufiventris* que posiblemente con la periferia de sus rangos lleguen al CAM). (La lista de Hennessey *et al.* (2003) incluye 5 especies más que ahora formarían parte de las especies de rango restringido, compartidas por ambos países: *Otus marshalli*, *Heliodoxa branickii*, *Zimmerius cinereicapilla* (054), *Nothoprocta taczanowskii*, *Schizoeaca helleri* (055).)

²⁰ Estas (*Aglaeactis pamela*, *Asthenes berlepschi*, *Schizoeaca harterti*, *Simoxenops striatus*, *Myrmotherula grisea*, *Grallaria erythrotis*) son idénticas con especies endémicas bolivianas mencionadas arriba; una, *Hemitriccus spodiops*, fue descubierta recientemente también en Perú, y por consecuencia ahora ya no es endémica para Bolivia. De las 11 especies endémicas mencionadas, tres especies (*Cranioleuca henricae*, *Phyllomyias* sp. nov., *Cnemotriccus* sp. nov.) fueron descubiertas recientemente; y dos (*Phibalura boliviana*, *Atlapetes rufinucha*) son taxa endémicas ahora elevados a nivel de especies.

²¹ *Tinamus osgoodi*, *Phlogophilus harterti*, *Cranioleuca marcapatae*, *Grallaria erythroleuca*, *Thryothorus eisenmanni*, *Hemispingus parodii*, *Iridosornis reinhardti*, *Schizoeaca helleri* y *Tangara meyerdeschauenseei* (el último estando listado para un área aislada que no pertenece a ninguna de las 3 AEA, pero que, sin embargo, queda en la vecindad directa de 054 y 055) fueron descubiertas también en Bolivia, así que ya no son endémicas para Perú. Posiblemente se hayan descubierto nuevas especies en la parte peruana de las AEA consideradas aquí, pero es poco probable que cambien el patrón general.

Resumiendo esta pantalla general de las relaciones biogeográficas de la avifauna muy diversa del CAM, es importante reconocer que **la gran mayoría de sus especies, al menos en un trecho de su límite de distribución, ocurre en el área del CAM**. Posiblemente, en la combinación de los aspectos alta diversidad, ubicación no periférica en el continente y ubicación periférica en la zona tropical, se trata de una situación especial o tal vez única en el Neotrópico. Esta conclusión tiene implicaciones muy importantes para la importancia del área en el contexto del cambio climático (comparar 3.5.2.d, 3.5.6.)

Hasta este punto no se ha considerado la avifauna de los Valles abarcados en el CAM. Estos valles albergan comunidades bastante distintas, no solamente en comparación con los bosques húmedos que los rodean, sino también entre sí (Herzog & Kessler 2002). Se interpreta que varias especies de los bosques húmedos logren colonizar los valles interandinos (Perry *et al.* 1997).

Las especies típicas de bosque seco en los valles norteños (entonces, en el CAM) *altos* son en muchos casos las mismas que en los Valles sureños (fuera del CAM). Tal vez sorprenda a primera vista que el porcentaje de especies típicas de bosque seco compartidas entre los Valles norteños *bajos* y los Valles sureños es relativamente pequeño²².

Aspectos altitudinales

Principalmente, hay que diferenciar entre la avifauna de la tierra baja y la avifauna montana (ver también textos anteriores y posteriores).

“Muchas aves amazónicas se caracterizan por tener una distribución amplia en gran parte de la Amazonia a nivel continental. Las especies yungueñas, por otro lado, generalmente tienen una distribución estrecha a lo largo de angostas bandas altitudinales” (Herzog 2003).

De hecho, las comunidades de aves amazónicas y andinas son bastante distintas. Pese a que la avifauna andina se origina de especies amazónicas y, por la formación reciente de los Andes en escalas temporales geológicas, existen pocas especies sin parientes cercanos en las tierras bajas adyacentes, este período bastante breve, ha alcanzado para la evolución de una muy alta riqueza de especies endémicas para los Andes (Fjeldså & Krabbe 1990). Actualmente, en términos de evolución y diversificación, la comunidad andina de aves sigue extraordinariamente dinámica. Los Andes propios funcionan como fuente de colonización para otras regiones (Tepuis de Venezuela; Mata Atlántica: Sick 1985).

Generalmente, el grado de endemismo en la avifauna neotropical (además que en otros grupos orgánicos) crece con la altitud (Graves 1985, 1988). La distribución de las especies endémicas (ver arriba) sobre las subregiones Bosques Preandinos Amazónicos, Bosques Subandinos Amazónicos y Yungas cabe en este patrón general.

“Prácticamente en todos los casos estudiados hasta el presente, el máximo porcentaje de endemismo se encuentra a elevaciones mayores que el máximo de diversidad. Esto también ha sido documentado para aves (Graves 1985, Kessler *et al.* 2001). Lo que significa, que a nivel local, en los Andes, puede haber una cierta discrepancia entre las localidades prioritarias para la conservación de la mayor diversidad y las de mayor endemismo (p.ej.

²² Esto se explica por sus diferentes modos de colonización: Mientras los Valles norteños altos fueron colonizados por especies del Chaco a través de los Valles sureños, los Valles norteños bajos fueron colonizados desde la Amazonia en la época pleistocénica, cuando bosque seco semi-deciduo la había invadido (Herzog & Kessler 2002).

Kessler *et al.* 2001). Lo mismo ha sido documentado para aves a lo largo de la línea de bosques en la vertiente oriental de los Andes, desde el Ecuador hasta Bolivia (M. Kessler, com. pers.). Por lo tanto, las estrategias de conservación, deben tener en cuenta este posible problema” (Ibisch *et al.* 2003).

Las especies de rango restringido, sin embargo, se distribuyen de manera uniforme sobre las AEA 054 y 055. Sería necesario dedicar a estas cuestiones un análisis más detallado y con mayor resolución espacial. La distribución de la avifauna a lo largo de la gradiente altitudinal en dos valles interandinos adyacentes en el CAM (cuena del río Cotacajes) sigue un patrón similar de endemismo²³ (Kessler *et al.* 2001). Las condiciones climato-ecológicas y con ellas los resultados biogeográficos en la zona estudiada pueden ser consideradas representativos para los valles secos del CAM; sin embargo, estas condiciones son muy diferentes en las partes húmedas, que forman la mayoría del CAM, requiriendo estudios adicionales.

3.4.6. Mamíferos

N. Araujo & H. Gómez

3.4.6.1. Estado de conocimiento

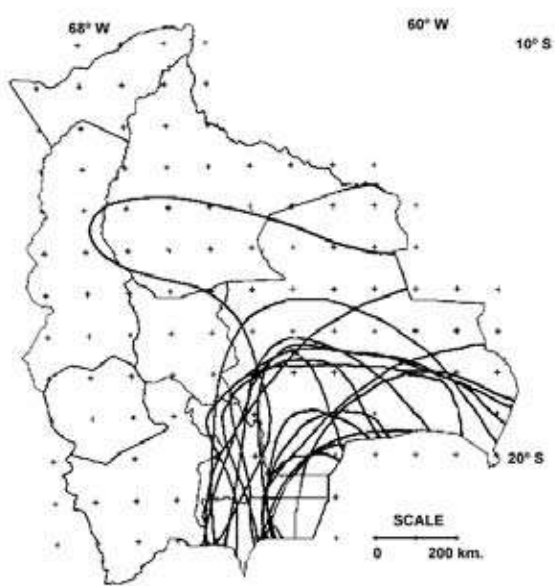
Los estudios sobre mamíferos para el CAM, se encuentran bastante dispersos y en su mayoría no publicados. Por otro lado de 86 estudios compilados para el área, 50 son listas e inventarios, 26 se refieren a temas de “biología y ecología” y el resto habla de “usos y amenazas” a las especies (Araujo 2000). Sin embargo, recientemente, los registros de nuevas especies y los estudios mismos se han ido alejando de los sitios de colecta típicos (camino y centros poblados) hacia lugares con menor accesibilidad, lo que ha incrementado el número de especies y ampliado los registros de distribución de otras (Salazar *et al.* 2002)

Anderson (1997) hace la contribución más importante para mamíferos de Bolivia, publicando datos sobre distribución y taxonomía; desde entonces, se han descrito nuevas taxa, se han hecho nuevos registros de distribución en y para Bolivia, y han ocurrido cambios taxonómicos (Salazar *et al.* 2003). Los estudios en el CAM se concentran hacia áreas protegidas, teniendo nuevamente como en los otros grupos, mayor intensidad en la zona de las áreas protegidas Amboró y Madidi. Los mamíferos medianos y grandes son los mejores documentados, y especies pequeñas son prácticamente desconocidas.

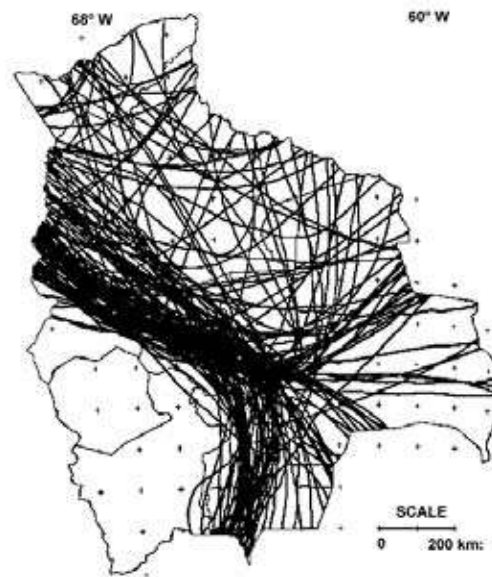
3.4.6.2. Patrones espaciales de distribución y diversidad

Los patrones de distribución y diversidad son variables en los diferentes grupos de mamíferos, especialmente en especies pequeñas, un ejemplo de ello es la variación de la diversidad de roedores que aumenta correlativamente según el incremento altitudinal, alcanzando un punto máximo en la zona de los Yungas, caso contrario sucede con los quirópteros que aumentan su diversidad hacia las tierras bajas (Anderson, 1997). Un análisis de la distribución y zoogeografía de los murciélagos en Bolivia, mostró que la provincia biogeográfica Acre-Madre de Dios es la que presenta la mayor cantidad de especies, mientras que la provincia de los Yungas presentan un núcleo de especies más abundante en relación a los núcleos amazónicos (Aguirre *et al.* 2003).

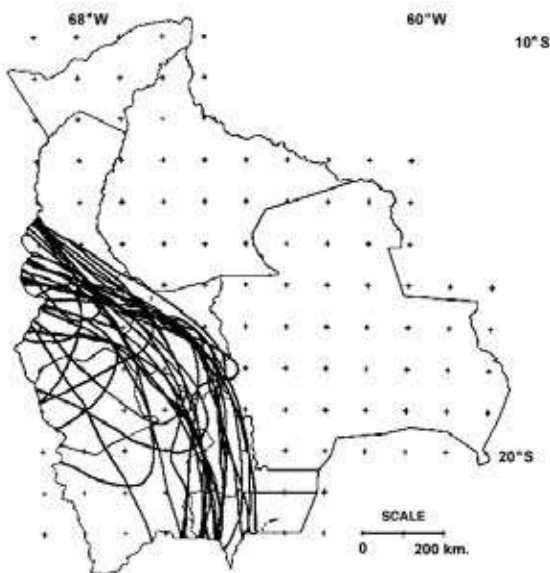
²³ Sin embargo, el mismo análisis para helechos tanto como bromelias resultó en patrones diferentes, tal como patrones “jorobados” u “ondulados”. -Los autores como medida de endemismo utilizan la “rareza de tamaño de área” (*range-size rarity*): el valor invertido promedio del número de celdas de 1° ocupadas por las presuntas áreas naturales, por todas especies registradas.



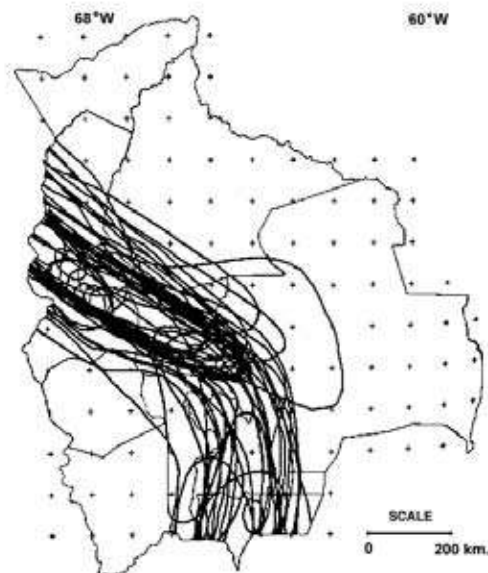
(A) Límites de distribución de especies del Chaco



(B) Límites de distribución de especies de la Amazonia



(C) Límites de distribución de especies del Altiplano



(D) Límites de distribución de especies de Yungas

Fig. 9. Patrones de distribución de mamíferos en Bolivia (modificado según Anderson 1997)

Desde otra perspectiva, analizar los patrones espaciales de distribución a un nivel muy fino sería una tarea casi imposible por el momento, debido principalmente a la ausencia de estudios específicos, y a la falta de sitios de evaluación en diferentes áreas (Salazar *et al.* 2002; Aguirre *et al.* 2003). Sin embargo, Anderson (1997) identificó preliminarmente cuatro zonas básicas de distribución de los mamíferos en Bolivia, en este sentido y después de superponer líneas con rangos de distribución para todas las especies, llegó a la conclusión, de que por lo menos el 76% de las 296 especies analizadas obedecen a alguno de los cuatro patrones propuestos. En la Fig. 9 se puede observar que el patrón (A) especies mayormente chaqueñas, no llegan a tener contacto con la zona del CAM; el patrón (B) conformado por especies amazónicas con rangos de distribución bastante amplios y con límite oeste para una gran parte de las especies hacia la zona del subandino y Yungas; en el patrón (C) se muestran los rangos para la fauna andina, observándose límites de distribución Este bajando a los Yungas, y finalmente, las especies que se enfocan en el patrón (D) presentan una distribución siguiendo la inclinación este de los Andes, muchas especies presentan distribución más restringida, coincidiendo relativamente sus límites con los límites del CAM y extendiendo su distribución hacia el Perú siguiendo la cordillera.

El comportamiento en general de la diversidad de mamíferos tiende a concentrarse en zonas cálidas y normalmente hacia tierras bajas, el bosque Amazónico exhibe la más alta diversidad de especies; en la Fig. 10, se observan algunos patrones de diversidad de la mastofauna, según zonas biogeográficas generalizadas, en este sentido, Anderson (1997) indica que de las 316 especies nativas registradas en Bolivia en aquel entonces, el 36% se distribuye en los bosques de Yungas y el 48% entre los bosques amazónicos del norte y los bosques Sub-tropicales (gradiente entre la zona baja de los Yungas y la llanura). Estudios más recientes de Salazar *et al.* (2003), indican 356 especies de mamíferos para Bolivia, ascendiendo este número a 357 con el descubrimiento de una nueva especie de mono en el Parque Nacional Madidi (Wallace *et al.* 2006), aunque no se han realizado estudios para analizar si la proporción en la distribución se mantiene igual en relación a los resultados de Anderson, es de esperar que el patrón se mantenga relativamente igual, respaldados en que la tasa de descubrimiento de nuevas especies es así.

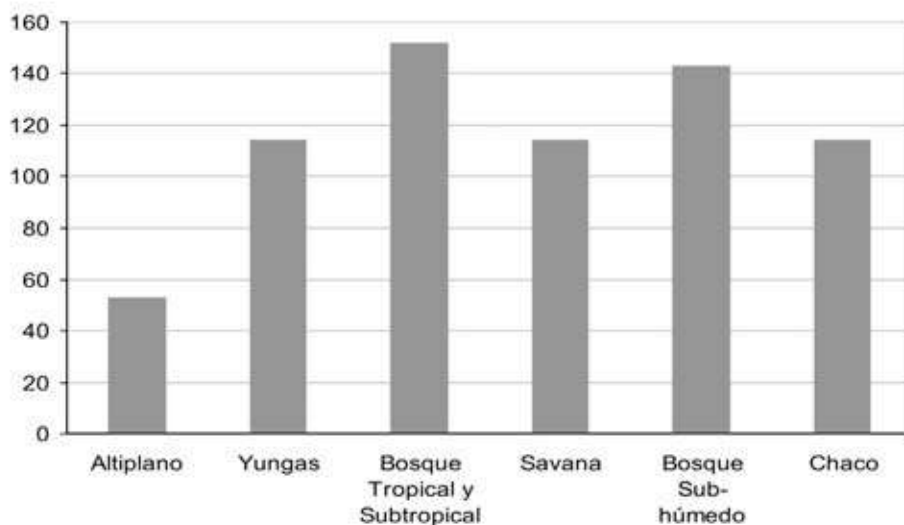


Fig. 10. Zonas de representación para la diversidad de mamíferos, según Anderson (1997)

3.4.6.3. Relaciones biogeográficas y endemismos

La única evaluación completa realizada para un taxa, en cuanto a sus relaciones biogeográfica, fue para el caso de murciélagos (Aguirre *et al.* 2003). Tomando en cuenta la diversidad en distintas zonas biogeográficas (siguiendo la clasificación de Navarro y Maldonado, 2002) la provincia de los Yungas es más similar a la provincia de Bosque Tucumano, y más distinta a la provincia del Acre-Madre de Dios. Por lo que, la composición de la fauna yungueña (por lo menos en el caso de los murciélagos), aunque contiene elementos de los bosques amazónicos, parece tener más relación con la distribución de los bosques montanos mismos.

En el país existen registros de 15 especies endémicas, sin embargo algunas de ellas con determinación taxonómica aún no bien definida (Anderson & Tarifa 1996). Este pequeño número de especies no permite tener una idea clara de los patrones de endemismos para los mamíferos, sin embargo se puede llegar a identificar dos zonas claras de concentración de especies endémicas y con características ecológicas únicas que promueven a la especiación local:

- Zona de transición entre bosques húmedos de Yungas y valles secos en Cochabamba.
- Bosques deciduos transicionales en el centro de Santa Cruz

Las especies endémicas citadas por Anderson & Tarifa (1996), distribuidas en la zona del CAM, se indican a continuación:

- *Marmosops dorothea*, reportada para los bosques húmedos de Yungas (840-2.300 m) y las tierras áridas más bajas del pie de monte de Santa Cruz (250 a 620 m).
- *Callicebus modestus* y *C. olallae*, existen registros sólo para el departamento del Beni, con la localidad tipo en las cercanías de Santa Rosa, con una distribución restringida a los bosques asociados a sabanas y bosques ribereños.
- *Thomasomys ladewi*, conocida para bosques de Yungas, los reportes específicos se sitúan para el valle del Río Unduavi y su tributario el Río Aceramarca, a elevaciones entre 2.500 y 3.240 m.
- *Akodon dayi*, es una especie mejor conocida con relación a su distribución, existen registros para los departamentos de Cochabamba, Santa Cruz, La Paz, Beni y Pando, oscilando entre elevaciones de 160-1.740 m, en bosque de Yungas y bosque de tierras bajas.
- *Akodon siberiae*, los registros de esta especie, están para seis localidades en el bosque montano húmedo y nublado de Siberia entre 1.830 y 3.070 m, próximo a la frontera entre Cochabamba y Santa Cruz.
- *Oxymycterus hucucha*, especie conocida para algunas localidades en el bosque montano húmedo y nublado de Siberia entre 2.650 y 2.960 m, próximo a la frontera entre Cochabamba y Santa Cruz.
- *Chibchanomys* n.sp., registrada en el bosque montano húmedo del Valle del Zongo a 2.160 m. Su status de endemismo para Bolivia necesita ser verificado.
- *Abrocoma boliviensis*, conocida sólo para dos localidades en las cercanías a Comarapa (Dpto. Santa Cruz). El hábitat de una de estas localidades pertenecía a una ladera rocosa, con elevación de 2.310 m.

Los Yungas muestran una mayor concentración de endemismo, sin embargo las especies endémicas, en muchos casos, no sólo se restringen a los Yungas en Bolivia, sino también hacia el Perú, ya que no existen barreras geográficas de importancia que limiten el movimiento de las poblaciones, especialmente para el caso de grandes mamíferos.

En este sentido es posible afirmar que de las 15 especies de roedores y marsupiales endémicas para Bolivia, ocho se distribuyen para la zona de los Yungas. Dos especies de primates tienen una distribución cercana a la cordillera Andina (Salazar-Bravo & Emmons 2003)

De manera general los Yungas funcionan como una especie de refugio para los mamíferos, según Patton *et al.* (1990), la pronunciada variación altitudinal y la intersección vertical con algunos valles han favorecido a la evolución local de pequeños mamíferos; un ejemplo claro de esto es el roedor *Akodon siberiae* que es conocido sólo para el bosque nublado de Siberia.

3.4.6.4. Apuntes sobre movimiento de poblaciones-efectos y necesidades dentro del Corredor

Debido a la falta de información existente, no es posible determinar como suceden los movimientos de las poblaciones de mamíferos en el área del CAM. Apuntes generales, permiten ofrecer algunos datos:

- Especies típicas amazónicas o de tierras bajas podrían realizar movimientos altitudinales, ya que sus rangos de distribución en los últimos años han variado, al ser registrados, a altitudes poco usuales para estas especies. Estos movimientos hacia tierras altas probablemente sean de carácter temporal y sucedan por periodos de inundación, refugio en algunos casos, y búsqueda de alimentos, en otros.

Tabla 23. Límite altitudinal superior para algunas especies típicas de tierras bajas

Especie	Nombre Común	Límite altitudinal superior (m)
<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir o Anta	Hasta los 1.840
<i>Ateles chamek</i>	Mono araña	Hasta los 2.200
<i>Panthera onca</i>	Tigre	Hasta los 2.000
<i>Mazama americana</i>	Huaso	Hasta los 2.000

Fuente: Emmons 1998; Anderson 1997.

- De igual manera se pueden observar movimientos especies andinas hacia tierras bajas, p.ej. se tienen registros sobre el uso de hábitat del oso andino o jucumari (*Tremarctos ornatus*) en el Parque Nacional Amboró a distintos pisos altitudinales desde los 550 m hasta los 3.080 m, teniendo marcada preferencia por las alturas superiores a los 2.000 m (Eulert 1994). Probablemente el jucumari, es una de las especies típicas de “corredores biológicos,” realizando movimientos altitudinales y latitudinales.

Algunas especies utilizan la base de los andes o zonas superiores, como refugio en casos de pérdida de hábitat, perturbación humana, o también, según la disponibilidad de alimentos. En algunos lugares como el Parque Nacional Amboró o Carrasco, especies como el tropero (*Tayassu pecari*) que en décadas anteriores se podían encontrar con relativa facilidad en tierras bajas, actualmente, son muy difíciles de registrar y normalmente se encuentran hacia el interior de los parques, en el piedemonte andino y a alturas superiores a los 800 m. En otro caso, Paisley (2001), al realizar seguimiento de dos osos andinos con radiotelemetría, no registró señal por 3 meses, lo que podría hacer pensar que “bajaron” hacia lugares donde la abundancia de otros recursos (como

palmito) estaba disponible en ese tiempo. En otro caso, los rangos de hogar amplios de los troperos (Ayala *et al.* 2005) muestran un uso estacional del espacio de acuerdo a la disponibilidad de recursos, que en época de escasez podría provocar movimientos grandes (tipo migración) hacia otras zonas con mayor abundancia.

Aspectos sobre rangos de distribución de diferentes grupos de mamíferos hace que sus mismas necesidades de movimientos locales sean especiales para cada grupo, por ejemplo, pequeños mamíferos como roedores y marsupiales son mucho más sedentarios que otros mamíferos y por ende son más dependientes del hábitat donde prosperan. En el caso de mamíferos grandes se observa una mayor capacidad de movimiento en el sentido de intercambiar hábitats, o cruzar ciertas barreras geográficas e incluso antropogénicas. Por ejemplo, en el caso de Madidi, para los troperos y otros ungulados el pie de monte ha resultado ser un sitio clave, en comparación con otros sitios de tierras bajas, debido a las elevadas abundancia encontradas (Gómez *et al.* 2006).

Los rangos de hogar amplios de los troperos (Ayala *et al.* 2005) muestran un uso estacional del espacio, de acuerdo a la disponibilidad de recursos, que en época de escasez podría provocar movimientos grandes (tipo migración) hacia otras zonas con mayor abundancia.

3.4.7. Patrones de diversidad y endemismo de flora y fauna

C. Nowicki & P.L. Ibisch

Los Andes tropicales sobresalen a nivel mundial por su alta diversidad y endemismo de especies. En Bolivia, el Corredor Amboró-Madidi, forma parte de este centro de diversidad biológica a nivel mundial. En un esfuerzo por elaborar mapas sobre patrones de diversidad y endemismo de especies para Bolivia, realizados con BIOM (Bioclimatic Model for the extrapolation of species ranges and diversity patterns/Sommer *et al.* 2003; Nowicki 2004) para 17 taxa diferentes entre flora y fauna, confirman claramente la importancia del CAM en Bolivia, como una zona clave para la biodiversidad, dada su alta diversidad de especies y sus valores elevados de riqueza de endemismo.

Los resultados de este análisis intensivo de los patrones de distribución de miles de especies, el ensayo de mapeo de biodiversidad más grande realizado hasta el momento, confirma las tendencias cualitativamente descritas en diferentes obras acerca de la distribución de la diversidad biológica de Bolivia (ver p.ej. texto acerca de la flora del CAM). También se pueden ver que los mapas aquí presentados no están sesgados por la falta de conocimiento y colección de especímenes en partes del territorio. Los resultados tampoco reflejan patrones de infraestructura y accesibilidad, sino más bien patrones climatológicos y topográficos, resultados que van conforme con las observaciones y explicaciones de la distribución de la diversidad. También debe considerarse que se trata de mapas de patrones de riqueza de especies y riqueza de endemismo potencial, que no tienen en cuenta el estado actual de conservación, y por lo tanto, tampoco la pérdida de diversidad, en áreas fuertemente intervenidas por el humano.

En términos generales los resultados sobre riqueza absoluta de especies y riqueza de endemismo, considerando diferentes taxa entre flora y fauna, se presentan a continuación.

a) Patrones de riqueza de especies

El análisis de los patrones de la riqueza de especies para Bolivia muestra un desequilibrio marcado en su distribución (mapa 7). Como máximo absoluto de la diversidad emerge la vertiente nor-occidental, que corresponde con el área del Corredor Amboró-Madidi. Con un máximo de 2.825 especies extrapoladas en sólo una celda (2 arc min = 3,6km * 3,6km), los Yungas de La Paz ocupan el primer lugar en cuanto a la riqueza de especies en Bolivia. Hacia el sudeste de la vertiente y hacia al codo de los Andes, baja el promedio de la riqueza de especies

continuamente, pero llega en algunas celdas, como por ejemplo en el Parque Nacional Amboró, todavía hasta 1.800 especies.

El patrón de distribución específico para flora (Fig. 11a) muestra una muy alta diversidad de especies dentro de los límites del CAM. En general, a nivel de Bolivia, sobresalen los Bosques del Subandino y los Yungas por su mayor concentración de especies. Los Yungas de La Paz, en especial, pueden considerarse como el centro de mayor diversidad florística del país. En el patrón general de distribución de la flora, igualmente se observa un gradiente en la riqueza de especies que disminuye hacia el codo de los Andes.

Por otro lado, la riqueza de especies en fauna (Fig. 11b) muestra fuera de los límites del CAM, un patrón diferente al de flora. A nivel de Bolivia, el CAM sigue sobresaliendo por su alta riqueza de especies, especialmente en los Bosques del Subandino y Yungas de La Paz, sin embargo, también se observa una alta concentración de especies fuera de los límites del CAM, en el área de transición entre los Llanos de Moxos, Bosques Amazónicos del Mamoré y el Cerrado Beniano.

b) Patrones de riqueza de endemismo

El desequilibrio en la distribución de especies se nota aun más en relación al endemismo (mapeado como riqueza de endemismo/mapa 8). Los valores máximos se encuentran otra vez en la vertiente nor-occidental de los Andes. Zonas de más alta riqueza de endemismo son la Cordillera de Cotapata, situada en los Yungas de La Paz, el Chapare en el departamento de Cochabamba y La Siberia, entre los departamentos Cochabamba y Santa Cruz. Este mismo patrón, se puede observar para el caso de flora (Fig. 11c) al analizar los patrones de riqueza de endemismo para flora y fauna por separado.

Los patrones de riqueza de endemismo en Bolivia para fauna (Fig. 11d), presentan valores altos en toda el área del CAM, gran parte de la Amazonia, los Valles Secos Interandinos, y el Bosque Tucumano-Boliviano. Sin embargo, los centros de mayor riqueza de endemismo en Bolivia se ubican en el CAM, en los Yungas entre Apolobamba y Madidi; la Cordillera de Cotapata, situada en los Yungas de La Paz, y la zona Altamachi en el Departamento de Cochabamba.

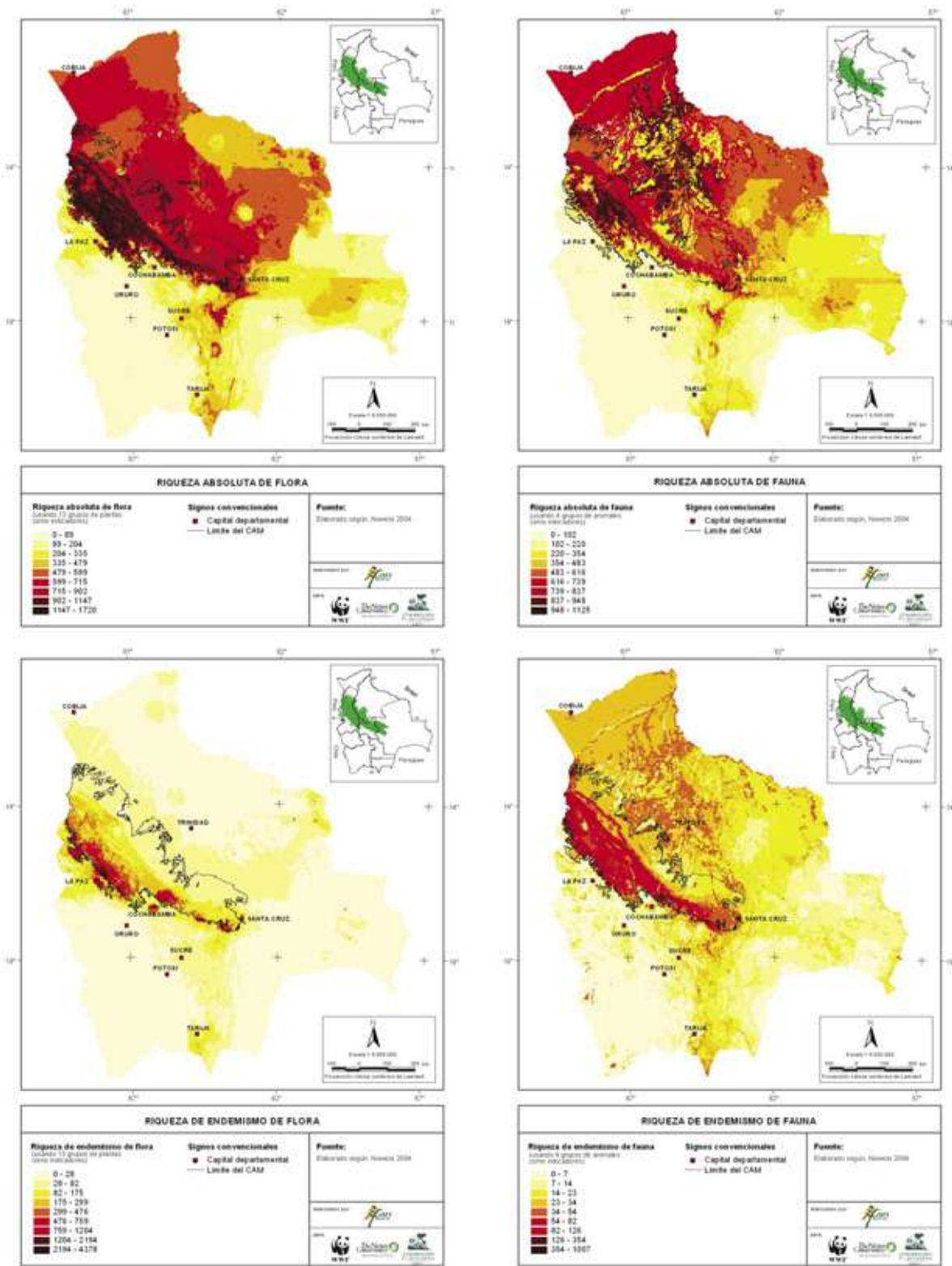
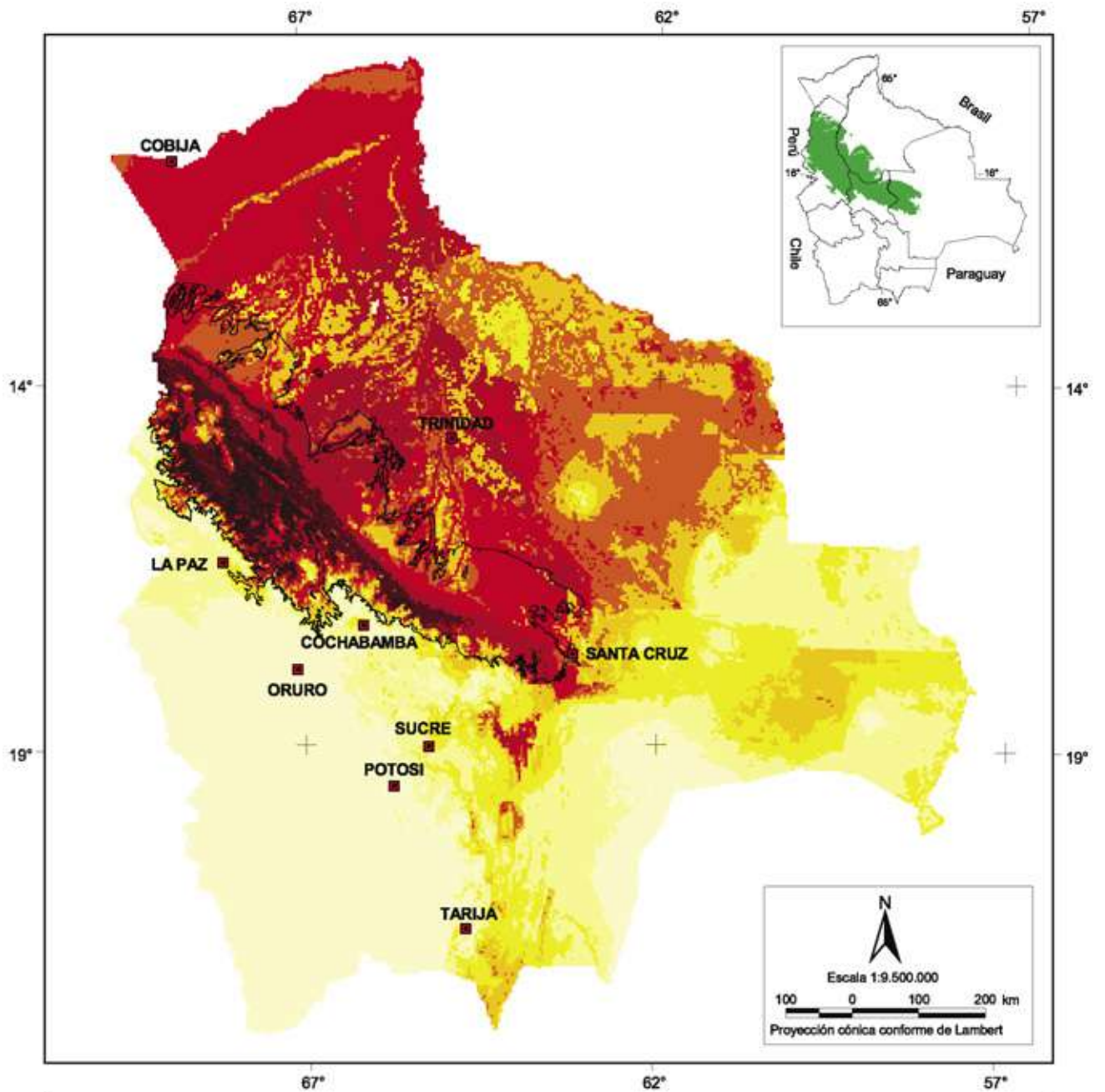
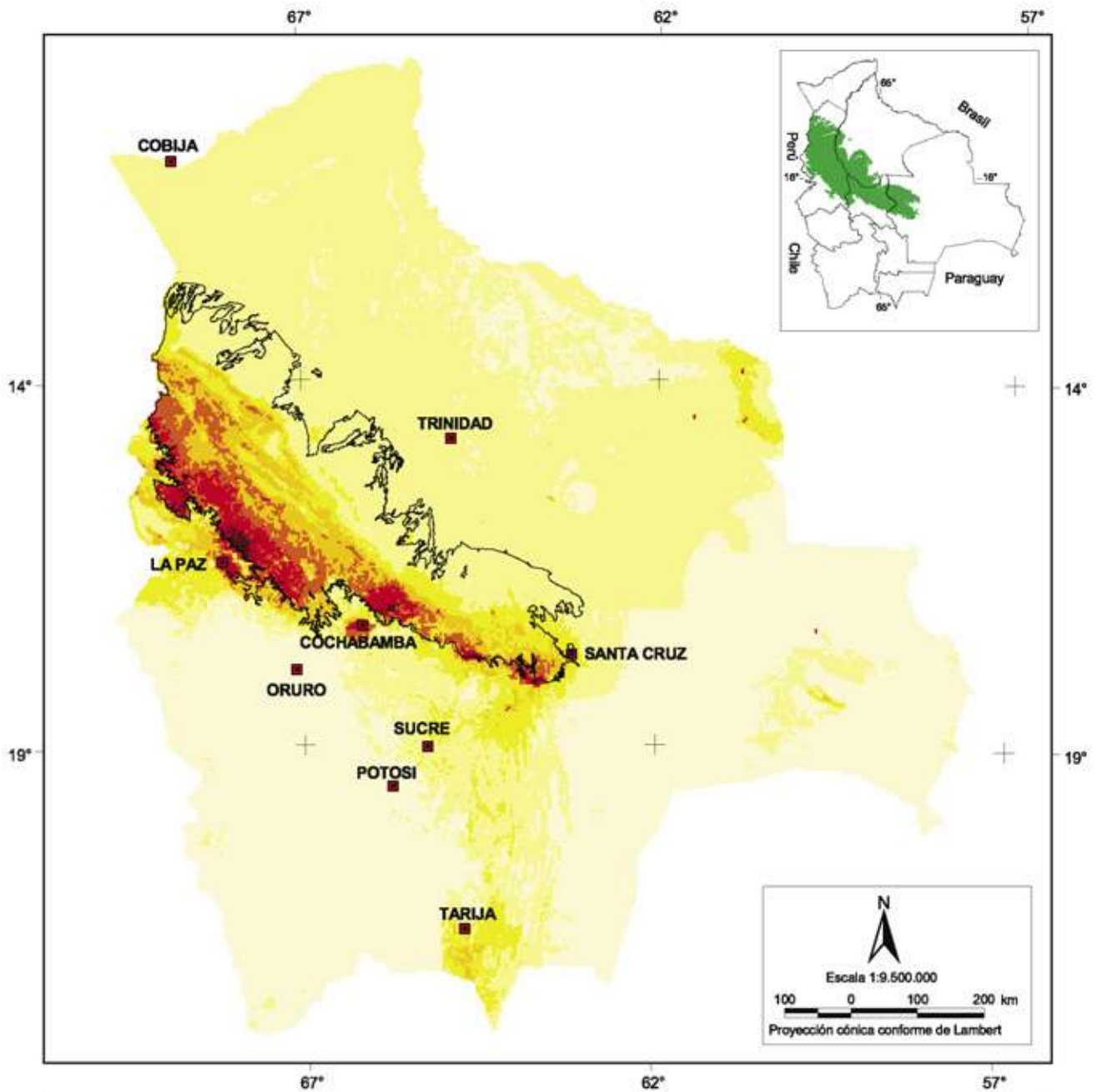


Fig. 11: Patrones de riqueza de especies y riqueza de endemismo para flora y fauna
a) riqueza de flora, b) riqueza de fauna, c) riqueza de endemismo de flora y d) riqueza de endemismo de fauna



RIQUEZA ABSOLUTA DE ESPECIES		
<p>Riqueza absoluta de especies (usando 17 grupos de plantas y animales como indicadores)</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 - 242 242 - 503 504 - 768 769 - 1005 1006 - 1202 1203 - 1419 1420 - 1709 1710 - 2049 2050 - 2825 	<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capital departamental --- Limite del CAM 	<p>Fuente: Elaborado según, Nowicki 2004.</p>
<p>elaborador por:</p>		
<p>para:</p>		

Mapa 7



Mapa 8

3.5. Las funciones y procesos bio-ecológicos, funcionalidad y servicios

P.L. Ibisch & S. Kreft

Definiciones modernas y completas sobre biodiversidad reconocen que ésta misma representa toda la variabilidad de sistemas biológicos en sus diferentes niveles jerárquicos. A nivel de los ecosistemas, la biodiversidad incluye, también, las interacciones entre diferentes especies (Pearce & Moran 1994), y siendo consecuente, también abarca las interacciones entre ecosistemas. Estas interacciones son parte de un sistema de procesos dinámicos que llevan, tanto a patrones de biodiversidad observables (tales como riqueza de especies, endemismo) como a cambios de los mismos sistemas biológicos de muy alta relevancia para la conservación.

Los enfoques tradicionales de planificación de conservación se caracterizan por enfocarse fuertemente en los patrones y estructuras actualmente observables llevando a conceptos bastante estáticos. En el marco de los esfuerzos por desarrollar una metodología de planificación ecorregional en Bolivia (comparar Ibisch *et al.* 2003, Ibisch & Araujo 2003 Ibisch & Nowicki 2004) se ha tratado de enfatizar cada vez más el aspecto de los procesos bio-ecológicos relacionados con los ecosistemas funcionales. Al mismo tiempo, la investigación de los aspectos de la funcionalidad de la biodiversidad, a nivel mundial, ha avanzado permanentemente. Por lo tanto, es la primera vez que, se analiza de manera detallada el tema de los procesos y funciones para llegar a un concepto de conservación funcional en una región boliviana. Obviamente, la diversidad de procesos y el conocimiento reducido acerca de muchos de ellos, limita el nivel del análisis; sin embargo, se presentan aspectos importantes que tienen consecuencias relevantes para las estrategias de conservación.

Antes de describir algunas funciones y procesos bio-ecológicos del CAM, es necesario explicar más a fondo los conceptos y términos básicos y el estado de conocimiento científico, para destacar mejor la gran importancia del tema. Estas nuevas perspectivas -crearán- necesariamente cambios fundamentales en las estrategias de conservación.

Podríamos definir **procesos bio-ecológicos** como cualquier cambio del estado de la biodiversidad o del medio ambiente como consecuencia de una interacción entre dos o más elementos de la biodiversidad, en cualquier nivel jerárquico.

Los procesos dentro de una especie que promueven su evolución -sin contar los efectos de otras especies o del medio ambiente- serían los **procesos** netamente **biológicos**.

La interacción de individuos de organismos a nivel de genomas, generalmente, lleva a **procesos evolutivos**.

Los procesos que implican la interacción de dos o más especies o de una especie con factores abióticos, serían los **procesos ecológicos**. Claramente, los procesos ecológicos pueden tener consecuencias evolutivas, como p.ej., el efecto de un depredador en su presa o de un polinizador en una especie de planta ejecutando una presión selectiva.

Los **procesos biogeográficos** -p.ej., colonización, migración, desplazamiento/ampliación de rangos de especies, conjuntamente con procesos evolutivos como especiación y extinción, llevan a cambios temporales o definitivos de las comunidades biológicas y, por lo tanto, interacciones de especies coexistentes en ciertas dimensiones de tiempo y espacio.

Aparte de los procesos que involucran elementos de la biodiversidad, hay **procesos geofísicos** que causan cambios en el clima, la hidrológica, la geomorfología, la geología, la topografía, etc. Estos procesos geofísicos son los motores más fuertes del cambio en la biodiversidad. En el momento en que la biodiversidad, en un sentido contrario, también afecte y/o cambie los procesos geofísicos, el proceso cambiaría para ser un proceso ecológico.

Cualquier especie está involucrada en procesos bio-ecológicos. Claramente, algunos procesos son más observables y de mayor magnitud que otros, y algunas pocas especies tienen una importancia relativamente alta para procesos de mayor magnitud. Por ejemplo, la introducción de una especie que fija nitrógeno en un ecosistema caracterizado por la escasez de nutrientes tendría una importancia grande para el sistema (Chapin *et al.* 2000).

La mayoría de los procesos ecológicos representan funciones de características de dos o más especies, que no son más que la suma de las funciones de las especies, ya que son especialmente las interacciones entre especies que determinan las características de los ecosistemas (Chapin *et al.* 2000). Interacciones entre especies que pueden impactar al ecosistema, por ejemplo, son el mutualismo, interacciones tróficas y competencia, capaces de modificar el paso del flujo energético o de los nutrientes.

Si los procesos ecológicos son importantes o imprescindibles no solamente para cambiar, sino también para mantener otros elementos de la biodiversidad o mantenerse a sí mismo, podemos hablar entonces de **funciones ecológicas**.

Si en un ecosistema o en un complejo de ecosistemas (meta-ecosistema; comparar Loreau *et al.* 2003²⁴) las funciones están intactas, se puede decir que el sistema es **funcional**. Obviamente, un sistema funcional no es estático, sino más bien la interacción de los diferentes procesos bio-ecológicos, y también los procesos geofísicos, hacen que el sistema cambie su estado. En el contexto de la conservación, la **funcionalidad** de los ecosistemas representa un muy alto valor. Es posible conservar un ecosistema tratando de mantener su estructura, por lo menos, durante un cierto tiempo, pero si cambian o se pierden sus funciones ecológicas, ciertamente, a lo largo, el sistema estará convertido (degradado) en un otro sistema (supuestamente, con menos procesos ecológicos y con una estructura más simple). Tal como una población de una especie es viable solamente si cuenta con un número mínimo de individuos y una diversidad genética mínima. Los ecosistemas son viables únicamente si se mantiene un juego mínimo de funciones ecológicas.

Posiblemente, un ecosistema puede perder unas cuantas especies y unos procesos ecológicos sin, inmediatamente, cambiar su estructura y características. Justamente, esta pregunta es tratada por una subdisciplina reciente y muy activa de la ecología que trata de entender cuánto la funcionalidad de los ecosistemas depende de la cantidad y calidad de la biodiversidad (Loreau 2000, Loreau *et al.* 2001, 2002a,b,c, Naeem *et al.* 2002, Giller *et al.* 2004). Parece que la diversidad de tipos funcionales es importante para las funciones de los ecosistemas, pero sin embargo, es poco probable que cada una de las especies de un ecosistema, especialmente en el caso de los muy diversos, tenga un rol muy importante. Incluso hay taxa muy diversos (también en el área del CAM), como las orquídeas, que son recursos importantes para muy pocas otras especies, cuya eliminación posiblemente no afectaría la funcionalidad del ecosistema en la que viven (Ibisch 2004).

Existe la idea que la biodiversidad podría representar un “seguro” importante para enfrentar los cambios ambientales futuros: “*Even when high diversity is not critical for maintaining ecosystem processes under constant or benign environmental conditions, it might nevertheless be important for maintaining them under changing conditions*” (Loreau *et al.* 2001). Hay hipótesis e indicios referentes al tema, pero ningún dato seguro: “*As diversity increases, the variability of individual populations may increase as a result of the destabilizing influence of strong species interactions internal to the system, but the variability of aggregate ecosystem properties often decreases because of the stabilizing influence of asynchronous species responses to intrinsic or extrinsic environmental fluctuations. What remains unclear, however, is whether this stabilizing effect saturates at low or high diversity, which depends on model conditions*” (Loreau *et al.* 2001).

²⁴ “A meta-ecosystem is defined as a set of ecosystems connected by spatial flows of energy, materials and organisms across ecosystem boundaries” (Loreau *et al.* 2003). Siguiendo este concepto, las ecorregiones podrían entenderse como metaecosistemas.

De todas maneras, la discusión intensiva de la interacción biodiversidad-funcionalidad de ecosistemas contribuye a un cambio de enfoque relevante para la investigación y también la conservación: “*Shift the focus of investigation from a species-richness-centred approach to a broader consideration of the multifarious aspects of biodiversity that may well be critical to understanding effects of biodiversity changes on overall ecosystem functioning*” (Giller *et al.* 2004).

En los siguientes subcapítulos se describen procesos y funciones seleccionados que tienen relevancia en el CAM y cuyo análisis implica consecuencias para el diseño de estrategias de conservación:

- Procesos y funciones a nivel de especies: evolución biológica
- Movimiento y desplazamiento de organismos y conectividad
 - Movimientos de individuos de animales y diásporas de organismos sésiles dentro de su rango de distribución
 - Ampliación del rango de distribución
 - Desplazamiento de rangos de distribución y cambios de interacciones debido a cambios climáticos
- Procesos y funciones a nivel de comunidades biológicas e interacción de especies
 - Polinización
 - Dispersión zoocórica de diásporas
- Funciones y procesos climáticos e hidrológicos.

Como se verá, especialmente los procesos que involucran organismos están fuertemente interrelacionados: Por ejemplo, un proceso ecológico de interacción entre individuos de dos especies como es la dispersión, tiene que ver con el desplazamiento de organismos (proceso biogeográfico), lo cual puede ser altamente relevante para el origen de una nueva especie (proceso evolutivo). Los cambios climáticos también causarán el desplazamiento de rangos de distribución implicando que una nueva especie aparezca en un ecosistema mientras otras se pierdan, lo que cambiaría las interacciones de especies en el ecosistema.

3.5.1. Procesos y funciones a nivel de especies: Evolución biológica

P.L. Ibisich & S. Kreft

La evolución de la vida en el planeta, en sí, es un proceso biológico que se basa en un sinnúmero de procesos geofísicos, biológicos y ecológicos. Uno de los procesos más significativos de la evolución es aquella de la especiación. Las especies se originan debido a procesos ecológicos, por ejemplo, relacionados con presiones selectivas causadas por otras especies (depredadores, polinizadores, entre otros) o cambios ambientales con consecutivo cambio de los nichos ecológicos (*niche shifting*, colonización de nuevos hábitats, radiación adaptativa) y/o debido a procesos genéticos, tales como recombinación de información genética, hibridización y otros (comparar p.ej. Levin 2000). La especiación debe ocurrir en un contexto espacial, y se conocen eventos de especiación alopátricos y simpátricos (Levin 2000). El proceso opuesto de la especiación es la extinción. De alguna manera son las dos caras de la misma medalla: ambas tienen que ver con la diversidad genética en poblaciones que aumentan o disminuyen, y sobre todo con flujo genético entre miembros de poblaciones y entre poblaciones. La dinámica de poblaciones (meta) influenciada por accidentes históricos (p.ej., geología, geomorfología, cambios climáticos) o impactos fuertes por otras especies como el humano, define si una especie mantiene un *statu quo*, prospera, o pierde con respecto al tamaño de su rango de distribución, su diversidad genética y finalmente su viabilidad. El

problema principal de conservación de poblaciones viables de especies está relacionado con el tamaño de estas poblaciones y su diversidad genética. Endogamia y homocigótica en poblaciones pequeñas son los factores más importantes que pueden (no necesariamente deben) llevar a la extinción (Frankham *et al.* 2004).

Evolución en el CAM: En el área del CAM, la actividad evolutiva está netamente relacionada con el origen y la existencia de los Andes: “Destaca el hecho que el levantamiento de los Andes, geológicamente reciente, es el factor principal para hacer de Bolivia, un país megadiverso, con mucha biodiversidad única y distinta. El piso andino representa el área de mayor actividad evolutiva actual. Los mecanismos de generación y mantenimiento de diversidad en esta área tienen que ver con:

- la creación de ecosistemas nuevos con muchas “licencias ecológicas libres” en el momento del levantamiento andino, que permitió una radiación adaptativa de grupos con la predisposición respectiva, la diversidad de hábitats por la geodiversidad (clima, geología, suelos) y gradientes ambientales muy pronunciados a corta distancia,
- la permanente dinámica natural de los hábitats a nivel micro (por procesos geomorfológicos como erosión, derrumbes, sedimentación etc.) que permite la coexistencia de diferentes expresiones sucesionales de comunidades biológicas y que aumenta la misma diversidad de hábitats,
- la mezcla de elementos biogeográficos muy distintos que, entre otros, causó la necesidad o posibilidad de nuevas interacciones bióticas,
- la creación de ambientes muy húmedos y templados en los Yungas, beneficiando a una gran diversidad de formas de vida de plantas y la coexistencia de un gran número de especies (por la humedad también creación de la posibilidad de colonizar el espacio epifítico, cuyas características de hábitat también estimulan la generación y el mantenimiento de diversidad),
- la estabilidad climática a nivel local que mitiga el riesgo de extinciones en tiempos de cambios climáticos,
- los cambios climáticos periódicos que han llevado al aislamiento y/o movimientos forzados de poblaciones y sus rangos, promoviendo la especiación especialmente en taxa que tienden a tener dificultades en mantener el flujo genético (p.ej. Orchidaceae, subfamilia Pitcairnoideae de las Bromeliaceae),
- la alta probabilidad de aislamiento geográfico por cadenas montañosas y el efecto fundador en casos de individuos o diásporas que logran colonizar una nueva área. Este factor sería más importante en los valles interandinos pero también se aplica en los Yungas. (Comparar también Gentry 1982, Ibisch 1996, subcapítulos anteriores)” (Ibisch *et al.* 2003).

Varios puntos anteriormente mencionados se refieren a movimientos de especies, poblaciones, individuos o material genético. Estos movimientos determinan si existe o no flujo genético entre áreas donde la especie ya existía o no. Todas las diferentes clases de flujos y movimientos espacio temporales pueden ser latitudinales o altitudinales. Mientras las migraciones contribuyen más a la manutención de la diversidad actual, la dispersión facilita la manutención de la diversidad tanto como la evolución de nuevas especies (a través de poblaciones fundadoras); por otro lado, una capacidad para dispersión baja igual puede facilitar evolución (a través de aislamiento geográfico). Destacándose la importancia de los procesos relacionados con movimientos especies, poblaciones, individuos o material genético, los mismos que estarán analizados más a detalle en las siguientes secciones del presente capítulo.

Conclusiones para la conservación en el CAM

Debido a que en el CAM se encuentra el centro boliviano de especies con rangos muy restringidos de las cuales, una mayoría evolucionó en tiempos recientes en el área de su actual distribución, debe destacarse la sobresaliente importancia de conservar los procesos evolutivos en la región. No hay otra región en Bolivia donde la conservación de procesos evolutivos tenga una relevancia comparativa. El mapa de riqueza de endemismo (valor C), muestra que en toda el área hay valores altos indicando una actividad evolutiva elevada. Claramente, hay algunos centros donde se registra la actividad más alta. Naturalmente estas áreas requieren de mayor atención en la estrategia regional de conservación tomando las comunidades biológicas ricas en especies localmente endémicas como objetos de conservación. Idealmente, las áreas respectivas deben protegerse de una manera más o menos intensiva. El objetivo de conservación no sería solamente mantener las especies localmente endémicas, muchas veces caracterizadas por poblaciones bastante pequeñas, sino conservarlas como sistemas que en el futuro, potencialmente, seguirán evolucionando llevando a más y, sobre todo, distintas especies.

3.5.2. Movimiento y desplazamiento de organismos y conectividad

P.L. Ibsch & S. Kreft

Una característica importante de los ecosistemas continentales es que las comunidades biológicas no son muy estables con respecto a su composición; pueden y deben reaccionar de manera dinámica a los cambios de las condiciones ambientales que se presentan permanentemente (Walter 2004). Esta reacción ocurre a través del desplazamiento del rango de distribución de las especies. Claramente, algunas especies se desplazan más ágilmente que otras lo que causa, justamente, cambios de composición de las comunidades biológicas en el tiempo. Fue una reciente lección aprendida muy importante de la paleoecología que las especies se comportan de una manera bastante independiente e individual y que, p.ej., los cambios climáticos no causan el desplazamiento de ecosistemas enteros (Bush 1994, Pelatt 2002)²⁵. Por tanto, la conservación de la funcionalidad continental, especialmente, debe apuntar hacia la conectividad de poblaciones para que puedan mantener su identidad genética y demográfica en un área no claramente definida y restringida espacialmente (Walter 2004).

En este contexto es importante reconocer que los cambios ambientales no significan la misma necesidad de desplazamiento para todas las especies. Justamente, las especies endémicas a nivel local, por razones relacionadas con la dimensión espacio-funcional reducida de su nicho ecológico (*eigenplace*²⁶; Walter 2004) -muchas veces vinculado con condiciones ambientales azonales-, o problemas que tienen que ver con una capacidad reducida de colonizar nuevos sitios, a veces no pueden desplazarse de manera significativa. Esto, por un lado, puede significar que en el caso de cambios climáticos están entre las especies más amenazadas y que apenas pueden beneficiarse de medidas de conservación *in situ*. Por otro lado, en ciertos casos, pueden mantenerse en su *eigenplace* a pesar de la conversión de ecosistemas naturales a nivel macro (p.ej., especies dependientes de

²⁵ Comparar también: *Because of a continual turnover of ecological conditions, local communities show a continual turnover of species, at one time gaining species because the scale of processes allows a certain type of trait, and at others losing them again because the same trait happens to have resulted in too great a risk of extinction. Biological diversity is both the result and expression of all sorts of adaptations of life to the environmental turmoil; it can only be maintained as long as this turmoil exists*" (Hengeveld 1994 citado por FAO 2003).

²⁶ *The biotic space of a single taxon (usually a species, but applicable also to subspecies, populations and even individuals), is called its eigenplace defined as the functional spatial complex sustaining a taxon. [...] The eigenplace of a taxon includes every spatial pattern and process as part of its functional relevance for persistence. For example, climatology, landscape heterogeneity, current dispersion and dispersal (vagility), historic dynamics of local, regional and global distribution area, metapopulation structure, and reliance on particular substrates or mutualism are some but certainly not all factors defining an eigenplace*" (Walter 2004).

paredes rocosas muy escarpadas que mantienen sus condiciones como hábitat, a pesar de la deforestación del fondo del valle; Ibisch 2003). O, incluso, hay especies endémicas que se favorecen por el cambio antropogénico de los hábitats (Ibisch 2003).

Como conclusión de lo anterior cabe destacar que no son necesariamente aquellas especies con los rangos de distribución muy restringida que deben enfocar la planificación regional de conservación. Más bien pueden ser las especies con rangos medianos que tienen mayores problemas de mantener la conectividad de sus poblaciones y adaptar el espacio ocupado a las múltiples condiciones físicas y bióticas del medio ambiente. La pérdida de la mencionada funcionalidad continental -que tiene que ver con la necesidad de especies de desplazar su rango de distribución de manera bastante dinámica- puede considerarse como un problema central de conservación y que, hasta ahora, no ha sido tomado en cuenta, de manera suficiente, por los conservacionistas (Walter 2004).

La necesidad de facilitar movimientos -la migración y/o desplazamiento de individuos o diásporas y finalmente poblaciones y especies- se considera como una prioridad máxima para la planificación de conservación en el área del CAM. Por lo tanto, en las siguientes secciones, se analiza de manera detallada qué tipo de movimientos y desplazamientos están ocurriendo en el área de estudio.

3.5.2.1. Movimientos de individuos de animales y diásporas de organismos sésiles dentro de su rango de distribución

P.L. Ibisch & S. Kreft

Comúnmente, los animales son asociados con alta movilidad, mientras que las plantas se caracterizan por ser sésiles. Si bien esto representa una generalización realística y útil en cuanto a los estados maduros en los ciclos de vida de plantas y animales, es importante considerar que el ciclo de vida de la mayoría de las plantas también incluye dos períodos de desplazamiento, la **translocación del polen** y la dispersión de la diáspora. Las unidades de dispersión, semillas en el grupo de las espermatófitas, por un lado, sirven para mantener el flujo genético dentro de una población o entre las poblaciones de una población meta (en animales, muchas veces son individuos jóvenes que se dispersan). En otras palabras, a nivel poblacional, la dispersión es el mecanismo que distribuye los individuos sobre el área actualmente ocupada. Desde un punto de vista de la comunidad de especies, la dispersión garantiza la mezcla tendencialmente homogénea de las especies en su hábitat, evitando la formación de “grumos” (“*clumps*”) de individuos de las diferentes especies. Por otro lado, una segunda función existe en la colonización de nuevas áreas, no habitadas anteriormente por la especie correspondiente (ver contribuciones en Clobert *et al.* 2001; ver también 3.5.3.3 sobre zoocoría, mecanismos de dispersión de especies con la ayuda de otras). En términos biogeográficos, en los límites de distribución, la dispersión compensa la mortalidad y la presión competitiva de otras especies invadiendo el área.

En general, el conocimiento de la dispersión es aún escaso (Walters 2000, McDonald & Johnson 2001). Para muchas especies faltan datos relevantes en el contexto de la conservación, tales como las distancias atravesadas por diásporas y -en el caso de dispersión por agentes bióticos- las exigencias de los individuos dispersores con respecto a la matriz atravesada durante su dispersión, entre otros.

En el caso de las orquídeas existe el fenómeno interesante que tienen semillas aptas para la dispersión eólica a grandes distancias pero que el establecimiento de nuevas subpoblaciones está limitado

- por los rangos de los polinizadores que frecuentemente son mucho más pequeños que el alcance de las semillas,
- y también por las exigencias de las semillas con respecto a una germinación exitosa.

El resultado son poblaciones naturalmente pequeñas, discontinuas y dispersas que facilitan *drift* genética y especiación o extinción (Ibisch 2004). “Ya que las orquídeas desarrollaron diásporas aptas para el transporte a muy larga distancia, aumenta el riesgo que la semilla caiga en un lugar lejos del rango de distribución del polinizador y también de la población original de la orquídea. Por lo tanto, sin duda, en el caso de las orquídeas fácilmente se producen muchos eventos de fundación de nuevas poblaciones (*founder effect*) (Benzing 1981, 1987, Gentry & Dodson 1987, Ackerman 1998). Basta que vivan muy pocas semillas y plantas dispersadas a larga distancia (cientos o hasta miles de kilómetros) para fundar una población genéticamente aislada y además muy pequeña en la cual se producen cambios evolutivos muy rápidos” (Ibisch 2004).

En la dispersión activa, los mejores dispersores generalmente son animales volátiles (varios grupos de insectos: p.ej., libélulas, mariposas, abejas; vertebrados: aves, murciélagos). En general, especies que habitan campos abiertos, el dosel o el borde de bosque tiene una capacidad de dispersión alta, en especies del interior del bosque, en cambio, se puede observar una capacidad reducida (p.ej. Hill 1995). Asimismo, especies que buscan sus alimentos en sustratos (suelo, follaje etc.) tienden a ser dispersores menos capaces (Fjeldså & Krabbe 1990). Entre las especies con menor capacidad de dispersión se pueden mencionar algunas plantas con semillas no aptas para la dispersión por el viento ni por animales y que, fuertemente, tienden a poblaciones localmente endémicas (p.ej. Pitcairnoideae, Bromeliaceae).

Entre los animales, existen movimientos muy diversos en cuanto a su periodicidad, las distancias atravesadas, la función, los taxa que los llevan a cabo etc. Las distancias atravesadas diariamente, que están vinculadas a la búsqueda alimenticia, y con las distancias también las áreas cubiertas, dependen esencialmente del tamaño de la especie y de su movilidad y pueden abarcar distancias de unos milímetros o centímetros (insectos pequeños) hasta varios kilómetros (loros-Psittacidae, gatos-Felidae). Mientras muchos movimientos cíclicos son de un día, otros son estacionales y pueden durar varios meses. Aparte de movimientos para buscar alimentos, algunos movimientos pueden ser necesarios para marcar el territorio, para buscar una pareja, para esconderse de depredadores, protegerse de influencias abióticas contrarias etc. Otras diferencias consisten en la organización social: Algunos movimientos típicamente conciernen a individuos solitarios, mientras otros movimientos son característicos para parejas, familias, bandadas intra-específicas o incluso bandadas mixtas de muchas especies (en el bosque preandino del CAM, bandadas mixtas de aves pueden abarcar hasta 25 especies, compuestas de 40 hasta 60 individuos: S. Kreft, datos no publicados). Aunque todos estos movimientos requieren de una conexión adecuada entre parches de hábitat, son especialmente los movimientos de largas distancias y en áreas de gran tamaño que son relevantes en el contexto de la conservación regional.

Aparte de la dispersión, un otro fenómeno importante de movimiento es la **migración**, asociada solamente con animales de alta movilidad²⁷. Mientras dispersión generalmente representa movimientos de individuos independientes, la migración se lleva a cabo a nivel de poblaciones (para una breve comparación de características biológicas de las dos clases de movimientos, ver la tabla 24).

Un tercer tipo importante de movimiento de individuos a corto plazo son **migraciones forzadas** por eventos drásticos fuera del área normalmente habitada por una población. Estos eventos, que varían ampliamente en su predecibilidad (desde alta hasta semi estocástica) pueden ser cambios o catástrofes localizados, tales como inundaciones, incendios y derrumbes, o cambios meteorológicos, p.ej., la oscilación climática “El Niño” (England 2000) o los “surazos” (Willis 1976, O’Neill & Parker 1978, Fjeldså 1991; S. Kreft, datos no publicados; sobre “nortes” en una región en México geográficamente complementaria al CAM: Ramos 1988, Winker *et al.* 1997,

²⁷ Una vista general sobre cuáles son las especies migratorias y sobre algunas características importantes da el “Registro mundial de especies migratorias” - GROMS (Riede 2004), por sus iniciales en inglés.

Winker *et al.* 1999; sobre huracanes en el Caribe: Wunderle *et al.* 1992). En el caso de aves que son impactadas por tormentas frías, la población, o parte de ella, migra a un “refugio” (Winker *et al.* 1997), un lugar fuera del alcance de la influencia contraria. En una región montañosa como la representa en gran parte el CAM, estos refugios se encuentran en los pisos altitudinales más bajos, donde las condiciones climáticas (temperatura) y ecológicas (oferta alimenticia) son mejores. Además, la extensión del área es mayor y de tal modo se alivia la densidad poblacional y con ello la competencia por los alimentos. Probablemente dependiendo de la fuerza del evento, las migraciones pueden tocar mayormente a individuos inmaduros (Ramos 1988) o pueden incluir también a adultos (Winker *et al.* 1997, 1999). Cuando el hábitat vuelve a su estado normal, los animales vuelven paulatinamente al lugar de origen.

Tabla 24. Características de dispersión* vs. migración

	Dispersión		Migración
Taxón	Plantas	Animales	Animales
Nivel jerárquico poblacional	Individuos	Individuos	Poblaciones (o partes de ella)
Estado de ciclo de vida más importante	Juvenil	Subadulto	(Sub-) Adulto
Control interior	Disposición genética y morfológica	Disposición genética	Programa genético
Control exterior	Estacionalidad	Competición (expulsión, intra, inter específica)	Estacionalidad, oferta alimenticia, competición (intra-, interespecífica)
Mecanismo de movimiento*	Pasivo (viento, agua), activo (explosión etc.)	Pasivo (viento, agua), activo	Activo
Magnitud de Distancia [m]	1-100	1-10.000	1.000-10.000.000
Direccionalidad	Unidireccional	Unidireccional	Cíclica
Periodicidad	Evento singular (a nivel individual), anual (a nivel poblacional)	Evento singular (a nivel individual), anual (a nivel poblacional)	Anual
Duración	Resultado irreversible	Resultado irreversible	1 año
Predecibilidad	Semi-estocástica	Semi-estocástica	Predecible

* excluida está dispersión a través de agentes bióticos de dispersión (zoocoría)

Otras características de estas clases de movimientos relevantes para la conservación en el CAM requieren una discusión más detallada.

Movimientos como función para la manutención de abundancias naturales y de áreas de distribución:

Los centros reproductivos de una población meta, estén estos muy fragmentados o no, de alguna especie (“*population sources*”) muestran altas tasas reproductivas, y de tal manera pueden proveer individuos nuevos (a través de dispersión) para áreas adyacentes; en las últimas, la tasa reproductiva no alcanza para mantener una subpoblación autarca (“*population sinks*”), y sólo la inmigración ocasional, hasta continua de individuos, permite la persistencia de ella. Asimismo, la aislación de una subpoblación puede tener el efecto de su empobrecimien-

to genético. Con tal variedad genética reducida, por tendencia, entre otros, una población pierde su capacidad de resistir influencias contrarias (parásitos, depredadores, impactos catastróficos etc.). Dispersión a partir de centros reproductivos es la función biológica, la cual, puede mantener el flujo genético necesario para evitar esta degradación de subpoblaciones en paisajes fragmentados. Finalmente, una área, después de la extinción local de una subpoblación, solamente puede ser recolonizada si existe una población sobre-reproductiva (p.ej. Lawton 1996, Frankham *et al.* 2004).

La ubicación de los centros reproductivos obviamente varía entre las especies con sus autecologías y distribuciones biogeográficas particulares. Estos centros reproductivos generalmente están situados en los núcleos geográficos de sus áreas de distribución. Por ejemplo, las poblaciones de numerosas especies que habitan la Amazonia y además suben hasta una cierta altura en los Andes, en esta parte andina de su área de distribución dependen de la “sobra” de individuos en la parte amazónica. De esta manera existe un flujo constante de individuos desde la Amazonia hacia los Andes. Del mismo modo, la población de una especie básicamente andina puede poblar pisos altitudinales inferiores (o, con menor frecuencia o intensidad, pisos superiores), si la reproducción local excede la capacidad del área núcleo. Para el Parque Nacional Serra dos Orgãos, situado en la Mata Atlántica, Brasil, Stotz (1998) especula que la deforestación completa de la llanura adyacente a las montañas ya podría haber llevado a 22 especies a su extinción local, también en las, altitudes superiores dentro de la reserva.

Conectividad de hábitats en corredores como función que facilita los movimientos: “Un bio-corredor es un área más o menos lineal que se caracteriza por ciertas condiciones que:

1. garantizan el desplazamiento de individuos entre diferentes partes del hábitat de una especie para que puedan alimentarse, reproducirse o descansar,
2. permiten el flujo genético entre sub-poblaciones de una población meta de cualquier tipo de organismos que se encuentran en distintas manchas de hábitat
3. y/o aseguran la (re-)colonización de un espacio después de una extinción local o después de que ha comenzado a ser disponible como hábitat.

Un **bio-corredor natural** se caracteriza por el flujo genético dentro de sus límites y, generalmente, también por el hecho de que los organismos que se desplazan en él, no tienen alternativa espacial para sus movimientos. Ejemplos para bio-corredores naturales son las serranías de montaña para especies montañosas, los ríos para especies acuáticas, bosques de galería en climas áridos para especies que requieren condiciones más húmedas (comparar p.ej. Redford & De Fonseca 1986, Naiman *et al.* 1993, Dobson *et al.* 1999, Bennett 1999, De Lima *et al.* 1999). Sin duda, los Andes representan tal bio-corredor natural. Otro ejemplo es el istmo de Panamá que es crítico para el intercambio genético y orgánico entre Centro y Sudamérica.

El bio-corredor natural se convierte en un **corredor de conservación**, en el momento del establecimiento de un programa que busca que el bio-corredor no pierda sus características necesarias para garantizar los movimientos y flujos arriba mencionados. Consideramos el CAM como un bio-corredor natural que paulatinamente debe desarrollarse como un corredor de conservación. Hay diferentes dimensiones de corredores que tienen que ver con las escalas analizadas: Modificando definiciones de Meffe & Carroll (1994, citando Noss 1991), distinguimos: corredores locales que conectan manchas pequeñas de hábitat a nivel local (p.ej., manchas de bosque; “*fencerow scale*”), corredores de paisaje que conectan bloques más grandes de hábitat (“*landscape mosaic scale*”), corredores regionales que conectan áreas grandes abarcando diferentes ecosistemas hasta ecorregiones (“*regional scale*”). Cabe ya adelantar que el CAM es un corredor regional abarcando una serie de corredores de paisaje y un gran número de corredores locales” (Ibisch *et al.* 2003, Ibisch & Araujo 2003).

En el contexto de la “conectividad de poblaciones” es importante recalcar que se distinguen el uso estructural y funcional de los conceptos: Poblaciones están conectadas (situación de *connectedness*) y esto representa una característica estructural, y la función biológica es la conectividad (*connectivity*; comparar Baudrey & Merriam 1988). Igualmente, el “concepto de corredor” puede utilizarse de una manera tanto estructural como funcional (Hess & Fischer 2001). Estructuralmente, se trata de un área más o menos linear entre parches de un hábitat, la cual está ubicada dentro de una matriz de la cual es diferente. La diferencia marcada entre corredor y matriz es que solamente el corredor puede facilitar el desplazamiento de ciertos organismos o incluso servir como hábitat y área de reproducción (Hess & Fischer 2001).

La *dispersión dentro de una población* se lleva a cabo en los límites del área reproductiva. *Dispersión entre poblaciones* de una población meta, implica viajes durante los cuales los individuos se alejan de los hábitats a los cuales están adaptados. Similarmente, la migración se lleva a cabo entre el área reproductiva y el área no reproductiva, que en el caso de una grave perturbación (natural o antropogénea) están separadas por hábitats contrarios que son difíciles de cruzar por los migrantes.

- La Dispersión en una población meta y la migración requieren de la existencia de corredores en forma continua y apta como hábitat, o, menos conveniente, de manchas intermitentes de sus hábitats (“*stepping stones*”) que conecten las áreas principales.

Un posible efecto negativo de corredores de conservación podría consistir del funcionamiento de un corredor como una “trampa” (“*population sink*”), particularmente para especies del interior del bosque y sensibles a la fragmentación (Hill 1995), en un corredor mal diseñado (demasiado angosto o de mala calidad de hábitat), una alta mortalidad de individuos que entran al corredor podría reducir una subpoblación y debilitarla aumentando la probabilidad de su extinción por eventos estocásticos (ver discusión en Hess 1994). Sin embargo, se debe destacar que esta duda se refiere a *corredores angostos o de una mala calidad de hábitat* -en la mayoría del área del CAM, debido a su comparable buen estado actual de conservación, todavía existe la oportunidad de proteger *extensos corredores existentes* (que garantizarían todos los movimientos necesarios para la mantención de la funcionalidad de los ecosistemas), lo cual debería ser una de las metas principales dentro de la visión conservacionista para el CAM.

Movimientos y exigencias a la calidad de hábitat: Las aves, y posiblemente varios grupos de animales, tienen una capacidad de reconocer y seleccionar sus hábitats (p.ej., Klopfer & Ganzhorn 1985), que les corresponde por su autoecología. En cambio, diferentes especies de aves muestran diferentes niveles de miedo ante características nuevas de su entorno (término inglés: “*neophobia*,” p.ej., Greenberg 1983). Este miedo, que las puede llevar a evitar totalmente ese entorno, implica que hábitats perturbados o reemplazados por hábitats antropogéneos pueden resultar difíciles, hasta imposibles, de colonizar -aunque representen hábitats teóricamente aptos para ser explotados. Algunas especies tendrán dificultades en reconocerlos como hábitats potenciales, otras directamente las evitarán. Lo mismo se aplica para especies migratorias de alta “neofobia,” que, al llegar a su área reproductiva o el área no reproductiva, las encuentran cambiadas distintamente en comparación con el año anterior. Igualmente pueden tener dificultades en reconocer o explotar esa área a pesar de que ya lo habían explotado anteriormente y de que siga siendo un hábitat adecuado.

Como tendencia, la calidad de hábitat óptima es más importante en áreas reproductivas que en corredores.

- En los corredores tanto como en el área no reproductiva visitada por los migrantes, en algunos casos, no necesariamente, se requiere de condiciones óptimas; sin embargo, desde un punto de vista ecosistémico o ecorregional, la dispersión y la migración no están restringidas a ciertas áreas, así que no es factible priorizar áreas por su importancia para los movimientos descritos arriba (además, ver 3.5.2.2 por implicaciones del cambio climático).

Distancias atravesadas en ausencia de corredores: Para el éxito de la dispersión mucho más que para la migración, importa la distancia necesaria a atravesar entre el área de origen y el área de colonización (ya que la población migratoria ya está genéticamente programada para el itinerario). En animales tropicales, especialmente, en aves del interior de los bosques, es común el “miedo a los vacíos” (término inglés: “*gap fear*”) que se basa en una baja capacidad etológica (genéticamente programada) de cruzar vacíos anchos no habitables (“*gap crossing ability*”) que separan dos manchas de su hábitat (Beier & Noss 1998, Poulsen 1994, Sieving *et al.* 1996, 2000). En cambio, los migrantes comúnmente son menos exigentes con respecto a la conectividad en su(s) hábitat(s), aunque es obvio que también debe existir una conectividad mínima. Entonces, es importante recalcar que un corredor no siempre debe consistir en una franja de hábitat continuo. Sin embargo, las exigencias de diferentes especies acerca de la continuidad y conectividad del hábitat, dentro de un corredor varían mucho, principalmente en función de su habilidad de cruzar la matriz entre partes del hábitat. En este sentido debe aclararse que un área puede servir como corredor funcional para un jaguar (*Panthera onca*) que puede atravesar rápidamente áreas grandes no aptas como hábitat (muchos kilómetros), pero no para una rana sensible que sería incapaz de cruzar p.ej., un área deforestada de un ancho de pocos cientos de metros.

- Para la dispersión especialmente, hay que evitar que la fragmentación del hábitat resulte en vacíos (“gaps”) anchos entre áreas aptas o circundantes. Es importante tener en cuenta que cada especie tiene su propio rango de dispersión, así que la dispersión se lleva a cabo en todas escalas desde pocos milímetros hasta varios kilómetros al año. (Lo mismo se aplica, para sus exigencias, a la calidad de hábitat: ellas varían entre cada una de las especies encontradas en el CAM.) Además, el éxito de dispersión en un paisaje fragmentado depende también de la existencia de corredores continuos. En paisajes altamente fragmentados donde los corredores son ausentes o no son suficientes, el flujo genético estará considerable y negativamente afectado.

Grupos taxonómicos involucrados:

Dispersión: Efectivamente en todas las especies, de plantas tanto como de animales. Es una función biológica universal que ha permitido la colonización de prácticamente todo el planeta.

Migración: Varios taxa en el CAM incluyen poblaciones o partes de ellas que son migratorias (comparar Riede 2004).

- Insectos (Lepidoptera: p.ej. Jenkins 1990; Hymenoptera: p.ej. Hunt *et al.* 1999; Odonata: S. Kreft, observación personal; y probablemente otros taxa más).
- Peces (p.ej., pacú, *Colossoma macropomum*: S. Kreft, observación personal).
- Aves (en numerosos taxa: p.ej. Ridgely & Tudor 1989, 1994, Parker *et al.* 1996, del Hoyo *et al.* 1992-2003, Hennessey *et al.* 2003).
- Mamíferos (Chiroptera: p.ej. Fleming 1988, Fleming & Eby *in press*; probablemente especies grandes terrestres).

La Dispersión, es el fenómeno más general y de tal modo tiene una importancia universal para la conservación. En cambio, la migración es una función adicional en varios taxa; Las especies migratorias generalmente también son buenas dispersoras (Leck 1980), pero por ser migratorias, tienen exigencias ecológicas características (ver abajo).

Dimensionalidad (dirección y distancia): En la dispersión, la dirección y la distancia recorridas principalmente, no son fácilmente predecibles (en parte por la naturaleza semi estocástica de la dispersión, y en parte, por la

escasez de conocimiento de este comportamiento que es difícil de estudiar y cuantificar). Existe una excepción en la dispersión en terreno empinado: En zonas montañosas, las áreas de distribución típicamente son largas y angostas (restringidas altitudinalmente). Dentro de las áreas de distribución de muchas especies de aves existe una competencia intensa entre adultos individuales o parejas por los territorios. Un alto porcentaje de individuos jóvenes todavía no puede ocupar sus propios territorios y son expulsados por los propietarios de los territorios hacia el margen del área de distribución, entonces hacia el límite superior, o, más frecuentemente, al límite inferior del área. Esta dispersión forzada resulta en una concentración elevada de individuos jóvenes en las dos franjas adyacentes al núcleo del área reproductiva (Diamond 1973, Burgess & Mlingwa 2000).

La dimensionalidad de la migración está definida como: la migración es repetida anualmente, mostrando los mismos patrones espacio-temporales; sin embargo, éstos son flexibles dentro un marco puesto por sus adaptaciones ecológicas.

3.5.2.2. Migración en el CAM

S. Kreft

En este contexto, cabe destacar que el CAM, por su ubicación geográfica en Sudamérica central, se encuentra influenciado por tres sistemas migratorios diferentes. La gran parte de la información acumulada se refiere al taxón de las aves. Sin embargo, parece justo suponer que existen patrones generales similares en los otros taxa, aptos para la migración que fueron mencionados arriba, ya que estos patrones migratorios son influenciados últimamente por el contexto climático y ecológico que predomina en el CAM y su comunidad orgánica.

En el marco de la **migración latitudinal**, los sistemas más extensos son la **migración boreal** (poblaciones hibernantes provenientes de áreas reproductivas situadas en Norteamérica; ver referencias principales: Keast & Morton 1980, Rappole *et al.* 1983, Hagan & Johnston 1992) y la **migración austral** (p.ej. Davis 1993, Chesser 1994, Hayes 1994, Chesser 1997, Joseph 1997). Mientras la migración boreal ha recibido mucha atención por los investigadores, tanto como por entidades conservacionistas, la migración austral, principalmente había quedado al margen de ello hasta la última década del siglo pasado.

- Existen **otras migraciones latitudinales e intra tropicales** (p.ej. Morton 1977, Remsen & Parker 1990), que parecen especialmente diversas en sus patrones espacio temporales, pero aún sólo se cuenta con estudios de pocas especies.

La **migración altitudinal** representa el tercer sistema migratorio extenso. Aunque se trata de un sistema que en el Neotrópico, obviamente, incluye un alto porcentaje de la avifauna montana (p.ej. Stiles 1988, Chesser 1997, Strewé 1999), el conocimiento todavía es muy pobre, similar al vacío de datos con respecto a migración austral. Para el CAM, el único estudio existente de considerable profundidad (Chesser 1997), sin embargo, trata de un sólo taxón seleccionado (Tyrannidae). Aparte de él, se han acumulado valiosos datos preliminares (Hennessey *et al.* 2003, S. Kreft, datos no publicados).

Además, en Latinoamérica, este conocimiento está dramáticamente localizado, con el mayor número de estudios hechos en Costa Rica, seguido por México y países o regiones extratropicales (Argentina, Chile, Mata Atlántica en Brasil). Cabe destacar algunos estudios de otros países del Neotrópico que brindan información urgentemente requerida. Estas investigaciones representan estudios muy detallados, pero también limitados taxonómicamente (Thraupidae en Colombia: Strewé 1999; Trochilidae en Ecuador: Hobson *et al.* 2003).

A continuación, se discute la distribución de las especies migratorias en las diferentes altitudes. Antes de proseguir, es imprescindible observar la topografía típica en el CAM y su efecto en la distribución del área en los diferentes pisos altitudinales: El CAM está caracterizado por un sinnúmero de serranías paralelas al curso

de la cordillera oriental de los Andes. Como tendencia, las serranías más lejanas a la cordillera principal (es decir, situadas más al norte) son las más bajas, y las altitudes de las serranías van aumentando según se acercan a la cordillera occidental. Además, su distribución no es homogénea dentro del CAM: Mientras que en el Departamento de La Paz el grado de esta complejidad topográfica es muy alta, en el Chapare (Departamento de Cochabamba) llega desde las altitudes más bajas a las más altas, casi sin serranías intermitentes. Un tercer aspecto de importancia existe en la falta de cerros altos en los Andes del Departamento de Santa Cruz, donde el pico más alto no supera los 3.400 m. Estas características resultan en una distribución muy heterogénea del tamaño de las áreas entre los pisos altitudinales (ver también Graves 1988, Strewé 1999, 2003). Principalmente, el piso bajo (que no termina con los límites del CAM, que allí son arbitrarios) es el más extenso, y con él las áreas de distribución más extensas son las de las especies que habitan el piso bajo. Por la existencia de las serranías, los pisos inferiores arriba del piso bajo tienen áreas comparablemente grandes, que se van reduciendo paulatinamente al subir a altitudes superiores. Allí, el área está drásticamente comprimida, primero, porque el terreno generalmente es muy empinado, y segundo, porque, subiendo por la gradiente altitudinal, hay cada vez menos serranías que llegan a las altitudes correspondientes.

- Este análisis tiene implicaciones muy importantes para la conservación: Áreas de distribución comprimidas (es decir, lineares) son de vulnerabilidad elevada (Collar 1999). Una de las razones consiste en el hecho de que, en el trópico, son pocos los individuos que forman la población local entre el límite inferior y el límite superior del área de distribución. En una especie de ave, p.ej., son pocos los territorios, que se encuentran uno sobre el otro, a lo largo del gradiente altitudinal. Esta conformación de pocos individuos locales en un área de distribución linear implica una alta vulnerabilidad ante la fragmentación antropogénica de la población.

Tabla 25. Características de la migración boreal, austral y altitudinal de aves en el CAM*

Sistema migratorio	Boreal	Austral	Altitudinal
Taxones principales (spp. de estatus seguro+spp. de estatus inseguro)**	Scolopacidae (7+5), Tyrannidae (6+0), Parulidae (4+1)	Tyrannidae (35+12), Emberrizinae (9+3), Accipitridae (4+2)	Tyrannidae (17+5), Trochilidae (5+1)
Número de especies (+ especies de estatus inseguro)**	31 (+14)	69 (+49)	35 (+10)
Época de llegada (al área hiberna)	Septiembre-octubre	Marzo-abril	Enero-abril***
Época de salida (del área hiberna)	Febrero-marzo	Octubre-noviembre	Junio-julio***
Altitudes principales visitadas	Faja subandina, Yungas, bosque preandino	Bosque preandino, faja subandina	Todas
Hábitats principales	Vegetación secundaria/ borde de bosques, dosel, interior de bosque	Campo (semi) abierto, borde de bosque	Dosel, borde de bosque, interior de bosque, campo (semi) abierto
Dietas principales	Artrópodos, frutos + artrópodos	Artrópodos, frutos + artrópodos	Nectar + artrópodos, frutos + artrópodos
Organización social en área hiberna	Bandadas mixtas, solitaria territorial	Solitaria no territorial, bandadas mixtas	Bandadas mixtas, solitaria no territorial, solitaria territorial?
Fidelidad al sitio hiberna (“winter site fidelity”)	Varias especies	Al menos algunas especies	(Información no existente)

Número de especies amenazadas (+ ssp. de estatus inseguro)**	0 (+0)	0(+0)	0 (+0)
---	--------	-------	--------

* sinopsis general de literatura (salvo categorías indicadas con “***” y “****”)

** según Hennessey *et al.* 2003

*** Stefan Kreft, datos no publicados

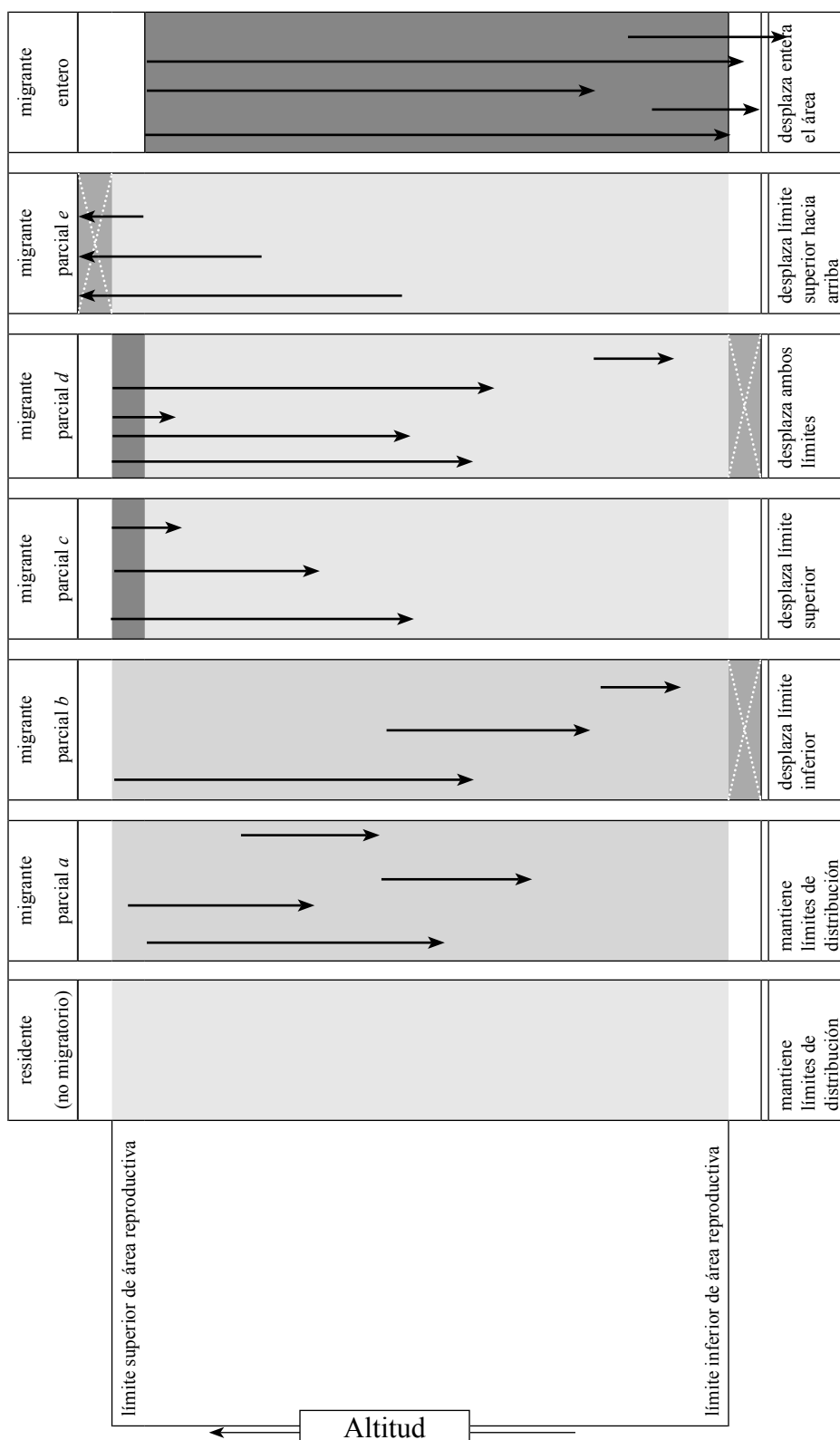
Migración altitudinal: Como la migración altitudinal es el sistema migratorio más importante en el CAM (ver Tabla 25), merece atención particular. Lamentablemente, no se conoce ningún estudio del CAM, sobre migración altitudinal en la multitud de otros taxa con potencial migratorio. Sin embargo, datos de otros países del Neotrópico tanto como de otras regiones, indican que este comportamiento existe en varios grupos de animales: Aparte de aves, se ha observado migración altitudinal en murciélagos (Chiroptera) en Costa Rica (Timm & LaVal 2000, McCarthy *et al.* in prep.), las islas Galápagos, en Ecuador (McCracken *et al.* 1997), en México (Montalvo 1997), Chile (Sanborn & Crespo 1957) y posiblemente en una especie en Brasil (Trajano 1996). Con respecto a otros grupos de mamíferos, se tiene conocimiento de migración altitudinal en monos (Primates), p.ej., en Sumatra (Buij *et al.* 2002) y China (Fooden 1986). Para los ungulados con dedos pares (Artiodactyla), se lo ha documentado de varias regiones de los Rocky Mountains en Norteamérica (Gruell 1958, Moisan 1958, Shaw 1958, Robel 1960, Hebert 1973, Oosenbrug & Theberge 1980, Morgantini & Hudson 1983), del Himalaya en la India (Sarkar *et al.* 1999), de Japón (Takatsuki *et al.* 2000), Nueva Zelandia (Tustin & Parkes 1988), de los Pirineos en España (Herrero *et al.* 1996), de los Alpes en Italia (Parrini *et al.* 2003) y Francia (Rochat 1996) y de Noruega (Albon & Langvatn 1992, Mysterud 1999). Existe fuerte evidencia de migración altitudinal también en una especie de anta (*Tapirus bairdii*), un ungulado de dedos impares (Perissodactyla), en Costa Rica (Lawton 2000). Entre los carnívoros (Carnivora), se ha documentado dicho fenómeno para osos (Ursidae) en España (Caussimont *et al.* 1993) y para el puma (*Felis concolor*) en los Rocky Mountains, EE.UU. (Logan & Irwin 1984).

Para mariposas (Lepidoptera), existen estudios de Costa Rica (Haber 1993, Stevenson & Haber 2000, Haber & Stevenson in prep.), de California, Estados Unidos (Shapiro 1986) y de Kenya (Awodey 1978). La migración altitudinal en insectos, también se documentó para avispas en Costa Rica (Hymenoptera: Vespidae; Hunt *et al.* 1999) y de abejas en Japón (Apidae; Tomono & Sota 1997). De Japón, además, proviene información sobre migración altitudinal en moscas (Diptera). Este comportamiento también es observado en especies de escarabajos (Coleoptera) en China (Xu & Liu 1998) y varios taxa más de numerosas regiones montañosas en latitudes templadas.

La migración de peces en ríos, también puede ser interpretada como migración altitudinal. Esta interpretación se hace más obvia considerando peces que se reproducen en las cabeceras de los numerosos ríos que nacen en las alturas de la zona del CAM.

Se reconoce que esta compilación está lejos de ser la más completa, sin embargo, representa una fuerte evidencia de que la migración altitudinal, en un sistema migratorio que abarca muchas especies en una multitud de grupos de animales, y que, además, ocurre potencialmente en todas las zonas montañosas del planeta. La casi ubicuidad en taxa de animales móviles parece una consecuencia “lógica” de las únicas condiciones biogeográficas que caracterizan las montañas: Son conformaciones de ecosistemas lineares, ordenados a lo largo de la gradiente altitudinal, ofreciendo así a los potenciales migrantes altitudinales, una multitud de áreas diferentes ecológica y fenológicamente de fácil alcance. La Migración altitudinal es de mucha importancia debido al hecho de que se sobrepone con “hotspots” o centros de biodiversidad, como es el CAM, que se encuentran en muchos casos en regiones montañosas. Se supone que en el CAM existen muchas especies de los taxa mencionados anteriormente y, posiblemente, de otros taxa que migran altitudinalmente. En aves, al menos, se dispone de datos preliminares para el CAM, los cuales son presentados en la discusión siguiente, junto con implicaciones de este comportamiento para la conservación.

Tabla 26. Patrones de migración altitudinal: desplazamiento de límites de área de distribución en la época no reproductiva



Las flechas indican posibles movimientos en la población, generando cambios distribucionales a lo largo del año

- área ocupada durante el año entero
- área ocupada sólo durante la época no reproductiva
- área ocupada sólo durante la época reproductiva

De las más de 1.000 especies de aves estimadas para el CAM, Hennessey *et al.* (2003) consideran como migrantes altitudinales a sólo 35 especies, o 45 especies, si se incluye especies con posible ocurrencia en el CAM y que, posiblemente, migran altitudinalmente (3,5% y 4,5%, respectivamente). Excluyendo especies con distribución exclusivamente amazónica (ocurriendo hasta una altitud máxima de 500 m), el porcentaje de migrantes altitudinales subiría probablemente de un 5-7% (este valor debe ser considerado una primera aproximación a la verdadera ubicuidad de este patrón migratorio²⁸). Estas especies en el CAM muestran movimientos altitudinales a nivel de poblaciones (o subpoblaciones, tal como individuos jóvenes, tal vez también hembras adultas: Ramos 1988, S. Krefl, datos no publicados). La migración altitudinal se parece al fenómeno de migración forzada, discutido anteriormente, con la diferencia de que la primera representa un evento regular y predecible. Migración altitudinal puede manifestarse en el desplazamiento de uno de los límites altitudinales de la distribución de la población migratoria, o de ambos (Tabla 26). Otro patrón, que es más difícil de observar, es la migración dentro de los límites de distribución, donde una parte de la población se mueve de las altitudes ocupadas durante la época reproductiva hacia abajo, resultando una acumulación de individuos cerca del límite inferior durante la época no reproductiva. En la mayoría de los casos son movimientos hacia altitudes inferiores, pero hay excepciones (p.ej. Oatley 1966). En todos los casos mencionados anteriormente, se trata de migraciones parciales, es decir, una parte de la población local migra, mientras la otra parte se queda en la zona donde se ha reproducido. Entre ellas, la más común es la migración que trae consigo el desplazamiento solamente del límite inferior de su distribución (Chesser 1997, S. Krefl, datos no publicados).

Los siguientes **ejemplos** de poblaciones migratorias altitudinales en el CAM, ilustran las características de esta dinámica espacio-temporal²⁹ (ver también el ejemplo dado más abajo de *Thlypopsis ruficeps*):

Mionectes striaticollis es un atrapamoscas (Tyrannidae) de tamaño pequeño y de un plumaje con los colores amarillo, olivo y gris. No es particularmente llamativo, si bien permite su identificación inmediata. Es un ave bastante común hasta en bosque húmedo montano (no evitando estrictamente bosque algo menos húmedo) y vegetación secundaria en la vertiente occidental de la cordillera occidental de los Andes, además de la vertiente pacífica andina.

²⁸ Esta obra tiene en común con muchos estudios de comunidades de aves andinas o de otras regiones montañosas del mundo la tendencia de subestimar la importancia de migración altitudinal. Las dificultades comienzan con la problemática de definir inequívocamente lo que es migración y lo que no es. Además, su estudio requiere trabajos de campo de largo plazo u otra investigación extensa para poder encontrar esos patrones espacio-temporal bastante sutil. Tomando en cuenta otros estudios, es posible pronosticar, al menos, la magnitud de la migración altitudinal en el CAM: Entre los atrapamoscas (Tyrannidae) estudiados (n=57), Chesser (1997) consideró un 26% como migrantes altitudinales. Stiles (1988), sumando migrantes estacionales y aves que se mueven a lo largo del gradiente altitudinal diariamente, y considerando todas las especies con poblaciones reproductivas en Costa Rica (n=345) llega al mismo porcentaje que Chesser (1997). Hilty (1997), en un estudio de la avifauna de un sitio en la vertiente pacífica de la cordillera occidental en Colombia, identifica como migrantes altitudinales a 21% de las especies presentes (n=271). Es interesante incluir los datos de una investigación extensa de otra región tropical en este análisis: Thiollay (1980) indica que 51% de las especies de su área de estudio en el Himalaya de Nepal (n=340) llevan a cabo movimientos altitudinales! – En resumen, un pronóstico conservativo para las especies del CAM (n~1.000) indicaría, al menos, unas 200 especies que migran altitudinalmente, un número mucho más grande que para migrantes boreales o australes indicados por Hennessey *et al.* (2003).

²⁹ Son resultados del proyecto doctoral del autor, llevado a cabo durante los años 2000-2003 en el PN Carrasco y alrededores. Se observó a lo largo de la entera gradiente altitudinal, entre 300 m (Parque Machía, Villa Tunari) y 3.700 m en el páramo yungueño dentro del PN Carrasco. Se visitó las diferentes altitudes varias veces y en diferentes épocas del año. Como método se utilizó caminatas en senderos y caminos existentes, registrando todos los individuos de aves por medio de observaciones visuales y acústicas (y documentando aproximadamente 3.000 registros en grabaciones). Como complemento, se compiló una base de datos con registros documentados en la literatura y colecciones científicas. La distribución de los datos, correspondientes sobre el gradiente altitudinal y en las diferentes épocas del año, sirve para ilustrar cambios en la distribución altitudinal de poblaciones a lo largo del año.

M. striaticollis, es una especie poco particular, debido a que consume más frutos que insectos, siendo que es miembro de una familia conocida por su preferencia alimenticia por los artrópodos, Su comportamiento es “flemático” (Ridgely & Tudor 1994) y no vocaliza con mucha frecuencia (es por eso que sus vocalizaciones no están ampliamente conocidas y la clasificación de ellas sigue problemática; Mayer 2000, Stefan Kreft, datos no publicados). A pesar de no ser la especie “ideal” para el análisis de migración altitudinal, Hennessey *et al.* (2003) la clasifican como migrante altitudinal en Bolivia (naturalmente sin especificaciones sobre sus movimientos, ya que se trata de una lista anotada). Parker *et al.* (1996) obviamente sospechan que se trata de un migrante altitudinal, sin poder basarse en datos sólidos (“*elevational movements poorly known*”). Los siguientes datos parecen ser los primeros sobre los movimientos en una población de esta especie: En el corredor Amboró-Madidi, fue observado principalmente entre los 1.300 m y 2.500 m, reflejando bien datos generales de la literatura: 1.200 m-2.700 m (Ridgely & Tudor 1994); pero también Parker *et al.* (1996) dan 3.350 m como límite superior. Sin embargo, durante la transición de la época húmeda a la época seca en el Chapare, aparece también en pisos inferiores, donde se observó varios individuos incluso en bosque poco perturbado en los alrededores de Villa Tunari (400 m), que queda en la planicie amazónica en una distancia de aprox. 5 km del pie de los Andes. Esto hace posible que el movimiento de la población local sea tan significativo que resulte en una “inundación” de la franja de tierra baja adyacente a las montañas. Estos individuos fueron observados durante los meses de marzo y mayo. Como en otros migrantes altitudinales, participaba en bandadas mixtas de aves. Es difícil hacer una aproximación, ya sea cruda, del porcentaje migratorio de la población, ya que el movimiento altitudinal se complica con unos registros muy altos de individuos que se hizo, también, durante la época seca (a comienzo de julio). Entonces, podrían existir movimientos simultáneos en direcciones opuestas (hacia arriba y hacia abajo) durante la época no reproductiva. Diamond (1973) describe este fenómeno para aves montañas juveniles de Nueva Guinea. En el corredor Amboró-Madidi varias especies parecen representar el mismo tipo migratorio (pero sin los movimientos hacia arriba), p.ej. *Myadestes ralloides*, *Euphonia xanthogaster*, *Pipraeidea melanonota* y *Chlorospingus ophthalmicus* (Stefan Kreft, datos no publicados).

Chrysuronia oenone es un picaflor (Trochilidae) de tamaño mediano. Su color principal es verde (la hembra con pecho y vientre blancos), sin embargo, tiene una cabeza azul oscura y una cola de color dorado-anaranjado, ambas brillando de manera llamativa cuando están expuestas al sol. Además, *C. oenone* dispone de un canto característico y fácil de identificar (Mayer 2000). Es un ave bastante común, distribuida en la Amazonia occidental y en la vertiente oriental de la cordillera oriental de los Andes, hasta las tierras bajas de Venezuela (Stiles 1999). Su hábitat puede ser bordes de bosque, vegetación secundaria vieja o árboles solitarios en campos abiertos. Consume néctar, además de artrópodos, como es el caso en todos los picaflores, visitando arbustos y las copas de los árboles (p.ej. *Inga* spp., *Erythrina* spp.; Stiles 1999). Todos los autores (Hilty & Brown 1986, Stiles 1999, Hennessey *et al.* 2003) coinciden en que la distribución altitudinal de *C. oenone* llega de las tierras bajas hasta los 1.500 m, siendo exactamente la altitud mayor donde se la observó en el Chapare (Stefan Kreft, datos no publicados). Datos de la literatura y de especímenes colectados³⁰ también coinciden, con un sólo registro a una altura de 1.650 m. Sin embargo, el análisis de la distribución de los registros altitudinales a lo largo del ciclo anual (Stefan Kreft, datos no publicados) revela que esta especie aparece en altitudes más allá de los 1.200 m, solamente durante dos meses de la época seca, desde finales de junio hasta finales de agosto (con un sólo registro a principios de abril en 1.310 m). En altitudes de 700 m para abajo, la especie está presente durante todo el año. Además, se observa una concentración de individuos en altitudes medianas (760 m-1.200 m) durante el comienzo de la época de lluvia, desde principios de septiembre hasta mediados de noviembre. Entonces, los datos permiten deducir el patrón migratorio siguiente: Durante la época no reproductiva (la mayor parte de la época de lluvia

³⁰ Estos datos en su mayoría provienen de Armando Valdés-Velásquez, que hizo su tesis de doctorado sobre problemas sistemáticos y biogeográficos con respecto a *C. oenone* y otras especies de los Trochilidae en el Instituto de Investigación y Museo Zoológico A. Koenig en Bonn, Alemania.

y el principio de la época seca), la población entera de *Chrysuronia oenone* en el corredor Amboró-Madidi, se encuentra en las tierras bajas y el Piedemonte (hasta 700 m). Para la reproducción-como en muchas especies de picaflors, aprovecha de la gran abundancia de flores durante la época seca avanzada (Stiles 1983, 1988) -, una parte de la población (tal vez un 25%) sube hasta máximo 1.650 m. Después, estos individuos empiezan a bajar, efectuando una compresión de la distribución altitudinal, pero todavía no hasta el límite superior original de 700 m. Más bien, una gran parte de la población (aprox. un 50%), aparentemente aumentada por los individuos juveniles recién criados, y/o por individuos provenientes de pisos inferiores, se mueve a altitudes entre 750 m y 1.200 m. Es posible que sea otro “peak” de florecimiento en esta altitud durante tal época el que atrae a un gran número de picaflors. Patrones similares han sido descritos para picaflors en Costa Rica (Stiles 1988). En el corredor Amboró-Madidi, otros picaflors (*Campylopterus largipennis*, *Agelaiocercus kingi*, *Ocreatus underwoodii*) y especies de otras familias (p.ej. Thraupidae: *Buthraupis montana*, *Conirostrum albifrons*) posiblemente se comporten de igual manera (Stefan Krefl, datos no publicados).

En resumen, la conservación de esta multitud de poblaciones migratorias altitudinales tiene que tomar en cuenta que estas poblaciones ocupan dos áreas a lo largo del año (aunque en muchos casos se solapen). Esta dinámica espacio-temporal tiene dos consecuencias principales:

- Primero, se hace necesario el re-análisis de los datos de distribución altitudinal, ya que sólo una parte de ella forma el área reproductiva. Lo mismo aplica para el área no reproductiva. De esta manera, el tamaño real del área ocupada, y con él, el tamaño calculado de la población, se reduce (en algunos casos considerablemente). Esta primera problemática no ha recibido suficiente atención ni siquiera en el caso del sistema migratorio tal vez mejor estudiado, el sistema de migración neártico-neotropical de aves (Gómez de Silva 1996). Además, el tamaño de las dos áreas puede ser diferente, lo que implica que el empeoramiento o destrucción del hábitat trae consigo riesgos aún mayores para la población. Esto es de particular importancia en especies de una distribución altitudinal restringida, como es el caso en la mayoría de las especies andinas (Graves 1985, 1988). La Distribución linear es un factor que contribuye a la vulnerabilidad de una especie (Collar 1999).
- Segundo, los esfuerzos conservacionistas tienen que considerar que la ocupación de dos áreas por las diferentes poblaciones migratorias requieren actividades en ambas áreas-la destrucción de solamente una de las dos áreas ya significaría la extinción de la especie migratoria (p.ej. Stiles 1985a, Stiles, 1988, Stiles & Clark 1989, Loiselle & Blake 1992, Powell & Bjork 1995, Winker *et al.* 1997, Strewé 1999, Winker *et al.* 1999, Burgess & Mlingwa 2000).

De igual manera, Wunderle *et al.* (1992), sugieren una hipótesis interesante sobre la extinción del pimpín (Emberizidae) *Loxigilla portoricensis grandis* en la isla caribeña St. Kitts: la destrucción del hábitat montano característico de la especie a través de dos huracanes seguidos, en combinación con la desaparición del hábitat adecuado en los pisos bajos, como refugio para la población de esta especie, resultó en la disminución de la población a un tamaño ya no viable. Como consecuencia, la población se extinguió algunos años después.

En altitudes superiores en el CAM, los surazos comúnmente efectúan heladas y nevadas (y, menos obvio, reducciones temporales de la oferta alimenticia) que obligan a subpoblaciones locales o, en el caso de especies altimontanas, a poblaciones enteras de aves (p.ej. *Cinclodes fuscus*; S. Krefl, observación personal), abandonar sus áreas y migrar hacia altitudes inferiores, donde encuentran condiciones más favorables.

La fragmentación de los bosques en su área no reproductiva ya podría contribuir a una grave presión en las poblaciones de aves, porque aves en el Neotrópico en general tienden a integrarse en bandadas mixtas con rangos bastante amplios (p.ej. Munn 1985, Powell 1985), lo cual aplica también para aves migratorias en el CAM, migrantes altitudinales tanto como longitudinales (S. Krefl, datos no publicados). Estas bandadas brindan pro-

tección contra depredadores a sus participantes y posiblemente una búsqueda alimenticia más eficiente. Donde los bosques están altamente fragmentados, bandadas mixtas son de menor complejidad o pueden desaparecer totalmente (p.ej. Munn 1985, Poulsen 1994, Kreft 1998). Este efecto se agrava donde la fragmentación resulta en la desaparición de enjambres de hormigas de ejército (p.ej. *Eciton* spp.) alrededor de los cuales normalmente se forman bandadas mixtas de aves que aprovechan de las presas encontradas por las hormigas, y donde migrantes participan (Willis 1966). Estas bandadas mixtas de aves hormigueras representan un fenómeno particular, que, no obstante, es muy común en los bosques tropicales húmedos.

La dinámica migratoria influencia considerablemente la composición de la avifauna local y con ella las funciones ecológicas, p.ej., la dispersión de semillas o la eficiencia de polinización (ver 3.5.3.2). Por ejemplo, durante visitas repetidas a un lugar situado entre los 1.300 m-2.200 m en los Yungas del Departamento de Cochabamba, en la época seca (no reproductiva), se observó que el área prácticamente fue “inundada” por tángaras (*Thraupidae*) de la especie *Thlypopsis ruficeps*, que en otras épocas estaba ausente (R. Brumfield, comunicación personal; S. Kreft, datos no publicados). *T. ruficeps* es migrante altitudinal tanto como austral, y en la época no reproductiva, las dos poblaciones migratorias solapan en esta altitud, lo que la convierte en la especie (al menos del sotobosque/borde de bosque) más común de la entera avifauna local en esta época.

Conclusiones para la conservación en el CAM

En este capítulo, se acumuló fuerte evidencia de que las migraciones de animales representan un desafío particular para los esfuerzos conservacionistas en el CAM. De hecho, son combinaciones de factores que rinden a ciertas especies a un nivel elevado de amenaza, con migraciones altitudinales siendo un factor de gran importancia (ver, p.ej. Stiles 1985a, Strewé 2003).

Tomando nuevamente el ejemplo de *Thlypopsis ruficeps* como representante de la multitud de especies migratorias (altitudinales igual que longi-latitudinales) en el CAM, es obvio que, como es una especie típica del (borde de) bosque, no podría persistir sin un mínimo de hábitats boscosos continuos -bio-corredores- a lo largo de su viaje del sur y de altitudes superiores. Naturalmente, otras especies son más exigentes a la calidad de su hábitat, así que el establecimiento de corredores de conservación debe cumplir con las mayores exigencias posibles.

Tal vez, lo más importante que la persistencia de las especies móviles o migratorias en sí, es su imprescindibilidad para la manutención de la funcionalidad ecosistémica en el CAM (ver 3.5. y 3.5.3.).

En el CAM, resaltan zonas que, muy obviamente, están en conflicto con la problemática discutida, por ejemplo, el piso bajo del Chapare representa semejante problemática: Mientras la mayoría de las aves que nidifican en la llanura tienen una distribución amplia en la cuenca amazónica y así no sufren una reducción dramática en su población, la destrucción rápida de los bosques de la zona y su sustitución por cultivos, pastizales y áreas pobladas por el hombre quitan el área no reproductiva a varias poblaciones de migrantes altitudinales. Además, desaparece el “refugio” para muchas poblaciones (o partes de ellas) durante el impacto de “eventos drásticos” (ver arriba). La misma interrupción de los movimientos migratorios podrá ocurrir (o probablemente ya está ocurriendo) en la zona de Cocapata, y, en menor escala, en muchas partes más en el CAM.

3.5.2.3. Ampliación del rango de distribución

P.L. Ibisch & S. Kreft

Si una especie, al colonizar nuevos hábitats, es muy exitosa, se amplía su rango de distribución (Levin 2000). Los rangos de distribución pueden cambiarse debido al cambio de factores ecológicos (p.ej., clima, abundancia de especies con las cuales interactúa) o debido al cambio de características de la especie a través de la selec-

ción natural (p.ej., dispersión, características del nicho ecológico) (Holt 2003). En el caso que la colonización ocurra hacia una cierta dirección, debido a un cambio de las condiciones ambientales que en un lado del rango de distribución (y fuera de ello) favorecen la especie, mientras que en un otro lado lleva a la extinción local de la especie, se observa un desplazamiento del rango de distribución de la especie (ver subcapítulo 3.5.2.4 acerca del desplazamiento de especies causado, por cambios climáticos).

Durante la historia evolutiva las especies aparecen en un definido lugar, y si son exitosas, amplían su rango de distribución convirtiéndose en una especie regional, continental o hasta cosmopolita. En el área del CAM, un fenómeno muy típico en la historia, ha sido la ampliación latitudinal del rango de distribución de especies la cual se realizó a lo largo de los Andes. Resulta que los diferentes pisos montañosos podían ofrecer condiciones de hábitat a especies extratropicales que (sin la necesidad de adquirir muchos o nuevos caracteres y cualidades) la región tropical. Se observaron invasiones tanto de elementos austral antárticos llegados del sur del continente, como holárticos de origen centro o norteamericano. “Es importante recordar que los Andes es una cordillera bastante reciente que obtuvo su altitud actual hace 3-5 millones de años (Van der Hammen 1995). Como en la misma época se estableció el istmo de América Central (Panamá) se puede decir que desde entonces comenzó una época de migraciones³¹ de taxa que llevó a la composición actual de las comunidades vegetales (y animales)” (Ibisch *et al.* 2000). En muchos casos, el desplazamiento latitudinal de taxa significó especiación (p.ej., el género holártico *Alnus*, Betulaceae, *Alnus jorullensis* en Centroamérica y *Alnus acuminata* en Sudamérica³²), pero en otros, la expansión del rango fue bastante rápida y/o no se produjo un aislamiento reproductivo efectivo de las poblaciones enfiladas latitudinalmente (p.ej., muchas epífitas tal como *Tillandsia complanata* o *T. usneoides*). Es interesante que, en el área del CAM, posiblemente haya más elementos holárticos que australantárticos. Varios elementos holárticos que se caracterizan por una velocidad de desplazamiento más lenta, teóricamente, en el futuro, aún podrían llegar al CAM, p.ej., el género de los robles *Quercus* de América del norte ha llegado solamente hasta el norte de Suramérica. Sería más lógico postular que las invasiones de elementos extratropicales o incluso tropicales al área del CAM, no se han concluido en el pasado, sino que representan un proceso natural permanente. Muchos géneros o especies, p.ej., de la familia de las orquídeas, en el área del CAM, llegan al límite más sureño de su rango de distribución pero igualmente hay muchas que se han registrado solamente al norte del país, en Ecuador o en Perú -es de esperar que estos elementos norteños con el tiempo podrían llegar al CAM también.

Conclusiones para la conservación en el CAM

Si uno quiere garantizar que nuevas especies, que se encuentran en el proceso de ampliación de su rango de distribución, puedan llegar al territorio del CAM, se debe garantizar una cierta conectividad latitudinal en los diferentes pisos altitudinales hacia el norte y el sur del CAM. Por la dimensión de la cantidad de especies correspondientes y la relativa lentitud del proceso, esto es menos importante que facilitar los movimientos altitudinales (ver artículos anteriores y posteriores sobre el tema).

³¹ En la botánica, el término migración a menudo es utilizado en el sentido de aumento y/o desplazamiento de áreas de distribución; pero ver 3.5.3.1 para las definiciones vigentes aquí.

³² Comparar *Missouri Botanical Garden -w3-* Specimen Data Base: <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>. Sin embargo, debe decirse que la sistemática del género *Alnus* en América es confusa, y podría ser que *Alnus jorullensis* y *A. acuminata* sean sinónimos.

3.5.2.4. Desplazamiento de rangos de distribución y cambios de interacciones debido a cambios climáticos

P.L. Ibisch & S. Krefl

Recientemente, por primera vez, se analizó el problema de futuros cambios climáticos y sus posibles impactos en la biodiversidad de Bolivia (Ibisch 2003). No es posible dar aquí un resumen de toda la abundante bibliografía referente a la evidencia creciente e impresionante que los recientes cambios climáticos acelerados antropogénicamente tienen un impacto mensurable en la biodiversidad del planeta, pero se trata de citar algunos de los más recientes estudios cuya relevancia para la conservación en el CAM es muy obvia. Buenos resúmenes del estado de conocimiento, tanto de la amenaza de los cambios climáticos, como de las estrategias de adaptación se encuentran en recientes publicaciones de WWF (Dudley 2003, Hansen *et al.* 2003).

Pueden causarse impactos muy complejos, p.ej. a través de fluctuaciones climáticas afectando la disponibilidad de presa, épocas de reproducción etc. (Stenseth *et al.* 2002). Aparte de los impactos directos causados por temperaturas elevadas, los cambios climáticos pueden afectar la biodiversidad de una manera indirecta y, también muy significativa, a través de cambios de procesos bioquímicos, geoquímicos, y ecológicos, tales como la frecuencia, intensidad, duración y épocas de fuegos, épocas secas prolongadas, la ocurrencia de especies invasoras, patógenos, eventos extremos relacionados con el tiempo, como tormentas y muchos más (Aber *et al.* 2001, Dale *et al.* 2001, Benning *et al.* 2002). No se observará un simple calentamiento y un cambio en patrones de precipitación, sino también, cambios más complejos pero igualmente significativos para la biodiversidad, tales como la probabilidad de ciertos eventos extremos como inviernos muy fríos o veranos muy calurosos (p.ej. Schär *et al.* 2004). Justamente, serán los extremos que podrán ser más importantes que los promedios. Si en una región como el Chapare, según los modelos climáticos, aumentase la precipitación promedio anual, esto podría tranquilizar en el sentido de los escenarios para las muchas especies dependientes de condiciones muy húmedas. Sin embargo, si al mismo tiempo aumentase el riesgo de tener épocas secas más largas, esto podría ser un factor crítico para la extinción de muchas especies.

Los efectos del cambio de clima en el movimiento del rango de distribución de especies ya no son teóricos deducidos de datos paleoecológicos. El cambio del clima global ya ha dejado su “huella digital” en los sistemas ecológicos del planeta: Se han documentado ampliaciones de rangos hacia los polos de 200 km hasta 1.000 km (en 40 años); hay un desplazamiento promedio de 6,1 km/década, hacia los polos (o metros/década hacia arriba en las montañas) (Parmesan & Yohe 2003).

Realmente, hay ejemplos de todos los taxa y regiones. Los mejores datos, naturalmente, se tienen de regiones mejor investigadas, tales como Europa. Por ejemplo, se ha mostrado cómo los rangos de distribución de aves se desplazan hacia el norte (Thomas & Lennon 1999), o qué mariposas se mueven hacia arriba en las montañas de Chequia (Konvicka *et al.* 2003). En ecosistemas dominados por pocas especies se observan movimientos de biomas, como p.ej., en el caso de los bosques de *Fagus sylvatica* en las montañas de Cataluña en España que desde 1945 han subido unos 70 metros, siendo reemplazados en su límite inferior por bosques mediterráneos de roble (*Quercus ilex*) (Peñuelas *et al.* 2003). Sin embargo, se sabe que la reacción de las especies acerca de los cambios climáticos es bastante individual lo que significa que en ecosistemas más diversos los cambios no se podrán observar tan fácilmente y sobre todo no predecir de manera confiable (comparar FAUNMAP 1996).

Muchas comunidades biológicas posiblemente estén reorganizadas. El problema principal es que, la velocidad de los cambios no es comparable con los cambios en épocas comparables de la historia. Por ejemplo, se entiende bastante bien cómo en el cuaternario especies de árboles se movieron latitudinalmente o altitudinalmente, diferenciándose genéticamente, evolucionando activamente, durante el proceso de desplazamiento (Davis & Shaw 2001). Justamente, este concierto de desplazamiento y adaptación está amenazado debido a la rapidez

de los cambios: “*Tree taxa shifted latitude or elevation range in response to changes in Quaternary climate. Because many modern trees display adaptive differentiation in relation to latitude or elevation, it is likely that ancient trees were also so differentiated, with environmental sensitivities of populations throughout the range evolving in conjunction with migrations. Rapid climate changes challenge this process by imposing stronger selection and by distancing populations from environments to which they are adapted. The unprecedented rates of climate changes anticipated to occur in the future, coupled with land use changes that impede gene flow, can be expected to disrupt the interplay of adaptation and migration, likely affecting productivity and threatening the persistence of many species*” (Davis & Shaw 2001). Con respecto a este problema de la rapidez de los cambios ya hay mucho consenso entre los investigadores, especialmente en el contexto que las especies tendrán que moverse en paisajes cambiados antropogénicamente (p.ej. *Pitelka and the Plant Migration Workshop 1997*, McCarty 2001, Lavorel 1999, Saxon 2003, Bush *et al.* 2004). El sinergismo del aumento de la temperatura y otros factores de estrés, como la misma conversión y fragmentación de ecosistemas naturales, puede llevar a la ruptura de muchas interrelaciones entre especies y una recombinación de comunidades biológicas (Hansen *et al.* 2001, Root *et al.* 2003).

Mark Bush y colegas analizaron la historia del clima de un bosque montano en el Neotrópico, en el límite de Perú y Bolivia, casi perteneciendo al CAM, durante los 48.000 años pasados (Lago Consuelo, 1.360 m; Bush *et al.* 2004). Entre otros mostraron que el calentamiento en la transición del Pleistoceno al Holoceno fue mucho más lento que el calentamiento actualmente observable. En aquellas épocas, las especies podían responder efectivamente a un cambio de 1° C por milenio. Lamentablemente, los cambios de temperatura actuales y futuros, según modelos conservadores, tienen el ritmo de 1° C por centenario. Sin embargo, los autores piensan que las especies con grandes distribuciones altitudinales podrán reaccionar debidamente. Las especies con rangos muy reducidos enfrentarán serios riesgos. “*Given the relatively short geographic distances between elevations and the concomitantly short migration distances required to move among them, Andean plants with broad elevational distributions should be able to remain in equilibrium with climate. For taxa with narrow elevation ranges, however, the predicted rate of climate change may move them completely outside of their climatic niche space within only one or two plant generations. Coupled with habitat destruction preventing colonization from adjacent metacommunities, Andean plant communities may experience greatly increased extinction rates*” (Bush *et al.* 2004). Esta conclusión va conforme con los resultados del estudio de Thomas *et al.* (2004), los cuales indican que, a nivel mundial hasta el 2050, un 15-37%, según las regiones, tendrá que extinguirse porque sus rangos futuros extrapolados no tienen traslape con los rangos actuales.

Los cambios sutiles de patrones de presencia/ausencia, abundancias e interacciones de especies, también ya están registrados en los ecosistemas del planeta. Claramente, es más difícil comprobar la relación causa-efecto que en el caso de reacciones más simples como el desplazamiento de rangos según el régimen de temperaturas. Sin embargo, hay indicios que los cambios de temperatura y o contenido de CO₂ en la atmósfera comienzan a cambiar comunidades. Por ejemplo, en bosques no perturbados de la Amazonia se ha constatado que la mortalidad, regeneración y crecimiento de árboles ha acelerado llevando a cambios de abundancia de poblaciones: “*We show that, over the past two decades, forests in a central Amazonian landscape have experienced highly nonrandom changes in dynamics and composition. Our analyses are based on a network of 18 permanent plots unaffected by any detectable disturbance. Within these plots, rates of tree mortality, recruitment and growth have increased over time. Of 115 relatively abundant tree genera, 27 changed significantly in population density or basal area -a value nearly 14 times greater than that expected by chance. [...] Genera of faster-growing trees, including many canopy and emergent species, are increasing in dominance or density, whereas genera of slower-growing trees, including many subcanopy species, are declining. Rising atmospheric CO₂ concentrations may explain these changes, although the effects of this and other large-scale environmental alterations remain uncertain. These compositional changes could have important impacts on the carbon storage, dynamics and biota of Amazonian forests*” (Laurance *et al.* 2004).

Igualmente, otro grupo de investigadores, también en la Amazonia, detectó que las crecientes concentraciones de CO₂ posiblemente sean la causa del crecimiento inesperado de plantas en bosques maduros: “*Non-fragmented Amazon forests are experiencing a concerted increase in the density, basal area and mean size of woody climbing plants (lianas). Over the last two decades of the twentieth century the dominance of large lianas relative to trees has increased by 1.7-4.6% a year*” (Phillips *et al.* 2002). El crecimiento de la abundancia de lianas podrá tener consecuencias para la regeneración y mortalidad de árboles, desencadenando más cambios ecosistémicos.

Pounds *et al.* (1999) concluyen que cambios drásticos de las comunidades biológicas en los bosques montanos húmedos de Costa Rica, incluyendo el colapso de poblaciones de especies raras, podrían ser consecuencia de cambios climáticos afectando la ocurrencia de nubes: “*Twenty of 50 species of anurans (frogs and toads) in a 30-km² study area, including the locally endemic golden toad (Bufo periglenes), disappeared following synchronous population crashes in 1987. Our results indicate that these crashes probably belong to a constellation of demographic changes that have altered communities of birds, reptiles and amphibians in the area and are linked to recent warming. The changes are all associated with patterns of dry-season mist frequency, which is negatively correlated with sea surface temperatures in the equatorial Pacific and has declined dramatically since the mid-1970s. The biological and climatic patterns suggest that atmospheric warming has raised the average altitude at the base of the orographic cloud bank, as predicted by the lifting-cloud-base hypothesis*”. La hipótesis de las nubes ascendientes, expuesta más adelante en la sección correspondiente a procesos hidroclimáticos. Las amenazas para la biodiversidad de los bosques montanos húmedos, obviamente, van más allá del desplazamiento de rangos de distribución de especies.

Conclusiones para la conservación en el CAM

Sin tener que enfrentar los futuros cambios climáticos, teniendo en cuenta solamente las necesidades de movimientos y desplazamientos de los organismos, se puede concluir que la conservación de la biodiversidad de una región tan compleja como el CAM, requiere de mucho más que una red de islas protegidas bien distribuidas para representar los distintos ecosistemas. Quiere decir que se mantenga su condición y función como corredor biológico regional, compuesto por una multitud de subcorredores, garantizando conectividad: básicamente, proteger el flujo de individuos. Asegurar que los individuos de las especies que habitan el CAM (por ciclos reproductivos completos o partes de ellos), tengan las condiciones para moverse, tiene que ser la primera meta del Corredor Amboró-Madidi.

Pero teniendo en cuenta, además, los cambios climáticos queda perfectamente claro que se debe enfocar aún más en garantizar la manutención de una máxima conectividad de hábitats, especialmente en direcciones que muy probablemente sean rutas de movimientos de individuos: en el CAM, son los corredores altitudinales (que también se requieren por la migración altitudinal de animales). Mientras la migración se caracteriza por movimientos bidireccionales, los movimientos causados por los cambios climáticos son unidireccionales, lo que en sí no es relevante para la calidad de los corredores requeridos. Bajo la amenaza imponente de los cambios climáticos, que ponen en peligro la entera comunidad orgánica como tal en el CAM, es imperativo hacer todo lo posible para conservar lo más posible, a pesar de los desplazamientos acelerados, que se llevarán a cabo como consecuencia de cambios climáticos antropogénicos.

Muchos autores de publicaciones recientes destacan la importancia de integrar estrategias de cómo enfrentar cambios climáticos en estrategias de conservación (p.ej. Hannah *et al.* 2002, Saxon 2003, Hansen *et al.* 2003). “*The majority of planning to date has focused on issues relating to space; designing reserves to protect moderately “pristine” tracts of land or water. While we have protected only a fraction of the area needed to meet recommended spatial goals, we must also start addressing threats that originate outside reserves and protected areas. Environmental threats like climate change require that we extend conservation planning beyond the*

boundaries of protected areas, and into a future in which ecosystems and biomes may be quite different than they are today” (Hansen & Biringer 2003). En Bolivia, y especialmente en el caso del CAM, con sus grandes ecosistemas bastante sanos, aún existe la oportunidad especial de realizar una planificación proactiva y más allá de los límites de las áreas protegidas tradicionales y más allá de los patrones actuales de la biodiversidad.

Biringer (2003), propone una serie de estrategias de adaptación para bosques tropicales y muchas de ellas deben aplicarse en el CAM: p.ej., reducir en la medida posible las demás amenazas y estreses en la biodiversidad, evitar fragmentación y proporcionar conectividad, maximizar las unidades de manejo, tomar decisiones en una escala grande biogeográfica, representar bosques a lo largo de gradientes ecológicos, proteger bosques maduros. Otras estrategias propuestas no son tan realistas para el CAM (p.ej., apoyar migración de especies por introducciones en nuevas áreas, conservación *ex situ* de especies especiales).

En un primer paso, lo más importante es que los actores relevantes, las ONG, las entidades gubernamentales competentes y la población desarrollen una idea de la relevancia de los cambios climáticos para la conservación en el área, y que se requiere de un nuevo enfoque muy dinámico y tolerante: “*As Millar notes (PSRS, 2003), the goal should not be to stop change or preserve a species, population or landscape in its current or former condition. Especially for highly vulnerable systems, “change may be inevitable, and resisting it could lead to abrupt and undesired consequences in the future” (PSRS, 2003)*” (Biringer 2003).

También es importante reconocer que la situación parece ser un juego de azar en el que es imposible saber cuáles de las especies tendrán éxito en adaptarse y dónde se encontrarán en un futuro bastante cercano. Por lo tanto, es recomendable no enfocarse tanto en las especies individuales, sino en los procesos ecológicos. Por lo menos, la manutención de los procesos relacionados con movimientos de organismos debe tener mayor prioridad sobre la representación de todas las facetas distintas de la biodiversidad. Incluso debe quedar claro que un bosque menos rico en especies puede tener mayor prioridad de conservación que otro más rico, si es que contribuye de manera sobresaliente y más significativamente a la conservación de funciones ecológicas. Simplemente, cualquier elemento de biodiversidad que sea distinto, solamente podrá sobrevivir a largo plazo si se encuentra en un sistema funcional.

3.5.3. Procesos y funciones a nivel de comunidades biológicas e interacción de especies

3.5.3.1. Perturbación biótica y sucesión

S. Kreft & P.L. Ibsch

Eventos abióticos que perturban los ecosistemas (huracanes, incendios, derrumbes, inundaciones, erosión fluvial, entre otros) crean manchas de estados jóvenes y así re-inician la sucesión natural hacia estados maduros. En analogía a estos eventos catastróficos, existen perturbaciones bióticas que tienen un efecto principalmente similar (Scherzinger 1996). Es importante tener en cuenta que perturbaciones tanto como sucesiones se pueden llevar a cabo en niveles y escalas muy diferentes.

La sucesión natural hacia un bosque tropical maduro trae consigo una serie de estados sucesionales bien distintos por su aspecto, por su composición florística y la subcomunidad de animales que los acompaña (Terborgh 1985, Foster *et al.* 1986). La diversidad alfa también varía entre los diferentes estados, a menudo con una diversidad elevada al comienzo. Prácticamente, siempre es el estado maduro, a veces llamado “estado clímax,” que culmina en la mayor diversidad. Entonces, solamente considerando la diversidad alfa, los estados sucesionales parecen poco importantes, si no incluso una contribución negativa para la diversidad local. Sin embargo, estados jóvenes de la sucesión natural siempre cubren áreas relativamente restringidas, y la combinación de la entera serie

sucesional resulta en una diversidad beta muy elevada en comparación al estado clímax aislado. (Es interesante tener en cuenta, que en un estudio de comunidades de varios taxa de plantas en los Yungas bolivianos, Kessler (2001) observó un máximo de endemismo en los estados sucesionales intermediarios, en este caso generados por impactos humanos). Por consecuencia, la riqueza de especies de animales también aumenta mucho en presencia de una dinámica funcional de la sucesión (p.ej., aves: ver Wiedenfeld 1991). De hecho, existe una sinergia entre el proceso de la sucesión y otros procesos bio-ecológicos. Por ejemplo, para la colonización por especies de plantas socorridas que reemplazan a las especies de un estado más joven, dispersores de sus diásporas son imprescindibles (ver 3.5.3.3). Por otro lado, las poblaciones de estos animales, a menudo, no habitan un sólo estado sucesional, sino que se mueven entre ellos según los patrones espacio-temporales de las ofertas alimenticias (Loiselle & Blake 1994, Terborgh 1985; ver también dispersión zoocórica).

Para completar este proceso cíclico, las perturbaciones, sean abióticas o bióticas, también son indispensables: Entre las perturbaciones bióticas en los bosques tropicales, destacan las actividades de hormigas folívoras (“*leafcutter ants*”), los sepes. Representan perturbadores con impactos considerables: Abren el dosel, a veces matando a la planta. La cantidad de luz que llega al interior del bosque aumenta y así las hormigas fomentan la regeneración del bosque.

Mientras el impacto de las hormigas folívoras, a menudo, es de escala considerable y obvia para la percepción humana, hay un sinnúmero de impactos de menor escala, pequeñas catástrofes, que, sin embargo, inician una sucesión. Un individuo de *Pseudocolaptes boissonneautii* (Furnariidae), un ave especializada en buscar artrópodos en epífitas (Ridgely & Tudor 1989), puede destruir la comunidad organísmica en una fitotelma, el diminuto cuerpo de agua que se forma en una bromelia epífita. La fitotelma después empieza a ser re-colonizada por microorganismos, larvas de insectos etc. hasta ranas.

Diferente al caso de las perturbaciones, la sucesión siempre es un proceso mayormente biótico. Aunque factores abióticos también interactúan sinergeticamente (p.ej., formación de suelos, nivel de la capa freática), son los organismos que controlan el proceso de la sucesión. Los elementos importantes de la sucesión son: la polinización y la dispersión, donde en el trópico la participación de animales predomina sobre mecanismos abióticos. En general, la dinámica sucesional depende de la altitud, el clima regional y las condiciones previas (Scherzinger 1996): la composición y el estado del suelo, poblaciones cercanas en fuentes para la colonización (Silva *et al.* 1996, Blackburn & Gaston 2001) e interacciones entre la comunidad organísmica en general.

A las especies que crean el hábitat para otras especies, es posible clasificarlas como “ingenieros de hábitat.” Ellas proveen la matriz necesaria para la colonización por otras especies durante una sucesión natural.

Los árboles por ejemplo, proveen la matriz para muchas especies: Primero, es el sustrato para la colonización por plantas epífitas, son el recurso alimenticio para muchos comensales primarios (p.ej., larvas de insectos, hormigas folívoras-ver arriba, frugívoros -ver 3.5.3.), parásitos (p.ej., los géneros *Phrygilanthus*, *Psittacanthus*, *Tristerix*-Loranthaceae; *Dendrophthora*, *Phoradendron*-Viscaceae) y para descomponedores (p.ej., hongos), y además proveen sombra y microclima a muchas especies sensibles del sotobosque. La sucesión llevada a cabo por árboles, entonces, ramifica en sucesiones de escalas menores, p.ej., las fitotelmas, donde en las epífitas se forman hábitats (ver arriba).

Segundo, la colonización masiva de un área, resultando en una mancha de bosque, recién crea el microclima necesario para la aparición de la comunidad organísmica de cualquier ecosistema boscoso.

Describiendo una escala más pequeña, pájaros carpinteros (Picidae) típicamente excavan huecos en troncos donde nidifican. De esta manera crean espacios utilizables para la nidificación de una multitud de otras especies, p.ej., carpinteros de la misma o de otras especies, loros (Psittacidae), tucanes (Ramphastidae), trogones (Tro-

gonidae), buhos y lechuzas (Tytonidae, Strigidae) y ciertas especies de patos (*Dendrocygna* spp.), entre otros (Hilty & Brown 1986). Además de iniciar esta clase de “sub-sucesión,” esa actividad, al mismo tiempo, puede ser también una perturbación si inicia o contribuye a la muerte del árbol.

Otro ejemplo representan los nidos de termitas o de avispas, proveyendo la matriz donde trogones (Trogonidae) excavan su nido (Hilty & Brown 1986:300).

Problemática de conservación: Entendiendo sucesión como una cascada de procesos bio-ecológicos, se hace obvio que el funcionamiento de sucesión depende del funcionamiento de cada una de sus partes. Por consecuencia, la disfuncionalidad de uno de estos elementos puede afectar gravemente el funcionamiento del gran proceso (p.ej., ver 3.5.3.: Problemáticas de la conservación de polinización).

“La pérdida de poblaciones o especies, que es causada por la abundancia de otras especies se llama extinción secundaria (Terborgh & van Schaik 1997). Puede generarse si, por ejemplo, se cambia la relación entre carnívoros y presas; también si se extinguen polinizadores o dispersores de semillas; o viceversa, si el recurso se vuelve escaso por procesos bruscos de pérdida de cobertura vegetal, provocando ello desplazamientos y extinciones locales del polinizador o dispersor, dependiendo del grado de especialización (p.ej. Stouffer & Bierregaard 1995; Olivera 1999, Galindo-González *et al.* 2000, Silva & Tabarelli 2000). [...] Por ejemplo, se ha observado que la eliminación de los depredadores de hormigas sepes, puede causar la extinción de diferentes especies de plantas, que no aguantan el aumento del corte de sus hojas en la etapa de plantines. Ya que las interrelaciones de especies en los ecosistemas son muy complejas, es obvio que los posibles eventos de la extinción secundaria también pueden ser muy complejos y, prácticamente, impredecibles” (Ibisch 2003).

La Sucesión es de extraordinaria importancia para facilitar el desplazamiento forzado por el cambio climático (ver arriba): Especialmente la dispersión exitosa de especies arbóreas es crucial para que las poblaciones sigan colonizando nuevas áreas, compensando la pérdida de las áreas donde las condiciones climáticas han empeorado. En detalle, son los procesos de su reproducción, su dispersión y el establecimiento del plantín, que deben funcionar. Recién cuando los árboles se hayan establecido y se haya formado un bosque, les pueden seguir todas las especies de plantas y animales que dependen de las condiciones ecológicas del ambiente boscoso. Este gran proceso del desplazamiento de las áreas de distribución de especies afectadas por el cambio climático, también puede ser impedido por condiciones abióticas degradadas, tal como suelos degradados o una menor disponibilidad de agua que los árboles crecientes ya no pueden alcanzar.

El hombre tiende a percibir la perturbación natural como un disturbio inconveniente, hasta amenazante. Mientras, a menudo, se siente impotente ante fuerzas naturales como un huracán o una inundación, de hecho intentaría luchar contra un perturbador biótico como p. ej., una plaga de insectos. Donde es factible, muchas veces se aplicaría medidas para contrarrestar al perturbador. Esto es válido, especialmente, si este perturbador natural afecta también sus cultivos. Por ejemplo, un pájaro carpintero es percibido de manera negativa si, aparte de que excava huecos en bosques naturales, también visita cultivos de caña, donde obviamente aprovecha de la oferta alimenticia en abundancia y fácil de conseguir (S. Kreft, observación personal).

Una perturbación de carácter diferente que las que se ha descrito anteriormente, es la invasión de especies exóticas. Su invasión no impacta primordialmente las sucesiones naturales en los ecosistemas, sino aumenta la presión competitiva en las especies nativas, que, en consecuencia, pueden bajar su densidad o sufrir extinción local. Invasiones de especies exóticas -en conjunto con extinciones de especies con áreas de distribución regional hasta local- llevan a la homogenización taxonómica de las comunidades orgánicas (diversidades beta suprimidas), un efecto no deseado desde el punto de vista conservacionista (Lockwood *et al.* 2000).

“En Bolivia hay un gran número de especies exóticas, parcialmente, con tendencias invasoras, sin que -hasta el momento- se observen mayores consecuencias para especies nativas (Ibisch 2003). Hay más especies exóticas de plantas que animales. Una diversidad alta de neófitas se encuentra en áreas cultivadas hace siglos; hay una diversidad enorme de malezas europeas en los valles interandinos y en la Puna (semihúmeda) (ver p.ej. Sigle 1988, Pestalozzi & Torrez 1998). Normalmente, las especies “invasoras” no invaden bosques intactos, sino se limitan a áreas antrópicas. La proliferación de especies exóticas (muchas veces tóxicas y de cierta manera dañinas) es una consecuencia típica del pastoreo [...].

Las gramíneas están entre los grupos más relevantes como plantas invasoras. Se registran aproximadamente unas 90 especies de gramíneas no nativas (cálculo propio según Renvoize 1998). En algunas comunidades de las tierras bajas la proliferación de sujo (*Imperata brasiliensis*) se convierte en un problema para el uso de la tierra, ya que no es fácilmente eliminable con fuego y prospera en barbechos que no pueden ser recuperados fácilmente para los cultivos. El problema es conocido en Perú y Brasil (Scott 1978, Fearnside 1990), y tiene el potencial de multiplicar los efectos de la conversión de ecosistemas boscosos. Gramíneas exóticas se utilizan para el mejoramiento de praderas (p.ej. *Hyparrhenia rufa*, *Brachiaria brizantha*; Killeen *et al.* 1990) y también en el contexto de la revegetación p.ej., después de intervenciones de la industria petrolera. Se desconoce si la ampliación del rango de distribución de estas especies ha llevado a problemas de conservación para otras.

La introducción de especies forestales exóticas como *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) y *Pinus* spp. (Pinaceae) tiene efectos negativos en los sitios de las plantaciones (p.ej. Schulte & Mérida 1991, Fjeldså & Kessler 1996), perjudicando a la flora y fauna de los suelos y eliminando la vegetación natural en el sotobosque; pero afortunadamente, no se observan tendencias invasoras de estas especies. [...]

Un caso especial de la introducción antropogénica de organismos, no necesariamente nativos -y con potencial de amenaza para la biodiversidad nativa-, representa el control biológico de plagas. En Bolivia, ya hay instituciones que introducen y difunden organismos patógenos en agroecosistemas hasta en áreas protegidas sin que se apliquen protocolos de prevención y monitoreo de impactos (p.ej. PROBIOMA, Área Natural de Manejo Integrado Amboró). Obviamente, la ventaja del control biológico es evitar la aplicación de pesticidas (ver abajo); sin embargo, debe analizarse con cuidado qué riesgos biológicos pueden generarse. En el caso de hongos patógenos (p.ej., utilizados por PROBIOMA: *Metarrhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii*, *Beauveria bassiana*, *Trichoderma* spp.), es posible que afecten no solamente a las especies plagas en los cultivos (p.ej., escarabajos, mariposas), sino también a especies silvestres que se encuentran al lado de los cultivos, y que pueden ser hasta beneficiosas para la agricultura. Muchos hongos son cosmopolitas y, por lo tanto, supuestamente no exóticos en cualquier lugar de aplicación. Sin embargo, existen variedades genéticas que pueden tener características diferentes de las variedades nativas (también ya se ha comenzado con la manipulación genética de organismos biocontroladores). El origen del material aplicado es de alta importancia. Además, la propagación artificial y la introducción masiva de patógenos podrían llevar a consecuencias impredecibles en el ecosistema. [...]

En el contexto de cambios antropogénicos de la abundancia de algunas especies, pueden generar problemas para otras, así mencionaremos brevemente la introducción de animales criados o mantenidos en cautiverio. A parte de varios posibles problemas etológicos que dificultan la (re-) introducción de animales en ecosistemas naturales (especialmente en el caso de depredadores grandes), o también genéticos (si los animales introducidos no provienen de la población del sitio donde se realiza la introducción), se debe mencionar el riesgo de la introducción de enfermedades no existentes en el hábitat natural y la falta de hábitat apropiado (Jiménez 1996)” (Ibisch 2003).

Conclusiones para la conservación en el CAM:

En resumen, el “mensaje” para los actores conservacionistas en el CAM debe ser: Proteger (quiere decir, dejar que se produzcan) las perturbaciones naturales e impedir la degradación antropogénica de los ecosistemas. Ya que las perturbaciones naturales son un “motor” muy poderoso para el desarrollo y mantenimiento de biodiversidad y además para la evolución de taxa nuevos, es absolutamente clave permitir estas dinámicas naturales.

Es obvio que en zonas pobladas, estas perturbaciones pueden estar en conflicto con las actividades humanas. La meta en estas zonas (en las ANMIs tanto como en las áreas no protegidas legalmente) debe ser aplicar medidas proactivas para facilitar la “convivencia” de la gente y de los procesos ecológicos, incluyendo las perturbaciones naturales.

Para dar un ejemplo, se debería lograr convencer a pobladores o colonos evitar ciertas actividades (construcción de viviendas, caminos, etc.) en las orillas (particularmente en el lado de actual erosión activa) de los ríos. Por un lado, la dinámica fluvial a corto plazo amenazaría la integridad física de la gente y sus pertenencias. Por otro lado, los ríos son perturbadores naturales que garantizan la sucesión continua deseada, además de representar biocorredores importantes (ver 3.5.2.).

Impedir la degradación antropogénica de los ecosistemas es el complemento del concepto de la protección de las perturbaciones naturales. Volviendo al ejemplo dado anteriormente, otro escenario sería la fortificación de las orillas con diques u otras medidas para controlar la dinámica fluvial. Esta manipulación, por lo menos en gran escala, sería un grave impacto negativo que se debería evitar. Claramente, la primera opción (actividades humanas solamente a partir de una cierta distancia al río) es más sostenible (y económica).

Invasiones de especies exóticas representan perturbaciones no naturales. Para evitarlas, es crucial tomar medidas proactivas. Ante todo, la funcionabilidad de ecosistemas completos y no degradados proveen una fuerte protección ante posibles invasiones. En general, además, se debería permitir el uso en gran escala de especies no autóctonas en el CAM (en la agricultura, apicultura, granjas etc.) siempre y cuando se haya analizado los riesgos implicados; una medida complementaria sería el fomento del uso de especies y variedades nativas. Ya que todas las áreas protegidas están rodeadas de zonas pobladas donde se llevan a cabo diversas actividades humanas, especialmente en los alrededores de las APs se debería asegurar que no se introduzcan especies con el potencial de afectar las comunidades orgánicas por proteger.

Especies clave

En muchos ecosistemas, se puede observar que existen especies clave (“*keystone species*”), que son especies interactores fuertes y que tienen un impacto desproporcionadamente alto en el sistema (Gilbert 1980). Esta definición, aunque no sea muy rígida, implica que en el conjunto de una comunidad orgánica local, sólo un número reducido de especies representa especies clave. El criterio más importante para la identificación de especies clave es que la abundancia y/o la biomasa de la población local deben destacarse por ser pequeña en comparación al papel clave que tiene para el funcionamiento del ecosistema (Davic 2003).

El concepto de las especies clave es discutido controversialmente. Las críticas en la mayoría apuntan a su confusión con otros conceptos, como especies paraguas o especies de bandera y no a la validez del concepto propio (Paine 1995, Caro & O’Doherty 1999). Otras críticas advierten que la concentración en la conservación de una o pocas especies clave puede llevar a olvidarse la necesidad de ver el sistema en su integridad (Paine 1995).

Sin embargo, garantizada su aplicación adecuada, el concepto de especies clave ha sido adaptado ampliamente. Parece útil para la conservación porque permite filtrar especies de importancia extraordinaria de una cantidad a

veces inmensa de especies locales. Ya se tiene conocimiento de casos muy claros de especies clave dominando funciones bio-ecológicas importantes. Especies clave representan la analogía biótica a procesos abióticos dominantes, como incendios, derrumbes, huracanes etc. (Paine 1995).

Tipos de especies clave: En otros capítulos se menciona varios ejemplos de especies clave: Una especie polinizadora representa una especie clave, si varias especies de plantas dependen imprescindiblemente de su servicio (ver 3.5.3.2). En el Parque Nacional Manu, Perú, especies clave de plantas sostienen a la comunidad entera de animales frugívoros, proveyendo sus frutos durante las épocas de escasez alimenticia (Terborgh 1986; ver 3.5.3.3).

Falta comentar el papel de los depredadores grandes en muchos ecosistemas: Estos macrodepredadores controlan las abundancias de las poblaciones de depredadores de tamaño mediano. En presencia de este factor controlador, los animales pequeños, presas potenciales para los meso depredadores, pueden existir en abundancias relativamente grandes. Los herbívoros entre ellos (como efecto), efectúan un control sobre la dinámica vegetacional.

“Tanto la eliminación de herbívoros como el aumento de su abundancia (debido a la eliminación de depredadores grandes), puede causar cambios estructurales en el ecosistema (Terborgh 1999): una multitud de especies puede convertirse en “maligna” si desaparecen sus depredadores” (Ibisch 2003).

Estos efectos en la cascada trófica, o parte de ella, ya han sido comprobados en varios ecosistemas muy diferentes. Un ejemplo clásico del noreste del Océano Pacífico, londras (*Mustelidae*) controlan a poblaciones de erizos (*Echinodermata: Echinoide*). Los erizos, en cambio, se alimentan de animales y plantas que viven en los suelos marítimos. De esta manera, la presencia de las londras impide la sobreexplotación de estos organismos por los erizos (Estes & Palmisano 1974). Asimismo, en España, la presencia del *Lynx ibérico* (*Lynx pardinus*, *Felidae*) favorece a animales pequeños como conejos (*Oryctolagus cuniculus*, *Leporidae*), a través de limitar la dinámica poblacional de meloncillos (*Herpestes ichneumon-Viverridae*), sus depredadores, que son de tamaño mediano. La ausencia del *Lynx* tiene como efecto un alivio ecológico para los mesodepredadores (“*mesopredator release*”). De manera similar, en vegetación arbustiva en California, el gremio entero local de mesodepredadores aumenta su abundancia donde el macrodepredador, el coyote (*Canis latrans*, *Canidae*), no ocurre (Crooks & Soulé 1999). Se ha observado este fenómeno también en el Neotrópico con sus ecosistemas tendencialmente más complejos. En un área de bosque semidecíduo en Venezuela, el inventario natural de (macro- y meso-) depredadores de vertebrados es diverso e incluye a gatos (*Felidae*), comadrejas (*Mustelidae*), aves rapaces (gavilanes-*Accipitridae*, halcones-*Falconidae*, buhos y lechuzas-*Tytonidae*, *Strigidae*; entre los depredadores de huevos y pichones destacan los tucanes-*Ramphastidae* y los cuervos-*Corvidae*) y serpientes (*Serpentes*). La inundación de una parte del área para una represa hidroeléctrica ha resultado en la formación de algunas islas, donde se puede observar los efectos de este experimento ecológico de gran escala: Han desaparecido los depredadores mencionados, resultando abundancias extremadamente aumentadas de varias especies de herbívoros. En consecuencia, el crecimiento vegetacional se encuentra dramáticamente suprimido (Terborgh *et al.* 2001).

Problemáticas de conservación: Por definición, la protección de especies clave es crítica para la conservación del funcionamiento de los ecosistemas donde viven. Su pérdida puede resultar en la interrupción de un proceso bio-ecológico (p.ej., de la reproducción a través de la interrupción de polinización; ver 3.5.3.2) y, como consecuencia, en la extinción de una sub-comunidad entera de especies o en otro cambio profundo de la estructura de la comunidad orgánica local. Por ejemplo, pueden darse cambios dramáticos en las distribuciones numéricas entre poblaciones de diferentes pisos tróficos, y, por consecuencia, en el flujo energético a nivel del ecosistema.

Un problema preocupante representa la desaparición de depredadores grandes en zonas influenciadas por el hombre. Para empezar, hay indicaciones que en las zonas habitadas por el hombre, la presión hacia los animales pequeños por mesodepredadores es *baja*, la cacería apunta a macrodepredadores tanto como a mesodepreda-

dores. Alejándose del ambiente humano, la cacería normalmente sólo está dirigida hacia animales grandes, entre ellos los macrodepredadores, resultando en el alivio ecológico para mesodepredadores. Ellos podrían aumentar dramáticamente de abundancia, efectuando una presión *alta* a sus presas (Willis 1979). Las áreas habitadas son de tamaño restringido en comparación con las áreas muy extensas donde la cacería, a menudo, logra reducir la abundancia de macrodepredadores a un nivel muy bajo o incluso a la extirpación local de las especies depredadoras más sensibles. El hecho que, naturalmente, la abundancia de macrodepredadores es baja, contribuye a la vulnerabilidad de las poblaciones de estos macrodepredadores y con ello a la red trófica entera de un ecosistema. Como última consecuencia, el control natural del crecimiento vegetacional puede fallar, y la composición de la vegetación puede mostrar cambios profundos, potencialmente no convenientes, p.ej., en concesiones forestales.

Aparte de especies clave identificadas, el efecto de extinciones en una comunidad de especies es difícil de predecir: Parece que con la serie de extinciones sucesivas o secundarias, habrá (o ya hay) especies “ganadoras” (que aumentan en abundancia dentro del marco de compensación de densidades poblacionales, subsumiendo la abundancia de todas las especies locales), tanto como “perdedoras” (que son afectadas por la desaparición de especies, de las cuales dependen, por lo menos parcialmente). Según modelaciones biomatemáticas (Ives & Cardinale 2004), las primeras extinciones resultan en una comunidad más resistente a estrés ecológico. Extinciones adicionales, en algún momento, efectúan pérdidas en la resistencia de la comunidad. El papel de las especies extirpadas para las interacciones en la red trófica define cuáles especies muestran compensación y cuáles sufren pérdidas en su abundancia, pero las interacciones intrínsecamente complejas en la red trófica comúnmente no permiten prever estos cambios. Esta impredecible situación es un fuerte argumento para aplicar un concepto holístico, tratando de conservar sistemas enteros y los procesos bio-ecológicos que los forman y mantienen (Ives & Cardinale 2004).

Conclusiones para la conservación en el CAM:

La modelación de Ives & Cardinale (2004) insinúa no restringirse en la protección de una selección de especies identificadas clave para la funcionabilidad del CAM. Aparte de ser imposible, al tener en cuenta el escaso conocimiento actual de los ecosistemas de la región, los resultados de dicho estudio implican que puede ser riesgoso enfocar los esfuerzos conservacionistas en especies aisladas. Nuevamente, se hace obvia la necesidad de dirigirse a las comunidades enteras y la funcionalidad de los ecosistemas que habitan.

Aceptando esto como concepto general, sin embargo, es posible prestar cierta atención especial a especies grandes de animales, ya que abarcan muchas potenciales especies clave, como agentes de dispersión especializados (ver 3.5.3.3) y depredadores dominantes (“*top predators*”). Este grupo heterogéneo de animales tiene en común que son particularmente sensibles ante la destrucción, degradación o fragmentación de sus hábitats (ver, p.ej., Bierregaard *et al.* 1992): Están entre las primeras especies que desaparecen en regiones impactadas. Además, son las que más sufren por la cacería no controlada (ver arriba y 3.5.3.2). Ahí surgen dos fuentes de impacto negativo, pero que también representan fenómenos posibles de monitorear y de contrarrestar.

3.5.3.2. Polinización

S. Kreft

En las espermatófitas, si su polen no está adaptado para ser transportado por medios abióticos (viento, agua), requieren de polinizadores. Estos animales, durante el acto de buscar el néctar ofrecido por una flor, típicamente se “impregnan” con el polen y lo llevan a otras flores. Muchas especies de plantas para su reproducción dependen de este servicio brindado por los animales nectarívoros. La tasa reproductiva (entonces, como primer paso, la producción de semillas) está correlacionada con la abundancia de polinizadores y su eficacia.

Plantas: En un 84% de las familias esencialmente tropicales de espermatófitas predomina la zoofilia (quiere decir, polinización por animales). Entre ellas, la mayoría abarca plantas leñosas. La predominación de zoofilia en los sistemas de polinización ya se muestra en el papel de un sólo taxón de polinizadores: un 90% de las angiospermas es entomófilo (flores adaptadas a polinización por insectos) (Renner 1996).

Por orden de importancia, globalmente, hay tres veces más géneros ornitófilos que quiropterófilos (polinizados por aves y murciélagos, respectivamente). Estos dos modos de polinización son más importantes en el Neotrópico que en otras regiones tropicales (Renner 1995, 1996), aunque la entomofilia predomina independiente de la región.

Nectarívoros: En cambio, un porcentaje mucho más modesto de las especies de animales participan en la polinización de plantas. Los taxa de animales polinizadores más importantes son los insectos (Insecta), las aves (Aves) y los mamíferos (Mammalia). Entre los insectos, destacan las mariposas (Lepidoptera), abejas (Hymenoptera: Apoidea), moscas (Diptera: Brachycera) y escarabajos (Coleoptera) (Roubik 1995). Familias importantes de aves son los picaflores y los tordos (Trochilidae e Icteridae, respectivamente; Stiles 1981, 1985). El orden más importante entre los mamíferos son los murciélagos (Chiroptera) (Roubik 1995), con representantes en la familia Phyllostomidae (Glossophaginae, Lonchophyllinae; Emmons & Feer 1999). Sin embargo, los insectos son el grupo más diverso de polinizadores. Mientras en altitudes superiores, los insectos y, especialmente, los murciélagos ocurren con una reducida riqueza de especies y poca abundancia, los picaflores, en estas altitudes mayores, tienen una elevada importancia relativa (Stiles 1983).

Detalles del funcionamiento: Existen algunos casos de co-adaptaciones entre una sola especie de planta dependiente de una sola especie de polinizador (especialmente en el caso de la familia de las orquídeas). Un caso extremo es la inter-dependencia entre *Passiflora mixta* y el picaflor *Ensifera ensifera* (Snow & Snow 1980) para la polinización exitosa y como recurso alimenticio predominante, respectivamente. Dicho picaflor ocurre en la subcorregión Yungas en el CAM (Hennessey *et al.* 2003).

En general, sin embargo, la coevolución entre plantas y polinizadores es más difusa, y los generalistas son más comunes que los especialistas en plantas tanto como animales (Renner 1996, Nabhan & Fleming 1993), resultando en competición por el néctar (ver discusión en Wiens 1989). En un caso intermedio, *Eutoxeres condamini* (Trochilidae: Phaethornithinae), un picaflor con un pico extremadamente curvado, que en Bolivia ocurre en los Yungas de La Paz (Hennessey *et al.* 2003), ha sido observado visitando plantas de los géneros *Heliconia* y *Centropogon* (Hinkelmann 1999). Por otro lado, especies del género *Heliconia* también reciben visitas de los picaflores de otras especies de la subfamilia Phaethornithinae (Stiles 1981, Schuchmann 1999).

Existen parásitos nectarívoros que roban néctar a las plantas sin contribuir a su polinización. El género entero *Diglossa* (Aves: Thraupidae), al igual que los picaflores del género *Heliothryx*, están especializados en robar néctar de varias especies de plantas, taladrando un pequeño hueco en la base de las flores (Stiles 1981, 1985b).

A nivel poblacional, el flujo genético contribuye a la viabilidad de una población (evitando la reducción del *pool* genético y la creciente aparición de adaptaciones contrarias en el fenotipo). De esta manera, la polinización es una función ecológica indispensable para la gran mayoría de los ecosistemas terrestres.

Para poder cumplir con su servicio en la relación mutua con las plantas, los polinizadores tienen que ser móviles. Sus movimientos espacio temporales, y con ellos la eficacia de la polinización, dependen de algunas variables: la oferta de néctar, quiere decir la cantidad y distribución espacial de néctar en las flores de los diferentes individuos de plantas y entre los individuos, define el comportamiento del animal en relación a la planta. Si la oferta de néctar es grande, los polinizadores tienden a quedarse por períodos prolongados cerca de la misma planta, lo cual tiene como consecuencia una baja eficacia de polinización. En el caso de picaflores, recursos de néctar sufi-

cientemente grandes y agregados para mantener a un individuo pueden resultar en un comportamiento territorial -en este caso la eficacia es muy baja (polinización puede ser efectuada por picaflores intrusos, que “roban” néctar al ave territorial durante visitas muy cortas, antes de ser expulsados por el defensor del territorio y volar a otra planta) (p.ej. Wolf 1970, Feinsinger & Colwell 1978). También, el miedo a los depredadores puede evitar que los polinizadores se queden períodos largos en la misma planta. -En cambio, flores en baja abundancia y/o con poco néctar hacen necesarios movimientos frecuentes o de largas distancias por parte de los polinizadores.

En contraste con los nectarívoros territoriales, las especies migratorias, por su alta movilidad, comúnmente son polinizadores eficaces contribuyendo a la diversificación genética de poblaciones. Las poblaciones de varias especies de plantas en lugares distantes dependen de la visita de un polinizador durante sus viajes migratorios cíclicos, como es el caso de la mariposa monarca (*Manaus plexippus*) (Withgott 1999) y con ciertos murciélagos nectarívoros y algunas especies de aves, en su mayoría picaflores. Aunque no se conozca ningún estudio de polinizadores migratorios para el CAM, sin duda hay, al menos, muchos insectos polinizadores que pasan por el CAM durante sus viajes cíclicos. Esto se aplica también para migrantes altitudinales. Por ejemplo, durante el florecimiento de poblaciones de *Puya herzogii* en la zona de páramo yungueño (aprox. 3.500 m) en el Parque Nacional Carrasco, aparecen individuos del picaflor *Colibri coruscans*, muy probablemente visitantes de pisos inferiores de la misma ladera (observación propia). Los picaflores, pertenecen a la familia de aves con el número más grande de migrantes altitudinales (ver 3.5.2.2). Es obvio que proteger estas poblaciones y permitir sus migraciones debe formar parte de esfuerzos para la preservación del sistema de polinización (ver abajo).

Problemática de conservación: Hay indicaciones que el mutualismo entre plantas y sus polinizadores es un sistema bastante vulnerable. Para varios niveles y escalas (localidades, regiones, especies raras o amenazadas, plantas cultivadas) se discute el “derrumbamiento de polinización” (término inglés: “*pollination disruption*”): Cuando en un sistema de polinización (que en el trópico consiste de un complejo de numerosas especies vegetales tanto como de animales polinizadores) una población de planta o del polinizador baja en su abundancia, esto puede resultar en reducciones poblacionales de las contrapartes, como parece que está ocurriendo actualmente en varios de estos sistemas (Allen-Wardell *et al.* 1998, Nabhan & Fleming 1993, Kremen & Ricketts 2000, Roubik 2000). Por ejemplo, la producción reducida de semillas por ciertas poblaciones de plantas suculentas en regiones áridas en México está correlacionada con reducciones en las poblaciones de sus polinizadores, murciélagos del género *Leptonycteris* (Nabhan & Fleming 1993).

Las causas de este derrumbamiento de polinización pueden consistir en la reducción o degradación del área del hábitat disponible para una especie de planta o de su polinizador, además de fragmentación (Aizen & Feinsinger 1994, Renner 1996). En algunos casos puede faltar el hábitat que el polinizador ocupa durante una sola época del año (Paton 2000). La fragmentación puede agravar este efecto (Corbet 2000).

Otro tipo de problema existe en la introducción de polinizadores exóticos, p.ej., abejas (*Apis* spp.) de origen europeo, que en otras regiones del mundo compiten con especies polinizadoras autóctonas y pueden causar reducciones en la abundancia de éstas (Kremen & Ricketts 2000, Paton 2000).

Obviamente, el derrumbamiento de la polinización puede mostrar efectos graves no sólo en ecosistemas naturales, sino también en la agricultura (Roubik 1995). Queda desconocido si esto ya está sucediendo en el caso del CAM, pero se recomienda considerarlo para regiones ya ampliamente deforestadas o con tasas muy altas de deforestación. En estas áreas, además, la aplicación no adecuada o exagerada de pesticidas puede ser un impacto destructivo a las poblaciones de polinizadores y, por consecuencia, indirectamente a la producción agraria. En regiones altamente fragmentadas, la falta de “corredores de néctar” puede representar otro problema para el sistema de polinización. Donde han desaparecido estos corredores por los cuales se mueven o migran animales nectarívoros, ya no está garantizada la distancia mínima requerida entre los recursos alimenticios. Existe el riesgo de que ya no sean factibles estos viajes, lo cual pone en peligro la población (a veces migratoria) de

polinizadores tanto como las poblaciones de plantas que polinizan (Allen-Wardell *et al.* 1998, Withgott 1999, Kremen & Ricketts 2000).

Conclusiones para la conservación en el CAM:

Para la conservación del proceso de polinización se debería considerar las siguientes actividades (comparar también Allen-Wardell *et al.* 1998):

Como medida más obvia, es imperativo proteger el conjunto entero de plantas (como recurso para las especies nectarívoras) y de sus polinizadores (que garantizan la transferencia de polen necesario para la reproducción y/o el flujo genético de las poblaciones de plantas). Se recomienda dedicar atención particular a especies de importancia destacada (ver discusión sobre efectos contrarios de fragmentación para la polinización: Renner 1996):

1. especies involucradas en relaciones mutualísticas estrechas,
2. especies polinizadas por murciélagos o aves (que parecen más vulnerables, p.ej., ante la fragmentación de su hábitat), igual que los propios murciélagos y aves nectarívoros,
3. especies no auto-compatibles/obligatoriamente zoofilias, y
4. especies clave (“*keystone species*”), quiere decir, especies que garantizan la supervivencia de una variedad de otras especies (y sin la cual el sistema de polinización experimenta un riesgo elevado de un “derrumbamiento de polinización;” ver también 3.5.3.1 sobre “especies clave”).

También desde la perspectiva de la biología de polinización, a nivel regional, es muy importante evitar o reducir la destrucción del hábitat natural o su fragmentación. Además, en áreas que actualmente ya se encuentran fragmentadas, la protección de corredores existentes o la creación de nuevos “corredores de néctar” mitiga los efectos negativos de las perturbaciones antropogéneas. Es obvio que esta medida sirve también para la conservación de otras funciones biológicas, tales como la migración o dispersión de individuos no polinizadores entre poblaciones aisladas (ver 3.5.2.1), y dispersión de diásporas por agentes de dispersión (ver capítulo siguiente).

3.5.3.3. Dispersión zoocórica de diásporas

(S. Krefl)

Especialmente en el trópico húmedo, como lo representa el CAM casi en su totalidad, la dispersión de diásporas de plantas (ver más arriba) es dominada por zoocoría, quiere decir, por la dependencia de animales (por lo menos parcialmente) frugívoros que sirven como agentes de dispersión.

Uno de los mecanismos básicos, por parte de las plantas, es la endozoocoría que consiste en la producción de frutos carnosos (encerrando semillas, las diásporas), que contienen una alta cantidad de nutrientes. Los animales consumen los frutos, aprovechando estos nutrientes. A la vez, estos frugívoros transportan las semillas (en su sistema intestinal, en su buche o con el fruto aún no ingerido) a otro lugar y así efectúan la dispersión de las semillas. El otro mecanismo es la exozoocoría, la cual está caracterizada por el transporte involuntario de diásporas, generalmente en la piel de los animales.

Plantas: En bosques tropicales húmedos, el porcentaje de plantas que son dispersadas con la ayuda de agentes de dispersión es alto: el porcentaje de especies de árboles en bosques húmedos de Costa Rica que dependen de este servicio brindado por aves (ornitocoría), varía entre un 70% y un 80% (Stiles 1985). En el sotobosque (donde el

viento como medio abiótico potencial para la dispersión está muy reducido), animales funcionan como agentes de dispersión para un porcentaje particularmente alto de especies de plantas. Otra gradiente de importancia para la dispersión zoocórica es la gradiente altitudinal: en bosques montanos en Costa Rica, la dependencia de zoocoría es aún mayor que en altitudes inferiores. Estas relaciones probablemente se repiten en otras regiones neotropicales. Por ejemplo, en un bosque muy húmedo en 1.000 m (Alto Yunda, Colombia), el porcentaje de especies ornitocóricas de árboles es el 83% para el dosel y el 94% para el sotobosque (Hilty 1986).

Frugívoros: Estos patrones principalmente se reflejan en los animales frugívoros. El porcentaje de especies de aves en un bosque neotropical húmedo en Costa Rica, que pertenecen al gremio frugívoro, varía entre un 30% y un 40% (Stiles 1985). El gremio (por lo menos parcialmente) frugívoro es relativamente más diverso en las comunidades montanas. El grupo predominante son las aves, seguido por los mamíferos. En muchas familias de aves hay representantes con dietas que incluyen frutos. En mamíferos, la frugivoría es un fenómeno que se observa también en muchos grupos diferentes. Cabe mencionar a los monos (Primates; p.ej., Fleming 1979, Terborgh 1983), roedores (Rodentia) por su abundancia y su diversidad taxonómica tanto como ecológica, murciélagos (Chiroptera: Phyllostomidae: Carollinae; p.ej., Fleming 1979, Galindo-González *et al.* 2000) y miembros de las familias Procyonidae y Viverridae (ambos del orden Carnivora; Fleming 1979); pero hay muchas más especies de mamíferos que incluyen frutos en su dieta, así representando agentes de dispersión potenciales. Entre los insectos, numerosas especies de hormigas (Hymenoptera: Formicoidea) son agentes de dispersión que deponen semillas en sus nidos. En las llanuras del CAM y sus bosques, que se encuentran bajo la influencia predominante de los ríos, los peces son otro grupo importante que garantiza la dispersión de muchas especies de plantas (Kubitzki & Ziburski 1994).

Detalles del funcionamiento: Como ya se mencionó arriba (3.5.2.1), la dispersión juega un papel importante en la definición y manutención de los límites de distribución de todas las especies. En este proceso, muchas especies de plantas involucran a animales como agentes de dispersión. En las partes montanas del CAM, p.ej., las distribuciones altitudinales (tendencialmente angostas) de muchas especies se realizan a través de dispersión zoocórica hacia los límites superiores e inferiores.

Durante las tres décadas pasadas, el campo de la zoocoría ha sido investigado con bastante detalle (ver, p.ej., las contribuciones, en Estrada & Fleming 1986, Fleming & Estrada 1993, Levey *et al.* 2001; pero ver también Wang & Smith 2002). La dispersión exitosa de una población de plantas depende de un complejo de factores: cantidad de semillas transportadas, distancias atravesadas, sitio de deposición de la semilla (con respecto a condiciones abióticas, competencia, depredación, parasitismo), disposición para germinar después del tratamiento por el agente de dispersión, etc. En general, la deposición de la semilla directamente debajo del árbol paterno, en muchas especies, es una condición inconveniente para su germinación o para poder imponerse como árbol creciente: una distancia mínima del árbol paterno aumenta mucho la probabilidad de que el nuevo individuo crezca y llegue a reproducirse. Por otro lado, animales frugívoros para su supervivencia y sus movimientos dependen de la cantidad de frutos ofrecidos, sus tamaños, formas, sus nutrientes (Levey & Martínez del Río 2001), su distribución espacial tanto como temporal, competencia intra-específica e inter-específica por los frutos (p.ej., Leck 1969, Fleming 1979, Katak 1981; la competencia es típicamente baja en los frecuentes casos de superabundancia de frutos -Willis 1966, Fleming 1979), presencia de depredadores potenciales (aves rapaces, gatos etc.; Howe 1979), entre otros (ver análisis de factores en Martin 1985, Foster 1990, Loiselle & Blake 1990).

Mientras la función ecológica de dispersión zoocórica requiere el servicio de animales frugívoros que consumen frutos sin destruir las semillas, existen especies depredadoras que se alimentan de las propias semillas (algunas incluso descartando la pulpa). Por ejemplo, los loros (Psittacidae) y palomas (Columbidae) están adaptados para digerir semillas a pesar de las características desarrolladas por parte de las plantas para protegerse de la depredación. Otros depredadores de semillas son los taitetús y el jochi pintado (*Dasyprocta punctata*; Rodentia: Dasyproctidae) (Roldán & Simonetti 2001; ver discusión en: Hammond & Brown 1996). Mientras este impacto

puede reducir considerablemente la reproducción anual de individuos, sin embargo, bajo condiciones no perturbadas no representa un riesgo a nivel poblacional de la especie.

Recientemente, se ha venido reconociendo que en muchos casos están involucrados dos diferentes fases en la dispersión las cuales están conectadas serialmente (Wang & Smith 2002, Vander Wall & Longland 2004). Este complejo zoocórico, titulado “diplocoría,” obviamente es bastante común en el neotrópico, p.ej., jochis (*Dasyprocta* spp.) se llevan semillas dejadas por otros vertebrados en sus materias fecales y las entierran en otro sitio como reserva alimenticia (Vander Wall & Longland 2004). Asimismo, diferentes modos de dispersión pueden formar combinaciones, tales como mecanismos explosivos, myrmecocoría (dispersión a través de hormigas), dispersión por escarabajos coprófagos, endozoocoría (por vertebrados) y roedores llevándose y depositando semillas del modo descrito anteriormente.

En aves, uno de los grupos más importantes para la dispersión zoocórica, se observa un patrón o síndrome (que incluye morfología, comportamiento, fisiología y ecología) con gran relevancia para la conservación de esta función bio-ecológica (ver Snow 1971): Aves frugívoras generalistas, comúnmente son pequeñas. Típicamente incluyen en su dieta artrópodos en proporciones variables. Tales generalistas además son relativamente abundantes. Muchas mantienen sus territorios o se mueven en rangos relativamente pequeños, dentro de los cuales, a menudo, prefieren moverse en compañía de otros pájaros en bandadas mono específicas o mixtas. Grupos típicos con muchas especies frugívoras generalistas son los saltarines (Pipridae; Snow 1962a, 1962b, Krijger *et al.* 1997) y las tångaras (Thraupidae; Isler & Isler 1999, Strewé 1999). Hay que mencionar que estas ideas como concepto rígido han sido relativadas (sin ser ampliamente refutadas: Wheelwright *et al.* 1984, Moermond & Denslow 1985, Howe 1993), sin embargo, parece útil para el análisis de ciertos problemas de conservación (ver párrafos subsiguientes).

En cambio, especialistas frugívoros tienden a ser de tamaño un poco más grande y se caracterizan por tener poblaciones relativamente pequeñas así como una tasa reproductiva baja. El consumo de frutos, en consecuencia, predomina en su dieta, más que en los generalistas y está compuesta por frutos grandes y ricos en lípidos y proteínas así como también por frutos pequeños y ricos en azúcares (ver párrafo subsiguiente). Pueden organizarse en bandadas mono-específicas, pero otras especies son solitarias. Un grupo típico son los quetzales (*Pharomachrus* spp.; Remsen *et al.* 1993).

Muchas especies de plantas siguen un síndrome correspondiente (Snow 1971, Fleming 1979; un resumen global de los géneros de plantas dispersadas por aves en Snow 1981; datos complementarios en Wheelwright *et al.* 1984), por un lado, existen especies que producen frutos aptos para ser consumidos por aves especialistas. Estas plantas muchas veces están compuestas por árboles del dosel o de borde de bosque. Los frutos de éstos tienden a ser grandes, relativamente secos, con un alto grado de lípidos y proteínas. Además, contienen pocas semillas, las cuales son comparablemente más grandes. La cantidad de frutos ofrecidos en algunos casos es relativamente limitada. Muchas especies de la familia Lauraceae, árboles típicos de los bosques montanos, que representan el componente más importante en la dieta de los quetzales, producen frutos con estas características.

Por otro lado, numerosas especies de árboles o arbustos producen frutos pequeños en grandes cantidades. Las propias especies a menudo (aunque no siempre) ocurren en el sotobosque, donde pueden formar poblaciones densas. Los frutos son ricos en agua y azúcares, pero pobres en lípidos y proteínas. Son muchas y pequeñas las semillas por fruto. Como grupos típicos se pueden nombrar a las Rubiaceae y las Melastomataceae.

El mutualismo generalmente es más estrecho si la especie de planta produce frutos grandes con el síndrome descrito arriba y su agente de dispersión es un especialista. Sin embargo, hay frugívoros que siguen más el síndrome generalista, aunque están especializados en ciertos frutos, p.ej., tångaras del género *Euphonia* que prefieren frutos de la familia Loranthaceae (Snow 1981).

Problemática de conservación: Un problema serio a nivel global para la fauna en bosques tropicales es la cacería de subsistencia (Bennett *et al.* 2002, Ling *et al.* 2002, Robinson & Bennett 2002). Los cazadores locales, buscando aumentar la cantidad de proteínas en la alimentación de sus familias, seleccionan con preferencia a vertebrados terrestres de gran tamaño, como monos, antas, taitetús, tatús y aves grandes, entre otras especies que se pueden citar para el Neotrópico. Se supone que desproporcionadamente muchos de estos animales representan agentes de dispersión especialistas (Terborgh 1988). Su desaparición y el resultante “bosque vacío” (“*empty forest*”) de vertebrados grandes (Redford 1992) tiene como consecuencia un cambio complejo en la dinámica del ecosistema: las reducciones en depredación de semillas, en herbivoría y destrucción mecánica de plantines (por animales terrestres que los pisan), resultan en densidades más grandes de plantines, pero riquezas reducidas de especies (ver discusión en Roldán & Simonetti 2001; comparar también 3.5.3.1).

Se han observado algunos de estos efectos en la Reserva de la Biosfera Estación Biológica del Beni, en la periferia del CAM, y seguramente existe en una gran parte de la subcorregión “Bosque preandino:”

“La pérdida de dispersores puede atribuirse muy fácilmente a la caza indiscriminada de mamíferos y aves. Pacheco & Simonetti (1998, comparar Pacheco & Simonetti. 2000) han demostrado que la eliminación de dispersores puede llevar claramente a la disminución del flujo genético entre subpoblaciones de especies vegetales (p.ej. la pérdida del marimono *Ateles paniscus* en la población de *Inga ingoides*, Mimosaceae en los bosques preandinos). La reducción de poblaciones de mamíferos grandes ocasiona cambios en la abundancia y densidad de plantines (p.ej., las palmeras del género *Astrocaryum*; Roldán & Simonetti 2001) y la falta de herbivoría y perturbación del sotobosque ocasiona la proliferación de algunas especies que, a su vez, pueden impactar negativamente en la diversidad florística del bosque (Painter & Rumiz 1999). No solamente son las especies exóticas (ver abajo) las que son problemáticas; también hay sobreabundancia de especies nativas (Garrott *et al.* 1993)” (Ibisch 2003).

Otras actividades humanas con potencial de afectar negativamente la función bio-ecológica de la dispersión zoocórica, con posibles retroalimentaciones positivas con la cacería, son: la perturbación y/o destrucción de bosques, típicamente acompañadas por su fragmentación. Se entiende que en una mancha aislada de bosque, son los animales grandes que desaparecen primero, incluso especies de aves, que, por su alta movilidad, superficialmente considerada como independientes de hábitat continuo, parecerían menos vulnerables a la fragmentación de su hábitat (Willis 1979). Para la parte nordeste de la Mata Atlántica en Brasil, la cual nos podría dar una idea realística de un escenario del peor caso para el CAM, Silva & Tabarelli (2000, 2001) discuten el empobrecimiento florístico de los restos de la cobertura boscosa como resultado de la desaparición de los agentes de dispersión especialistas. Según su modelación, un 33,9% de las especies de árboles se extinguiría en escala regional, con efectos muy problemáticos para los ecosistemas naturales tanto como para los usos humanos de los mismos.

Diplocoría, la implicación de diferentes agentes en la dispersión, implica aún con más claridad que la conservación de los sistemas de dispersión de diásporas es una tarea exigente: Se demostró que la manutención de la diversidad de árboles tropicales depende del funcionamiento de la dispersión de sus semillas en las dichas dos fases (Harms *et al.* 2000). El hecho de que interactúe una especie vegetal con dos especies de agentes de dispersión, significa un aumento del riesgo de extinción para la especie vegetal (y posiblemente también para ambas especies de animales).

La fragmentación también puede afectar a los agentes generalistas y, con ellos, la dinámica poblacional de especies de plantas que ellos dispersan. Como muchos de ellos se asocian en bandadas mixtas, los patrones de sus movimientos (y posiblemente su supervivencia, que depende de la alta eficacia de las bandadas en la búsqueda de sus alimentos: ver la discusión en Powell 1985) dependen de estas bandadas (Munn 1985, Valburg 1992, Poulsen 1994). La ausencia de suficiente hábitat continuo y aparición de vacíos de hábitat anchos y difíciles de atravesar (“*habitat gaps*”) impiden la formación de bandadas, como se documentó para la avifauna de algunas manchas de bosque nublado en Ecuador (Poulsen 1994).

Tal vez es aún más importante, la reproducción de varias especies sociales que dependen de agregaciones intra-específicas. El término “*Allee effect*” subsume todos estos efectos negativos en las interacciones intra-específicas que resultan de la reducción de agregaciones de individuos de una especie (Reed 1999). Esta disfunción resulta en tasas reproductivas reducidas. En conjunto con otros impactos negativos, el “*Allee effect*” puede llevar a una especie a su extinción local (p.ej., del tojo *Psarocolius angustifrons* en un bosque subandino fragmentado; Renjifo 1999) o global (probablemente este fue el caso con la paloma migratoria, *Ectopistes migratorius*, en Norteamérica; Ellsworth & McComb 2003).

El impacto de fragmentación en bosques tropicales húmedos tiene un impacto desproporcionadamente considerable en las poblaciones de escarabajos coprófagos, muchas veces siendo agentes de la fase dos, de la dispersión diplocórica (Andresen 2003).

La recolonización de bosques perturbados o destruidos natural o antropogénicamente, similar a la colonización eficiente de nuevas áreas (ver 3.5.2.3 y 3.5.3.1), es influenciada por los siguientes factores principales: Primero, la riqueza en especies de plantas y animales del área “fuente” pone un marco a la composición de la comunidad sucesional. Segundo, la tasa de colonización principalmente está en correlación negativa con la distancia entre las dos áreas. Tercero, existe un cierto grado de “disposición” del área a su colonización: En áreas muy degradadas o enteramente nuevas (donde las condiciones abióticas necesarias aún se tienen que formar), la (re-) colonización tarda considerablemente más que en áreas ligeramente perturbadas (como, p.ej., en bosques que experimentaron solamente tala selectiva). Además, estructuras vegetacionales aptas para servir como asientos para aves frugívoras en un área en estado sucesional temprano pueden ser “núcleos de recuperación” (Galindo-González *et al.* 2000): aceleran la dinámica sucesional y enriquecen la comunidad sucesional, al igual que garantizan el crecimiento de individuos en gran abundancia. Incluso en un cultivo mantenido a un plazo más largo, visitado por animales frugívoros enriquecen el banco de diásporas y mejoran la aptitud del área para recuperarse después que termina el impacto humano (McClanahan & Wolfe 1993, Silva *et al.* 1996, Galindo-González 2000). La alta productividad de vegetación en sucesión incipiente, naturalmente ejerce una gran atracción para muchos animales frugívoros (p.ej., Martin & Karr 1986, Karr & Freemark 1983, Loiselle & Blake 1994, Krefl 1998) de tal manera que fomenta fuertemente este proceso.

Según el concepto de Terborgh (1986), las especies clave de plantas (“*key stone plant species*,” ver también 3.5.3.1) se caracterizan por proveer frutos en grandes cantidades durante períodos de escasez. Estos recursos “de emergencia” facilitan a una multitud de poblaciones de frugívoros a mantenerse en el área (a lo máximo, exigiéndoles movimientos de corta distancia). Estas especies clave producen frutos continuamente o esta producción coincide justamente durante las épocas de escasez. Otras características incluyen composición alimenticia pobre de lípidos y proteínas con semillas pequeñas.

Es interesante notar que las especies clave de plantas, por consecuencia, corresponden principalmente al segundo síndrome de frutos descrito arriba, que es preferido por los frugívoros generalistas. De manera similar, en muchos casos (aunque no en todos) esto ocurre en hábitats sucesionales o transiciones de hábitat, p.ej., claros de bosque. Estas características tienen las siguientes implicaciones:

1. No solamente el bosque maduro, sino toda la serie de estados sucesionales contribuye a la manutención de las poblaciones de especies frugívoras (Loiselle & Blake 1994).
2. Perturbaciones antropogénicas fuera de áreas protegidas pueden ser de menor impacto si logran imitar la dinámica natural, p.ej., si son de escala pequeña, si permiten la sucesión natural después que termina el impacto etc.
3. Es evidente poder mantener poblaciones de especies clave con buena abundancia en todo el área, incluso en zonas gravemente perturbadas (ver también discusión en: Strewé 1999).

Al igual que en el caso de los polinizadores, las poblaciones migratorias entre los animales frugívoros son buenos agentes de dispersión, p.ej., muchas especies de aves migratorias boreales, que en su época reproductiva en Norteamérica son insectívoras, durante la migración (Johnson *et al.* 1985) y en la época invernal (Leck 1972, Morton 1980, Martin 1985, Martin & Karr 1986, Blake *et al.* 1990, Blake & Loiselle 1992) consumen frutos en grandes cantidades y probablemente son agentes de dispersión importantes para varias especies de plantas (Greenberg 1981). Aunque se han identificado numerosas especies que en la época invernal mantienen territorios (Karr 1971, Rappole & Warner 1980, Holmes *et al.* 1989; ver también Tabla 25 “Tabla Características de migración boreal, austral y altitudinal”), en las mismas especies muchos individuos son “flotantes” (“floaters;” ver el concepto teórico en: Winker 1998) que pasan esta época moviéndose continuamente y en distancias comparablemente largas, en busca de un posible territorio, mientras se alimentan en hábitats efímeros, p.ej., sucesionales (Rappole *et al.* 1989, Winker *et al.* 1990). Esto, sin embargo, es un fenómeno general que las especies residentes y especies migrantes tienen en común. (Muchas especies migratorias, probablemente la mayoría, muestran este comportamiento no territorial en su totalidad.) Algunas se encuentran en constante competencia intra-específica (Lynch *et al.* 1985, Ramos 1988) y/o inter-específica (con residentes como con otros migrantes: Greenberg 1986) por los recursos disponibles, en muchos casos logrando integrarse a la comunidad tropical de aves. Varias especies de migrantes boreales incluso participan en bandadas mixtas (p.ej. Powell 1980). Otras, directamente o después de ser expulsadas por individuos de especies residentes (p.ej. Willis 1966, DesGranges & Grant 1980), explotan recursos poco aprovechados por otras especies (ver discusión en: Terborgh 1980). En conclusión, existe amplia coincidencia en que las especies migratorias son elementos íntegros de las comunidades tropicales de aves, en vez de ser “visitantes” subdominantes (Keast 1980, Morton & Greenberg 1989). Este argumento también representa evidencia adicional por qué no es adecuado negligir a especies migratorias en cuanto a sus papeles ecológicos (p.ej., como agentes de dispersión) en las áreas que utilizan, ya sean reproductivas o no reproductivas (Morton & Greenberg 1989).

Asimismo, migrantes australes y altitudinales podrían tener una importancia considerable para funciones bioecológicas como es la dispersión zoocórica, que es el mecanismo responsable para la definición y manutención de los límites de las áreas de distribución (longi-latitudinales tanto como altitudinales) de muchas especies de plantas (Stotz *et al.* 1996:78, Stotz 1998). Desde un punto de vista complementario, muchas especies migratorias pertenecen al gremio frugívoro. Por ejemplo, en aves, la frugívorita (parcial) incluso predomina en migrantes altitudinales (Levey & Stiles 1992), y en los migrantes australes por lo menos juega un papel muy importante (Chesser & Levey 1998). Poblaciones migratorias durante sus viajes parecen estar adaptadas a la oferta de frutos y dependientes de ella; p.ej., el guácharo (*Steatornis caripensis*), un frugívoro especialista, posiblemente acomoda sus itinerarios según las fructificaciones de las palmeras, su fuente alimenticia preferida (Hilty & Brown 1986). De manera similar, *Tyrannus tyrannus*, un tiránido migratorio boreal, en Panamá, ha sido observado sincronizando su migración a los patrones de fructificación de sus plantas favoritas (Morton 1971). Esta especie durante los meses de octubre hasta febrero, que coinciden con la época de lluvia, también aparece en grandes cantidades en los bosques preandinos del CAM (S. Kreft, observación personal). En los Andes de Perú, p.ej., la cotinga *Zaratornis stresemanni* (Aves: Cotingidae), sirve de agente de dispersión para especies de plantas parasíticas del género *Tristerix* en bosques de kewiña (*Polylepis* spp.). Durante sus movimientos altitudinales hacia los bosques nublados en la vertiente pacífica de la cordillera occidental, el ave a menudo lleva estas semillas pegajosas en su plumaje a altitudes inferiores (Fjeldsá & Krabbe 1990:446-447; J. Fjeldsá, comunicación personal). En los Valles de Bolivia, el cardenal (Cardenalidae) *Saltator rufiventris* juega un papel similar (J. Fjeldsá, comunicación personal). En esta región, sin embargo, los bosques de kewiña han sido reducidos en extensión, así que el recurso de frutos de las plantas parasíticas mencionadas es menos estable. Esta probablemente sea la razón por la cuál el cardenal, a menudo, tiende a alimentarse de manera menos especializada.

Este proceso se encuentra interrumpido en gran escala en algunas regiones del CAM: un ejemplo es la ceja de monte y su transición al “páramo yungueño.” La frecuente quema y el siguiente pastoreo de esta zona del

CAM, que probablemente ya ha venido llevándose a cabo por mucho tiempo, ha ocasionado que el límite de la ceja de monte sea desplazado hacia abajo (Kessler & Herzog 1998, Kessler 2000), y sigue desplazándose (Kessler 2000, S. Kreft, observación personal). En una retroalimentación positiva, la deforestación antropogénica podría aumentar el riesgo de incendios naturales y también el grado de sus impactos. En cambio, el “páramo yungueño,” posiblemente, represente un ecosistema principalmente antropogénico. De todas maneras, estos pastizales están experimentando una expansión amplia, solamente permitiendo la persistencia de vegetación de ceja en sitios protegidos, tal como pequeños cañones, donde localmente existen condiciones más húmedas. En el páramo yungueño, árboles y arbustos están principalmente ausentes. Las únicas estructuras de vegetación más complejas a menudo son plantas favorecidas por la quema y resistentes al pastoreo, como, p.ej., las bromelias del género *Puya* (Ibisch 2003). Como consecuencia, no sólo está afectado negativamente el establecimiento de plantas de la ceja de monte en el hábitat que les correspondería, sino también, la accesibilidad del hábitat para aves frugívoras (los agentes de dispersión principales, ya que pocas especies de murciélagos llegan a esta altitud: ver Patterson *et al.* 1998 para el Parque Nacional del Manu en el sureste de Perú), en el paso inicial, por la falta de estructuras de vegetación, debido a que muchas aves para asentarse, inevitablemente, requieren estructuras verticales (ver arriba, “núcleos de recuperación”). Cabe añadir que el crecimiento de la vegetación, y con ella la dinámica sucesional en esta altitud, naturalmente son muy lentos (p.ej. Terborgh 1968). Todo este complejo causará (o actualmente ya está causando) problemas aún más graves en el contexto del desplazamiento de áreas de distribución por el cambio climático (ver 3.5.2.4).

Conclusiones para la conservación en el CAM:

En base a las características bio-ecológicas de la dispersión y los problemas de conservación correspondientes, se debería considerar una serie de actividades para su protección:

Mientras el proceso de dispersión zoocórica probablemente sigue intacto en las áreas núcleo de zonas montañas del CAM, preocupan las influencias humanas en amplias regiones periféricas. Por ende, es prioritario tomar medidas de conservación en las franjas periféricas al norte y al sur del CAM.

Primeramente en la zona del piedemonte con los centros poblados (subcorregiones Bosque preandino y Faja subandina), será de mucha importancia limitar el impacto de la cacería de subsistencia (dirigida a vertebrados grandes con sus particularidades características en cuanto a la dispersión de semillas: ver arriba). En ninguna zona, ni siquiera en las áreas protegidas del CAM, será posible impedir totalmente esta actividad, por lo que es de crucial importancia, lograr un cierto nivel de control de la cacería, tanto dentro como fuera, de ellas.

Segundo, es de vital importancia detener la deforestación rápida que se está llevando a cabo a lo largo de la zona periférica del CAM. La meta debería ser proteger o crear al menos islas de hábitat (semi-) natural, donde muchos agentes de dispersión podrían mantener poblaciones viables. Es necesario también garantizar la existencia de hábitats suficientemente extensos para poder funcionar como centros reproductivos. Entre estas áreas de protección estricta, en el espacio ocupado por actividades humanas más intensas, se debería asegurar que existan manchas de vegetación secundaria, las cuales pueden mantener valiosas poblaciones de especies clave de plantas. En este contexto, es recomendable propagar la idea de que se mantenga árboles solitarios distribuidos por las áreas cultivadas (ver arriba) y en densidades suficientemente grandes.

Tercero, la manutención de un buen grado de conectividad y, en zonas ampliamente fragmentadas, su mejoramiento a través de la creación de corredores, permitirían los movimientos de animales, quienes, a cambio, servirían como los agentes de dispersión necesarios para la dinámica poblacional de la mayoría de las plantas.

3.5.4. Funciones y procesos climáticos e hidrológicos

P.L. Ibisch

Lógicamente, los procesos climáticos e hidrológicos pertenecen a los componentes más importantes de los ecosistemas en áreas con un clima húmedo. Como se ha explicado, en el CAM, se concentran los bosques más húmedos de Bolivia. Y, a nivel mundial, son pocas las áreas comparables donde la superficie recibe tanta cantidad de precipitación como en los bosques húmedos del CAM, los cuales dependen directamente de esta especialidad climático-hidrológica y que a la vez apoyan a mantenerla.

Claramente, desde una perspectiva hidrológica, a primera vista, los bosques húmedos son los ecosistemas más importantes del CAM. Queda la pregunta si esto significa que los bosques secos son menos importantes para la conservación. Sin duda alguna, los valles secos en el CAM albergan un gran número de especies endémicas y los bosques secos representan ecosistemas únicos y raros; los bosques secos interandinos posiblemente pertenezcan a los ecosistemas áridos más biodiversos y al mismo tiempo amenazados. Representan testigos de la historia climática y vegetacional. Por ejemplo, los bosques secos en el norte del CAM, tienen afinidades con el Bosque Seco Chiquitano (ver capítulo de Navarro *et al.* en el presente documento: Bosques yungueños pluviestacionales subhúmedos basimontanos [interandino-subandinos] como “islas de vegetación con flora de la Provincia Biogeográfica del Cerrado”) y podrían ser relictos de un gran bosque seco pleistocénico que fue mucho más continuo que los bosques secos actuales. Por supuesto, los bosques secos interandinos merecen una atención especial y deberían conservarse, especialmente en las pocas áreas donde aún presentan un buen estado de conservación. Pero también hay que considerar que los valles secos, en la historia andina, han sido las regiones más pobladas e intervenidas. Por lo tanto, los relictos de bosques secos más o menos maduros son muy escasos. Áreas muy extensas han sido deforestadas desencadenando una degradación dramática de los suelos y también de la biodiversidad. Generalmente, la megafauna ha sido muy reducida o hasta eliminada. Sin embargo, puede constatar que justamente muchas especies endémicas de los valles secos (p.ej. Cactaceae, Bromeliaceae) -y que hoy podrían considerarse como objetos de conservación -no son tan sensibles acerca del cambio de uso de la tierra y sobreviven (o incluso se benefician) después de la eliminación de los bosques cerrados (Ibisch 2003). Localmente, la vegetación leñosa de los valles secos tiene gran importancia para evitar la erosión de suelos y frenar la degradación ecológica de los ecosistemas y donde se tiene una escasa cobertura vegetal, los daños y pérdidas de los agroecosistemas son considerables (ver p.ej., valle de Tarija, “valle de la luna” de La Paz, las regiones económicamente más pobres en el Sudoeste de Cochabamba, Norte Potosí).

Sin embargo, la deforestación de los bosques secos no causa consecuencias comparables con aquellas de la conversión de los bosques húmedos. En los bosques húmedos se encuentra un gran número de especies muy sensibles que dependen de equilibradas condiciones de humedad y sombra (Ibisch 2003). Incluso pequeñas perturbaciones pueden generar cambios de la estructura del ecosistema (p.ej., creciente dominancia de lianas por abrir el dosel) que son fatales para muchas especies sensibles. En los bosques secos, prácticamente, todas las especies están adaptadas al estrés hídrico, especialmente en la época seca y de mayor insolación. Esto significa que virtualmente no hay tantas especies que se extinguen localmente por cambios microclimáticos una vez que se abre más el dosel, que ni en bosques maduros, está tan cerrado como en los bosques húmedos. Hasta en chaparrales o matorrales bastante degradados, generalmente, pueden observarse individuos de especies boscosas.

Ya que en los bosques húmedos el número de especies (endémicas y también con rangos de distribución menos restringidos) que son potencialmente afectadas y amenazadas por la degradación es mucho más grande, los mismos deberían considerarse como las áreas del CAM, con los valores más altos para la conservación. Esto vale debido a su incomparable biodiversidad y la sobresaliente sensibilidad de la misma. Y al mismo tiempo la conversión de bosques húmedos, además, afecta procesos ecológicos cuyo cambio puede tener consecuencias importantes para la biodiversidad más allá del sitio local.

El único rol de los bosques húmedos, especialmente en las montañas, tiene que ver con el hecho que están fuertemente vinculadas con procesos hidrológicos y climáticos, los cuales, a su vez, pueden afectar dramáticamente la condición de la biodiversidad. La evidencia correspondiente ha crecido en los últimos años, entre otros, en el contexto de la investigación de los cambios climáticos.

La relevancia de los procesos hidroclimáticos para la conservación de los bosques húmedos montanos y viceversa, hasta hace poco no ha sido suficientemente entendida (Bruijnzeel & Proctor 1993). Pero queda, cada vez más claro, que estos bosques contribuyen a la disponibilidad de agua a nivel local y regional, pero también sufren de cambios hidroclimáticos. Los bosques de neblina extraen agua de las nubes y pueden aumentar la cantidad de precipitación (precipitación horizontal; entre 0,27 mm/día en Hawai hasta tal vez 6,3 mm/día en Panamá, según diferentes fuentes citadas por Bruijnzeel 2001). En bosques húmedos montanos de pisos medianos, menos afectados por las nubes, la contribución de la precipitación horizontal puede llegar a valores entre 55% y 100%, y en bosques de neblina hasta un 179% (promedio de precipitación neto entre 88-92%; Bruijnzeel 2001). Estos valores reflejan la contribución promedio anual; sin embargo, hay épocas en las cuales la intercepción de las nubes puede tener una importancia aún más relevante: en la Sierra de las Minas, Guatemala, a 2.200 m, el promedio de la precipitación horizontal tendría un valor de 81%, pero en la época seca sería mucho más elevado (Bruijnzeel 2001).

Donde se convierten bosques húmedos tropicales en agroecosistemas o praderas, los cambios hidrológicos son profundos. Se disminuye el contenido de sustrato orgánico, la actividad de la fauna del suelo, la estabilidad de los agregados de los suelos y la capacidad de infiltración y absorción de agua; además se compacta el suelo, y finalmente aumenta el escurrimiento superficial del agua (Bruijnzeel 2001).

Bruijnzeel (2004), proporciona un nuevo análisis de los últimos conocimientos referente a la importancia de los bosques tropicales para la hidrología (en Asia). Relativiza ciertos supuestos e hipótesis como, p.ej., que la precipitación disminuye debido a la deforestación. Esto no sería válido si una vegetación secundaria logra establecerse, la cual rápidamente puede reemplazar funciones del bosque perdido. Sin embargo, esta publicación citada merece una discusión y aplicación muy cuidadosa en el contexto de Bolivia.

Pero los bosques húmedos montanos no solamente proveen más humedad para los ecosistemas, sino, por supuesto, también dependen de la disponibilidad de agua y nubes. Still *et al.* (1999) destacan el hecho que los bosques de neblina tropicales dependen directamente de la formación de nubes. Bajo los escenarios de los cambios climáticos futuros (ver también bibliografía citada en sección más arriba, acerca de cambios climáticos y problemas de conservación para especies) sería probable que los niveles de la humedad relativa podrían subir altitudinalmente (varios cientos de metros) causando el problema que bosques dependientes del contacto con las nubes tendrían problemas hídricos, especialmente considerando que debido a las altas temperaturas crecería también la evapotranspiración. Hay evidencia de diferentes continentes que existe una tendencia que indica que la altitud promedio de las nubes está subiendo (p.ej. Still *et al.* 1999, Nair *et al.* 2003, Richardson 2003). Además, la formación de las nubes está influenciada por el cambio del uso de la tierra: Lawton *et al.* (2001) demostraron que la deforestación de bosques húmedos en altitudes inferiores, en la época seca, desde los años 1970, lleva a la reducción de la humedad disponible en los bosques de neblina de Costa Rica. Y algunos cambios biológicos observables, como p.ej., la extinción de especies sensibles, podría ser consecuencia del cambio de la situación hidroclimática (Pounds *et al.* 1999): en algunos años (1983, 1987, 1994, 1998) la humedad (medida como frecuencia de neblina) ha bajado muy dramáticamente, y estos eventos finalmente coinciden con reducciones drásticas de poblaciones de lagartijas en 1987, 1994 y 1998. Hasta ahora ya son 20, de un total de 50 especies de ranas y sapos, que han desaparecido, mientras que otras especies de pisos inferiores y más secos comienzan a invadir los pisos superiores.

Claramente, los ecosistemas y especies más amenazados por estos fenómenos han sido documentados en Costa Rica, donde se encuentran en altitudes donde los niveles de condensación son elevados. Además, es importante hacer notar que la subida de los niveles de condensación significa una reducción de la superficie del área afectada por nubes; y en montañas disectadas, esto implica también una mayor fragmentación de hábitats de bosques de neblina (Bruijnzeel 2001, citando Sperling 2000). Es importante considerar que los cambios que comienzan a registrarse son nuevos en la historia climática reciente, ya que en el pasado los ecosistemas y especies comparables con los actuales tenían que soportar situaciones más áridas en tiempos de regímenes de temperaturas más bajas, mientras ahora se enfrenta la amenaza de condiciones más áridas y más calientes.

En el marco de los cambios climáticos pronosticados los cambios de precipitación serán de alta relevancia para los ecosistemas montañosos. Price & Neville (2003) resumen algunos cambios y sus consecuencias: entre otros, por mayor precipitación en forma de lluvia en lugar de nieve se acelera el escurrimiento superficial y disminuye la retención de agua en la montaña, el descongelamiento de los glaciares aumenta el desagüe, los caudales crecen tanto como las tasas de sedimentación y erosión, y se cambia la calidad de las aguas como hábitat. La variabilidad de los caudales estaría aumentando, especialmente si se producen cambios hacia la concentración de la precipitación en ciertas épocas, tal como está proyectado. Entre otros, este cambio, en las zonas de alta pluviosidad, significa que el rol del bosque como agente de retención de agua y mitigador de crecidas rápidas e inundaciones será más importante (y más requerido por los humanos; ver más abajo en sección acerca de servicios ambientales).

La relevancia de los bosques húmedos montanos (especialmente: bosques de neblina) ya ha sido reconocida a nivel mundial, estableciendo una agenda para su conservación (Bubb *et al.* 2004).

Conclusiones para la conservación en el CAM

Los cambios climáticos pronosticados para las próximas décadas posiblemente ya no se puedan evitar. Por lo tanto, es importante reconocer la relevancia que tiene que se fortalezcan los sistemas naturales y que ellos mismos puedan, por lo menos, mitigar los cambios esperados. En este contexto sobresale una vez más la importancia de los bosques húmedos. Mientras su destrucción, obviamente, tal como está descrito más arriba, tendría consecuencias negativas para los procesos hidroclimáticos en los ecosistemas montanos, la conservación de áreas boscosas grandes, no fragmentadas y lo más funcionales posibles, es la única (y más barata) medida que se puede implementar en Bolivia para mitigar los cambios climáticos. Por lo menos se puede evitar que, a los cambios inevitables, se sumen más efectos adversos generados a nivel local y regional debido a cambios del uso de la tierra.

Conservar grandes bosques intactos significa reducir el nivel del estrés para especies y ecosistemas. Grandes bloques de bosques poco perturbados parecen ser lo más útil a nivel del paisaje para fortalecer la capacidad de resistencia de los ecosistemas y especies (comparar Price & Neville 2003). Esta capacidad de resistencia se refiere tanto a la manutención de procesos hidroclimáticos y la protección de especies higrófilas sensibles como a la posibilidad de movimientos de individuos de especies boscosas para adaptarse al cambio de las condiciones ambientales, y también la mitigación de efectos secundarios de los cambios climáticos como las crecidas de los caudales y las inundaciones más fuertes y frecuentes (especialmente a través de la retención del agua en los bosques). Obviamente, no hay garantía de que la conservación de los bosques húmedos sea suficiente para enfrentar los cambios ambientales pronosticados, pero no hay otra alternativa, ya que es suficientemente claro que la deforestación de los bosques húmedos, por el contrario, estarán multiplicando y acelerando los problemas.

Sin tener en cuenta los cambios climáticos, los bosques húmedos actualmente ya son elementos clave para la manutención de procesos ecológicos que están aprovechados por el humano como servicios ambientales (ver siguiente sección).

3.5.5. Las funciones y procesos bio-ecológicos como servicios ambientales aprovechados y aprovechables por el humano

P.L. Ibisch

“El término y el concepto de “servicios ambientales” son muy conocidos por conservacionistas y también por algunos políticos. Estos servicios son los beneficios que recibe la sociedad humana de ecosistemas naturales y manejados (p.ej. Daily *et al.* 1997, Tilman *et al.* 2002). Se refieren a algunos recursos fundamentales para la vida humana como agua, suelo y aire. Los servicios ambientales más conocidos están relacionados con bosques: la provisión permanente de agua potable, la estabilización del clima local y regional, la prevención de inundaciones y la protección de cuencas y suelos. También se sabe que los ecosistemas de bosques o sabanas pueden generar o conservar suelos fértiles y purificar aguas contaminadas. Últimamente, se ha hablado mucho del servicio ambiental de la fijación del dióxido de carbono como proceso fundamental para mantener toda la vida de los organismos, pero también como mecanismo de estabilización del clima global que está afectado por un efecto invernadero adicional antropogénico. También se comienza a entender que los ecosistemas naturales son reservorios de información genética potencialmente útil, son un *pool* de recursos genéticos. Finalmente, se pueden clasificar todos los usos de la biodiversidad que dependen de los ecosistemas como servicios ambientales, incluyendo, por ejemplo, la recreación de trabajadores estresados o la inspiración espiritual de artistas o de cada uno de nosotros. (...) Últimamente, se han producido muchos estudios y métodos para valorar los servicios ambientales (p.ej. Plän 1999, OECD 2001, Pagiola *et al.* 2002). Ya se ha superado un enfoque netamente teórico, sin embargo, solamente en pocos casos se han sugerido y probado mecanismos concretos para lograr que los consumidores realmente paguen por los servicios ambientales. Un estudio, por ejemplo, ha demostrado que el valor de un bosque tropical, contabilizando la regulación del clima, de disturbios y agua, el control de erosión y la formación de suelos, la recreación y otros, podría estimarse entre 1.170 y 4.052 US\$ por hectárea (Costanza *et al.* 1997)” (Ibisch & Choquehuanca 2003).

Los servicios ambientales más concretos y requeridos por los humanos en Bolivia, especialmente en el CAM y las áreas adyacentes en los pisos más inferiores, están directamente vinculados con las funciones de los bosques:

- Capturar precipitación
- Retener agua y humedad en el suelo
- Mantener la calidad del agua
- Regular caudales y estabilizar riberas
- Prevenir o reducir erosión, reducir sedimentación y riesgo de derrumbes e inundaciones

(comparar FAO 2003).

Típicamente, se trata de servicios ambientales que se aprecian recién cuando ya se han perdido y los humanos comienzan a sufrir las consecuencias, p.ej., en forma de inundaciones. La prevención de desastres es un gran servicio que cumplen los bosques aún existentes, protegiendo la vida de los humanos y su infraestructura (UN/ISDR 2004a, b, c). Claramente, en el CAM se tienen problemas con la estabilización de caminos y puentes, simplemente por la magnitud de eventos de precipitación y correspondientes crecidas de caudales, y que no se podrían evitar, ni siquiera a través de la conservación de los bosques. Pero, sin embargo, los problemas actuales no se pueden comparar con los futuros daños y costos por generar por la continua deforestación de los bosques húmedos montanos. Actualmente, el mal estado de los caminos que cruza los Andes y la frecuencia de situaciones

en las cuales no se pueden transitar libremente, debido a la destrucción de vías y puentes, ya pueden considerarse como un daño que afecta el desarrollo económico del país.

Áreas boscosas bien conservadas, sin duda, son los instrumentos más indicados para enfrentar los desastres naturales, especialmente en el área del CAM, que se caracteriza por condiciones climáticas y topográficas extremas. Los costos de oportunidad generados por no utilizar los ecosistemas montanos, sin duda, son mínimos en comparación con los beneficios que se pueden generar en el contexto de la protección de infraestructura, tráfico, comercio, poblamientos y vida humana. En el sur del CAM, además, se ve la importancia de los bosques montanos húmedos para la generación de agua potable para la creciente ciudad de Santa Cruz. Claramente, algunas funciones del bosque podrían reemplazarse por medidas tecnológicas, como p.ej., medidas mecánicas de conservación de suelos; sin embargo, hay que destacar que estas mismas tienen un costo que en muchas áreas sería mayor que el costo causado por la conservación de los bosques existentes.

Queda por realizar la valoración exacta de los servicios ambientales de los bosques del CAM, ejercicio que se ha realizado en diferentes regiones del mundo (p.ej. Guo *et al.* 2001, ver también análisis de Aylward 2000) y que puede servir para convencer a más actores que la conservación de la biodiversidad del CAM, no es cuestión de proteger valores intrínsecos, éticos e intangibles, sino que es una inversión en el desarrollo económico de Bolivia. En realidad no hace falta la valoración exacta para ya definir los bosques húmedos funcionales como un objeto prioritario de conservación.

También hay que admitir que una serie de funciones y servicios dependientes de ellos podrían cumplirse por bosques moderadamente alterados o utilizados. Justamente, se trata de una señal importante que la conservación, no necesariamente, es sinónimo de una protección estricta. Sin embargo, debe garantizarse la verdadera conservación de los bosques, a veces, con el pretexto de compatibilizar la conservación con el uso supuestamente sostenible de los recursos naturales, se desencadena una cascada de utilización que finalmente lleva a la deforestación. Por ejemplo, pueden existir serias dudas acerca de la utilidad de las Áreas de Manejo Integrado, si lo que se puede observar en ellas es la disminución del bosque y la ampliación de la frontera agrícola (como p.ej., en el caso del ANMI Amboró). Conservar bosques, sean utilizados y empobrecidos en biodiversidad pero manteniendo su funcionalidad básica, bajo el actual sistema de uso de la tierra y economía de Bolivia, parece casi imposible, ya que cualquier bosque accesible, a corto o mediano plazo, estará convertido en agroecosistema estructural y comparativamente simple, que de ninguna manera, cumplen con las funciones ecológicas de los bosques más o menos maduros.

Cerrando esta sección, para evitar malos entendidos, es necesario destacar que también los bosques secos tienen un rol importante en conservar los suelos y las condiciones hidrológicas en los valles secos. En el clima semiárido, más bien, es aún más importante que haya una adecuada cobertura vegetal para evitar la erosión eólica. Aunque en las áreas áridas caiga mucho menos precipitación, ésta justamente puede tener un efecto muy devastador si cae dentro de poco tiempo y en un suelo desnudo. Por lo tanto, desde la perspectiva de la conservación de los servicios ambientales, igualmente, debe conservarse los bosques secos, por lo menos a través de esfuerzos locales y municipales o hasta departamentales. En ciertos casos, sin duda, la conservación de los bosques secos podría justificar esfuerzos aún más grandes, especialmente si se trata de bosques bien conservados. Sin embargo, se cree que los bosques húmedos, en Bolivia, protegen un mayor juego de servicios ambientales de mayor alcance geográfico, y que por lo tanto merecen una prioridad nacional.

Tabla 27. Comparación de la importancia de los servicios ambientales brindados por bosques húmedos Vs. secos

	Bosques húmedos	Bosques secos
Capturar precipitación	+++ (especialmente en altitudes superiores)	-
Retener agua y humedad en el suelo	+	+++
Mantener calidad del agua	+++	+++
Regular caudales y estabilizar riberas	+++	++
Prevenir o reducir erosión, reducir sedimentación y riesgo de derrumbes e inundaciones	+++	+++
Proteger microclima requerido por especies higrófilas sensibles previniendo la extinción de poblaciones/especies	+++	+
Influenciar el clima regional (ciclo hídrico, evapotranspiración, formación de nubes etc.)	+++	

3.5.6. Conservar la biodiversidad funcional: consecuencias para una visión de conservación

(P.L. Ibisch & S. Kreft)

Hay amenazas, que fueron ya descritas en las páginas anteriores, que podrían afectar los ecosistemas enteros cambiando la estructura y los procesos que a su vez pueden ser fatales para las especies. Las conclusiones del análisis de algunos de los procesos y funciones de la biodiversidad del CAM, demuestran que su conservación debe ser una prioridad. Aplicando un enfoque de conservación funcional, en realidad, significa un cambio de paradigma de conservación:

- Se debe pensar en dimensiones (de tiempo y espacio) más grandes y más complejas;
- esto significa, buscar primero y, sobre todo, la conservación de la funcionalidad de los ecosistemas con todos sus procesos, incluyendo especialmente los movimientos de la biodiversidad en el espacio;
- y los esfuerzos no deberían concentrarse en la conservación de especies y/o patrones actuales y efímeros de distribución de la biodiversidad (enfoque tradicional y más estático de conservación);
- esto, para que se mantenga el mayor potencial de mitigación de los cambios ambientales previstos, y el mayor potencial de adaptación a los mismos.
- Por lo tanto, priorizar la conservación de ecosistemas aún funcionales (¡buen estado de conservación, lo más grandes posibles!), especialmente aquellos fuertemente vinculados con los procesos hidroclimáticos, entonces, los bosques húmedos, desde las tierras bajas hasta los bosques de neblina.

Analizando las funciones y procesos ecológicos se llega a una visión de conservación más funcional (y menos estática), la cual en realidad está en congruencia con corrientes y opiniones recientes en el sector de la ecología y conservación. Comparar por ejemplo Rouget *et al.* (2003): “*Most biodiversity features targeted in past conservation planning have been largely aspects of ecological and biogeographical pattern rather than process.*”

However, the persistence of biodiversity can only be ensured through consideration of the ecological and evolutionary processes that underpin biodiversity, as well as its present spatial pattern. Ensuring that protected areas represent all biodiversity features to some extent will not necessarily guarantee their persistence. Ecological and evolutionary processes should be directly incorporated into conservation planning by identifying the spatial requirements of these processes (Balmford et al. 1998)."

Parece que los enfoques represento-céntricos que aún dominan la planificación de conservación (como p.ej., los clásicos análisis de vacíos) deberían reemplazarse por enfoques funciono-céntricos. Correspondientes llamados para que se cambien los paradigmas ya existentes hace un par de años. Bowman (1998) invoca la "muerte de la biodiversidad" destacando que hace falta un enfoque intelectual en una ecología global ("*Death of biodiversity -the urgent need for global ecology*"); prioriza los procesos ecológicos que no siempre dependen de la biodiversidad mientras la conservación de la misma solamente puede tener éxito si se garantiza la sostenibilidad ecológica: "*I believe that focusing on global biogeochemical cycles such as carbon, nitrogen, oxygen and water, will necessarily result in the conservation of landscapes and therefore entire ecosystems and their component diversity.*"

La pregunta es: Si los procesos son tan importantes y, a lo mejor, más importantes que los elementos tangibles de la biodiversidad, ¿no sería más lógico definir los procesos ecológicos como los objetos de conservación? Tradicionalmente, en la planificación de conservación, los objetos de conservación son especies seleccionadas o grupos de especies. En uno de los primeros y más excelentes libros que describen cómo se prepara un plan de conservación (Groves 2003) se describen los diferentes objetos de conservación por elegir, tales como especies focales, especies clave etc., y claramente se expresa una opinión en contra de los procesos como objetos de conservación que ya han sido propuestos p.ej., por Margules & Pressey (2000): *The "major concern is that it is possible to maintain ecosystems in which measurable ecological processes appear to function properly, yet the biological component of these systems could be substantially impoverished due to losses of native species and introduction of exotic ones."* El argumento, entonces, es que los procesos podrían reemplazarse sin que se requiera de (toda) la biodiversidad originalmente presente en un ecosistema. Esto, posiblemente, sea factible en sistemas poco complejos donde se reemplazarían procesos y funciones más o menos simples que dependen de pocas especies por introducir otras especies (ejemplo: manteniendo funciones de una *Acacia* nativa en un bosque seco, tales como producción de forraje, enriquecimiento del suelo con nitrógeno, por una *Acacia* de un otro continente). En ecosistemas muy diversos con una abundancia generalmente reducida de las diferentes especies, las funciones tienden a ser producto de la interacción de muchas de las especies. Pero claramente, en cualquier sistema podrían mantenerse ciertos procesos y funciones aunque se cambien las especies (p.ej., interceptación de precipitación por un bosque de neblina "artificial" con especies exóticas) o, incluso, aunque se elimine una buena parte de la biodiversidad (p.ej., control de erosión de suelos por medidas mecánicas después de la deforestación de laderas). La cuestión es que este reemplazamiento o la restauración de funciones ecológicas en un área ecológicamente complejo como el CAM, y en un país como Bolivia, tendría un costo económico que inviabilizaría cualquier plan correspondiente. Además, es prácticamente seguro que la diversidad de los procesos y funciones y de sus interrelaciones, son tan altas que simplemente sería imposible restaurar e imitarlas. Especialmente los procesos evolutivos no pueden reemplazarse ya que dependen del desarrollo de las especies evolucionadas en un cierto espacio.

Finalmente, la discusión de la aptitud de procesos como objetos de conservación puede ser bastante académica. Bajo un enfoque pragmático conservacionista simplemente debe reconocerse que hay características físicas del paisaje o más bien espacios geográficos, que sirven como reemplazantes (*surrogates*) de los procesos ecológicos (Pressey et al. 2003): p.ej., tamaño, continuidad y conectividad de ecosistemas (TNC 1998). Claramente, los ecosistemas con ciertas características (entre otros: bien conectados, grandes y continuados) son los "cargadores" de los procesos ecológicos, y por lo tanto, estos ecosistemas serían los objetos de conservación.

En este contexto sugerimos considerar el concepto de los meta-ecosistemas de Loreau *et al.* (2003; comparar más arriba, 3.5.). Los meta-ecosistemas justamente se definen como el juego de ecosistemas que están vinculados por el flujo espacial de energía, material u organismos. Esto significa que los meta-ecosistemas se definen por procesos ecológicos incluyendo los movimientos de organismos tan ampliamente discutidos en secciones anteriores. La escala de los meta-ecosistemas depende de los organismos, ecosistemas y procesos considerados (*“Meta-ecosystems can be defined at different scales, again depending on the kind of organisms, ecosystems and processes considered. [...] For some processes, however, such as spatial flows driven by highly mobile animals or global biogeochemical cycles involving large-scale air or sea currents, the metaecosystem concept could legitimately be applied at the regional or global scale, well beyond the conceptual arena of landscape ecology, as it is usually defined;”* Loreau *et al.* 2003).

En nuestro caso, el CAM, representaría un complejo de meta-ecosistemas caracterizados por procesos e interrelaciones que abarcan especialmente el movimiento altitudinal y latitudinal de individuos, pero también el flujo de agua (ciclo hídrico: condensación, precipitación, evapotranspiración, escurrimiento etc.). En el CAM, se aplica también lo que dicen Loreau *et al.* (2003) acerca de cambios de la conectividad de paisaje: la fragmentación u otras perturbaciones de la conectividad dentro de los meta-ecosistemas pueden incrementar o disminuir la magnitud promedio y la variabilidad temporal de los procesos ecológicos, dependiendo del nivel inicial de la conectividad y de las habilidades de dispersión de los organismos considerados.

El concepto de los meta-ecosistemas facilita la definición y delimitación del CAM. Si se busca la conservación de procesos ecológicos no siempre es lo más útil definir las unidades de planificación y acción según criterios biogeográficos. Por eso, tiene sentido considerar el diseño de una estrategia de conservación coherente para ciertos ecosistemas pertenecientes a distintas unidades biogeográficas, pero que están interrelacionados a través de flujo o intercambio de organismos, material, o agua. De esta reflexión se deduce la clara conclusión, que es esencial elaborar un plan de conservación para el CAM, que comprende una ecorregión entera (Yungas), y además partes de una ecorregión vecina (Sudoeste de la Amazonia). Justamente, la interrelación de las dos regiones (p.ej., porque una, representa las cuencas altas de los ríos de la otra; también por migraciones y movimientos altitudinales), desde el momento de la creación del concepto del CAM, ha sido el argumento principal para la delimitación aparentemente artificial biogeográficamente hablando. Obviamente, en el borde inferior del área de estudio, los límites tienden a ser más artificiales ya que los bosques amazónicos de las tierras bajas (fuera del CAM) también están interrelacionados con los bosques preandinos. Sin embargo, se piensa que en el área del CAM, como actualmente está definido, realmente se concentra uno de los más valiosos y sensibles procesos ecológicos presentes en Bolivia.

Objetos de conservación

Entonces, resumiendo todo lo discutido hasta ahora, los objetos de conservación más importantes desde la perspectiva de la funcionalidad de la biodiversidad, serían los meta-ecosistemas grandes y funcionales responsables de las funciones dependientes de la conectividad, de los procesos hidroclimáticos y de los procesos evolutivos; además de:

- (Meta-)Ecosistemas que ejecutan funciones/procesos hidroclimáticos muy importantes
- Corredores altitudinales funcionales
- Grandes bloques de bosques continuos
- (Meta-)Ecosistemas sensibles a la degradación (pérdida de estructura, biodiversidad y funciones)

- Centros de la actividad evolutiva indicados por una riqueza de endemismo (valor C) alta
- (Meta-)Ecosistemas biológicamente únicos de extensión reducida con un rol excepcional referente a procesos evolutivos.

Entre estos objetos de conservación se tienen las áreas más ricas en especies (endémicas) y las áreas biológicamente muy distintas, esto quiere decir que incluso se contempla una adecuada priorización de áreas biológicamente representativas. Se trata de una fusión de conceptos funcional y represento-céntricos para realmente abarcar todo lo que merece ser conservado. Sin embargo, vale la pena aclarar que la representación que se busca, explícitamente se refiere a áreas/ecosistemas destacados por la riqueza de especies (endémicas), y no a las especies mismas. Esto sigue la lógica que las áreas con altos valores de riqueza de endemismo indican laboratorios de evolución donde en el futuro posiblemente se registre el origen de más y nuevas especies, que los presentes actualmente. No se priorizan las áreas que actualmente son centros de diversidad de ciertos taxa, ya que se sabe que su ubicación está fuertemente influenciada por la historia específica de los grupos estudiados (comparar Danielsen & Treadway 2004) (aunque existan ciertas tendencias generalizables). Tampoco se busca la conservación de áreas circunscritas por actuales rangos de distribución de especies seleccionadas ya que se sabe que estos rangos cambiarán drásticamente en el futuro. Sin embargo, se cree que no se puede hacer más para todas las especies focales y clave que conservar meta-ecosistemas lo más grandes y funcionales posible. Si se lograra conservar todos los objetos de conservación anteriormente indicados, una buena parte de las especies correspondientes debería estar a salvo. Pero si se implementaran medidas para conservar especies focales tales como el jaguar o el oso andino, por ejemplo, estableciendo redes de islas de hábitat bien conectadas para que estas especies puedan cruzar la matriz entre ellas, al contrario, esto no garantizaría, p. ej., la manutención de procesos hidroclimáticos que requieren de grandes masas de bosque continuos.

¿Hotspots o coldspots?

El enfoque del presente documento, con los argumentos y conocimientos expuestos en las anteriores secciones, hace entender que los (meta-)ecosistemas funcionales deberían ser valorados como los más importantes. Como fue ampliamente explicado, funcionalidad implica una máxima resistencia contra perturbaciones y cambios ambientales como están proyectados para el futuro (capacidad de mitigación y adaptación). Y la condición previa de una máxima funcionalidad es la salud de los ecosistemas (Poiani & Richter 1999), quiere decir, un buen estado de conservación, sin que las actividades humanas hayan llevado a una degradación significativa de la biodiversidad del sistema. Esto, como conclusión, significa, que priorizamos las áreas más intactas. Buscar la conservación de los ecosistemas más intactos, en el CAM, es una gran opción, ya que aún se cuenta con áreas grandes de un buen y/o hasta excelente estado de conservación. Esta opción, además, lleva a una estrategia viable de conservación, entendiendo que en las áreas bien conservadas no están presentes muchos actores que podrían ser afectados por medidas de conservación.

Según ciertos criterios de priorización de conservación -especialmente el enfoque de los *hotspots*- deberíamos priorizar las áreas con mayor biodiversidad que, al mismo tiempo, están entre las más amenazadas. Sin embargo, en contra de este enfoque están los problemas que en las áreas más amenazadas, aunque tengan un elevado nivel de biodiversidad,

- esta biodiversidad posiblemente ya se encuentre en un estado menos funcional; y existiría el riesgo que se invierta en la conservación de una biodiversidad ya no viable a largo plazo;
- la presión humana sea tan grande que la conservación enfrente muchas limitantes y una oposición fuerte, inviabilizando el éxito a largo plazo

- no se encuentran los procesos ecológicos más importantes para la manutención a largo plazo de servicios ambientales y de elementos críticos de biodiversidad.

Es lógico que, recientemente, algunos autores incluso hayan propuesto un enfoque de los coldspots (Kareiva & Marvier 2003); destacan, entre otros, que la biodiversidad debe conservarse en todo lado, y no solamente en las áreas donde se encuentran las concentraciones más altas de especies: *“Because many conservation threats are now global in their origin and scope (for example, climate change and invasive species), place-based priorities risk disenfranchising too many people from the challenge at hand. Indeed, on reflection, we worry that the initially appealing notion of getting the most species or greatest biological value per unit area is, in fact, a thoroughly misleading strategy. How much of a victory would it actually be if people did manage to conserve only the 1.4 percent of the Earth’s land surface that contains almost half the world’s vascular plants? The reality is that people must make conservation progress everywhere. Doing that requires not a ranking of theoretically deserving places but a prioritization that takes into account the effectiveness of past conservation efforts. Although biodiversity hotspots are indeed an academically appealing idea, blind adherence to this mantra runs the risk of leaving the world with a sizable collection of species in a few areas but with an environment that is otherwise largely degraded. Rather than trying to identify dense concentrations of species on a map, we and other conservationists should be more flexible and should be prepared to reward effective actions on the ground as they happen. If we do so, we will surely discover plenty of coldspots deserving of our attention.”*

Para el CAM, podemos constatar que hay áreas que se caracterizan por presión humana y una cierta degradación, pero que, sin embargo, pueden ser importantes para la conservación. Incluso pueden ser aún más importantes para la provisión de servicios ambientales locales. Estos servicios, lógicamente, son más importantes en áreas más densamente pobladas (p.ej., unas 1.000 ha de bosque nublado en la cima del Cerro Uchumachi, encima de Coroico, garantizan la disponibilidad de agua potable para unas 3.000 personas; com. pers. Robert Müller, TROPICO, La Paz). Esto significa, pensando en las estrategias de conservación, que justamente en las áreas habitadas que ya no se caracterizan por los mejores estados de conservación, la manutención de servicios ambientales para la población local puede ser un mecanismo importante para convencer a la misma de la necesidad de conservar la biodiversidad.

Los bloques grandes de bosques poco o nada perturbados son muy aptos para áreas protegidas de categorías nacionales y de protección estricta. Existe el peligro que por el momento es muy fácil y barato conservar estas áreas sin implementar intervenciones, lo que podría llevar a “parques en el papel” que no estarían preparados para la presión humana en el momento que llegue a estas últimas fronteras del bosque intacto. Entonces, los conservacionistas deben entender que hasta las áreas (protegidas) en los coldspots requieren de un manejo proactivo anticipando mayor presión y amenaza. Idealmente, esta presión nunca llegaría a ser grande porque se logra una conservación integral y un uso sostenible de los recursos naturales en la matriz entre los bloques de ecosistemas poco degradados.

Hacia una visión integral de una conservación en toda la superficie

Finalmente, estas reflexiones apoyan una visión de un continuo de una conservación integral en toda la superficie, superando el concepto de la conservación exclusiva en áreas protegidas. En este sentido, la conservación, en las tierras utilizadas para la agricultura, sobre todo tendría la misión de apoyar la producción sostenible y la supervivencia de los actores locales, y la conservación de los ecosistemas poco o nada poblados debería enfocarse en la manutención de funciones importantes a nivel, local, regional y global (procesos hidro-climáticos de mayor alcance, procesos evolutivos). Siempre, simultáneamente, hay que pensar en las diferentes escalas para evitar efectos de realimentación negativa. Por ejemplo, si se desprioriza la acción conservacionista en áreas degradadas, la pérdida de los servicios ambientales puede causar que los humanos afectados por la misma degradación estén obligados a migrar y perturbar o degradar la biodiversidad en ecosistemas aún más intactos.

Con estas reflexiones fundamentamos nuestro enfoque integral para la visión de conservación: la idea de la planificación ecorregional no es priorizar y escoger sitios donde luego se implementarían las acciones de conservación, sino tiene la tarea de definir la intensidad y el carácter de las medidas de conservación que se deben implementar en toda el área. El producto no es otra cosa que un plan de uso de suelo, pero que nace a raíz de las necesidades de conservación de la biodiversidad, y que define, de manera consensuada, la intensidad de conservación en cualquier parte del territorio por planificar. En Bolivia, el primer Plan de Uso de Suelo propuesto bajo este enfoque y consensuado con los actores locales ha sido el Plan de Conservación del Bosque Seco Chiquitano (Ibisch *et al.* 2002). La filosofía del uso diferenciado de la tierra fue entendida por todos; un participante en uno de los talleres con los actores locales, una vez expresó que es muy lógico que en una propiedad haya áreas donde no se puede sembrar el maíz o construir una casa, y de esto se trata.

4. Aspectos sociales, económicos y culturales

La **Visión de conservación de la biodiversidad del Corredor Amboró-Madidi** se fundamenta en los objetos de conservación característicos dentro de sus límites naturales, sin embargo, los datos socioeconómicos en adelante presentados estarán basados, en muchos casos, en una delimitación política con información a nivel municipal, debido a que los datos censales nacionales están disponibles principalmente en esta escala.

Por otro lado, analizar la información a nivel municipal tiene un aspecto importante al tener el municipio la responsabilidad de planificar e implementar el desarrollo sostenible, incluyendo el manejo de los recursos naturales encontrados dentro de su jurisdicción (Ley de Participación Popular N° 1551, 20 de abril de 1994; Ley de Descentralización Administrativa N° 1654, 28 de julio de 1995, y la nueva Ley de Municipalidades N° 2028, 28 de octubre de 1999).

En este sentido, para estructurar el diagnóstico socioeconómico se ha organizado la presentación de los datos municipales y otra información de nivel nacional considerando, el CAM como la **zona núcleo** del área de estudio (delimitación natural del corredor) y la delimitación de dos zonas de influencia conformadas por el área de los municipios que forman parte del CAM, pero cuyos límites exceden a la zona núcleo: **zona de influencia de tierras altas**, con parte del territorio municipal en ecorregiones del altiplano y la **zona de influencia de tierras bajas**, con parte del territorio municipal en las ecorregiones de los Llanos de Moxos y Cerrado Paceño.

En los siguientes puntos nos concentraremos en describir la **zona núcleo** y se hará mención de algunas características de las zonas de influencia. En una sección posterior hablaremos sobre las zonas de influencia con mayor detalle.

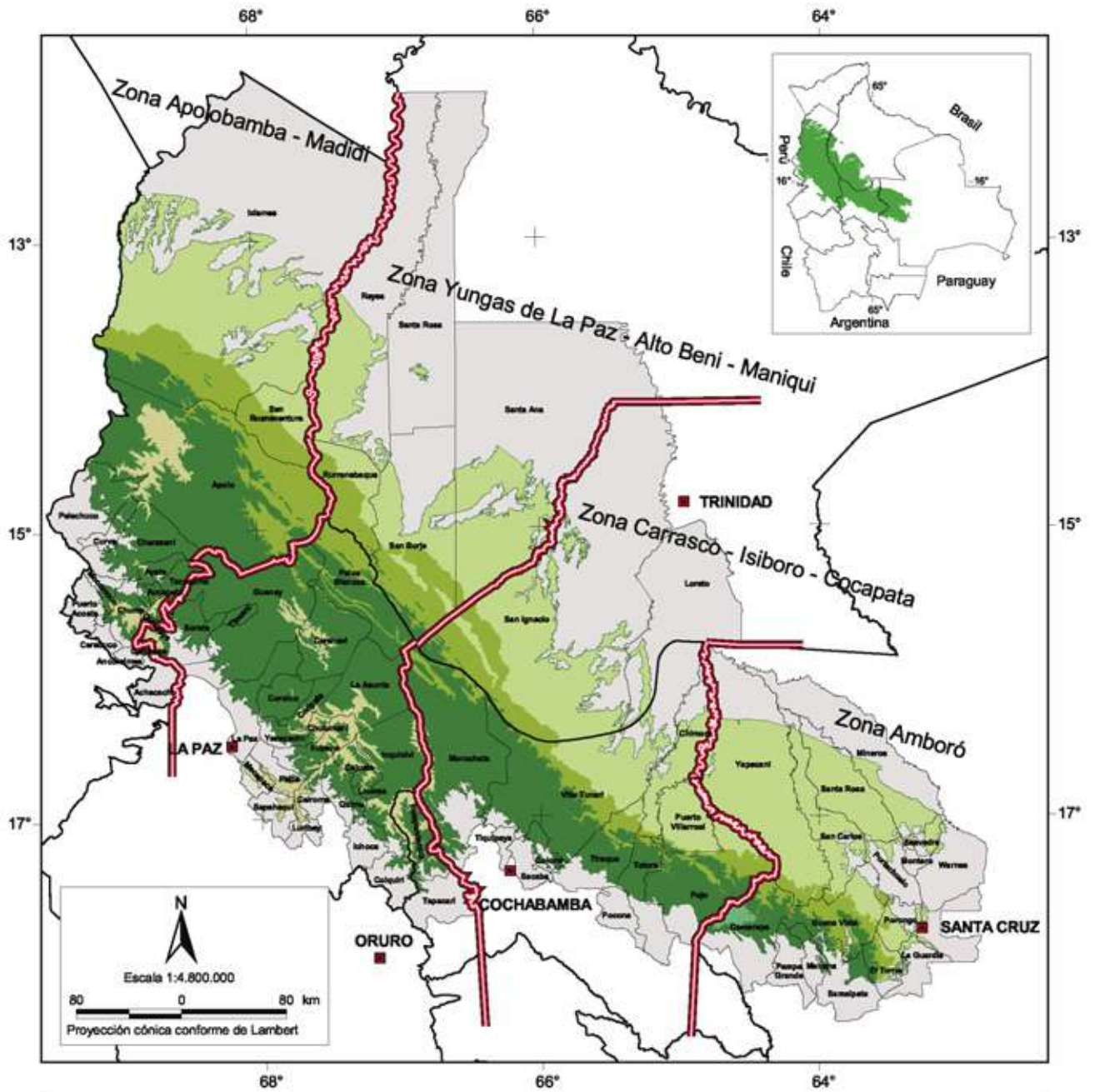
La estructura para la descripción de la zona núcleo presenta en primer lugar generalidades para toda el área del CAM y agrupa datos estadísticos municipales para presentarlos por Departamento (La Paz, Cochabamba, Beni y Santa Cruz). En el Anexo 1, se ha preparado un detalle con los datos estadísticos municipales que han servido de base para toda la información presentada.

Luego, considerando que la población humana no está distribuida en forma homogénea en el CAM y que sus características pueden variar según la zona geográfica y disponibilidad de recursos de un área determinada, es que hemos subdividido al CAM en cuatro **zonas de análisis socioeconómico** (mapa 9), que siguen un gradiente latitudinal y cuya delimitación se basa, principalmente, en barreras geográficas, que también corresponden en general con áreas agro-ecológicas y socio-políticas (departamentales y municipales). Se espera que esta subdivisión ayude a comprender en mayor detalle la situación socioeconómica del CAM, considerando el aspecto humano como la base principal para lograr acciones de conservación. Estas cuatro áreas de análisis han sido denominadas como: 1) Zona Amboró, 2) Zona Carrasco-Isiboro-Copata, 3) Zona Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui y 4) Zona Apolobamba-Madidi, y su conformación socio-política se indica en la siguiente tabla.

Tabla 28. Zonas de análisis socioeconómico definidas para la caracterización del CAM y municipios que las conforman

Zona 1: Amboró		
Departamento	Provincia	Municipios
Santa Cruz	Andrés Ibáñez	El Torno, La Guardia ^(*) , Porongo (Ayacucho), Santa Cruz de la Sierra ^(*)
	Florida	Mairana, Pampa Grande, Samaipata
	Ichilo	Buena Vista, San Carlos, Yapacaní
	Manuel M. Caballero	Comarapa
	Obispo Santisteban	General Saavedra, Mineros, Montero ^(*)
	Sara	Portachuelo, Santa Rosa
	Warnes	Warnes ^(*)
Zona 2: Carrasco-Isiboro-Cocapata		
Departamento	Provincia	Municipios
Beni	Marbán	Loreto ^(*)
	Moxos	San Ignacio
Cochabamba	Ayopaya	Morochata
	Carrasco	Chimoré, Puerto Villarroel, Pocona ^(*) , Pojo, Totora
	Chapare	Colomi, Sacaba ^(*) , Villa Tunari
	Quillacollo	Tiquipaya ^(*)
	Tiraque	Tiraque
Zona 3: Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui		
Departamento	Provincia	Municipios
Beni	General José Ballivián	Puerto Rurrenabaque, Reyes, San Borja, Santa Rosa ^(*)
	Yacuma	Santa Ana
Cochabamba	Ayopaya	Independencia
	Tapacarí	Tapacarí ^(*)
La Paz	Caranavi	Caranavi
	Inquisivi	Cajuata, Colquiri, Ichoca, Inquisivi, Licoma, Quime
	Larecaja	Guanay, Sorata, Tipuani
	Loayza	Cairoma, Luribay, Sapahaqui
	Murillo	La Paz, Mecacapa, Palca
	Nor Yungas	Coripata, Coroico
	Sur Yungas	Chulumani, Irupana, La Asunta, Palos Blancos, Yanacachi
Zona 4: Apolobamba-Madidi		
Departamento	Provincia	Municipios
La Paz	Abel Iturralde	Ixiamas, San Buenaventura
	Bautista Saavedra	Curva, Gral. Pérez (Charazani)
	Camacho	Mocomoco, Pto. Carabuco ^(*) Chaguaya, Puerto Acosta ^(*)
	Franz Tamayo	Apolo, Pelechuco
	Larecaja	Combaya, Quiabaya, Tacacoma
	Muñecas	Aucapata, Ayata, Chuma
	Omasuyos	Achacachi ^(*) , Ancoraimes ^(*)

^(*) Municipios con menos del 10% de su superficie dentro de los límites del CAM



LÍMITES MUNICIPALES		
<p>— Límite municipal</p> <p>— Límite departamental</p> <p>Ecorregiones</p> <p>Sudoeste de la Amazonía</p> <p> Bosques Amazónicos Subandinos</p> <p> Bosques Amazónicos Preandinos</p> <p> Yungas</p> <p> Bosque Tucumano-Boliviano</p> <p> Bosques Secos Interandinos</p>	<p>Signos convencionales</p> <p> Capital departamental</p> <p>— Límite del CAM</p> <p>□ Área de influencia del CAM</p> <p> División de zonas de análisis socioeconómico</p>	<p>Fuentes:</p> <p>Límite departamental y municipal: Comisión de límites (COMLIT) 1999.</p> <p>Ecorregión: Ibsich et al. 2003.</p>
<p>elaborador por: </p>		
<p>para: </p>		

Mapa 9

4.1. Situación social

R. Molina, N. Araujo, D. Quiroga & V. Chávez

4.1.1. Demografía

En la presente sección se revisan aspectos concernientes a la población, densidad poblacional y tasa de crecimiento intercensal de las cuatro zonas de influencia. Con tal fin, la tabla 29, resume dicha situación (El detalle municipal por zona de análisis se encuentra en el anexo estadístico correspondiente a este capítulo).

Tabla 29. Resumen de características de la población por zona de análisis socioeconómico

Zonas	Población 1992	Población 2001	Hombres	Mujeres	TIC	Superficie Km2	Densidad 2001 Hab./Km2	% Urbana	% Rural	Pob. Rural	Pob. en el CAM	Superficie CAM (km2)
Total Zona - 1	1.009.889	1.556.736	776.014	780.722	3,33	36.016	43,22	86,89	13,11	204.081	132.063	21.004
Total Zona - 2	290.783	436.007	226.449	209.558	3,48	66.626	6,54	36,04	63,96	278.880	89.028	37.465
Total Zona - 3	1.111.113	1.246.495	617.726	628.769	1,49	92.294	13,51	70,65	29,35	365.894	172.096	45.789
Total Zona - 4	192.512	224.402	111.904	109.531	1,75	71.543	3,10	5,38	94,62	209.511	30.953	39.097
Total	2.604.297	3.463.640	1.732.093	1.728.580	2,51	266.479	13,00	69,44	30,56	1.058.366	424.140	143.355

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

4.1.1.1. Población

Se estima una población de 424.140 habitantes para el área del CAM o zona núcleo, y de 3.463.640 habitantes para su área de influencia. Ambas zonas, respectivamente, concentran el 5% y 42% de la población total de Bolivia. Esta diferencia tan marcada entre zonas se debe a que en el área de influencia del CAM se ubican dos de las tres ciudades más importantes de Bolivia, Santa Cruz de la Sierra con 1.135.526 habitantes y la ciudad de La Paz con 794.061 habitantes.

Dentro del CAM los municipios más importantes en términos de población con 15.000 a 30.000 habitantes son Puerto Villarroel, Mineros, Guanay, Yapacaní, El Torno, Villa Tunari, La Guardia y Caranavi. Por otro lado, los municipios con menor número de habitantes dentro del CAM son Loreto, Portachuelo, Ichoca, Tiquipaya, Santa Ana y Warnes, cuya población dentro del CAM no supera los 200 habitantes por municipio. Otros municipios con participación de su área municipal en el CAM, pero sin habitantes dentro de estos límites son Pocona, Sacaba, Puerto Acosta, Achacachi, Ancoraimos, Santa Cruz de la Sierra y Pampa Grande, donde la población se concentra en el área de influencia del CAM (Véase Anexo 1)

En términos de población urbana y rural, si bien el 30,6% de la población total del área de estudio es considerada rural, sobre este porcentaje tiene mucha influencia el número de habitantes de algunas ciudades capitales de carácter más urbano. De esta manera, y realizando un análisis por municipio, se puede indicar que la mayor parte de los municipios pueden ser considerados rurales.

De los 77 municipios existentes en el área de estudio sólo los municipios de La Paz, Santa Cruz de la Sierra y Montero son casi exclusivamente urbanos (con menos del 3% de población rural). Los Municipios de Portachuelo, Mineros y La Guardia (Dpto. de Santa Cruz), Tiquipaya y Sacaba (Dpto. Cbba.) y Santa Ana de Yacuma y Rurrenabaque (Dpto. del Beni) tienen, al menos, entre el 60 a 80% de población urbana y de todos estos municipios sólo Rurrenabaque tiene su ciudad capital dentro del CAM, el resto tiene sus ciudades principales en el área de influencia.

Un mayor detalle por zonas de análisis socioeconómico permite apreciar lo siguiente:

- En la **zona 1** (Amboró) compuesta por 17 municipios íntegramente ubicados en el departamento de Santa Cruz, se concentra el 31% de la población del CAM con un número de 132.063 habitantes. Para su área de influencia se estima un número de 1.556.736 habitantes, principalmente concentrados en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra y otras ciudades de importancia asentadas en la zona de influencia de tierras bajas. En general, hay una proporción similar de hombres y mujeres por el peso poblacional de Santa Cruz y Montero. En el resto de los 15 municipios el índice de masculinidad es mayor a 100, lo que significa que hay más hombres que mujeres.
- Del total de los habitantes de esta zona sólo el 13,1% de la población es rural, sin embargo este dato, al igual que el patrón indicado para todo el CAM, se debe a la influencia del número elevado de población urbana en los municipios de Santa Cruz y Montero predominantemente y también al hecho de que esta es una de las zonas del CAM con mayor número de municipios intermedios entre población urbana y rural.
- Sólo cinco, de los 17 municipios de la zona, son principalmente rurales, con más del 70% de su población, como es el caso de Santa Rosa del Sara, Samaipata, Saavedra, Porongo, Comarapa y Buena Vista.
- En la **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata) compuesta de 13 municipios ubicados en los departamentos de Beni y Cochabamba, se concentra el 21 % de la población del CAM con un número de 89.028 habitantes. Para su área de influencia se estima un número de 436.007 habitantes. El índice de masculinidad para esta zona es de 108, lo que significa que hay un mayor número de hombres que de mujeres, sólo en los municipios de Sacaba y Tiquipaya, que son cercanos al municipio capital del departamento, el índice de masculinidad es menor a 100. En particular en esta zona se encuentra un foco importante de colonización en los municipios de la provincia Chapare y Carrasco que son las áreas donde principalmente se ha concentrado el desarrollo alternativo para sustituir la actividad de cultivo de coca.
- Asimismo, en esta zona ya existe una predominancia de población rural con el 64% de la población total del área bajo este carácter. Sólo los municipios de Tiquipaya y Sacaba presentan bajos porcentajes de población rural 29,3% y 20,9% respectivamente.
- En la **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui) compuesta de 30 municipios ubicados en los departamentos de Beni, Cochabamba y La Paz, se concentra el 41% de la población del CAM, con un número de 172.096 habitantes. Para su área de influencia se estima un número de 1.246.495 habitantes. El índice de masculinidad en la zona es de 98, lo cual denota un mayor número de mujeres que de hombres que se debe, sobre todo, a la influencia del peso poblacional del municipio de La Paz, ya que el resto de los otros municipios, en más de un 94%, presenta índices de masculinidad mayores a 100, es decir, en los que hay un mayor número de hombres que de mujeres. Esta es una de las zonas con mayor conexión vial en el área del CAM y mayor movimiento económico interdepartamental entre La Paz y Beni, posiblemente este sea uno de los factores para que sea una de las zonas más pobladas del CAM.

Del total de habitantes de esta zona sólo el 29,3% es de carácter rural, sin embargo esto se debe nuevamente a la fuerte influencia del municipio de La Paz, donde se concentra la mayor parte de la población de esta zona y donde el 0,5% de la población es rural. Además del municipio de La Paz, los municipios de Santa Ana de

Yacuma y Rurrenabaque son los únicos en esta zona con predominancia de población urbana (más del 60%). Los restantes 27 municipios de la zona tienen entre el 44 y el 100% de su población rural.

- En la **zona 4** (Apolobamba-Madidi) compuesta por 17 municipios ubicados íntegramente en el departamento de La Paz, se concentra el 7% de la población del CAM con un número de 30.953 habitantes. Para su área de influencia se estima un número de 192.512 habitantes. El índice de masculinidad es de 102, por lo que hay más hombres que mujeres en la mayoría de los municipios que conforman esta zona que es la menos poblada del CAM, debido muy probablemente, a que su infraestructura vial y vías de acceso en general están poco desarrollados.

Esta zona es predominantemente rural con el 94,6% de sus habitantes con este carácter. El municipio con menor porcentaje de población rural de San Buenaventura con 63,5% de población rural y al menos 14, de los 17 municipios de la zona, son considerados como exclusivamente rurales (100% de la población),

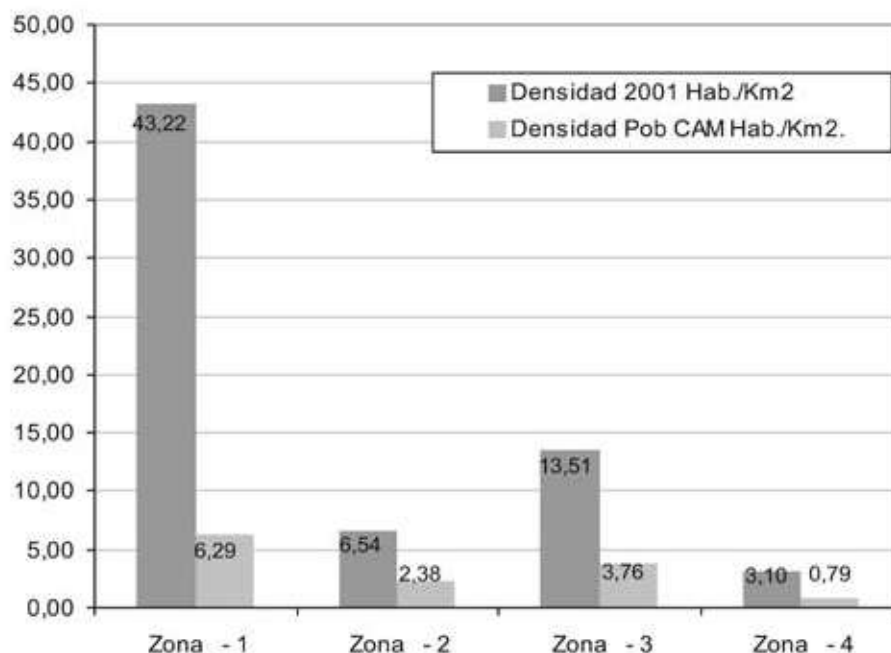
4.1.1.2. Densidad poblacional

En general, la densidad poblacional promedio para el área total del CAM y su área de influencia es de 13 hab./km², mientras que la densidad poblacional, sólo para la parte del territorio municipal, que corresponde con el CAM o zona núcleo el promedio es de 2,96 hab./km², indicando claramente que la población se concentra más hacia la periferia del CAM en su área directa de influencia. (ver mapa 10).

Los municipios más densamente poblados en toda el área de estudio son Santa Cruz de la Sierra (807,05 hab./km²), La Paz (286,46 hab./km²), Montero (337,57 hab./km²), Sacaba (206,53 hab./km²) y Tiquipaya (257,08 hab./km²), que también son municipios cuyas capitales municipales (como centros más poblados) se encuentran en el área de influencia del CAM.

A nivel de zonas de análisis socioeconómico en el CAM, se presentan los siguientes resultados:

- En la **zona 1** (Amboró), la densidad poblacional total, considerando el área de influencia es de 43,22 hab./km² y sólo para el área del CAM es de 6,29 hab./km² sobre una superficie de 21.004 km². A nivel municipal la densidad varía entre 1,60 y 840,78 hab./km², que corresponden a los municipios de Santa Rosa y Santa Cruz de la Sierra, respectivamente.
- En la **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata), la densidad poblacional para toda esta zona es de 6,54 hab./km² y considerando sólo el área núcleo (CAM) la densidad es aún más baja llegando a un valor de 2,38 hab./km², sobre una superficie de 37.465 km². A nivel municipal la densidad varía entre 0,56 y 257,08 hab./km², que corresponden a los municipios de Loreto y Tiquipaya, respectivamente.
- En la **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui), la densidad poblacional para toda esta zona es de 13,51 hab./km² y considerando sólo el área núcleo (CAM) la densidad es aún más baja llegando a un valor de 3,76 hab./km², sobre una superficie de 45.789 km². A nivel municipal la densidad varía entre 0,69 y 286,46 hab./km², que corresponden a los municipios de Santa Rosa y La Paz, respectivamente.
- En la **zona 4** (Apolabamba-Madidi), la densidad poblacional para toda esta zona es de 3,10 hab./km² y considerando sólo el área núcleo (CAM) la densidad es aún más baja llegando a un valor de 0,79 hab./km², sobre una superficie de 39.097 km². A nivel municipal la densidad varía entre 0,14 y 42,44 hab./km², que corresponden a los municipios de Ixiamas y Ancoraimas, respectivamente.



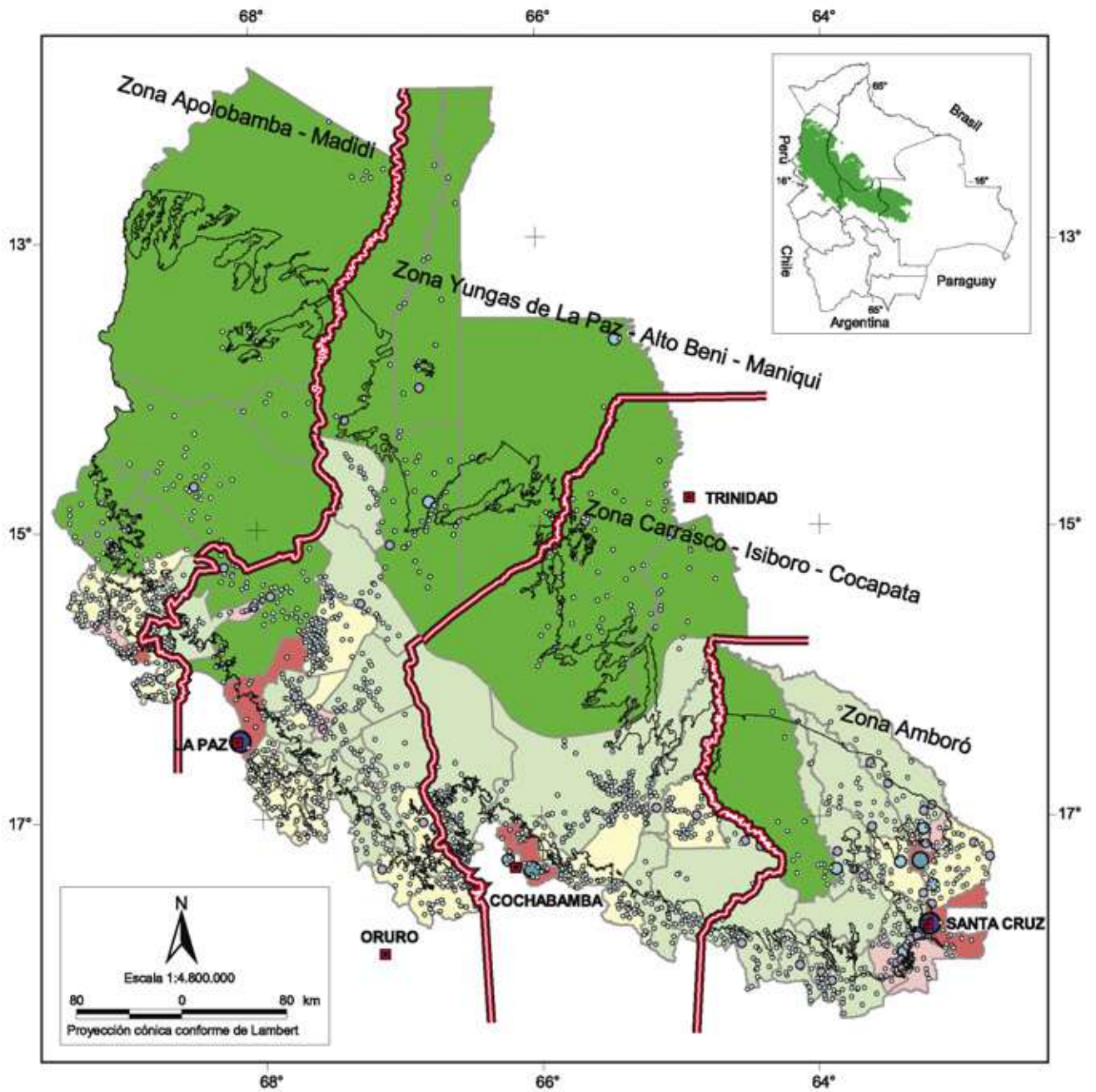
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 12. Densidad poblacional en el CAM y su área de influencia

4.1.1.3. Crecimiento Poblacional

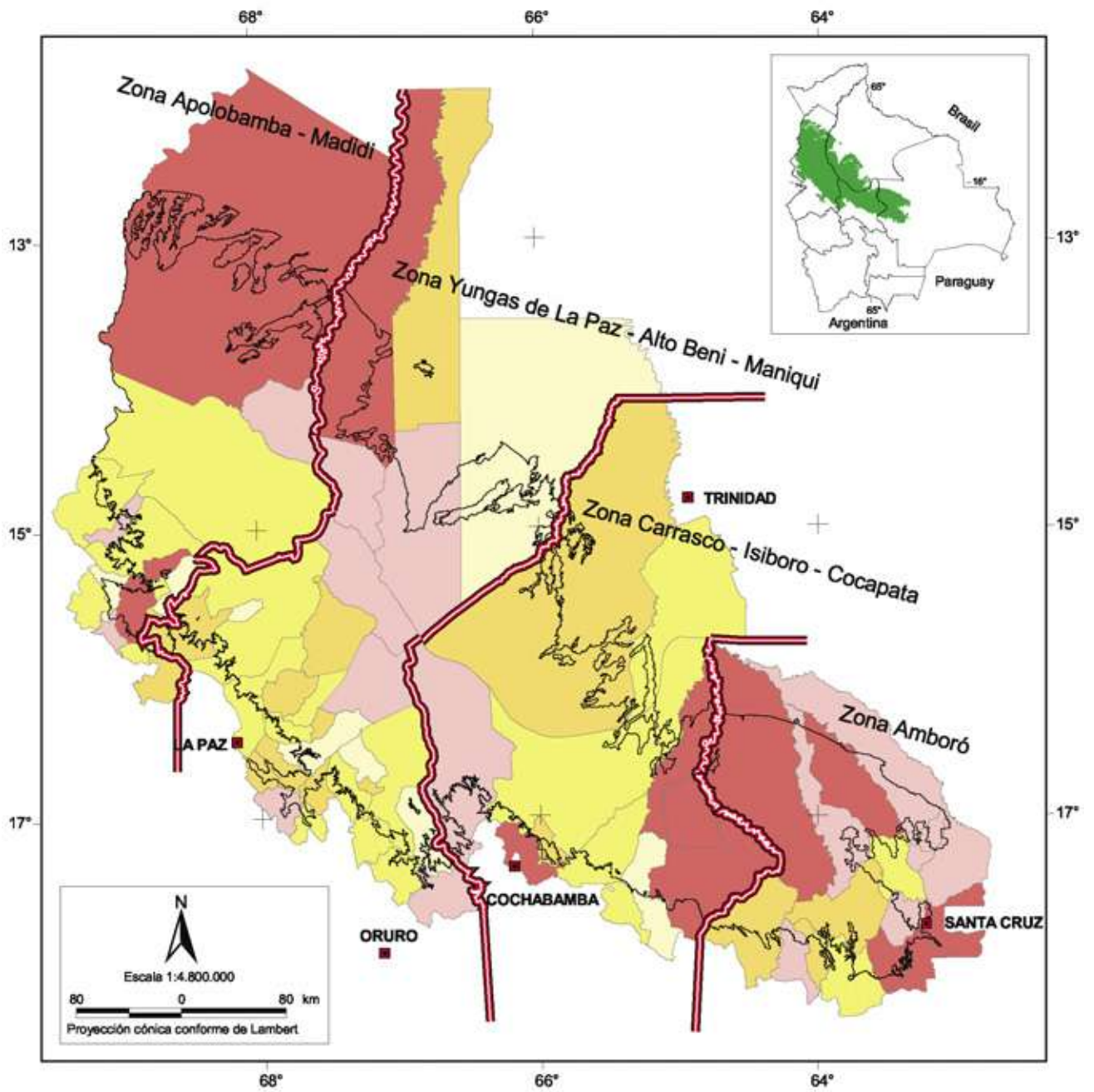
Entre el censo nacional de población y vivienda de 1992 y 2001 (INE 1993; INE 2002) se evaluó el crecimiento intercensal a nivel de secciones municipales y el patrón general de crecimiento es alto en todo el sector del CAM (2,51%). Los municipios con mayores tasas de crecimiento anual intercensal han sido Tiquipaya (11,23), Pojo (7,28) y Chimoré (6,36) en el Departamento de Cochabamba, luego siguen los municipios de La Guardia (6,22), Santa Rosa del Sara y El Torno (ambos con 5,26) en el Departamento de Santa Cruz. Los municipios de Reyes (5,18) y Rurrenabaque (4,44), en el Departamento del Beni, y los municipios de Ayata (4,97), Chuma (4,91) e Ixiamas (4,77) en el Departamento de La Paz. En Cochabamba es notable el incremento de población representando este departamento, el área de mayor crecimiento poblacional del sector del CAM.

Por otro lado, se identifican áreas de crecimiento intercensal negativo moderado, como el municipio de Tipuani (-4,17), con el mayor valor negativo de crecimiento ubicado en la provincia de Larecaja, y otros seis municipios (Quime, Cajuata, Combaya, Tacacoma, Luribay e Irupana) en distintas provincias del departamento de La Paz; Cochabamba presenta dos municipios, Totorá (-0,83) y Ayopaya (-0,67) con crecimiento negativo; finalmente Beni también presenta un municipio, el de Santa Ana, con esta misma característica. (ver mapa 11).

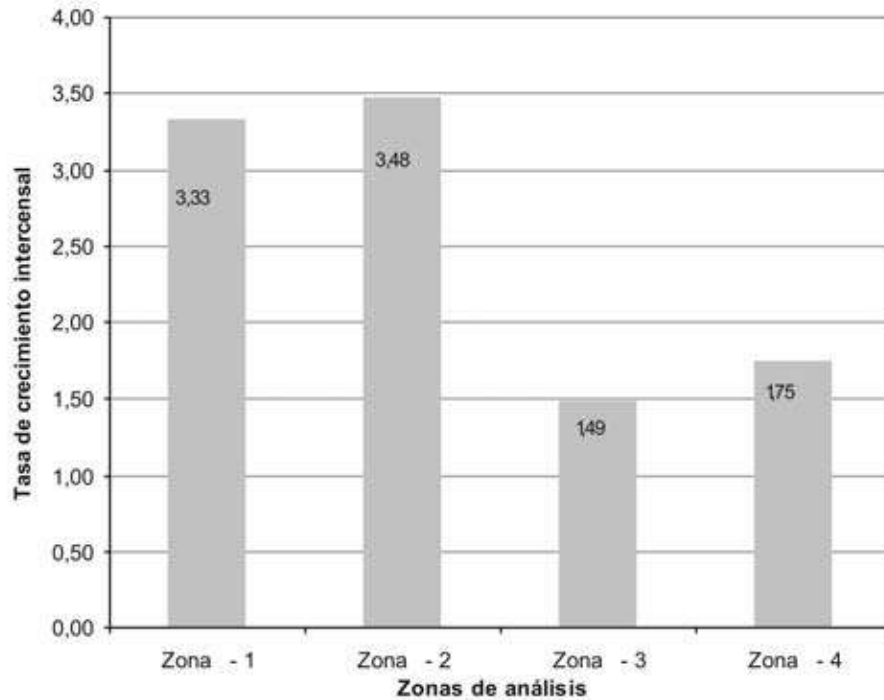


DENSIDAD POBLACIONAL Y CENTROS POBLADOS		
<p>Densidad poblacional municipal [hab./km²]</p> <ul style="list-style-type: none"> Menor a 5 5 - 10 10 - 20 20 - 50 Mayor a 50 	<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> Capital departamental Límite del CAM División de zonas de análisis socioeconómico 	<p>Fuente: Datos de población: Instituto Nacional de Estadística (INE), 2001</p>
<p>Centro poblado [hab]</p> <ul style="list-style-type: none"> Menor a 2.000 2.000 - 10.000 10.000 - 30.000 30.000 - 100.000 Mayor a 100.000 	<p>elaborador por: </p> <p>para: </p>	

Mapa 10



Mapa 11



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 13. Tasa de crecimiento intercensal por zona de análisis

- En la **zona 1** (Amboró), en promedio la tasa de crecimiento intercensal alcanzó a 3,33% fue debido al crecimiento urbano de algunos municipios en el área de influencia del CAM, como por ejemplo, además de Santa Cruz de la Sierra, La Guardia y Montero.
- En la **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata), el crecimiento poblacional de algunos centros poblados en el área de influencia de la zona, es muy notoria. Municipios como Sacaba y Tiquipaya, duplicaron con más su población y consiguientemente su densidad poblacional.
- En la **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui), en promedio la tasa de crecimiento censal entre las gestiones 1992 y 2001, fue de 1,49%, la más baja de las cuatro zonas de análisis pese a que en la misma se encuentra incluso el municipio de La Paz, sólo los municipios de Reyes (5,18%), Rurrenabaque (4,44%), y La Asunta (4,21%), experimentaron tasas de crecimiento, el resto en la mayoría de los casos no supera el 2%. Asimismo, en 7 municipios de los 30 de la zona de estudio se registraron tasas anuales de crecimiento negativas.
- En la **zona 4** (Apolobamba-Madidi), la tasa de crecimiento intercensal en promedio fue de 1,75%, escasamente superior al de la Zona 3 y por la superficie que tiene, muy poco se ha aumentado la densidad poblacional, sólo se registraron porcentajes de crecimiento superiores al 4% en los municipios de Ayata (4,97%), Ixiamas (4,77%), y Chuma (4,35%). Sin duda estas tasas de crecimiento son mayores al del departamento de La Paz que es de 2,29%. De igual forma los municipios de Combaya (-0,04%) y Tacacoma (-1,01%) presentaron tasas de crecimiento negativos.

4.1.2. Migración

A nivel nacional un análisis de flujos migratorios interdepartamentales realizado por el PNUD-Bolivia (2004), basado en datos de los tres últimos censos de población y vivienda, permitió identificar que los migrantes internos del país tendieron a dirigirse hacia zonas menos pobladas y con mayores niveles de desarrollo humano (Santa Cruz de la Sierra, Beni, Pando y Tarija), lo que refuerza la hipótesis de que la propensión a emigrar en Bolivia respondió en cierta medida a una presión excesiva sobre los recursos naturales y los factores productivos en los departamentos de “poblamiento tradicional” como Potosí, Oruro y Chuquisaca.

Por otro lado, describiendo el factor de migración a nivel del CAM y aunque no ha sido posible realizar un análisis exclusivo de la tendencia migratoria nacional y su influencia sobre los municipios del CAM, se puede indicar que la gran mayoría de los municipios del CAM tienen tasas netas anuales de migración reciente negativas (ver Anexo 2). Sólo la zona de Amboró, a diferencia de las otras zonas del CAM, presenta un patrón positivo en su tasa de migración neta para 15 de sus 17 municipios.

- En la **zona 1** (Amboró), el municipio de Santa Cruz se identifica como un sector importante de recepción de migración, así como los municipios de Warnes y Montero, que se han convertido en centros urbanos importantes y polos de desarrollo agrícola e industrial en el Departamento de Santa Cruz.

Es interesante destacar que los municipios de Santa Cruz, Porongo, La Guardia y el Torno que albergan en conjunto el 78% de la población de la zona Amboró (con 1.568.397 habitantes), tienen 59% de su población nacida en el lugar, el 20% proveniente del Departamento de Cochabamba y el 21% proviene de otras ciudades del país o del extranjero. En este sentido se puede deducir un alto porcentaje de inmigración hacia este sector del CAM.

- En la **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata), la zona de serranía y zonas altas, muestra una mayor incidencia de la emigración sobre la inmigración, aunque mucha de ella, es de carácter temporal asociada a los periodos de descanso de la agricultura o condiciones coyunturales adversas. La zona subtropical es altamente receptora de inmigrantes.
- En la **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniquí), Entre los años 1986 y 1988 se dio una importante expulsión de la población de la región andina, producto de los efectos de la relocalización de trabajadores mineros y de alguna gente de comunidades aledañas a aquellas donde la minería les proporcionaba cierta dinámica comercial. Predominó la migración definitiva hacia las ciudades de La Paz y El Alto, y en menor proporción hacia el interior del país o el exterior. En general los emigrantes jóvenes se dedican a estudiar, los hombres adultos están más orientados a realizar trabajos en áreas de transporte y construcción, mientras que las mujeres a la actividad doméstica y comercial.

En las tierras altas, también es característica la migración temporal hacia centros urbanos con la finalidad de buscar intermedios a las labores agrícolas.

En el norte del Departamento de La Paz, la migración de la población es una estrategia de sobrevivencia y búsqueda de acceso a empleo, y de ocupación de nuevas tierras potencialmente cultivables, aunque también se evidencian traslados temporales hacia otras regiones e incluso al exterior para realizar producción agropecuaria, forestal, minera por la necesidad de generar ingresos adicionales a la economía local y familiar. El destino de los emigrantes temporales preferentemente es la ciudad de La Paz, otras zonas del altiplano y Caranavi, la necesidad de buscar ingresos adicionales, la falta o precariedad de caminos son factores que motivan a la emigración temporal.

En general, la inmigración es muy baja y se remite al sector terciario de la economía con población fluctuante: profesores, médicos profesionales y consultores. La inmigración definitiva es predominantemente rural y, en general, los residentes inmigrantes del género masculino, se da por la quiebra del sistema agrícola y/o pecuario en otra zona del país. La región de los Yungas, en especial, los municipios de La Asunta, Caranavi, Coroico, y Chulumani, se caracteriza por ser una zona receptora de aymaras y en menor proporción de quechuas (PDM La Asunta, PDM Palos Blancos, PDM Cairoma).

- En la **zona 4** (Apolobamba-Madidi), Los asentamientos humanos se encuentran cercanos a los caminos principales o en torno a los centros más poblados como Mocomoco, Pto. Carabuco, Puerto Acosta, Achacachi y Ancoraimes, al oeste de esta zona, y cerca de Apolo y San Buenaventura, al norte y este respectivamente. La presencia de colonias campesinas se consolida en la región a partir de la década de los 80, antes de la cual las poblaciones eran fundamentalmente originarias.

Existe una alta migración fuera de las provincias de Pacajes, Camacho y Omasuyus, siendo las provincias de Iturralde y Larecaja receptoras de nuevos asentamientos humanos. Los altos niveles de migración, pueden conducir a modificar la estructura productiva tradicional de los municipios distorsionando la explotación sistemática, racional y sostenible de los recursos naturales (PDM Curva).

Asimismo, en los últimos tres años se han intensificado los movimientos migratorios de las poblaciones campesinas o indígenas de sus lugares de origen hacia las zonas urbanas, especialmente hacia las ciudades de La Paz y el Alto (INE 2001). Las migraciones por un lado indican ciertas ventajas o desventajas económicas o sociales en un lugar dado, pero también tienen implicaciones para la biodiversidad y su estado de conservación.

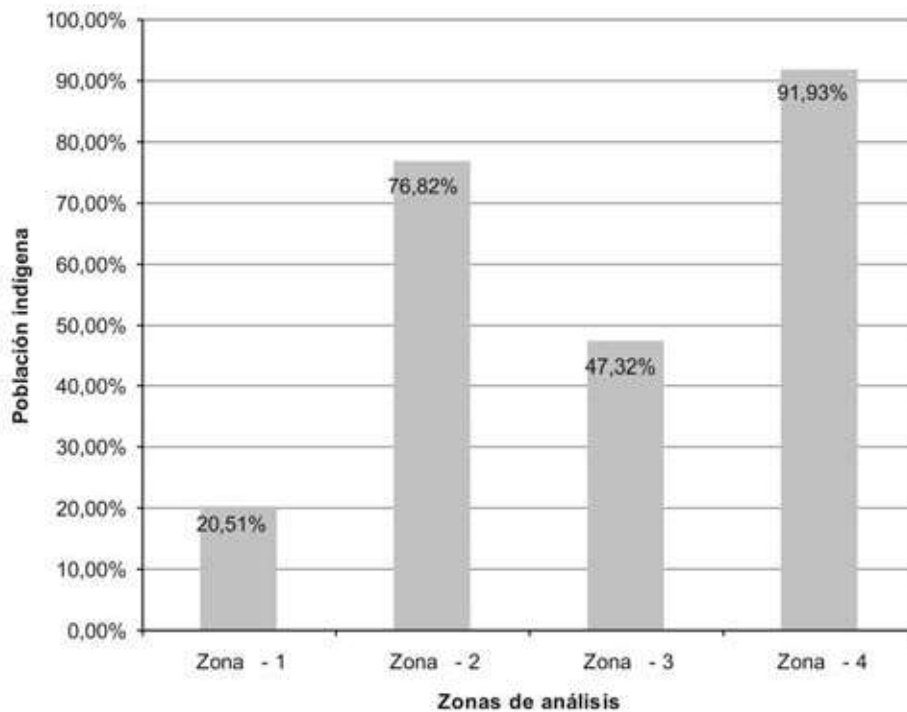
Asimismo, otros factores como los bajos índices de educación ocasionan un bajo nivel de instrucción general y de capacitación real funcional de la población, que repercute directamente en la calidad de vida, en la baja productividad de la mano de obra, en la pronunciada escasez de la mano de obra calificada y semicalificada, que atienda los requerimiento de los pocos sectores productivos y que a su vez refuerza la migración de los mejores elementos del área rural hacia centros poblados (PDM Curva) altos niveles de migración temporal y mediado índice de migración definitiva por parte de la población joven (PDM Ayata).

4.1.3. Situación étnica y lingüística de la población

En esta subsección se analiza la condición étnica y lingüística de la población dentro el área total del CAM y su área de influencia. En primera instancia se revisan los porcentajes de población indígena dentro el área, para luego analizar la pertenencia de los mismos a algún pueblo indígena o no, el idioma que hablan y finalmente el idioma en el que aprendieron a hablar. Esta subsección antecede a otros sectores de estudio como educación y salud, porque de alguna manera ayudan a explicar los indicadores que en los mismos se encuentran.

4.1.3.1. Población indígena

Con relación a la población del área de influencia del CAM, el 41,83% de la población es indígena, ello debido sobre todo a la influencia de los municipios del oriente, principalmente los de la zona 1 (Amboró) como otros pertenecientes al departamento de Beni.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

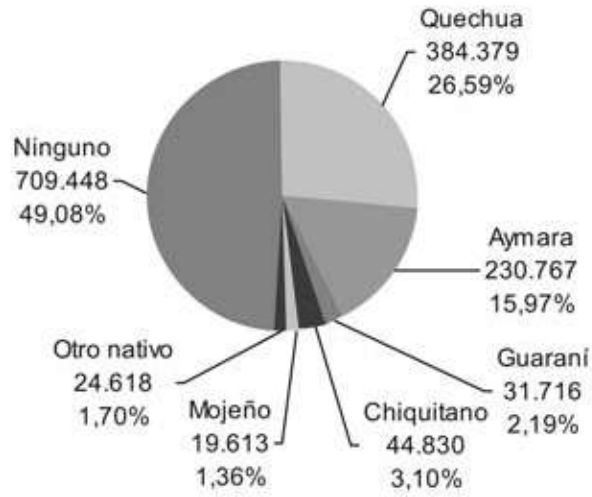
Fig. 14. Población indígena por zona de análisis socioeconómico

La **zona 1** (Amboró) que es la de mayor peso poblacional dentro el área total del CAM, es la que al mismo tiempo menor porcentaje de población indígena presenta; la **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata) es la segunda en importancia en cuanto a población indígena, pero no tiene un peso poblacional representativo; la **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniquí) conformada por tres departamentos y 30 municipios tiene una población indígena cercana al 50% y de hecho su peso poblacional dentro del área del CAM, es el segundo en importancia; finalmente la **zona 4** (Apolobamba-Madidi) que es la de mayor superficie dentro el área del CAM y la menos poblada, es la que mayor porcentaje de población indígena respecto a la población del área de influencia presenta (casi 92%).

4.1.3.2. Autoidentificación con pueblos originarios o indígenas

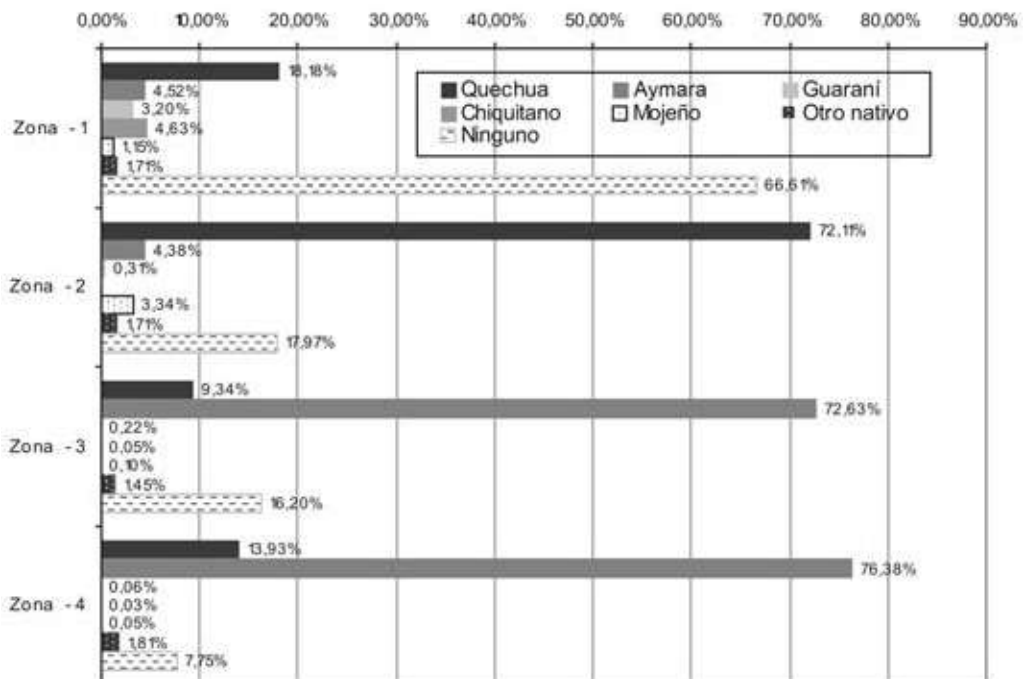
De la población de 15 o más años de edad (1.445.371) que conforma el área de influencia del CAM, el 51% se autoidentifica con algún pueblo indígena u originario. Los resultados por pueblo se muestran en la figura 15.

El mayor porcentaje que se autoidentifica con algún pueblo indígena dentro el área de influencia del CAM lo hace con el pueblo Quechua en primer lugar (26,59%), en segundo lugar con el aymará (16%) y en tercer lugar con el chiquitano (3,10%). Sin embargo, por zona de análisis los resultados varían considerablemente, tal como se aprecia en la figura 16.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 15. Población de 15 o más años que conforma el área de influencia del CAM según pueblo de pertenencia



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 16. Población de 15 o más años por área de influencia del CAM según pueblo de pertenencia

- Notoriamente la **zona 1** (Amboró) que además tiene el mayor peso poblacional en cuanto a personas de 15 o más años de edad con respecto a toda el área de influencia del CAM, por incluir el municipio capital del departamento, es la que menos se identificó con algún pueblo indígena u originario (66,61%), sin embargo, el 33% restante de esta población sobre todo se identificó con el pueblo quechua (18,18%), luego con el pueblo chiquitano (4,63%), aymará (4,52%) y finalmente el pueblo guaraní (3,20%).

Asimismo en esta zona no hay ningún municipio, exceptuando la capital (en que además de quechuas, aymaras, chiquitanos y guaraníes, haya también algunos guarayos, itonamas y movimas) de departamento que dentro del mismo vivan pueblos originarios.

- La **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata) ocupa el segundo lugar en cuanto a esta población (17,48%), la mayoría se identifica sobre todo con el pueblo quechua (72,11%), aymará (4,38%) y mojeño (3,34%).

En el departamento de Beni (municipio de Moxos), es posible encontrar población que se identifica con el pueblo tsimane, movima y yuracaré; en el departamento de Cochabamba es posible encontrar (municipios de Villa Tunari, Chimoré y Puerto Villarroel) yuquis y yuracaré.

- La **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui) a pesar de contener al municipio capital del departamento de La Paz, tiene la menor proporción de población mayor de 15 o más años con respecto a las otras zonas (6,91%) de este porcentaje casi el 73% se identifica con el pueblo aymará, dado que también la mayoría de los municipios se ubican en el departamento de La Paz.

En esta zona es donde se encuentra la mayor diversidad étnica de todo el CAM con población en el departamento de Beni (provincia José Ballivián) que se identificó con los pueblos cavineño, tsimane, mosetén, movima, reyesano, maropa y tacana; en el departamento de La Paz (municipios de Guanay y Tipuani) es posible encontrar lecos y tacana.

- Finalmente la **zona 4** (Apolobamba-Madidi) con el 9,41% del total de la población de 15 o más años con respecto a la población de toda el área de influencia del CAM, se identifica sobre todo con el pueblo aymará (76,38%) por estar conformada la misma únicamente por municipios del departamento de La Paz.

En esta última zona (municipios de Apolo, Ixiamas y San Buenaventura) es posible encontrar población que se identificó con los pueblos araona, esse ejja, chama y principalmente tacana (véase detalle en valores absolutos en los anexos correspondientes a otros pueblos indígenas).

4.1.3.3. Idioma que habla la población

El idioma más hablado en toda el área del CAM y su área de influencia es el castellano (65,10%), le siguen con porcentajes similares de 15,43% el quechua y el aymara. Asimismo, de la población de 6 o más años de edad (1.672.652) el 54,33% es monolingüe español, 36,59% es bilingüe o trilingüe castellano -otros idiomas, y sólo un 8,43% es monolingüe nativa, tal como se aprecia en la siguiente figura.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 17. Población de 6 o más años de edad por idiomas que habla

La situación por área de análisis muestra que en la zona 1 (Amboró) casi el 80% de la población habla castellano; en tanto que en la zona 2 (Carrasco-Isiboro-Cocapata) el 48,19% de la población habla castellano y un porcentaje semejante habla quechua; en la zona 3 (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui) casi el 62% de la población habla castellano y un 26% habla aymara; finalmente en la zona 4 (Apolobamba-Madidi) casi el 50% habla aymara un 37,83% habla castellano. El detalle por zona se aprecia en la tabla resumen siguiente:

Tabla 30. Población total por idioma que habla según zonas de análisis socioeconómico

Zonas	Quechua	Aymara	Castellano	Guaraní	Extranjero	No habla	Otro nativo
Zona - 1	209.254	46.650	1.281.165	14.961	56.328	2.791	2.411
Zona - 2	263.309	19.256	275.165	394	5.740	651	6.487
Zona - 3	122.954	416.092	987.704	944	61.603	1.981	8.373
Zona - 4	33.607	147.569	111.830	91	568	563	1.378
Total - CAM	629.124	629.567	2.655.864	16.390	124.239	5.986	18.649

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

Los resultados por el número de idiomas que habla la población de 6 o más años de edad³³, según zona de análisis socioeconómico, muestran que en la zona 1 (Amboró) el 76,12% de esta población es monolingüe castellana a diferencia de lo que sucede en la zona 2 (Carrasco-Isiboro-Cocapata) donde el 56,26%, de la citada población es bilingüe o trilingüe castellano -otros idiomas, 21,15% es monolingüe castellana y 21,69% es monolingüe nativa.

³³ A pesar que la pregunta idioma que habla se hizo a la población total, los datos proporcionados presentan un corte a partir de los 6 años o más de edad, ello debido a fines comparativos con respecto al censo anterior en datos agregados como los departamentos, en este caso por la conformación de municipios del CAM no resulta muy relevante.

Tabla 31. Población de 6 o más años por idiomas que habla según zonas de análisis socioeconómico

Zonas	Pob. de 6 ó más años de edad	Monolingüe español	Monolingüe nativo	Monolingüe extranjero	Castellano y otros	Otros idiomas sin español	No habla	Sin especificar
Zona - 1	1.307.446	76,12%	1,53%	0,21%	21,87%	0,04%	0,21%	0,01%
Zona - 2	355.455	21,15%	21,69%	0,03%	56,26%	0,65%	0,18%	0,03%
Zona - 3	1.070.172	47,03%	7,10%	0,05%	45,27%	0,36%	0,19%	0,01%
Zona - 4	188.162	7,17%	38,85%	0,02%	52,26%	1,34%	0,30%	0,06%
Total - CAM	2.921.235	1.587.124	246.170	3.488	1.068.740	9.239	5.986	488

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

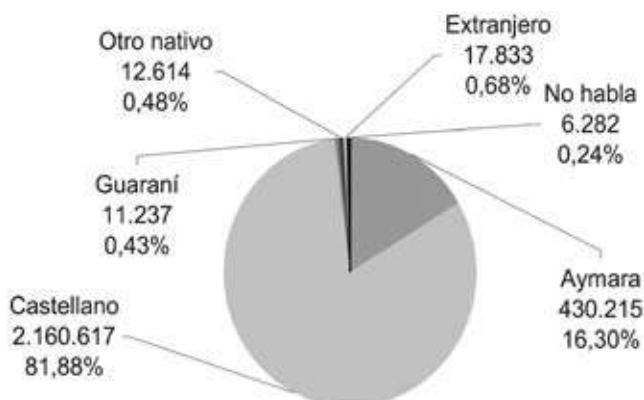
Asimismo, en la zona 3 (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui) el 47% es monolingüe castellano y el 45,27% habla además del castellano otros diferentes idiomas; finalmente en la zona 4 (Apolobamba-Madidi) el 52,26% de la población de 6 ó más años, habla castellano y otros diferentes idiomas y el 38,85% es monolingüe nativo, alcanzando con este porcentaje el más representativo de todas las zonas que conforman el área de influencia CAM.

4.1.3.4. Idioma con el que aprendió a hablar en la niñez

La población objetivo con respecto a esta pregunta es la de cuatro o más años de edad, que en el caso del área de influencia del CAM representa cerca del 90% de la población total, de esta población el 69,62% aprendió a hablar en castellano, 14,97% lo hizo en quechua y 13,86% lo hizo en aymara, tal como se aprecia en la figura 18.

Por zona de análisis los resultados muestran, que en la zona 1 (Amboró) el 86,45% de la población aprendió a hablar en idioma castellano; en tanto que en la zona 2 (Carrasco-Isiboro-Cocapata) la mayoría de la población de cuatro a más años de edad (59%) aprendió a hablar quechua y 36,81% lo hizo en castellano.

En la Zona 3 (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui) donde existe un peso poblacional importante dentro el área por la influencia del municipio de La Paz, la mayoría de la población aprendió a hablar en idioma castellano (69,68%) y luego en idioma aymará (22,73%); y la Zona 4 (Apolobamba-Madidi) de menor peso poblacional dentro el CAM es la que aprendió a hablar sobre todo en idioma aymará (69,34%), seguido del idioma quechua y castellano, tal como se aprecia en el cuadro precedente.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 18. Población de 4 ó más años por idioma con el que aprendió a hablar

Tabla 32. Población de 4 o más años por idioma con el que aprendió a hablar según zona de análisis

Zonas	Pob. de 4 o más años de edad	Quechua	Aymara	Castellano	Guaraní	Otro nativo	Extranjero	No habla
Zona - 1	1.391.731	9,85%	1,78%	86,45%	0,76%	0,07%	0,89%	0,21%
Zona - 2	382.331	59,03%	2,65%	36,81%	0,05%	1,11%	0,17%	0,20%
Zona - 3	1.129.062	6,34%	22,73%	69,68%	0,04%	0,61%	0,42%	0,18%
Zona - 4	200.156	15,03%	69,34%	15,00%	0,01%	0,26%	0,07%	0,29%
Total - CAM	3.103.280	14,97%	13,86%	69,62%	0,36%	0,41%	0,57%	0,20%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

4.1.4. Vivienda y hogar

En general para toda el área de influencia del CAM, se han identificado un total de 828.648 hogares particulares, de los cuales en promedio el 78,50% tiene vivienda propia. El tamaño medio del hogar es de 4,08 personas. Asimismo, casi el 40% de estos hogares sufre de hacinamiento ya que hay más de 3 personas por dormitorio.

El 65% de las viviendas de estos hogares tiene piso de tierra, 56% no tiene agua por cañería de red, 62,73% no tiene energía eléctrica, 52,44% no tiene servicio sanitario y 67,42% cocina con leña.

En cuanto a equipamiento del hogar, el 67% posee una radio o equipo de sonido, 26,35% posee un televisor y 12,50% posee un refrigerador, estos dos últimos porcentajes son bajos debido a que estos electrodomésticos necesitan de energía eléctrica para su funcionamiento. Por zona de análisis, la tabla 33, muestra los diferentes resultados.

Tabla 33. Indicadores de vivienda y hogar por zona de análisis

Zonas	Que posee vivienda propia [%]	Total hogares	Tamaño medio del hogar [%]	Con más de tres personas por dormitorio [%]
Zona - 1	65,39	40,90%	4,54	40,13
Zona - 2	80,59	12,62%	4,25	38,45
Zona - 3	76,75	38,57%	3,95	35,51
Zona - 4	91,26	7,92%	3,59	33,83
Total - CAM	78,50	828.648	4,08	36,98

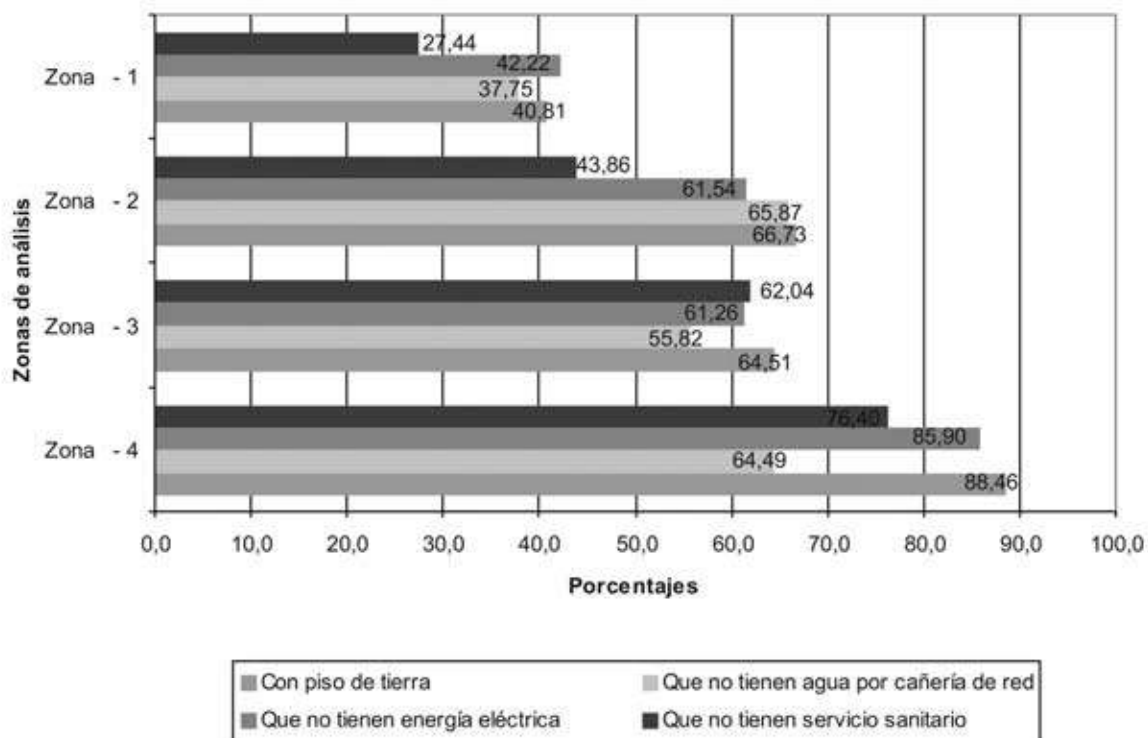
Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

- La **zona 1** (Amboró) tiene 338.923 hogares particulares que representan el 40,90% del total del área de influencia del CAM. De este total el 65,39% tiene vivienda propia, por lo que se constituye el área de mayor número de hogares y el de menor tenencia de propiedad de toda el área, especialmente en el municipio de Santa Cruz de la Sierra. El tamaño medio del hogar es de 4,54 personas y en el 40% de los hogares hay hacinamiento con más de tres personas por dormitorio.
- La **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata) tiene 104.534 hogares particulares que representan el 12,62% del total del área de influencia del CAM, de este total el 80,59% posee vivienda propia. El tamaño medio del hogar es de 4,25 personas y en el 38,45% de los hogares hay hacinamiento. De los 13 municipios que conforman la zona, sólo Loreto y San Ignacio del departamento de Beni presentan un tamaño medio de hogar superior

al promedio (6 y 5,27 personas respectivamente), lo mismo sucede con el hacinamiento que solamente en estos dos municipios se registran los porcentajes más elevados.

- La **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui) con 319.593 hogares particulares, es la segunda en importancia de toda el área, del total de hogares el 76,75% es propietaria de su vivienda. El tamaño medio del hogar es de menos de 4 personas y el hacinamiento es menor que en las dos primeras zonas. Nuevamente de los 30 municipios que conforman esta zona sólo los del departamento de Beni (Reyes, San Borja, Santa Rosa, Rurrenabaque y Santa Ana) tienen un tamaño medio de hogar de más de 5 personas y, al mismo tiempo también son los de mayor hacinamiento.
- La **zona 4** (Apolobamba-Madidi) con el menor peso poblacional, y por tanto también con el menor número de hogares de toda el área de influencia del CAM, tiene el porcentaje más alto de propiedad de las viviendas, ello debido a la elevada ruralidad y dispersión de sus municipios donde además la mayoría de la población es indígena. El tamaño medio del hogar es de 3,59 personas, y solamente en el 33,83% de los hogares sufren de hacinamiento.

En cuanto a la tenencia de servicios básicos en las viviendas de estos hogares, la siguiente figura permite apreciar que la zona 1 (Amboró), por la mayor urbanidad de los municipios que la componen, tiene los menores porcentajes de carencia de agua por cañería de red, energía eléctrica y servicio sanitario. Asimismo, es la de menor porcentaje de viviendas con piso de tierra.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 19. Tenencia de servicios básicos por zona de análisis

El resto de las zonas, en especial la zona 2 (Carrasco-Isiboro-Cocapata) y la zona 4 (Apolobamba-Madidi) que están conformadas en su mayoría por municipios rurales, presentan deficiencias en la cobertura de estos servicios, por lo que los porcentajes de carencia son elevados, mucho más en energía eléctrica y servicio sanitario en la última zona (85,90% y 76,40% respectivamente) por la dispersión de las comunidades.

Finalmente, en lo concerniente al equipamiento de las viviendas, se aprecia que la zona 1 (Amboró) es la más socorrida de toda. En la misma sólo el 52,61% de las viviendas cocina con leña, más del 70% tiene una radio o algún equipo de sonido, el 50% tiene televisor (por contar con energía eléctrica) y el 27% posee un refrigerador.

La zona 3 (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniquí) presenta en menores proporciones un comportamiento similar. Las zonas 2 y 4 son las de mayor detrimento, en especial la última, por los motivos ya mencionados (Deficiente cobertura de energía eléctrica).

Tabla 34. Equipamiento de las viviendas por zona de análisis socioeconómico

Zonas	Que cocinan con leña	Que poseen radio o equipo de sonido	Que poseen televisor	Que poseen refrigerador
Zona - 4	52,61	70,74	49,26	27,06
Zona - 3	71,37	70,82	23,83	11,92
Zona - 2	69,88	71,73	26,34	9,61
Zona - 1	75,82	54,60	5,97	1,42
Total - CAM	67,42	66,97	26,35	12,50

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

4.1.5. Educación

En esta sección se revisan algunos indicadores del sector tales como la tasa de alfabetismo, tasa de asistencia escolar, nivel de instrucción alcanzado y promedio de años de estudio que dan cuenta de la situación educativa en el área total del CAM y su área de influencia (El detalle municipal por zona de análisis se encuentra en el anexo estadístico correspondiente a este capítulo).

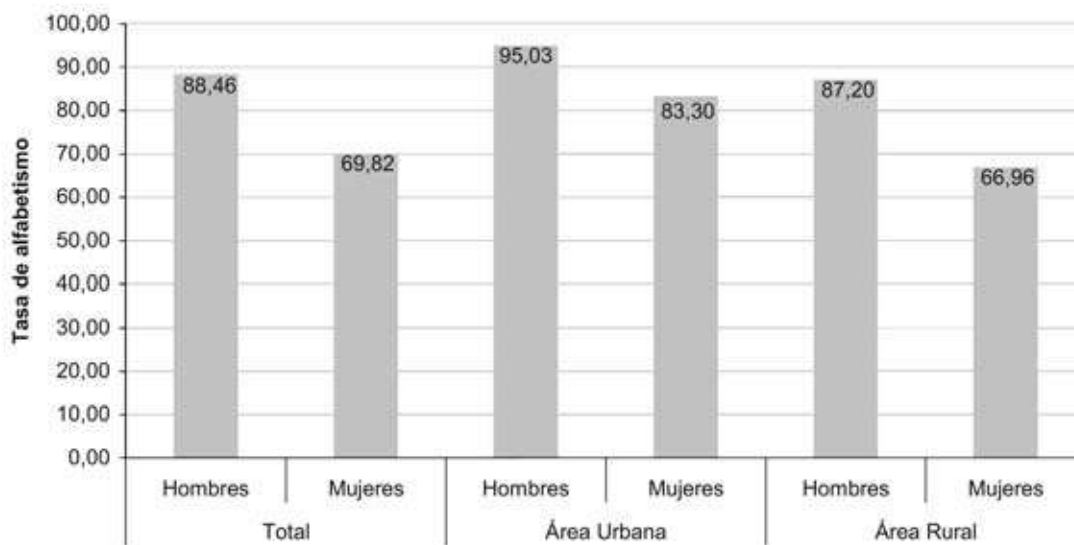
4.1.5.1. Tasa de alfabetismo

La tasa de alfabetismo, es el cociente entre el número de personas de 15 o más años que declaran que saben leer y escribir y el total de la población de 15 años o más.

En promedio para el área total del CAM y su área de influencia se ha registrado una tasa general de alfabetismo de 79,59%. Por género la tasa masculina es de 88,46% y la femenina 18,64 puntos porcentuales menos.

La figura 20, permite apreciar los resultados promedio por área de residencia, para toda el área de influencia, y notoriamente, los hombres en el área urbana tienen una tasa de alfabetismo superior a la de las mujeres en la misma área y también superior a la de los mismos hombres en el área rural, ello debido a la mejor cobertura del servicio en el área urbana.

Asimismo, se aprecia que en el área urbana las brechas de este indicador por género son menores (11,73 puntos porcentuales) que las brechas en el área rural (20,23 puntos porcentuales) debido a que en esta última, y en especial en los municipios de las zonas 3 y 4, que corresponden sobre todo a los departamentos de Cochabamba y La Paz, por patrones culturales, las niñas se quedan en la casa ayudando en las labores domésticas.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 20. Tasa de alfabetismo por área de residencia según género

Por zona de análisis socioeconómico y según datos de la tabla 35, se pueden indicar los siguientes resultados:

- En la **zona 1** (Amboró) la tasa de alfabetismo es de 86,68%, superior al promedio de toda el área del CAM, por contener la misma el municipio de Santa Cruz de la Sierra que es casi 100% urbano. Por género la tasa para hombres es de 91,73% y para mujeres es de 80,60%, lo que implica una brecha de 11,13 puntos porcentuales. De los 17 municipios que componen esta zona, seis de ellos presentan una tasa no menor al 80%, pero tampoco mayor al 85%, ellos son: El Torno, Buena Vista, Yapacaní, Samaipata, General Saavedra y Comarapa.

La población que reside en el área urbana, tanto hombres como mujeres, presenta tasas de alfabetismo incluso superiores a la total; y los que residen en el área rural presentan tasas de alfabetismo menores a la total pero superiores a las del resto de las tres zonas. Las brechas por género en el área urbana siempre son menores que en el área rural (9% y 13,54% respectivamente).

- En la **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata) la tasa de alfabetismo es de 79,76%, por género los hombre presentan una tasa de 88,51% y las mujeres 69,85%, lo que significa una brecha de 18,66 puntos porcentuales. Solamente los municipios predominantemente urbanos del departamento de Cochabamba (Tiquipaya y Sacaba) tienen tasas de alfabetismo de alrededor del 90% y los municipios con mayor población rural, como Totorá y Morochata tienen tasas de menos de 70%. Estos resultados notoriamente se reflejan en los datos agregados del cuadro precedente en los que además, las brechas por género en el área rural y urbana son mayores que en la zona 1.
- En la **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniquí) la tasa de alfabetismo promedio es de 82,65%, la cual se debe al igual que en la zona 1, a la influencia del resultado en el municipio de La Paz que es de 95,14%. En general, los municipios que conforman esta zona presentan tasas de alfabetismo menores y alrededor del 80%, los casos más críticos son los municipios de Independencia y Tapacarí del departamento de Cocha-

bamba cuyas tasas de alfabetismo apenas alcanzan a 58,40% y 55,75%, respectivamente que, a propósito, tienen una deficiente infraestructura caminera.

Aunque las brechas por género sean inferiores a la zona 2, las mismas continúan siendo más altas en el área rural que en la urbana.

- En la **zona 4** (Apolobamba-Madidi) en promedio se ha registrado la tasa de alfabetismo más baja de toda el área de influencia del CAM (69,25%), ello debido, en parte, a que se trata de la conformación de municipios, además, rurales e indígenas, con una considerable población monolingüe nativa (aymara). De hecho exceptuando los municipios de Ixiamas y San Buenaventura, el resto de los 15 municipios presenta tasas de alfabetismo menores al 75%, los casos más críticos son las tasas de los municipios de Ayata y Aucapata (54,45% y 57,62% respectivamente) que tienen población muy dispersa.

Tabla 35. Tasa de alfabetismo por zona de análisis según área y género

Zonas	Tasa de alfabetismo Total			Tasa de alfabetismo área urbana			Tasa de alfabetismo área rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Zona - 1	86,68	91,73	80,60	89,77	94,33	85,27	84,12	89,72	76,18
Zona - 2	79,76	88,51	69,85	89,18	95,47	82,77	77,47	87,04	66,47
Zona - 3	82,65	90,15	74,41	89,57	95,00	84,36	80,74	88,85	71,41
Zona - 4	69,25	83,47	54,43	88,27	95,31	80,80	68,83	83,17	53,79
Total - CAM	79,59	88,46	69,82	89,20	95,03	83,30	77,79	87,20	66,96

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

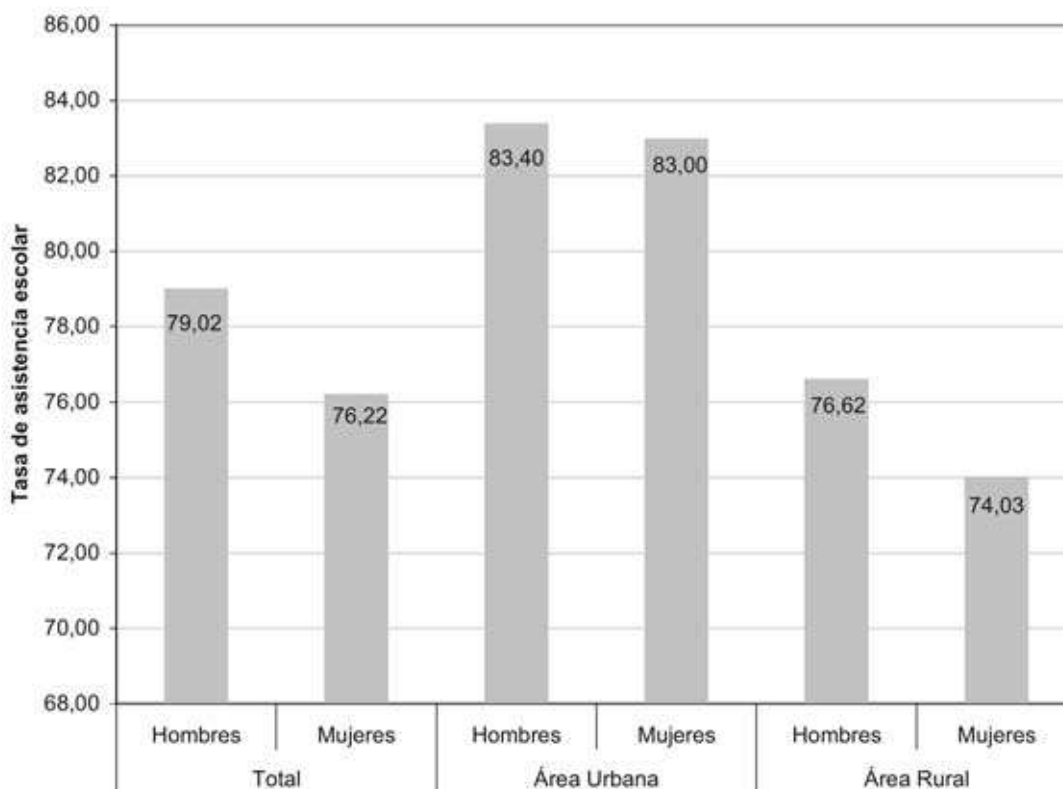
La brecha por género en el área rural (29,38 puntos porcentuales), es la más alta de todas las zonas en la misma área; en tanto que en el área urbana mantiene un comportamiento regular en relación a las otras zonas.

4.1.5.2. Tasa de asistencia escolar

La tasa de asistencia escolar, es el cociente entre el número de personas de seis a 19 años que asisten al sistema regular de educación y el total de la población en ese mismo rango de edad.

En promedio la tasa de asistencia escolar para el total del área CAM y su área de influencia es de 78,18%, casi dos puntos porcentuales menos que la tasa nacional. La figura 21, muestra los resultados por área de residencia.

La tasa de asistencia escolar en el área urbana, en promedio, es superior al total de toda el área (83,17%), asimismo, las brechas por género son prácticamente inexistentes; en tanto que en el área rural la tasa de asistencia escolar es de 72,77%, es decir una brecha de más de 10 puntos porcentuales entre áreas, también las diferencias por género son más notorias pero no tan significativas como en la tasa de alfabetismo.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 21. Tasa de asistencia escolar por área de residencia según género

Por zona de análisis socioeconómico y según datos de la tabla 36, se pueden indicar los siguientes resultados:

- En la **zona 1** (Amboró) la tasa promedio de asistencia escolar es de 72,81%, inferior al promedio de toda el área de influencia del CAM, además, al igual que las otras zonas, en especial la población de 6 a 14 años es la que más asiste a un establecimiento escolar en comparación con la población de 15 a 19 años de edad. Únicamente los municipios de Santa Rosa del Sara y General Saavedra son los que menores tasas de asistencia escolar presentan (73,45% y 68,40% respectivamente), el resto de los municipios que componen esta zona presentan tasas de alrededor del 80%.

La tasa de asistencia escolar en el área urbana cuyo resultado es bastante influenciado por el municipio de Santa Cruz de la Sierra es de 83,17%, y una brecha por género de 1,69 puntos porcentuales a favor de los hombres; en el área rural la tasa promedio es de 72,77% con una brecha por género de 3,45 puntos porcentuales a favor de las mujeres y con este resultado es la única zona que presenta esta situación.

- En la **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata) que no está conformada por ningún municipio capitalino de importancia, presenta en promedio 72,81%, de tasa de asistencia escolar. Exactamente 10 de los 13 municipios que conforman esta zona tienen menos de 75%, de asistencia a un establecimiento escolar, destacan en particular los 5 municipios de la provincia Carrasco del departamento de Cochabamba.

La tasa de asistencia urbana en promedio es de 78,44%, con una brecha debida a género de -0,65 puntos porcentuales a favor de las mujeres, en este caso quedarían reflejados los municipios de Tiquipaya y

Sacaba; la tasa de asistencia rural en promedio es de 71,51%, con una brecha debida a género de 1,91 puntos porcentuales a favor de los hombres.

- La **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui) en promedio presenta una tasa total de asistencia de 79,42% aunque en esta zona se encuentra el municipio capital del departamento de La Paz, su resultado no afecta el promedio general de la zona.

Sólo el 10% de los municipios de esta zona tiene una tasa de asistencia menor al 75% (San Borja, Ayo-paya, y Tapacarí).

La tasa de asistencia escolar en el área urbana tiene un promedio de 85,10% con un porcentaje mayor de hombres que mujeres; en cambio en el área rural la tasa de asistencia, en promedio, es de 77,16% también con un mayor número de hombres que mujeres (4,71 puntos porcentuales de diferencia).

- La **zona 4** (Apolobamba-Madidi) presenta paradójicamente la tasa de asistencia escolar más alta de todas las zonas (80,17%), con tan sólo tres municipios (Tacacoma, Ixiamas y Curva), con tasas inferiores al 75%, el resto de la mayoría de los municipios presentan tasas incluso superiores al 80%, destaca en particular el municipio de Combaya con el 86% de asistencia a un establecimiento escolar.

La tasa de asistencia urbana compuesta por los municipios de Achacachi, Apolo y San Buenaventura alcanza en promedio un 85,48%, tiene en promedio una brecha por género a favor de las mujeres, lo cual no sucede en el área rural cuya tasa general promedio es de 75,34% con una brecha de género a favor de los hombres de más de siete puntos porcentuales. Con este último resultado la zona rural de esta zona se convierte en la de mayor diferencia debida a género.

Tabla 36. Tasa de asistencia escolar por zona de análisis según área y género

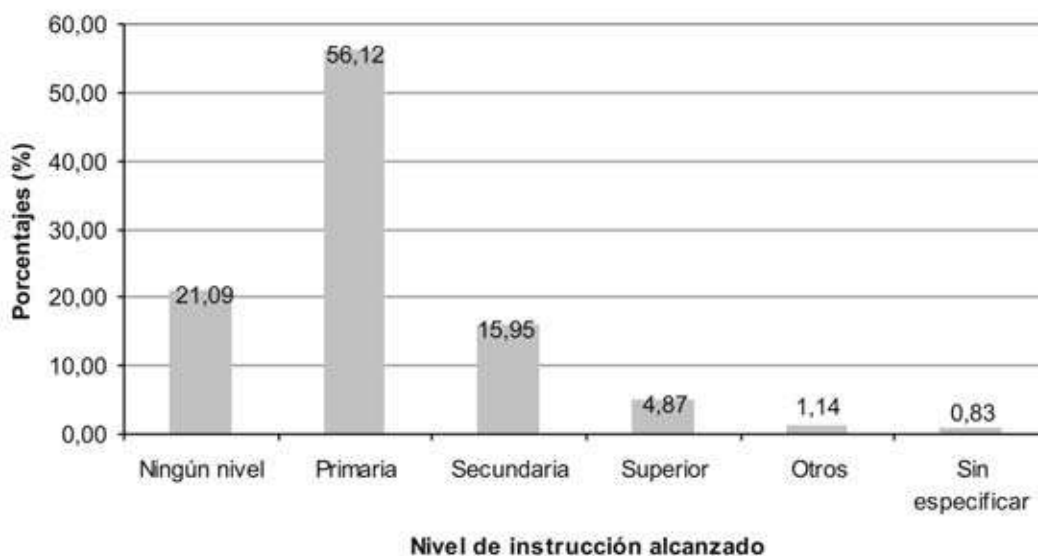
Zonas	Tasa de asistencia escolar Total			Tasa de asistencia escolar área urbana			Tasa de asistencia escolar área rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Total Zona - 1	78,18	77,53	78,95	83,17	84,02	82,33	72,77	71,20	74,64
Total Zona - 2	72,81	73,50	72,22	78,44	78,48	79,13	71,50	72,49	70,58
Total Zona - 3	79,42	81,47	77,26	85,10	86,05	84,19	77,16	79,43	74,72
Total Zona - 4	80,17	83,59	76,45	85,48	85,06	86,34	79,93	83,38	76,17
Total - CAM	77,65	79,02	76,22	83,05	83,40	83,00	75,34	76,62	74,03

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

4.1.5.3. Nivel de instrucción alcanzado

Referido al diferente nivel de instrucción que ha alcanzado la población de 19 o más años de edad, desde ninguno hasta el superior.

En promedio el mayor nivel de instrucción alcanzado en toda el área del CAM y su área de influencia por la población de 19 o más años de edad es el de primaria, con un porcentaje de 56,12%, seguido en orden de importancia de ningún nivel y después por la secundaria (15,95%), tal como se aprecia en la figura 22.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE 2001.

Fig. 22. Nivel de instrucción alcanzado

El nivel superior solamente puede ser alcanzado en las tres primeras zonas por la influencia de los municipios urbanos dentro las mismas.

Los resultados por zona de análisis se muestran resumidos en la tabla siguiente:

Tabla 37. Nivel de instrucción alcanzado según zona de análisis

Zonas	Pob de 19 o más años	Ningún Nivel	Primaria	Secundaria	Superior	Otros	Sin especificar
Zona - 1	818.061	13,02	57,99	20,38	6,54	1,62	0,45
Zona - 2	215.342	19,91	60,04	12,72	5,25	1,22	0,86
Zona - 3	714.616	18,49	56,05	18,77	4,86	1,14	0,69
Zona - 4	154.444	32,95	50,38	11,94	2,84	0,56	1,33
Total - CAM	1.902.463	21,09	56,12	15,95	4,87	1,14	0,83

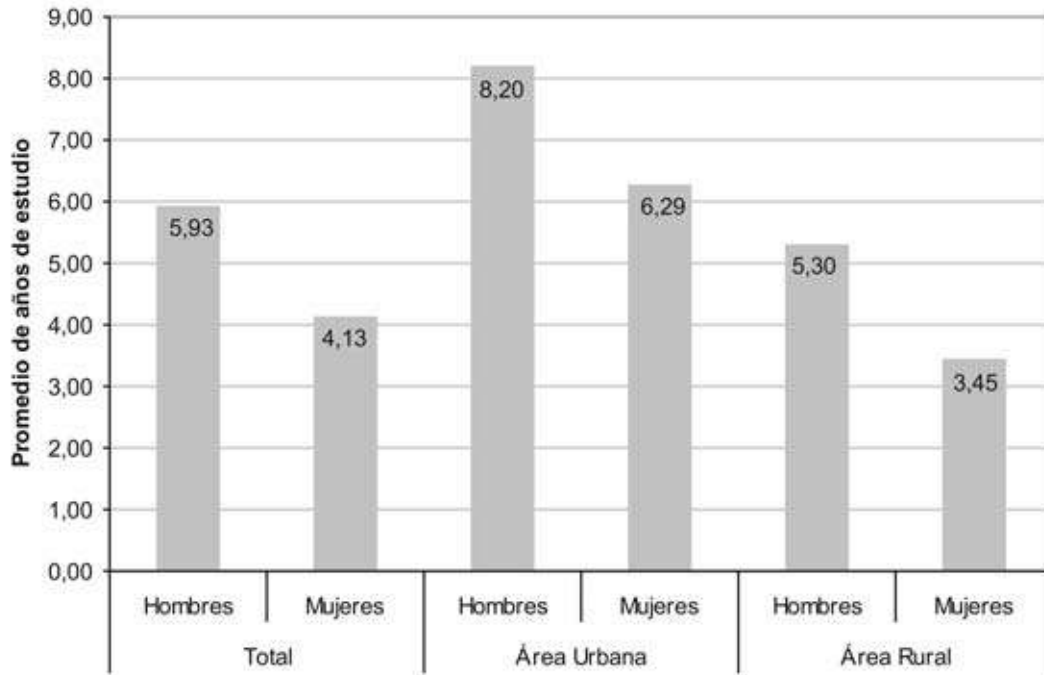
Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

Prácticamente en todas las zonas se repite el resultado general obtenido del área de influencia del CAM, únicamente en la zona 4 (Apolobamba-Madidi), los que no han alcanzado ningún grado de instrucción duplican la población de 19 o más años de la zona 1 (Amboró). En todo caso la primaria tiene en las cuatro zonas el mayor porcentaje de todos los niveles de instrucción.

4.1.5.4. Promedio de años de estudio

Está referido al cociente de la sumatoria resultante de los “x” cursos anuales aprobados por la población de 19 o más años de edad, entre la población del mismo grupo de edad.

En general el resultado alcanzado en promedio para este indicador es de 5,07 para el área total del CAM y su área de influencia.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 23. Años promedio de estudio por área de residencia según género

Notoriamente en la figura precedente se advierten las diferencias de este indicador por área de residencia, y también por género que en todos los casos alcanza una brecha incluso de más de dos puntos porcentuales. Por supuesto los hombres que residen en el área urbana son los que mayor promedio de años de estudio logran, pero en particular este resultado es el resultado de escasos municipios de carácter netamente urbano de las tres primeras zonas.

Por zona de análisis los resultados no varían mucho, incluso en la última zona, que es la de más detrimento en los diferentes sectores.

Tabla 38. Promedio de años de estudio por área y género, según zona de análisis

Zonas	Años promedio de estudio Total			Años promedio de estudio Área urbana			Años promedio de estudio Área rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Zona - 1	5,99	6,43	5,47	7,05	7,59	6,52	4,92	5,36	4,29
Zona - 2	4,81	5,59	3,94	7,21	8,30	6,08	4,05	4,82	3,17
Zona - 3	5,47	6,37	4,46	7,48	8,43	6,56	4,87	5,79	3,78
Zona - 4	4,01	5,32	2,66	7,22	8,47	5,98	3,93	5,25	2,56
Total - CAM	5,07	5,93	4,13	7,24	8,20	6,29	4,44	5,30	3,45

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

4.1.6. Fecundidad, mortalidad y Salud

En esta sección se revisan algunos indicadores de salud así como también algunos otros que también atañen a la demografía como la esperanza de vida, la Tasa Global de Fecundidad (TGF) y Tasa de Mortalidad infantil (TMI).

La tabla 39 resume la situación en este sector por zona de análisis (el detalle municipal por zona de análisis se encuentra en el anexo estadístico correspondiente a este capítulo).

Tabla 39. Fecundidad, mortalidad y salud por zona de análisis

Zonas	Esperanza de vida	TMI	Tasa global de fecundidad	Atención del último parto en establecimientos de salud	Atención del último parto por personal médico, enfermera o auxiliar de enfermería
Zona - 1	64,73	59,59	4,88	62,73	66,59
Zona - 2	59,52	82,31	6,24	38,59	42,31
Zona - 3	60,17	73,87	5,56	24,59	29,82
Zona - 4	58,35	80,00	6,14	8,40	12,44
Total - CAM	60,69	73,94	5,70	33,58	37,79

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

En general, la esperanza de vida promedio para el área total del CAM y su área de influencia es de 60,69 años, por debajo de la esperanza de vida nacional que es de 62 años, la tasa de mortalidad infantil es de casi 74 niños menores de un año por cada mil nacidos vivos, que en realidad es una cifra intermedia de mortalidad entre el área urbana y el área rural del país, y la tasa global de fecundidad alcanza a 5,70 hijos que en promedio tendría una mujer durante su vida fértil, la cual también llega a ser una cifra promedio entre el área urbana y el área rural.

Escasamente, en promedio, el 33,58% de las mujeres, en el CAM, ha tenido un parto atendido en un establecimiento de salud y, un porcentaje promedio algo mayor, el 37,79% de ellas ha tenido un parto asistido con personal de salud especializado.

- La **zona 1** (Amboró), al igual que en otros sectores es una de las más socorridas en comparación con otras áreas debido a la influencia urbana de varios de sus municipios, tienen la esperanza de vida más alta de las cuatro zonas, casi 65 años de edad, la tasa de mortalidad infantil y tasa global de fecundidad más bajas, 59,59 niños menores de un año por cada mil nacidos vivos y 4,88 hijos respectivamente.

Alrededor del 63% de las mujeres ha dado a luz en algún establecimiento de salud, y el 66,59% ha tenido su parto atendido con personal de salud especializado. Por tanto, en esta zona se ha logrado una mayor difusión de programas de salud sexual y reproductiva.

Únicamente el municipio de General Saavedra es el que sale de este esquema con una menor esperanza de vida (59,3 años), mayor tasa de mortalidad infantil (82 por cada mil nacidos vivos) y 6,3 hijos por cada mujer en edad fértil, pero con respecto a la atención en un establecimiento de salud y con personal sanitario, presenta porcentajes superiores al 55%.

- La **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata), con respecto al promedio de esperanza de vida de todo el CAM, tiene un año menos, es decir 59,52 años, tiene la tasa de mortalidad más alta de todo el CAM (82,31 niños menores de un año por cada mil nacidos vivos), también la tasa global de fecundidad es la más alta de todas las zonas (6,24 hijos por cada mujer en edad fértil).

Aunque, tanto el promedio del porcentaje de atención del último parto en establecimientos de salud como su atención por personal sanitario es superior al promedio general para toda el área del CAM, todavía son porcentajes que no alcanzan ni al 50%.

En esta zona sólo los municipios de carácter más urbano y cercanos al municipio capital de departamento son los que se encuentran en mejor situación con respecto a estos indicadores, ellos son: Tiquipaya y Sacaba. El resto de los municipios en especial Morochata, Totora y Pocona presentan resultados alarmantes con una esperanza de vida de 56 años, una tasa de mortalidad infantil de 97 por cada mil nacidos vivos, y una tasa global de fecundidad de 7,8 hijos por cada mujer en edad fértil, asimismo en ninguno de los 3 municipios la atención del último parto de las mujeres de 15 o más años supera el 20%.

- La **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui), a pesar de la presencia del municipio capital del departamento de La Paz en la zona, los indicadores del sector, especialmente en cuanto a cobertura del servicio son deficientes, ello debido, sobre todo, a la mayor ruralidad de los municipios que conforman dicha zona. El promedio de la esperanza de vida es similar al de toda el área CAM (60,17 años), pero, tanto los promedios de la tasa de mortalidad infantil como de la tasa global de fecundidad son mucho mayores (82,31 por cada mil nacidos vivos y 5,56 hijos por cada mujer en edad fértil respectivamente).

Ni en atención del último parto en establecimientos de salud, ni por personal médico especializado, el porcentaje en promedio de mujeres mayores de 15 años alcanza al 30%.

Los casos más críticos son los municipios de Ayopaya y Tapacarí del departamento de Cochabamba con una esperanza de vida de alrededor de los 52 años, tasas de mortalidad infantil superiores a los 100 niños menores de un año por cada mil que nacen vivos y tasas globales de fecundidad por encima de los 7 hijos.

- La **zona 4** (Apolobamba-Madidi), es la de mayor detrimento de toda el área CAM, principalmente porque todos sus municipios son rurales en más del 68%, más del 90% de su población es indígena y viven en comunidades dispersas que dificultan el acceso a este servicio. De hecho sólo un 8% de las mujeres han atendido su último parto en algún establecimiento de salud y poco más del 12% lo ha hecho con personal médico especializado.

La esperanza de vida es la menor de las cuatro zonas de análisis (58,35 años), la tasa de mortalidad infantil es de 80 por cada mil nacidos vivos y la tasa global de fecundidad es de más de 6 hijos por mujer en edad fértil. Ningún municipio queda excluido de esta realidad.

4.1.7. Empleo

En esta subsección se analizan algunos indicadores relacionados con el sector, tales como oferta potencial (OP), tasa de inactividad (TI), tasa global de participación (TGP), tasa de ocupación (TO), tasa de desempleo abierto (TDA), tasa de cesantía (TC) e índice de dependencia económica (IDE) (El detalle municipal por zona de análisis se encuentra en el anexo estadístico correspondiente a este capítulo).

La población total considerada para este sector en toda el área del CAM y su área de influencia alcanza a 3.449.696 personas, de las cuales la población en edad de trabajar³⁴ (PET) es de 2.553.647 personas o lo que es lo mismo representa el 73,45% de la población total, comúnmente denominado oferta potencial. La tasa global de participación que es el cociente entre la población económicamente activa (PEA) y la PET alcanza a un 55,26%; la tasa de inactividad que es el cociente entre la población económicamente inactiva (PEI) y la PET alcanza a 44,74%; la tasa de ocupación que relaciona la población ocupada con la PEA es de 95,56%.

El índice de dependencia económica que es el cociente entre la población menor de 10 años, más la población inactiva entre la población económicamente activa, muestra que hay 79 personas dependientes por cada 100 personas económicamente activas.

Estos resultados generales además de los realizado independientemente por zonas de análisis socioeconómico se aprecian en la table de síntesis siguiente:

Tabla 40. Indicadores de empleo por zona de análisis

Zonas	OP	TI	TGP	TO	TDA	TC	IDE
Zona - 1	72,68	45,17	54,83	94,79	2,85	0,04	0,81
Zona - 2	69,20	44,25	55,75	97,06	1,64	0,02	0,87
Zona - 3	76,05	44,25	55,75	95,58	2,47	0,04	0,75
Zona - 4	72,60	45,55	54,45	98,02	1,08	0,01	0,81
Total - CAM	73,45	44,74	55,26	95,56	2,45	0,04	0,79

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

Donde:

- OP: Oferta potencial (PET/PT)
 TI: Tasa de inactividad (PEI/PET)
 TGP: Tasa global de participación (PEA/PET)
 TO: Tasa de ocupación (Población ocupada/PEA)
 TDA: Tasa de desempleo abierta (Población desocupada/PEA)
 TC: Tasa de cesantía (Población cesante/PEA)
 IDE: Índice de dependencia económica ((PENT+PEI)/PEA)

Como se aprecia en la tabla pocas diferencias en cuanto a estos indicadores se aprecian entre las cuatro zonas de análisis, sólo la zona 2 (Carrasco-Isiboro-Cocapata) es la que menor oferta potencial tiene, pero el resto de los indicadores mantiene un patrón similar al resto de las otras áreas, lo mismo ocurre con los indicadores en los municipios de cada zona.

En cuanto a la actividad ocupacional en la tabla 41, se observa que, en general, para toda el área del CAM y su área de influencia la actividad más importante a la que se dedica esta población es la industria manufacturera, construcción y comercio (32,82%), seguida, en orden de importancia, por la agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura (26,54%), el resto de las otras actividades ocupacionales no pasa del 6%.

³⁴ Población de 10 o más años de edad.

Desde luego, por zona de análisis, la situación es diferente por cada una, tal como se puede apreciar en la tabla 41.

Tabla 41. Actividad ocupacional por zona de análisis

Zonas	TOTAL	Agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura	Explotación de minas y canteras	Industria manufacturera, construcción y comercio	Electricidad, gas y agua	Hoteles y restaurantes	Transporte, almacenamiento, comunicaciones	Serv. inmobiliarios, empresariales y de alquiler, intermediación financiera	Administración pública	Educación	Servicios comunitarios, sociales, salud y personales	Servicios a los hogares y servicio doméstico	Sin especificar
Zona - 1	587.226	13,61%	0,82%	41,61%	0,44%	5,92%	7,16%	4,94%	1,78%	4,63%	6,28%	7,75%	5,08%
Zona - 2	163.153	52,57%	0,17%	21,31%	0,30%	2,72%	4,03%	1,44%	1,80%	3,46%	2,51%	3,52%	6,16%
Zona - 3	500.780	26,10%	1,87%	29,81%	0,27%	4,43%	5,65%	5,41%	4,20%	5,34%	6,21%	5,55%	5,15%
Zona - 4	85.880	68,03%	1,27%	12,10%	0,09%	0,70%	1,27%	0,19%	1,31%	4,64%	1,05%	1,32%	8,04%
Total - CAM	1.337.039	26,54%	1,16%	32,82%	0,34%	4,63%	5,83%	4,38%	2,66%	4,75%	5,46%	6,00%	5,43%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

- En la **zona 1** (Amboró) que recibe bastante influencia del municipio capital del departamento de Santa Cruz, el 41,61% de la población censada para actividad económica se dedica a la industria manufacturera, construcción y comercio, luego la segunda actividad ocupacional de importancia es la agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura con el 13,61% de la población dedicada a estas actividades.

Analizando sólo los municipios con población principalmente rural se invierte el patrón teniendo una predominancia de la actividad agrícola, ganadera, caza, pesca y silvicultura (51% de la población).

- En la **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata), el 52,57% de la población censada para actividad económica se dedica a la agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura, la segunda actividad ocupacional de importancia es la industria manufacturera, construcción y comercio con el 21,31% de la población dedicada a estas actividades.

Analizando sólo los municipios con población principalmente rural se mantiene el mismo patrón de actividades principales, sólo que el porcentaje de la población que se dedica a la actividad agrícola, ganadera, caza, pesca y silvicultura sube al 68%.

- En la **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniquí), ocurre fenómeno similar a la zona 1, aunque en proporciones menores, el 29,81% de la población censada para actividad económica se dedica a la industria manufacturera, construcción y comercio, luego la segunda actividad de importancia es la agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura con el 26,10% de la población dedicada a estas actividades.

Analizando sólo los municipios con población principalmente rural se invierte el patrón teniendo una predominancia de la actividad agrícola, ganadera, caza, pesca y silvicultura (68% de la población).

- En la **zona 4** (Apolobamba-Madidi) en la que la mayoría de los municipios son 100% rurales y al mismo tiempo, la población es indígena en más de un 90%, como se puede apreciar en la tabla 41, 68% de la población censada para actividad económica se dedica a la agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura; la segunda actividad ocupacional de importancia es la industria manufacturera, construcción y comercio con el 12% de la población dedicada a estas actividades.

Los municipios de Achacachi, Tacacoma y Pelechuco, presentan los índices más bajos para las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, esto podría explicarse debido a que Achacachi es un municipio donde existe mayor diversificación en cuanto a ocupaciones se refiere; por otro lado, en los municipios de Tacacoma y Pelechuco la actividad minera juega un rol importante, el 12,89% de la población económicamente activa de Tacacoma se dedica a esta actividad, mientras que en Pelechuco este valor alcanza el 21,85%.

4.1.8. Pobreza e índice de desarrollo humano (IDH)

En esta subsección se analiza la pobreza existente en el área total del CAM, medida por el método de necesidades básicas insatisfechas (NBI), el cual refleja la pobreza estructural debido a la carencia de satisfactores considerados como básicos, tales como deficiencia en los materiales usados en la construcción de la vivienda, tenencia de servicios básicos y acceso a servicios de educación y salud.

También se revisa, al mismo tiempo la situación del índice de desarrollo humano en cada uno de los municipios que conforman el área de influencia (El detalle municipal por zona de análisis de ambos indicadores se encuentra en el anexo estadístico correspondiente a este capítulo).

4.1.8.1. Necesidades básicas insatisfechas (NBI)

Los niveles de pobreza en general para el país son elevados, se observa que una parte considerable de la población, especialmente en el área rural, tienen insatisfechas sus necesidades elementales al no contar con acceso adecuado a los servicios básicos, educación, salud y/o vivienda³⁵.

El índice de incidencia de pobreza, o también conocido como porcentaje de pobres, a nivel del Corredor Amboró-Madidi muestra una marcada diferencia entre municipios de carácter urbano y municipios de carácter rural. Los municipios de Santa Cruz y La Paz, en los cuales casi el 100% de su población es urbana, son los que presentan una menor incidencia de pobreza, mientras que 58, de los 77 municipios del CAM, tienen debilidades fuertes para cubrir sus necesidades básicas ya que los porcentajes oscilan entre 55,9% a 99,8%. También se puede decir que la pobreza se concentra aún más en los municipios más relacionados con la zona de influencia de tierras altas del CAM, al menos 32 municipios que se ubican en esta zona, tienen los mayores porcentajes de población con necesidades básicas insatisfechas (entre el 81,7% al 99,8%). (ver mapa 12).

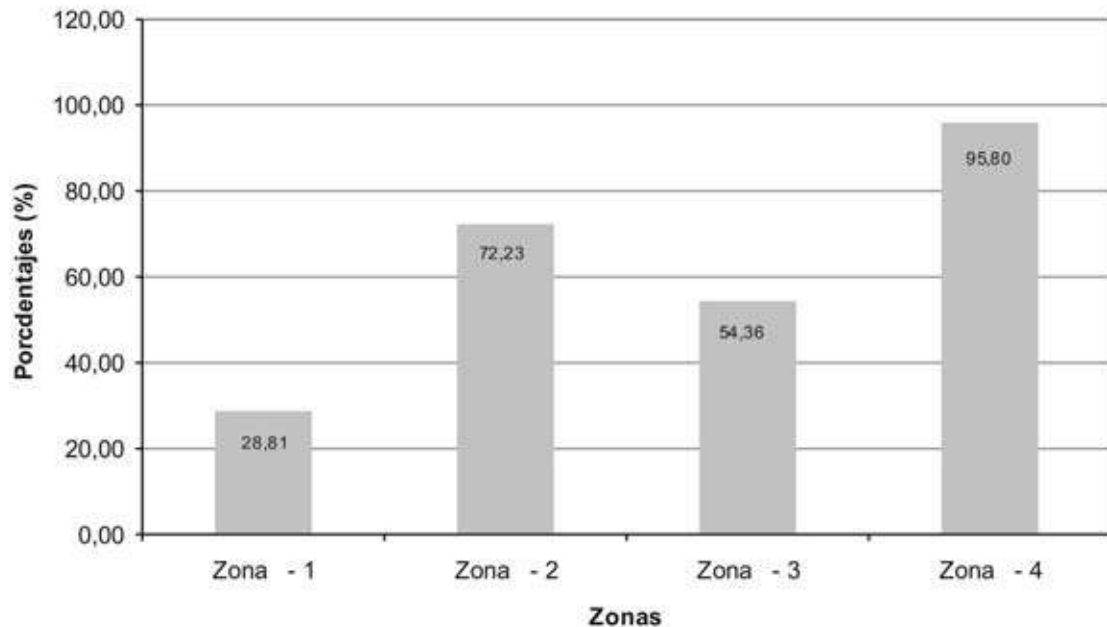
Tabla 42. Incidencia de pobreza por tipo de urbanización de los municipios en el CAM

Categoría de Municipios	Rango de variación del NBI	No. de Municipios en este rango
Centro urbano-Santa Cruz	19,1	1
Centro urbano-La Paz	34,5	1
Municipios principalmente urbanos	29,0-82,5	8
Municipios intermedios	53,5-92,5	9
Municipios rurales	55,9-99,8	58

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

En general, para toda el área de influencia del CAM, la incidencia de pobreza o porcentaje de pobres es de 47,80%, que se ubica mayormente en el estrato de pobreza moderada. Aunque los porcentajes por zona de análisis socioeconómico son diferentes.

³⁵ Véase UDAPSO *et al.* 1995



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Fig. 24. Incidencia de pobreza-NBI

- En la **zona 1** (Amboró) el porcentaje de pobreza es el más bajo de todas las zonas (28,81%), lo cual es relevante dado el peso poblacional que tiene esta zona por la influencia del municipio capital del departamento de Santa Cruz. La mayoría de estos pobres se ubican en el estrato de pobreza moderada. Sin embargo, los porcentajes de pobreza de los distintos municipios en el área son muy diferentes, oscilando desde el 19% (Santa Cruz de la Sierra) hasta el 85% (Santa Rosa del Sara).
- En la **zona 2** (Carrasco-Isiboro-Cocapata) el porcentaje de pobres aumenta considerablemente en relación a la zona 1 (43,42 puntos porcentuales), que mayormente se concentran en los estratos de pobreza moderada e indigente.

Los porcentajes de pobreza de los distintos municipios de esta zona, van desde el 41,2% (Tiquipaya) hasta 96,4% (Loreto).

- En la **zona 3** (Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui) el porcentaje de pobres disminuye con relación a la zona anterior (54,36%), ello debido, nuevamente, a la influencia del municipio capital del departamento de La Paz. En general estos pobres se encuentran ubicados en el estrato de pobreza moderada. En la zona los porcentajes de incidencia oscilan desde 34,5% (La Paz) hasta 99,4 (Tapacari).
- En la última zona (Apolobamba-Madidi) se registra el porcentaje más alto de pobreza de toda el área de influencia del CAM (95,80%) que principalmente se encuentran ubicados en el estrato de indigencia. Este resultado claramente resume las carencias, inadecuación e insuficiencias que presenta la zona como se había visto en el sector vivienda y hogar, educación y salud.

Asimismo, en los municipios que componen el área se aprecia muy poca variación en cuanto al porcentaje de pobreza que tiene cada uno. De hecho el de menor incidencia es el municipio de San Buenaventura con 85% de su población pobre.

Un mayor detalle en cuanto a estos resultados con estratos de pobreza y de satisfacción de necesidades básicas se aprecia en el cuadro resumen por zona de análisis.

Tabla 43. Incidencia de pobreza por zona de análisis

Zonas	Porcentaje de pobres por NBI	Pob. en hogares particulares	No. pobres		Pobres		
			Necesidades básicas satisfechas	Umbral de la pobreza	Pobreza moderada	Indigencia	Marginalidad
Zona - 1	28,81	1.505.720	423.273	648.699	378.904	54.863	44
Zona - 2	72,23	421.159	32.870	84.072	187.784	108.736	7.698
Zona - 3	54,36	1.205.076	303.548	246.546	374.409	248.240	32.423
Zona - 4	95,80	216.791	956	7.882	59.001	127.749	20.933
Total - CAM	47,80	3.348.746	760.647	987.199	1.000.098	539.588	61.098

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 2001. La Paz-Bolivia.

4.1.8.2. Índice de Desarrollo Humano (IDH)

Otro indicador que apoya los resultados encontrados hasta el momento es el Índice de Desarrollo Humano (IDH). Este índice mide ciertos logros en materia de salud, educación e ingresos, por lo que se lo obtiene haciendo un promedio simple de estas tres dimensiones y este fluctúa entre 0 y 1.

El IDH nacional es de 0,641 según el PNUD Bolivia (2004), el cual ha sido calculado sobre la base de datos municipales y ubica al país en un nivel medio de desarrollo humano. Desagregando los indicadores nacionales, el factor educativo es el más alto en relación a los otros indicadores con un índice de 0,748, el componente de salud llega a 0,638 y, por último, el indicador de ingresos es igual a 0,537 y es el índice más desalentador con un nivel de desarrollo humano de medio a bajo (PNUD Bolivia 2004).

En el área de influencia del CAM el IDH promedio de todos los municipios que conforman el área es de 0,562, siendo igualmente el índice de educación el más favorable aunque indica un valor por debajo del nivel medio con 0,664, El componente de salud o de esperanza de vida con un valor de 0,596 se encuentra muy cerca del nivel medio, y finalmente el indicador de ingresos que al igual del valor nacional tiene un índice muy bajo con un valor promedio de 0,425.

A nivel de las distintas zonas de análisis socioeconómico del CAM, el IDH para la zona 1 (Amboró) es el más alto y el más cercano al valor nacional con un promedio de 0,627, mientras que los municipios que conforman la zona 4 (Apolobamba-Madidi) tienen un IDH de 0,506 muy por debajo del resto. (Ver siguiente tabla y también mapa 13).

Tabla 44. Índice de desarrollo humano por zona de análisis

Zonas	Esperanza de Vida al Nacer (1)	Tasa de alfabetismo adultos (2)	Promedio de escolaridad (3)	Tasa de matriculación neta (4)	Consumo per cápita (PPA) (5) (\$us/año)	Des-igualdad (6)	Índice de esperanza de vida	Índice de educación	Índice de consumo	IDH 2001
Zona - 1	64,7	86,68	5,99	78	1,194	0,246	0,66	0,73	0,49	0,627
Zona - 2	59,5	79,76	4,81	69	829	0,20	0,58	0,65	0,41	0,544
Zona - 3	60,2	82,65	5,47	70	884	0,17	0,59	0,68	0,43	0,565
Zona - 4	58,9	69,25	4,01	68	629	0,165	0,56	0,58	0,37	0,506

Total -	60,8	80,10	5,15	71	887	0,193	0,60	0,66	0,42	0,562
CAM										
Bolivia	63,3	86,72	7,43	76	1,417	0,442	0,64	0,75	0,54	0,641

Fuente: Elaboración propia en base a la información del PNUD 2004, e información del (1), (2) y (3) INE 2003, (4) Ministerio de Educación, SIE 2003, (5) y (6) UDAPE 2003.

4.1.9. Vinculación territorial

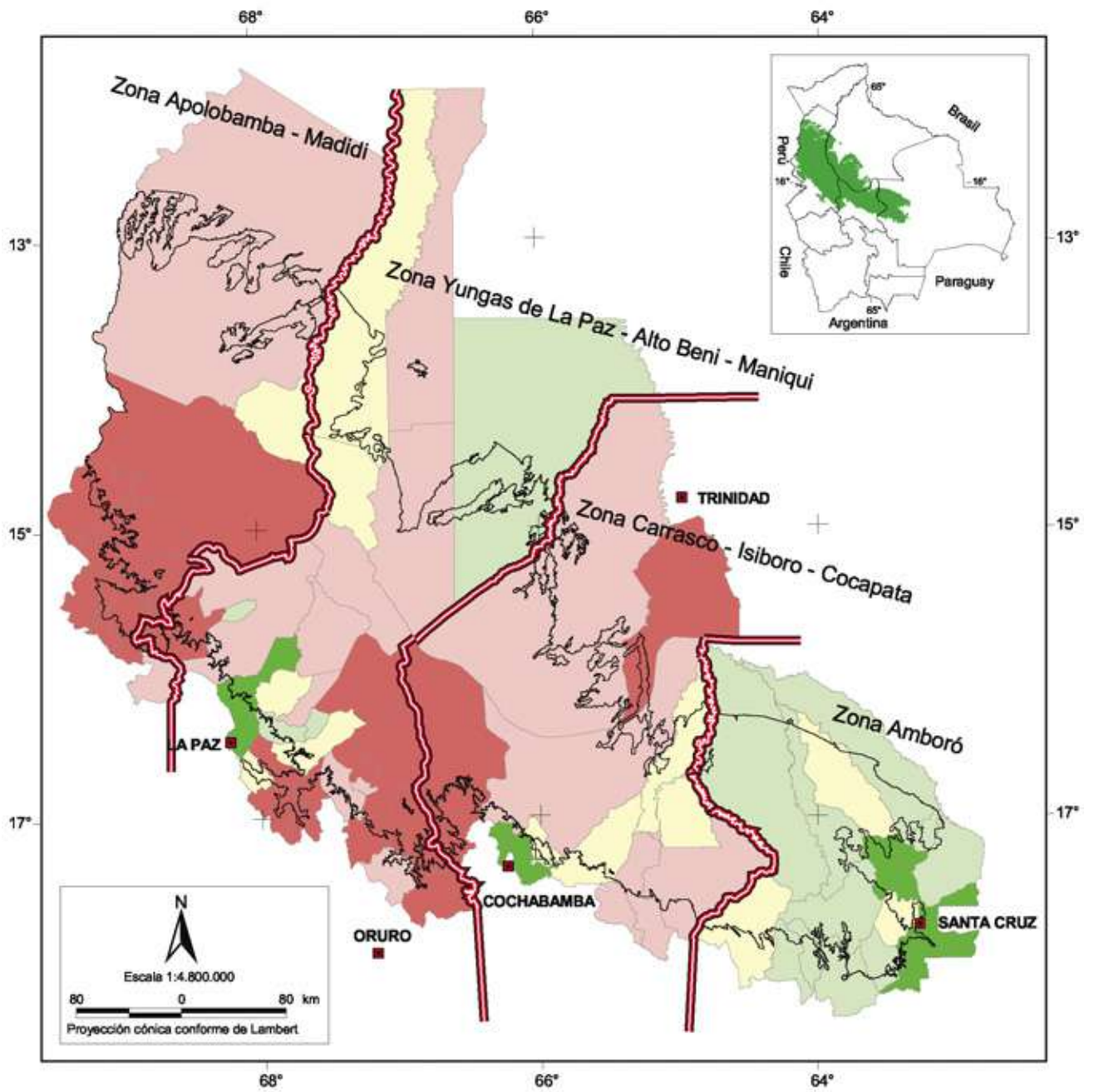
4.1.9.1. Vinculación territorial por caminos-Infraestructura vial

Comparando la red vial de otras regiones del país, se podría decir que el área del CAM, cuenta con una buena infraestructura vial (ver mapa 14), los tramos principales que vinculan al área con diferentes centros poblados son:

- Tramo Santa Cruz-Chapare-Cochabamba-La Paz, une las tres ciudades principales del país.
- Ruta antigua Santa Cruz-Cochabamba, ya algo deteriorada, sin embargo funciona como vía importante para el tránsito local y como vía alternativa de conexión
- El Tramo La Paz-Achacachi, no pasa directamente por el área del CAM, sin embargo es la única vía transitable que después continúa en diferentes clases de caminos secundarios hasta llegar a localidades ubicadas dentro del CAM, como Charazani y Apolo.

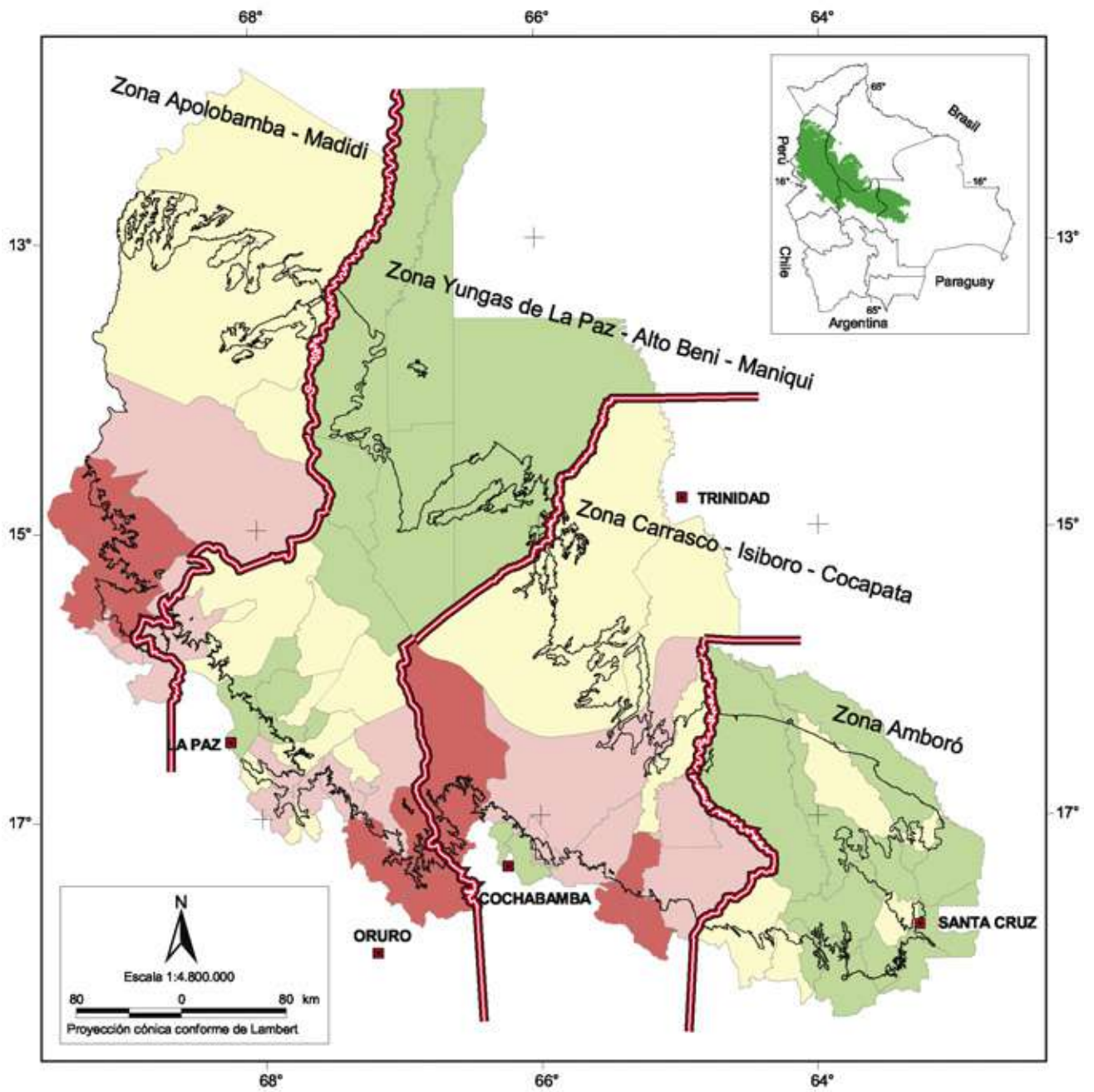
En los departamentos de La Paz y Beni se concentran una serie de caminos secundarios, que sin duda alguna forman un eje fundamental para el desarrollo económico de las poblaciones asentadas dentro del área del CAM, entre ellos se pueden citar:

- Tramo La Paz-Ynacachi-Irupana-Quime, este tramo une a varias poblaciones antiguas y tradicionales, principalmente de las provincias Sur Yungas e Inquisivi. Es una vía muy poco transitada.
- Tramo La Paz-Caranavi-Yucumo, a pesar de ser un camino secundario, se puede considerar como un tramo troncal para el desarrollo, ya que conecta una serie de municipios, además es el vínculo principal hacia la ciudad de La Paz desde muchas poblaciones del Beni. Al ser un camino colector se observa una gran transitabilidad vehicular.
- Yucumo-San Borja-Trinidad, es un eje importante de vinculación en el departamento del Beni, el tránsito principal se encuentra entre Yucumo y San Borja.
- Yucumo-Rurrenabaque-San Buena Ventura-Ixiamas, este tramo se ha convertido en un eje principal para el desarrollo turístico y económico, especialmente del Municipio de Rurrenabaque, que en los últimos años ha mostrado un movimiento económico notable.
- La intersección del camino por el río Beni, que divide a las poblaciones de San Buenaventura y Rurrenabaque, aparentemente ha significado una barrera para el desarrollo económico de los municipios de San Buenaventura e Ixiamas, además de la poca transitabilidad de la vía en época de lluvia. El tráfico vehicular es casi nulo.
- Rurrenabaque-Reyes-Santa Rosa, es una vía muy poco transitada, presenta dificultad de acceso en época de lluvias.



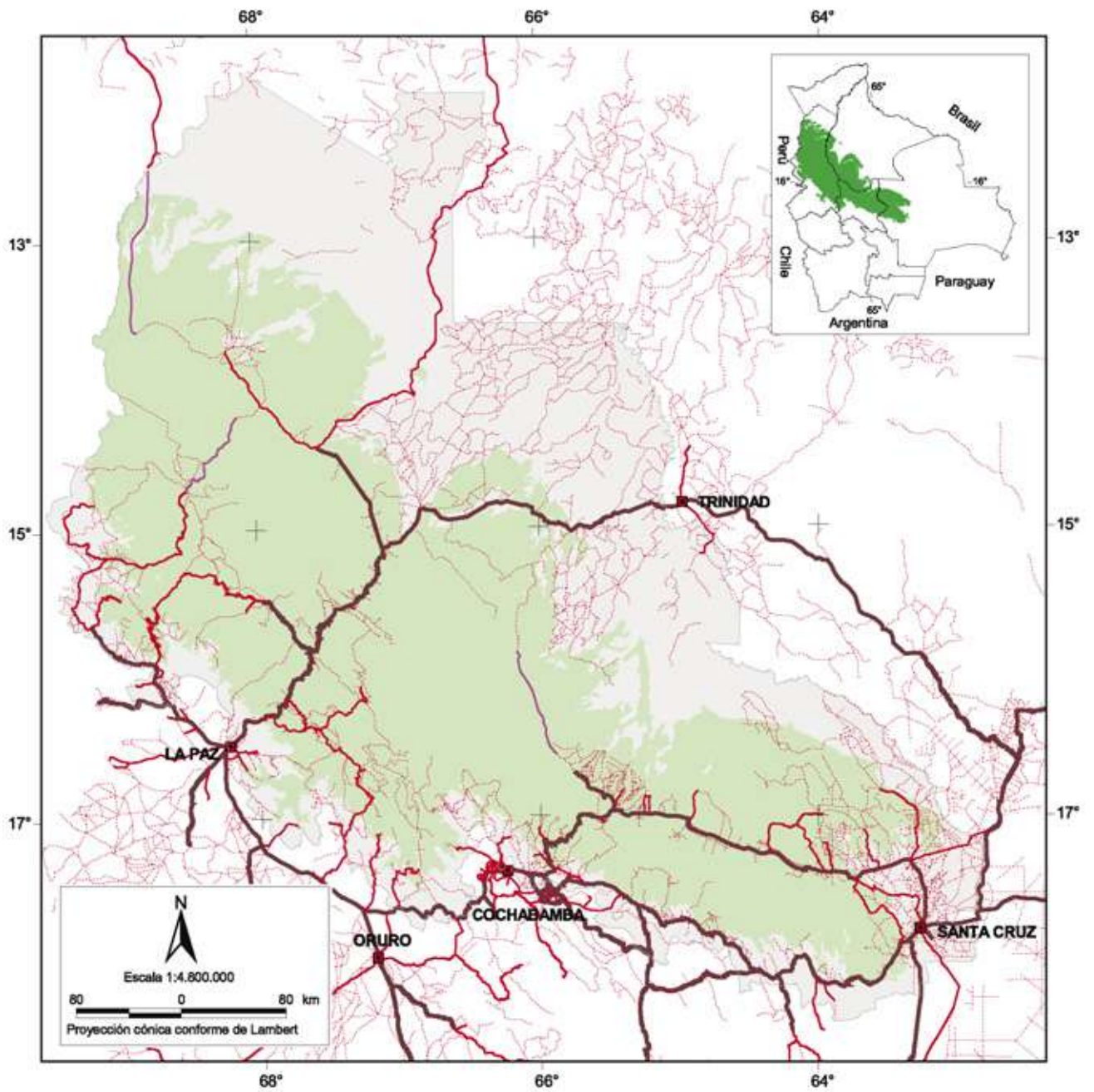
NECESIDADES BÁSICAS INSATISFECHAS		
<p>Incidencia de pobreza [%]</p> <ul style="list-style-type: none"> 19.1 - 44.6 44.6 - 73.6 73.6 - 85.2 85.2 - 93.5 93.5 - 99.8 	<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> Capital departamental Límite del CAM División de zonas de análisis socioeconómico 	<p>Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), 2001. Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas (UDAPE), 2001.</p>
<p>elaborador por: </p>		
<p>para: </p>		

Mapa 12



ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO		
<p>Desarrollo humano (Índice de Desarrollo Humano IDH)</p> <ul style="list-style-type: none"> 0,627 0,565 0,544 0,506 	<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capital departamental — Límite del CAM ⋈ División de zonas de análisis socioeconómico 	<p>Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), 2001 Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas (UDAPE), 2001</p>
<p>elaborador por:</p> 		
<p>para:</p> 		

Mapa 13



RED VIAL		
<p>Categorización de los caminos:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Camino principal (mucho tráfico, varias flotas y camiones grandes por día) — Camino secundario (movilidades diarias, transporte público y de carga) — Camino (transitable con movilidad pero con poco tráfico) — Camino / sendero (no transitable con movilidad) 	<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capital departamental Área del CAM Área de influencia del CAM 	<p>Fuentes:</p> <p>Camino: Digitalizado en base del Instituto Geográfico Militar (IGM) 1998, Planes de Municipales de Ordenamiento Territorial y Atlas de Municipios (INE 1999)</p> <p>Categorización de caminos: Elaboración propia</p> <p>elaborador por:</p> <div style="text-align: right;"> </div> <p>para:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> </div>

Mapa 14

Los caminos pueden considerarse como medidores “*proxi*” de desarrollo económico y al mismo tiempo del estado de conservación del área que los circunda, es así que en el mapa de Red Vial, se observa que la mayoría de las vías camineras tiene un nivel de impacto “elevado” a “muy elevado” sobre el estado de conservación del CAM, manteniendo un radio de impacto directo de 2 a 3 km, al facilitar la colonización como efecto de borde.

4.1.9.2. Vinculación territorial por ríos- Acceso fluvial.

El área del CAM se encuentra surcada por una red hidrográfica impresionante, sin embargo, el acceso fluvial a zonas de alta variación topográfica es casi imposible. En este sentido, el acceso por ríos se da especialmente hacia los Bosques Preandinos y un sector de la Faja Subandina.

El único río navegable de importancia dentro del CAM, es el río Beni (une los departamentos de La Paz y Beni), realizando principalmente una conexión comercial entre Rurrenabaque/San Buenaventura hacia Riberalta.

A partir de Puerto Villarroel (en Cochabamba) el río Ichilo es comercialmente navegable, teniendo una conexión directa con el río Mamoré. El tramo del Ichilo que se ubica dentro del CAM es medianamente navegable, sólo utilizado para navegación local y con embarcaciones pequeñas.

Los ríos medianamente navegables, que realizan conexiones locales, se indican en el cuadro siguiente:

Tabla 45. Ríos navegables principales

Departamento	Nombre del Río
La Paz	Quiquibey, Tuichi y Madidi
Cochabamba	Chapare, Isiboro, Sécure, Ichoa, Sajta y Chimoré
Beni	Maniqui, Yacuma, Matos, Chevejecure
Santa Cruz	Yapacaní e Ichilo

Otros ríos y arroyos que forman parte de la red fluvial en los Bosques Preandinos, funcionan en su gran mayoría como vías de acceso menores a distintas áreas del CAM. Un ejemplo típico es el ingreso de cazadores por ríos de bajo caudal hacia zonas interesantes de cacería, o el ingreso para extracción de madera.

4.2. Sistema económico y gestión de los recursos naturales en el Corredor Amboró-Madidi

4.2.1. Ocupación y uso histórico del territorio

V. Chávez & D. Quiroga

La región norte del Amboró, estuvo inicialmente poblada por comunidades indígenas como los sirionós, yuracarés, yuquis y los aruwage (Llamados posteriormente Chanés) que luego fueron dominados por los guaraní. Estos grupos sociales fueron progresivamente absorbidos durante la colonización española y posteriormente la República, mientras otros se internaron hacia otras zonas boscosas ubicadas más al norte (PMOT Yapacaní). A partir del año 1937, se inició un proceso paulatino de colonización en el sector norte del Amboró, especialmente en el Municipio de Yapacaní. Los primeros colonizadores fueron excombatientes de la guerra del Chaco, mayormente Benianos. Sin embargo, con la implementación de un Programa de Colonización a cargo de la Corporación Boliviana de Fomento (CBF), que se inició en el año de 1956, toda esta región ha sido ocupada principalmente por emigrantes de la región occidental del País.

Producto de este proceso de ocupación del territorio, es el hecho que la mayoría de la población que ocupa el sector norte del Amboró es originaria, sea por nacimiento o por descendencia de pobladores del valle y altiplano de los departamentos occidentales de Bolivia y por tanto con una cultura agropecuaria distinta a la de la región tropical (PMOT de Yapacaní).

La zona sur del Amboró que corresponde a los municipios de Comarapa, Samaipata, Mairana y Pampagrande, fue habitada originalmente por etnias orientales y andinas, caracterizando a la región por ser escenario de intercambio cultural (PDM Comarapa)

Las etnias orientales Yuracares y Yoquis habitaban la zona selvática y cuencas hidrográficas hasta las estribaciones de los valles, mientras que los guaraníes lograron incursionar militarmente por varias poblaciones del valle, para después ser expulsados durante la colonia. Por su parte diferentes grupos étnicos andinos, principalmente quechuas habitaron las serranías del valle, por su vocación productiva agrícola y hábitat casi natural para esta sociedad (PDM Comarapa).

Algunas características sobre la ocupación y uso histórico del territorio en el CAM se presentan en los párrafos siguientes:

a) Zona 1: Amboró

La mayoría de los asentamientos humanos en esta zona son relativamente recientes y con bastante influencia andina debido a la migración y al permanente intercambio comercial de tierras bajas y altiplano, especialmente en centros poblados como Yapacaní, San Carlos, Comarapa, y Mairana, entre otros. Por otro lado, el pueblo de Samaipata, estuvo habitado originalmente por indios chané, luego por los chiriguano, se identifican como una cultura propia llamada “Samaipateña.”

De forma general, ciudades como la Guardia y El Torno, nacieron durante los años de las grandes migraciones internas, las provincias Ichilo, Manuel María Caballero, especialmente, tienen una fuerte influencia étnica enmarcada bajo los aspectos propios de las culturas quechua, aymara y la gente de valles provenientes de los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca, Potosí, Oruro, La Paz y Vallegrande. Todos estos centros poblados han desarrollado principalmente la actividad agropecuaria.

b) Zona 2: Carrasco-Isiboro-Cocapata

En esta zona y hacia el departamento del Beni incluye varias comunidades indígenas asentadas en las riberas de los ríos Mamoré, Isiboro-Sécure, con actividades agrícolas a pequeña escala. En general el Departamento del Beni, estuvo fuertemente influenciado por las misiones jesuíticas a fines del siglo XVII.

En Cochabamba, la región del Chapare desde tiempos anteriores a la colonia, fue una zona ocupada por el pueblo Yuracaré, así también los yuracarés, siorionós, yuquis, mosetenes y chimanes han tenido presencia en las tierras bajas de este departamento. Hacia fines de la colonia (1760) la orden de los Franciscanos penetró en la zona hasta el río Chapare, con el objetivo de evangelizar a los indígenas. Le siguieron también algunos terratenientes con el objetivo de establecer haciendas para la producción de coca y otros productos tropicales. En la década de los 60, se iniciaron los primeros programas de colonización dirigida hacia la región del Chapare. La migración hacia la región experimentó un crecimiento exponencial acompañado del boom de la producción de coca que se prolongó hasta 1986). Tiquipaya muy cercano a Cochabamba, su población es predominantemente quechua, al igual que en Morochata, esta región corresponde a la faja subandina del departamento.

Municipios como Tiraque, Chimore, Villa Tunari, caracterizados por la presencia de bosques y abundante agua, fueron designados por el Gobierno de Bolivia en la década de 1960 como áreas prioritarias de colonización. Desde entonces esta área ha recibido una gran afluencia de colonos auspiciados por el Gobierno, así como colonizadores espontáneos, dedicados la producción de coca y la agricultura principalmente.

c) Zona 3: Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui³⁶

Esta zona está constituida por una diversidad de pisos ecológicos que incluyen desde la Puna de cordillera, el Altiplano, cabeceras de valle y Yungas en el Departamento de La Paz, pasando por los valles (Puna Semihúmeda) en el Departamento de Cochabamba, hasta llegar a las tierras bajas (bosques amazónicos subandinos y preandinos) del Departamento del Beni. Sus características particulares brindan una amplia riqueza para el aprovechamiento de los recursos naturales, siendo determinantes en la forma de ocupación y uso del espacio (PDM Cairoma).

De acuerdo a estudios arqueológicos, en los valles que actualmente corresponden a las Provincias de Larecaja y Muñecas se estableció la cultura precolombina lacustre denominada Chiripa, que específicamente ocupó la península de Taraco sobre el Lago Titicaca. Esta cultura que es el más antigua asentada en los valles, se desarrolló en el siglo XIV a.C. y duró hasta los primeros años de nuestra era. En un momento fue coetánea a Tiahuanaco (Gisbert 2000).

La cultura Tiahuanacota ha sido dividida en tres grandes épocas: Periodo Aldeano, Periodo Urbano y Periodo Imperial. El primer periodo es contemporáneo a la cultura Chiripa, se inicia hacia el 1.200 a.C. y dura hasta el siglo I de nuestra era, cuando se produce en Tiahuanaco un cambio radical conocido como “Revolución Urbana”. El periodo Urbano, se caracteriza por la presencia de centros ceremoniales, diferenciación de clases sociales y el empleo de suka- collos para los cultivos. El periodo urbano dura hasta el siglo VII de nuestra era, cuando surge el periodo imperial, en el cual el Tiahuanaco expande su territorio hacia el sur abarcando el desierto de Atacama, Cochabamba hasta llegar al norte de la Argentina (Gisbert 2000). Como resultado de esta expansión,

³⁶ Para la redacción de esta sección, además de las referencias mencionadas en el documento, se consultó a: <http://www.nationmaster.com/encyclopedia/History-of-Bolivia>

se habría originado la cultura de los “Mollos”, conformada por sociedades agrícolas que habría desaparecido alrededor del 1300 d.C. (Gisbert 2000, PDM Sorata). Esta expansión dura hasta el siglo XII, cuando el imperio colapsa, seguramente por causas de tipo socioeconómico.

Desaparecido en imperio Tiahuanacota, la región quedó dividida y ocupada por varias etnias aymaras. A mediados del siglo XV, el Reino Aymara fue conquistado por los incas. Los incas emergieron el Siglo XII de nuestra era, después de la caída de Tiahuanaco. Ocuparon las zonas del altiplano, valles y Yungas (Gisbert 2000).

Durante la época de la conquista española se dieron diferentes expediciones hacia las tierras bajas desde La Paz y Beni. Las márgenes del Río Beni estaban habitadas por los grupos de mosetenes, cerca de ellos se encontraba otro grupo étnico conocido como Muchani. La presencia de mosetenes en caseríos dispersos ubicados en las inmediaciones del Río Boopi data de finales del siglo XVIII, esto motivó aún más a los misioneros a iniciar un proceso de evangelización y de asentamiento en un solo lugar, motivo por el cual fue fundada la primera Misión de San Francisco de Mosetenes, posteriormente y hasta el año de 1938 fueron fundadas paulatinamente otras misiones como la de San Miguel Arcángel, Santa Ana de Mosetenes y Covendo. (PDM Palos Blancos)

Durante la época colonial surgieron en la zona de los Yungas las enmiendas de Charcas, que se caracterizaban por pagar altos tributos en coca, éstas fueron desapareciendo mientras que a finales del siglo XVI surgieron las Haciendas Yungueñas, las mismas que utilizaban esclavos como mano de obra, es así como se originaron las poblaciones afrobolivianas que se encuentran en la región. Las Haciendas se estabilizaron recién en el siglo XVIII, época en que la región producía casi exclusivamente coca.

Hacia las zonas altas y de valles, los colonizadores españoles atraídos por las riquezas minerales establecieron misiones religiosas y centros de avanzada para explotar las diferentes minas existentes en la región, como ser las minas de Araca, Sica Sica, Corococo.

La época republicana que se enmarca en el siglo XIX, afectó a los mosetenes de manera indirecta por la disminución de las expediciones religiosas a la zona. En este periodo se inicia el proceso de diversificación de la producción con el aprovechamiento de la quina, el contacto con las poblaciones locales de la zona de Alto Beni, se mantuvo gracias al contacto que existía con los extractores que quina que viajaban en balsas hacia Rurrenabaque y Miguillas (PDM Palos Blancos). Posteriormente y después de concluirse el camino carretero La Paz-Yungas en 1934, la producción de la zona se diversificó con cultivos de café y árboles frutales (Plan de Manejo Cotapata).

Entre las décadas de 1950 a 1960 se lleva a cabo un proceso de colonización hacia la zona de Alto Beni por migrantes indígenas del Beni conocidos como trinitanos y por colonizadores provenientes del altiplano, este proceso de migración en principio fue dirigido por el Estado boliviano y posteriormente se dio de manera espontánea. Este periodo define el desarrollo de los grupos de mosetenes ya que en el año de 1960 los religiosos misioneros tramitaron los títulos para 12.000 has para la misión de Covendo. En la década de los años 70, las misiones religiosas se secularizan y los habitantes locales van incorporándose al régimen agrario apoyados por la apertura de caminos (PDM Palos Blancos).

A lo largo de la historia la ocupación y uso del espacio en esta zona del corredor ha sido diversa en cuanto a los patrones, estilos y modalidades con que los habitantes se apropiaron del suelo y utilizaron los recursos sobre la base de las diferentes actividades desarrolladas.

Actualmente, como parte de la ocupación del espacio se encuentran las áreas urbanas, destacándose la ciudad de La Paz como el centro urbano más importante donde se desarrollan la mayoría de las actividades económicas, políticas y administrativas del país, asimismo, están las áreas urbanas de menor tamaño y con potencial para

crecer y desarrollarse como Coroico, Chulumani, Caranavi, Rurrenabaque y San Borja, y las áreas rurales que se caracterizan por la presencia de comunidades dispersas.

d) Zona 4: Apolobamba-Madidi

A comienzos del segundo siglo a.C., en la región de los Andes bolivianos, la cultura Tiwanacota se situó en la parte sur del Lago Titicaca, posteriormente se extendió hacia los valles que actualmente corresponden a las provincias de Larecaja y Muñecas del Departamento de La Paz. Los Tiwanacotas desarrollaron avanzados conocimientos de tecnologías agrícolas y arquitectónicas y probablemente, debido a las prolongadas sequías, desaparecieron alrededor del 1200 d.C. Contemporáneamente al periodo expansivo colonial de la cultura Tiwanacota, la cultura de los Molloos avanzó hacia los valles que actualmente forman parte del Municipio de Ayata, dicha cultura conformada por sociedades agrícolas también desapareció alrededor del 1300 d.C. (PDM Ayata).

Con la conquista española en 1525, se inició el proceso de establecimiento de asentamientos humanos, creación de pueblos, e instalación de haciendas, que produjeron cambios en las formas de uso del suelo y aprovechamiento de los recursos naturales, las organizaciones de ayllus fueron desapareciendo.

Sin embargo, en la región del norte del Departamento de La Paz, la ocupación y uso histórico del suelo presenta ciertas características particulares, principalmente asociadas a su clima adverso y difícil accesibilidad, motivos por los cuales después de la conquista española y durante las épocas colonial y republicana, las tierras bajas permanecieron por años deshabitadas y poco exploradas. Estas tierras estuvieron habitadas por pueblos indígenas originarios, entre los que se encontraban mosetenes yuracarés, araonas, tacanas, cavineñas, chama, esse ejja y reyesanos, cuyas actividades principales eran la caza, pesca y recolección.

Posteriormente, la migración de colonos de origen aymará y quechua hacia las tierras bajas del norte del departamento ha adquirido mayor importancia con la creación del camino San Buenaventura-Ixiamas, modificando los patrones del uso del suelo, que también se vio afectada por la explotación forestal por empresas madereras provenientes del departamento de Santa Cruz, desde la década de 1960. (PDM Ixiamas, Caracterización del Parque Nacional Madidi-APB-53).

4.2.2. Uso actual del suelo y planes de uso del suelo

R. Müller

En Bolivia sólo el 3.7% del territorio, es apto para uso agropecuario intensivo; y uno de esos sectores se ubican en las llanuras alrededor de la ciudad capital y la zona de Pailón-Los Troncos en Santa Cruz, y las terrazas de los valles interandinos en la cordillera oriental.

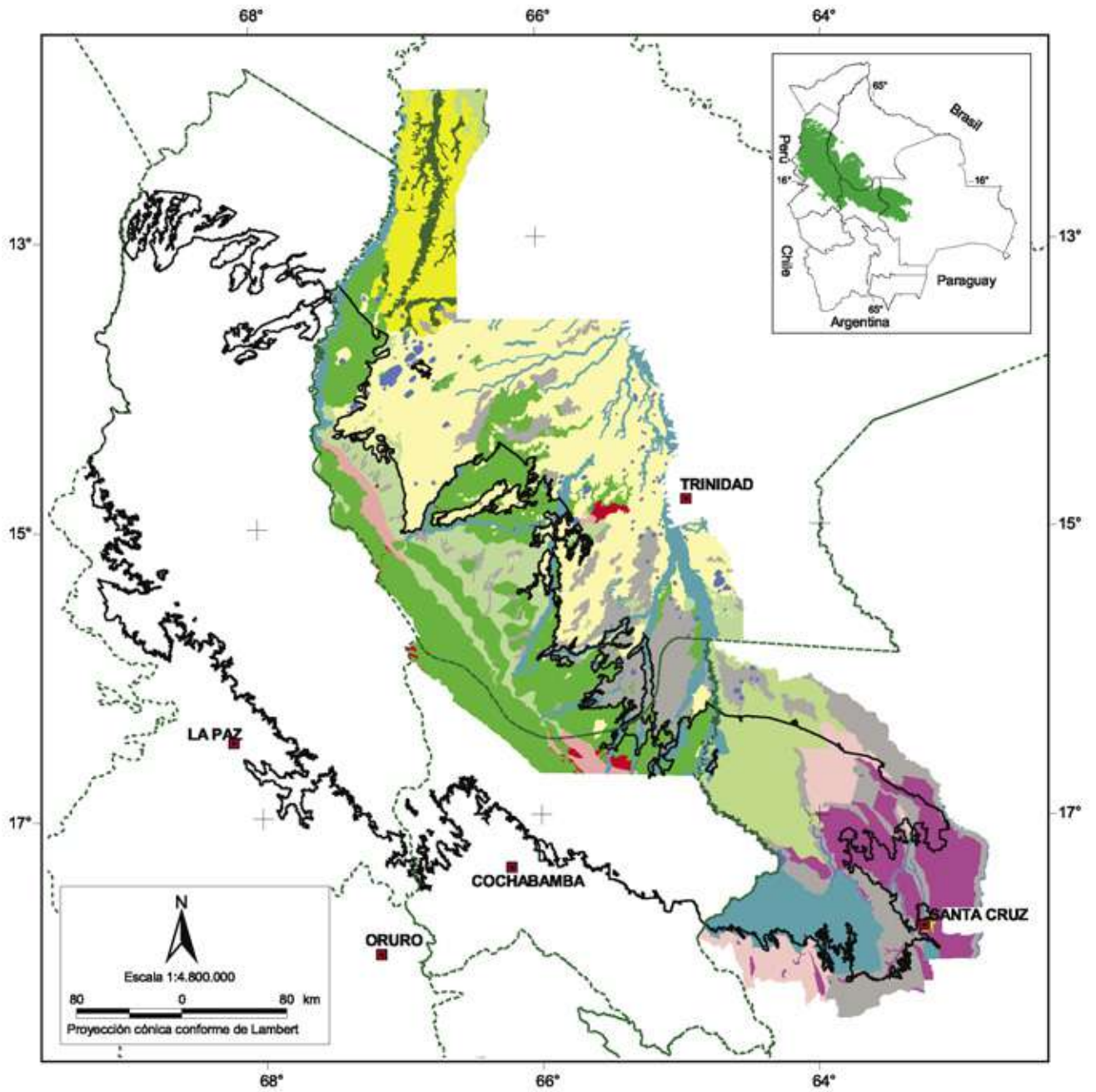
De los cuatro departamentos que forman parte del CAM, sólo Santa Cruz y Beni tienen planes de uso de suelo aprobado. Los departamentos de La Paz y Cochabamba cuentan con un estudio de zonificación agroecológica y propuesta técnica del Plan de Uso del Suelo de la Región Amazónica (EUROCONSULT y Consultores Galindo Ltda. 1999a, 1999b). Para estos dos últimos departamentos, la aptitud de uso de suelo en el área correspondiente al CAM y su zona de influencia es recomendable para ganadería intensiva y extensiva, uso forestal maderero, sistemas agrosilvopastoriles y áreas de protección.

El mapa 15, muestra las recomendaciones técnicas para el uso del suelo en los Departamentos de Santa Cruz y Beni en sus sectores correspondientes con el área del Corredor Amboró-Madidi, en el mismo se puede observar que:

- El área del CAM correspondiente a los departamentos de Beni y Santa Cruz, cubre una superficie total de 5.543.246 ha, de las cuales cerca del 51% tiene potencial para uso forestal, agrícola y ganadero con restricciones; aproximadamente un 11% son bosques de protección y áreas protegidas; un 24% tiene recomendación de uso forestal; un 6,5% está destinado para tierras de uso agrosilvopastoril; un 5,5% está planificado para uso agropecuario intensivo, y un porcentaje menor al 1% del territorio está ocupado por lagunas y ríos principales.

Tabla 46. Categorías del PLUS para el CAM en los Departamentos del Beni y Santa Cruz

Categorías PLUS Dpto. Beni	Hectáreas	(%)
Áreas de protección y uso agroforestal limitado	300.822,2	8,7
Otras áreas de uso restringido	114.641,8	3,3
Uso agrosilvopastoril limitado	42.657,7	1,2
Uso forestal maderable limitado	2.088.723,0	60,6
Cuerpos de agua	6.592,8	0,2
Uso agrosilvopastoril	176.766,5	5,1
Uso forestal maderable	716.345,4	20,8
Categorías PLUS Dpto. Santa Cruz	Hectáreas	(%)
Agropecuaria extensiva y protección	59.862,4	2,9
Agropecuaria y protección	22.148,1	1,1
Agrosilvopastoril y protección	141.947,7	6,8
Bosque de protección de orillas de cursos de agua	50.890,0	2,4
Bosque de protección: refugio de flora y fauna	16.499,1	0,8
Conservación	56.136,8	2,7
Ganadería extensiva con manejo de fauna	53.236,6	2,5
Ganadería extensiva y protección en dunas	1.443,7	0,1
Parque Nacional Amboró	522.734,7	24,9
Parque Regional Lomas de Arena	52,5	0,0
Reserva biológica	18.937,4	0,9
Agroforestal	152.397,1	7,3
Agrosilvopastoril	4.552,0	0,2
Ganadería extensiva y conservación	29.034,4	1,3
Agropecuaria intensiva	298.056,0	14,2
Ganadería intensiva	9.911,4	0,5
Bosque de manejo sostenible El Chore	627.229,9	29,9
Laguna	1.998,3	0,1
Río Ichilo	6.785,1	0,3
Río Piráí	3.513,8	0,2
Río Surutú	17.752,7	0,8
Centro urbano Santa Cruz	1.577,5	0,1



PLAN DE USO DEL SUELO DE SANTA CRUZ Y BENI RECORTADO PARA EL CORREDOR AMBORÓ - MADIDI		
<p>PLUS - Beni</p> <ul style="list-style-type: none"> Uso ganadero extensivo Uso ganadero extensivo limitado Uso agrosilvopastoril Uso agrosilvopastoril limitado Uso forestal múltiple Uso forestal múltiple limitado Uso forestal maderable Uso forestal maderable limitado Uso ganadero intensivo Áreas de protección y uso agroforestal limitado Otras áreas de uso restringido Cuerpos de agua 	<p>PLUS - Santa Cruz</p> <ul style="list-style-type: none"> Uso agricultura extensiva Uso agricultura intensiva Uso agrosilvopastoril Cuerpos de agua Uso forestal Áreas de protección Uso restringido Área urbana <p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> Capital departamental Límite del CAM Límite departamental 	<p>Fuente: Elaborado en base a PLUS - Santa Cruz (CORDECRUZ/KFW - Consorcio IP/CES/KWC 1995) y PLUS - Beni (EUROCONSULT y Consultores Galindo Ltda. 1999)</p> <p>elaborador por: </p> <p>para: </p>

Mapa 15

- En el área de influencia del CAM, estos dos departamentos, cubren una superficie de 7.392.619 ha, de las cuales el 47% aproximadamente está planificado para uso agropecuario intensivo; el uso en otro 34% del territorio es restringido; un 8% corresponden con áreas protegidas y bosques de protección; el 7% tiene mayor potencial para uso forestal, y un 1% y 1,6% corresponden a tierras para uso agrosilvopastoril y cuerpos de agua respectivamente.

Tabla 47. Categorías del PLUS para el área de influencia del CAM en los Departamentos del Beni y Santa Cruz

Categorías del PLUS Dpto. del Beni	Hectáreas	(%)
Áreas de protección y uso agroforestal limitado	542.521,8	9,1
Otras áreas de uso restringido	708.070,7	11,9
Uso agrosilvopastoril limitado	22.691,4	0,4
Uso forestal maderable limitado	453.144,8	7,6
Uso forestal múltiple limitado	185.053,6	3,1
Uso ganadero extensivo limitado	721.214,5	12,1
Cuerpos de agua	87.475,4	1,5
Uso agrosilvopastoril	8.312,6	0,1
Uso forestal maderable	165.375,1	2,8
Uso forestal múltiple	123.987,8	2,1
Uso ganadero extensivo	2.951.220,0	49,4
Categorías de PLUS Dpto. Santa Cruz	Hectáreas	(%)
Agropecuaria extensiva y protección	23.498,1	1,7
Agropecuaria y protección	79.633,3	5,6
Agrosilvopastoril y protección	56.149,0	3,9
Bosque de protección de orillas de cursos importantes de agua	27.419,3	1,9
Bosque de protección	11.44,2	0,1
Conservación	128.287,4	9,0
Ganadería extensiva y manejo de fauna	110.635,2	7,8
Ganadería extensiva y protección de dunas	8.527,2	0,6
Parque Nacional Amboró	78.496,2	5,5
Parque Regional Lomas de Arena	13.844,0	1,0
Reserva de inmovilización Meandros del Ichilo	2.861,1	0,2
Refugio de Vida Silvestre Federico Bascopé	424,4	0,0
Agropecuaria intensiva	414.770,7	29,1
Ganadería intensiva	84.269,6	5,9
Agricultura bajo riego	25.941,2	1,8
Agrosilvopastoril	3.391,2	0,2
Ganadería extensiva y conservación	75.398	5,3
Bosque de manejo sostenible	244.917,1	17,2
Laguna	8.616,4	0,6
Laguna Yuqui	2.814,2	0,2
Río Grande	9.885,9	0,7
Río Ichilo	3.760,4	0,3
Río Pirai	9.395,7	0,7
Centro urbano Santa Cruz	9.472,9	0,7

- Entre el 50% y el 80% de la superficie del CAM en los Departamentos de Beni y Santa Cruz corresponden con tierras bajo uso restringido, áreas de protección o áreas con aptitud principalmente forestal, indicando de esta manera la alta sensibilidad del suelo y ecosistema en general a actividades agropecuarias, especialmente si esta actividad conlleva a la conversión del bosque. Por otro lado, el área de influencia del CAM, correspondiente también a estos dos departamentos, tiene una buena superficie con aptitud para actividades agropecuarias intensivas, especialmente de ganadería extensiva, aunque igualmente considerando áreas con restricciones de uso.

Uso actual del suelo

Los planes existentes reflejan el mejor escenario de uso del suelo. Sin embargo, la forma actual de uso del suelo y los recursos naturales en general, no se desarrollan necesariamente en función de los planes de uso existentes. De esta manera se elaboró un mapa de uso actual de suelo en CAM, el cual busca reflejar de forma generalizada los patrones de uso dominantes en las distintas zonas, sin pretender dar una descripción completa de las diferentes formas de uso existentes. El mapa se realizó como insumo para la formulación de alternativas de manejo recomendadas bajo conceptos de conservación.

El mapa de uso de suelo del CAM (mapa 16) identifica 15 patrones de uso predominantes, a parte de una zona muy extensa donde se puede decir que casi no existe uso, ni presencia o fuerte presencia de humanos. Los patrones identificados se clasifican en uso principalmente agrícola, uso principalmente ganadero, extracción de madera, plantación de maderas no-nativas, caza y pesca, y minería.

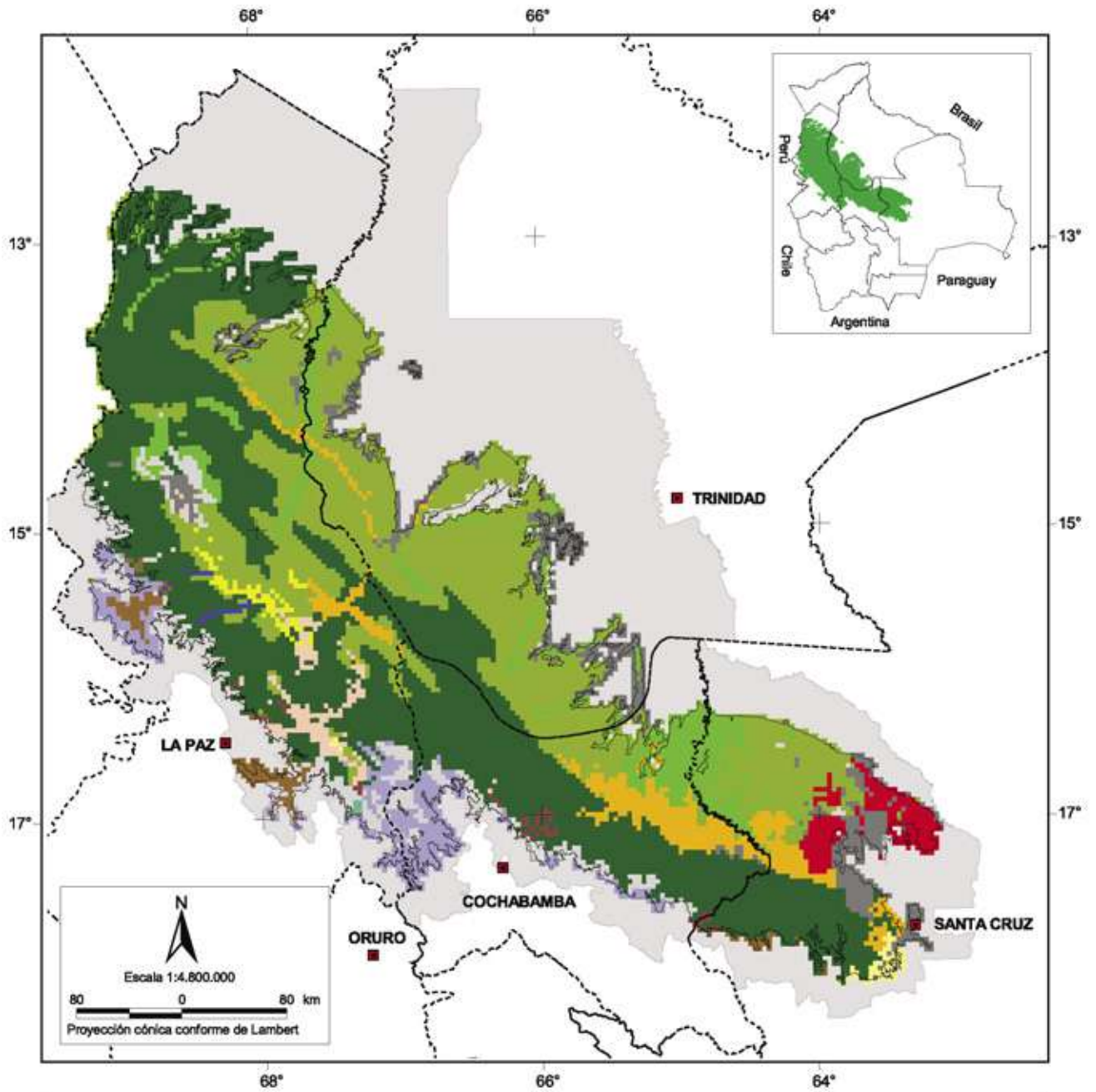
A continuación se presenta una breve descripción de los patrones identificados y de sus impactos sobre los ecosistemas según zonas generales de uso:

- **Zonas (casi) sin uso (0):** Son zonas inaccesibles, debido a su situación topográfica o falta (actual) de caminos.

Recomendaciones: Evitar la conversión, si hubiese presión de uso se debe fomentar un aprovechamiento forestal y/o de no maderables.

- **Zonas con cultivos anuales cultivados de forma mecanizada (1.1):** Incluye los alrededores de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra (norte integrado) y la zona de Yapacaní, los cultivos principales son soya, arroz, caña, sorgo y girasol, entre otros, en gran parte destinadas a la exportación, y dependiendo de las tendencias en los mercados internacionales y nacionales. Los impactos sobre los ecosistemas son muy grandes, ya que se reemplazan inmensas superficies originalmente cubiertas por bosques. El avance de la deforestación es muy acelerado, la regeneración natural generalmente es impedida por un uso ganadero posterior a la explotación de los suelos y la fuerte erosión eólica.

Recomendaciones: Es deseable pero poco probable que se pueda disminuir el avance de la extensión de la frontera agrícola. Se tendrían que revisar las políticas de otorgar tierras y normas que incentiven, a propietarios de grandes extensiones de tierra, a realizar un aprovechamiento de la mayor extensión territorial posible para cumplir una función “económica-social” (ver Pacheco 1998).



USO ACTUAL DEL SUELO		
<p>Patrón de uso</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ (casi) sin uso ■ 1.1 Cultivo anual mecanizado (soya, caña, arroz...) ■ 1.2 Cultivo tropicales mixto, principalmente arroz ■ 1.3 Cultivo tropicales mixto (plátano, arroz, cacao...) ■ 1.4 Cultivo de frutales con hortalizas ■ 1.5 Cultivo perenne subtropical mixto (Coca, café, cítricos) ■ 1.6 Cultivo anual con ganadería, principalmente hortalizas y maíz ■ 1.7 Cultivo anual subtropical, principalmente locoto ■ 1.8 Cultivo anual andino con ganadería, principalmente papa ■ 2.1 Ganadería mayormente extensiva ■ 2.2 Ganadería dispersa ■ 3.1 Extracción de madera ■ 3.2 Plantaciones de Eucalipto ■ 4. Caza, pesca, productos no maderables ■ 5. Minería 	<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capital departamental — Límite del CAM - - - Límite departamental ■ Área de influencia del CAM 	<p>Fuente:</p> <p>Elaboración por Robert Müller con contribuciones de TROPICO - Asociación Boliviana para la Conservación y varios especialistas (ver capítulo metodológico)</p>
<p>para:</p>		

Mapa 16

Además es recomendable implementar medidas hacia un uso más racional y sostenible, que evita por ejemplo la plantación de soya motivada por auges temporales de los precios internacionales, en tierras no aptas con vocación forestal. En los cultivos existentes, se tienen que aplicar medidas que aumenten la sostenibilidad, como cortinas rompe-vientos. La promoción de cultivos que permitan una producción más sostenible y eficiente en cuanto a la relación área cultivada/beneficio económico, por ejemplo con cultivos perennes como frutales, sería otra medida importante.

- **Zonas con cultivos tropicales mixtos, principalmente arroz (1.2):** aquí se incluyen las zonas entre Caranavi-Guanay-Mapiri, que se caracterizan por una larga tradición de cultivos de arroz (en el pasado también de caña). Los suelos de esta zona son relativamente pobres (generalmente rojos), y muchas veces las áreas cultivadas se encuentran en pendientes importantes. El impacto en los ecosistemas es relativamente grande, ya que los cultivos abandonados, en muchos casos se convierten en pajonales debido a la baja cantidad de nutrientes en el suelo y a la presencia de pendientes.

Recomendaciones: Es importante fomentar la sustitución de partes de cultivos de arroz por cultivos perennes como el cacao, que además presenta excelentes posibilidades de combinación con árboles maderables nativos en sistemas agroforestales. También se recomienda promover un aprovechamiento de zonas degradadas con cultivos aptos, como por ejemplo el cayú. Existen posibilidades de acceder a mercados alternativos con productos ecológicos certificados. Sería importante aumentar la producción de productos con valor agregado, como mermeladas y frutos secos. También es importante implementar programas de control de incendios forestales, mediante reglamentos locales (comunitarios y otros).

- **Zonas con cultivos tropicales mixtos (1.3):** Se refiere a áreas de tierras bajas que principalmente han sido colonizadas en el lapso de los últimos 50 años (Chapare, Alto Beni, Yucumo-Rurrenabaque). Se encuentra una mezcla de cultivos perennes y anuales (plátano, arroz, cacao, cítricos, palmito, etc.), destinados a mercados mayormente nacionales y de autoconsumo. Una situación particular se encuentra en el Chapare, donde proyectos de “desarrollo alternativo” fomentan el reemplazo de cultivos de coca por cultivos parcialmente destinados a mercados internacionales, como plátano, sin embargo los cultivos de coca aún siguen siendo importantes en su extensión y producción, el Chapare es la segunda zona de producción de coca en el país después de los Yungas de La Paz.

En general el grado de mecanización de la actividad agrícola en esta zona es muy bajo debido a las características topográficas y a la situación económica de los colonizadores. Los impactos sobre los ecosistemas son medianos, ya que se trata mayormente de pequeñas parcelas manejadas sin mecanización.

Recomendaciones: ver 1.2

- **Zonas con cultivos de frutales con hortalizas (1.4):** Se refiere a la zona de “El Torno”, al sur de la ciudad de Santa Cruz, así como a áreas pequeñas en el valle del Río La Paz, en el municipio de Irupana (La Paz). Se producen en cantidad frutos como Mango y Achachairú, que provienen de plantaciones forestales muchas veces antiguas. También se cultivan hortalizas. El impacto en los ecosistemas es moderado.

Recomendaciones: Invertir en la sostenibilidad económica de estos sistemas de producción, mediante la promoción de productos ecológicos certificados con valor agregado.

- **Zonas con cultivos perennes mixtos (1.5):** Aquí se incluye la zona de los Yungas de La Paz, donde desde tiempos ancestrales predomina el cultivo tradicional de la coca, así como del café y cítricos. Los cultivos se encuentran en fuertes pendientes, la coca se cultiva en sistemas de terrazas tradicionales, el café en sistemas agroforestales tradicionales bajo “Siquili” (*Inga adenophylla*). Actualmente, se observa un fuerte incremento de los cultivos de coca. Existe colonización para el cultivo de coca en las zonas de La Asunta y Santa Rosa

de Quilo Quilo (Coroico). La larga tradición del cultivo de coca ha llevado a la erosión del suelo y avance de la deforestación.

Recomendaciones: Ver 1.5. El cultivo de café bajo sombra ofrece excelentes oportunidades para acceder a mercados alternativos. La coca es un cultivo con altos rendimientos en pequeñas superficies, sería deseable que se puedan abrir mercados internacionales para productos secundarios “no-narcóticos” de coca, como mates, pasta dental, etc. Es muy importante fomentar el control comunitario de incendios forestales y el control de erosión mediante terrazas y otros mecanismos (Müller *et al.* en prep.).

- **Zonas de cultivos anuales con ganadería (1.6):** Es el típico patrón de uso en la zona de “Valles”, en el límite suroeste del CAM (Samaipata-Comarapa, Río Abajo-Luribay, Sorata, Charazani-Camata). Se cultivan principalmente papa, maíz y hortalizas en los lechos de ríos, y también se cría ganado vacuno, ovino y caprino de forma muy extensiva.

Los impactos en ecosistemas son grandes, debido a la larga tradición de esta forma de uso. Los mayores daños ambientales son causados por el ganado y las quemadas que se realizan para provocar el rebrote del pasto. También es importante el impacto del aprovechamiento de leña.

Recomendaciones: En lo posible limitar el área afectada por el pastoreo de ganado, ofreciendo alternativas económicas a la población, como por ejemplo la demarcación de reservas locales en combinación con un apoyo a la producción de hortalizas o leche por ganado estabulado. Igualmente importante es el combate a la erosión e incendios forestales.

- **Zonas de cultivos anuales, principalmente locoto (1.7):** Aquí se incluyen áreas entre 2.000 y 3.200 msnm, que cuentan con mucha humedad (Sehuencas, Tablas Monte, pequeñas partes de Inquisivi y Nor Yungas). Predomina el cultivo de locoto. Los impactos en los ecosistemas son relativamente grandes, tratándose de cultivos anuales en fuertes pendientes.

Recomendaciones: Fomentar la intensificación de cultivos de mayor rentabilidad, como por ejemplo la frutilla en áreas de menor extensión, así como el combate a la erosión e incendios forestales.

- **Zonas de cultivos anuales andinos con ganadería (1.8):** Incluye las zonas elevadas al suroeste del CAM, los valles de Cochabamba y de Sorata. Se cultiva principalmente la papa, pero también cebada, cebolla, oca, haba y otros. Se cría ganado vacuno y camélido. Los impactos en los ecosistemas son relativamente grandes, debido a la larga tradición de esta forma de uso.

Recomendaciones: Ver 1.6. Además promocionar el aprovechamiento de ganado camélido.

- **Zonas de ganadería mayormente extensiva (2.1):** Incluye zonas cercanas a la ciudad de Santa Cruz, zonas en el límite noreste del CAM que cuentan con pampas naturales y el área de Apolo. Se cría ganado principalmente para la producción de carne. Los impactos en los ecosistemas son muy grandes cuando se trata de áreas con potencial forestal e impactos moderados en pampas naturales.

Recomendaciones: En lo posible evitar una expansión del área ganadera en zonas con potencial de bosque (como por ejemplo en el ANMI del PN Amboró en las cercanías de Buena Vista), fomentado cultivos perennes en sistemas agroforestales.

- **Zonas con ganadería muy dispersa (2.2):** Se refiere a zonas con baja densidad poblacional, sobre todo en el límite suroeste del CAM. El ganado vacuno (camélido) es suelto en las extensas áreas de pastizales

naturales o antrópicos (en el caso de Apolo). El impacto en los ecosistemas es mediano.

Recomendaciones: Ver 2.1, en zonas altas promoción de ganado camélido.

- **Zonas con extracción de madera (3):** Estas zonas se definieron según presencia de concesiones forestales y también según criterios de acceso al bosque en áreas fuera de concesiones. La extracción, principalmente fuera de concesiones, ocurre por “cuarteros” que se dedican a la tala ilegal de maderas valiosas para vender los “cuarteros” a intermediarios.

Recomendaciones: Intensificar el control forestal, promover el aprovechamiento de madera por ASL o TCO bajo planes de manejo. Es probable que la generación de beneficios para la población local incentive el control local de madereros ilegales.

- **Zonas de plantaciones de eucalipto (4):** La única zona donde plantaciones de eucalipto representan la actividad principal de uso de suelo es la zona de Quime-Inquisivi, donde se establecieron estas plantaciones para un uso en las minas de Quime y Oruro. Actualmente se están aprovechando para la producción de madera de construcción y aceite de eucalipto. El impacto de la actividad es grande, ya que se reemplazan los bosques nativos por plantaciones que no ofrecen un hábitat apto para la mayoría de las especies del lugar.

Recomendaciones: Evitar la extensión de las plantaciones, revisando por ejemplo normas que permiten la acreditación de estas plantaciones para el secuestro de carbono. Fomentar la plantación de especies nativas como el Aliso (Müller *et al.* en prep.)

- **Zonas de minería (5):** Se delimitaron solamente las zonas de minas de oro de Tipuani y Mapiri-Consata, donde la minería es la actividad principal e impacta a grandes superficies, para el establecimiento de minas abiertas y la explotación de madera para el mantenimiento de socavones. El impacto es grande, debido principalmente a la “limpieza” de áreas extensas con fuego y la extracción de madera en zonas de fuertes pendientes sin criterios de sostenibilidad. Además existe contaminación de aguas debido al uso de mercurio.

Recomendaciones: Debido a la enorme inestabilidad social en estas áreas, es muy difícil realizar proyectos de cualquier tipo. Sería deseable lograr el reemplazo de madera proveniente de bosques nativos por madera nativa plantada, así como una disminución del uso de mercurio (ver Müller *et al.* en prep.).

4.2.3. Principales actividades económicas relacionadas con el uso de suelo y los recursos naturales

N. Araujo & G. Zolezzi

Con lo que respecta al uso del espacio éste varía por la diversidad de pisos ecológicos, topografía, características de los suelos, conocimientos tradicionales sobre el uso de los recursos y suelos, siendo la agricultura, ganadería y explotación forestal, las actividades que predominan.

a) Actividad agropecuaria

El sistema de producción agrícola en el CAM es cada vez más diversificado, manteniendo un sistema de cultivos anuales e incorporando en los últimos años cultivos perennes más rentables. En el capítulo anterior, sobre uso actual del suelo, se pueden observar en detalle las áreas de producción y tipos de cultivos agrícolas principales.

En la zona de valles secos interandinos, el riego es un factor determinante para intensificar la producción y su actividad comercial; así también el riego disminuye la necesidad de habilitar nuevas áreas agrícolas. Las áreas de cultivo presentan superficies reducidas, que normalmente debido a la ausencia de prácticas de manejo y conservación de suelos tienden a la degradación por erosión hídrica y eólica (Soliz & Aguilar 2005).

En algunas de las áreas más tradicionales de colonización en tierras bajas (tabla 48), norte de La Paz, Chapare y Santa Cruz, se ha aumentado el uso de maquinaria o insumos para intensificar el uso de la tierra sembrada con cultivos anuales mecanizados, aunque parte de ellos todavía siguen utilizando sistemas tradicionales de corte y quema, con procesos de conversión de tierras más acelerados, especialmente en el norte de La Paz y el Beni (Pacheco 1998). En el área de influencia del CAM en el Departamento de Santa Cruz, se observa una agricultura intensiva de gran escala, con altos impactos ambientales.

Las actividades pecuarias en las tierras altas del CAM están destinadas principalmente al autoconsumo y son complementarias a la agricultura, así también representan una fuente de ahorro. Mientras que en tierras bajas, la actividad pecuaria, especialmente la cría de ganado bovino tiene una mayor importancia comercial. En general, no existe un manejo adecuado del ganado, se alimentan en las zonas de pastoreo y en el monte, este sistema tiene un fuerte impacto sobre la regeneración natural de especies vegetales y la erosión del suelo. Un problema importante tanto para la salud humana como para la vida silvestre (próxima a áreas de actividad humana) es el escaso control sanitario del ganado y aves de corral.

Tabla 48. Perfil productivo de la agricultura en tierras bajas del CAM y su área de influencia

Región	Tipo de tierras	Tipo de agricultura	Producción predominante	Áreas de presión
Yungas-norte de La Paz				
Alto Beni Yucumo Rurrenabaque Ixiamas	Las tierras están expuestas a la pérdida de nutrientes del suelo por erosión, quemadas y lixiviación.	Agricultura de corte y quema con predominio de chaquos y barbecho corto.	El arroz constituye el primer cultivo después del chaqueo y se siembra maíz en menor proporción o pastos para convertir la tierra a la ganadería.	Desplazamientos hacia el norte en la franja de San Buenaventura-Ixiamas.

Chapare				
	La mayoría de los suelos en el Chapare son pobres y frágiles, el potencial agrícolas bajo, las precipitaciones son muy altas y la erosión es el principal problema.	La agricultura es practicada bajo el sistema de corte y quema, pero con cortos períodos de descanso y posiblemente en áreas poco aptas para la agricultura.	La coca es el cultivo principal, aunque también se produce arroz, banana y yuca, además de algunos frutales, cultivos perennes y pasturas.	Hacia el norte, al interior del Parque Nacional Isiboro Sécore.
Llanos cruceños				
Norte Chané-Piraí Antofagasta El Chore Cuatro Ojitos S. J. de Amarillos	Tierras bajas fértiles relativamente planas, con cobertura mínima de monte alto por presión de la agricultura y ganadería.	Predominantemente de transición de sistema de corte y quema hacia agricultura permanente y mecanizada, con presencia de agricultura de corte y quema en nuevas áreas de frontera.	Predominio de caña y arroz en combinación con soya de invierno, con áreas bajo producción mecanizada convertidas en pasturas. La producción de arroz es predominante en áreas nuevas de cultivo.	Hacia el noroeste a lo largo del río Ichilo y la parte norte de la reserva forestal El Chore.
Oeste Yapacaní Surutú Caranda Huaytú	Transición a pie de monte con ondulaciones suaves a pendientes con pobre calidad de suelos.	Predominio de agricultura de corte y quema en transición a sistemas pecuarios.	Cultivos de arroz y frutales con eventuales sistemas ganaderos de baja productividad.	Hacia el oeste sobre el Parque Amboró.

Fuente: I. Oetting et. al (2000) en base de Pacheco 1998.

b) Actividad forestal

La actividad forestal se concentra principalmente hacia la región Amazónica del CAM (Preandino y Subandino), donde se encuentran especies de importancia económica como la mara (*Swietenia macrophylla*), roble (*Cedrela* spp.) y cedro (*Amburana cearensis*), con presencia de concesiones forestales y Asociaciones Sociales de Lugar (ASL). Por otro lado, la actividad forestal en la zona de valles interandinos se desarrolla en predios familiares y en algunas haciendas, principalmente trabajando en pequeñas manchas de plantaciones de especies introducidas como eucalipto; asimismo, los bosques nativos de queñua, sauce, algarrobo molle, thola, son aprovechados en diferentes intensidades para leña y para la fabricación de instrumentos de labranza y otros. En la zona de los Yungas también existen recursos forestales que son en general aprovechados para leña.

El aprovechamiento de la madera del bosque es realizado por empresas grandes y medianas, así como por los dueños de propiedades rurales. Todos ellos se dedican a la tala selectiva de especies de alto valor comercial. No se encontraron registros de las cantidades producidas. La explotación comercial de la madera es generalmente de tipo empresarial y su destino es el mercado externo, como interno. El aprovechamiento forestal también es realizada por las familias de la región como una actividad económica adicional a la agrícola y ganadera. Sin embargo, en algunas zonas del CAM, la explotación forestal es de forma irracional, sin una planificación ni manejo, razón por la cual no se garantiza su sostenibilidad en el tiempo. La producción en este caso es de forma manual, poco mecanizada, ya que la mayoría de los madereros utilizan la motosierra como única herramienta para el cuartoneo de los árboles maderables.

Según datos de la Superintendencia Forestal de Bolivia, se han identificado seis grandes regiones productoras forestales en Bolivia (Bajo Paraguá, Chiquitanía, Choré, Guarayos, Preandino-amazónico y Amazonía), las principales reservas de especies maderables y no maderables se encuentran en Amazonía, Choré y Preandino-amazónico; estas dos últimas áreas forman parte del CAM (Tabla 49).

Tabla 49. Principales regiones productoras forestales en Bolivia

Región productora	Área		Volumen (m3/ha)(1)						
	Millón (has)	%	1	2	3	4	5	6	TOTAL
Bajo Paraguá	3,8	13	1,2	16,84	9,67	6,3	11,17	5,71	50,89
Chiquitania	6,3	22	3,55	23,63	7,92	0,64	7,2	0,45	43,39
Choré	1,6	6	0,68	43,55	18,81	12,79	8,35	4,34	88,52
Guarayos	4,2	15	0,45	24,99	10,42	3,03	6,04	2,23	47,16
Preandino-amazónico	4,1	14	2,18	30,62	14,76	7,77	15,77	5,99	77,09
Amazonía	8,8	30	2,13	21,92	16,7	14,45	33,72	26,62	115,54
TOTAL	28,8	100	-	-	-	-	-	-	-

(1) DAP (Diámetro a la altura del pecho)³ 20 cm.

OBS: 1 - Especies Muy Valiosas 2 - Especies Valiosas 3 - Especies Poco Valiosas

4 - Especies Potenciales 5 - Especies Sin Valor Conocido 6 - Especies No Maderables

Fuente: Superintendencia Forestal, adaptado por STCP / www.cadefor.org/es/sectfor/recfor.php.

La región del Choré está constituida por una Reserva Forestal, se caracteriza por los altos volúmenes de madera y especies de buen crecimiento, tiene una fuerte presión de colonización, pese a que se trata de tierras sujetas a inundación y con suelos de fácil degradación (PLUS 1995). Mientras que la región del Preandino-Amazónico también representa una parte importante del potencial maderable en el ámbito nacional. Geográficamente estas regiones están muy cerca de los principales centros de consumo, sin embargo la accesibilidad es difícil debido a la limitada infraestructura caminera. Las especies maderables más valiosas de ambas zonas se muestran en la siguiente tabla, destacándose la abundancia del ochoó, verdolago, bibosi y jorori.

Tabla 50. Principales especies en áreas de importancia forestal del Corredor Amboró-Madidi

Nombre común	Nombre científico	El Choré (arb/ha)	Preandino-Amazónico (arb/ha)
almendrillo	<i>Dipteryx odorata</i>	0,68	1,05
bibosi	<i>Ficus</i> spp.	4,10	2,80
cedro	<i>Cedrela</i> spp.	0,53	0,74
coquino	<i>Pouteria</i> spp.	1,12	0,66
curupaú	<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,50	
guayabochi	<i>Calycophyllum spruceanum</i> / <i>Capirona decorticans</i>	1,80	1,06
isirí	<i>Clarisia racemosa</i>	2,37	
jorori	<i>Swartzia jorori</i>	3,40	0,93
mara	<i>Swietenia macrophylla</i>	0,46	0,35
mara macho	<i>Tapirira guianensis</i>	0,35	
momoqui	<i>Caesalpinia pluviosa</i>		0,33
ochoó	<i>Hura crepitans</i>	12,58	3,12
palo maría	<i>Calophyllum brasiliense</i>	1,78	2,84
paquió	<i>Hymenaea</i> spp.		0,26
plumero	<i>Vochysia lanceolata</i>	0,33	
roble	<i>Amburana cearensis</i>		0,42

sangre de toro	<i>Virola peruviana/Tryanthera juruensis</i>	1,16	2,56
serebó	<i>Schizolobium amazonicum</i>	0,27	
sirari	<i>Ormosia nobilis</i>	0,31	0,45
tajibo	<i>Tabebuia</i> spp.	0,50	0,35
trompillo	<i>Guarea macrophylla</i>	0,67	1,79
verdolago	<i>Terminalia</i> spp.	6,10	3,52
yesquero	<i>Cariniana</i> spp.	1,15	0,35

Fuente: Cámara Forestal de Bolivia.

c) Actividad minera

En la Cordillera Oriental de Bolivia se desarrollan actividades mineras desde la época precolonial. La actividad minera en el CAM se caracteriza principalmente por la extracción de oro y áridos, las operaciones mineras son de pequeña minería y minería artesanal que se identifican no sólo por el tamaño o volumen de la operación, sino por las formas de producción minera que hacen a la informalidad, desarrollo artesanal no productivo, ilegalidad, impacto ambiental, conflictividad sociocultural, y deficiencias técnicas y jurídicas para su funcionamiento, entre otros aspectos (CI-CEPF 2003).

El wólfram es uno de los minerales que se explota en el CAM, especialmente en el sector de los Yungas de La Paz, siendo uno de los más explotados en algunos sectores de las provincias Larecaja, Sud Yungas e Inquisivi. El oro, tiene una explotación intensiva, especialmente en las localidades de Tipuani, Mapiri, Guanay, Teoponte, Challana y Consata (López & Grimaldez 1994 citado por Pacheco 1998, Aguilar *et al.* 1995). Las operaciones mineras cerca de Apolobamba, y en los afluentes y la cuenca alta del Río Beni, han producido daños ambientales locales y contaminación de las cuencas, y han contribuido a los niveles elevados de mercurio detectados en los pescadores del área de Rurrenabaque. La carretera Cotapata-Santa Bárbara ha fomentado también la intensificación de la actividad de minería de oro, que traen consigo altos impactos debidos a las técnicas mineras hidráulicas de baja tecnología (CEPF 2001).

Probablemente la explotación aurífera es una de las actividades con mayores impactos ambientales en el CAM, se pueden observar principalmente la explotación aluvial y la explotación de aluviones terciarios. En el primer caso se da el movimiento de grandes cantidades de material en depósito, las externalidades ambientales resultantes incluyen la destrucción de playas fértiles aptas para el cultivo (por ejemplo, Tipuani y Yungas, en el departamento de La Paz), alteraciones de paisaje, lodificación de ríos, destrucción de la vegetación, pérdidas de suelos y de la capa vegetal. Durante los procesos de extracción del oro proveniente de los yacimientos aluviales se observa remoción del lecho de los ríos por uso de dragas y diseminación de mercurio en el agua y el aire. La utilización del mercurio en el proceso de extracción del oro produce importantes impactos negativos sobre la salud humana, se utiliza entre 0.25 a 6 Kg/mes de mercurio en cada mina (CI-CEPF 2003). En el segundo caso, la explotación de aluviones terciarios, se realiza en operaciones a tajo abierto, produciendo externalidades ambientales importantes a través de impactos visuales, de alteración de suelos y de la capa vegetal (Escobari 2003)

Por otro lado, la explotación de áridos se realiza de forma más intensiva desde mediados de los años noventa. La extracción de grava para la construcción de carreteras ha aumentado, especialmente en la región de Amboró. En este tipo de actividad el material bruto es extraído de los lechos, playas, islas, bancos y terrazas de ríos (yacimientos aluviales); este trabajo es realizado por sindicatos, cooperativas, comunarios y personas individuales (CI-CEPF 2003; Escobari 2003).

d) Actividad hidrocarburífera

La actividad hidrocarburífera en el CAM se caracteriza por la producción de petróleo, los principales campos son Surubí, Paloma, Carrasco, Katari, HSR, Víbora, Cascabel, Sirari, Yapacaní, Caranda, y Colpa, ubicados en los Departamentos de Cochabamba y Santa Cruz, con una producción de 19.757 barriles por día (bpd) (UDAPE 2005), que representan aproximadamente el 44% de la producción nacional de bpd. Sin embargo, cerca del 85% de las reservas hidrocarburíferas se encuentran al sur del país.

Aunque las áreas de mayor tradición del sector de hidrocarburos se ubican en la región sur del subandino, especialmente en el Departamento de Tarija, hay un creciente interés de desarrollar más la actividad hidrocarburífera en el subandino norte (coincidente con el CAM). Esta situación debe atenderse de manera proactiva, debido a la alta coincidencia de áreas protegidas con concesiones petroleras. Si bien las empresas, después de la capitalización en el año 1997, mejoraron significativamente la gestión ambiental y social de las actividades del sector, preocupa de especial manera los impactos secundarios que una intensificación y ubicación de nuevos campos de producción puedan significar para el CAM. Estos impactos secundarios están relacionados con los efectos catalizadores de la deforestación y pérdida de la biodiversidad debido a que los caminos o brechas, necesarios para prospección, producción y transporte de gas y petróleo, puedan ser utilizados por terceros para facilitar colonización en áreas no planificadas, aprovechamiento ilegal de madera, incremento de las áreas de cacería y recolección de productos no maderables, y en el mediano y largo plazo conversión de ecosistemas naturales en agroecosistemas (Ibisch 2003). También de acuerdo con Ibisch se pueden producir impactos terciarios, en los cuales las empresas petroleras tienen aún menor responsabilidad, sin embargo, estos impactos, que se originan por la forma de inversión de fondos de compensación, proyectos de desarrollo productivo en comunidades aledañas a las áreas de actividad hidrocarburífera, se pueden realizar sin considerar los impactos ambientales, catalizando así procesos de deforestación y pérdida de biodiversidad.

En la región de Madidi hay una sola concesión petrolera en el Bloque de Tuichi, que se encuentra en las primeras fases de exploración, al igual que concesiones en el área de Pílon Lajas. Por el momento, la amenaza de explotación parece ser menor. En los últimos años, las compañías petroleras han intensificado sus actividades en Cochabamba y Beni cerca del Parque Nacional Isiboro-Sécure, y se ha informado de hallazgos significativos en Carrasco y Amboró, los alrededores de estas tres últimas áreas han sido las zonas de mayor tradición de explotación (CEPF 2001).

e) Actividad turística o de ecoturismo

El turismo es una actividad económica, que si bien aún es menor comparada con el resto de las actividades económicas del CAM, está en un proceso creciente debido a las potencialidades, características naturales y alta diversidad biológica que presenta el corredor. Varias de las actividades de turismo de naturaleza, se realizan aprovechando la presencia de áreas protegidas, especialmente Madidi, Pílon Lajas, Carrasco y Amboró. Probablemente Rurrenabaque, Samaipata y Villa Tunari-Trópico de Cochabamba, sean los destinos turísticos más conocidos y demandados en el CAM.

Rurrenabaque, es un centro poblado pequeño (cerca de 11 mil habitantes), ubicado al sudeste del departamento del Beni, el turismo se convirtió en un eje de su desarrollo; los pobladores realizaron inversiones en la construcción de infraestructura hotelera, restaurantes y embarcaciones, entre otros. Este destino se ha convertido en el puente para conocer el Parque Nacional Madidi, Chalalán y la Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pílon Lajas, la mayor parte de los turistas provienen de Gran Bretaña, Israel, Alemania, Suiza, Bélgica y Francia. Percibe un ingreso anual de 5 millones de dólares, y la visita de cerca de 37.000 turistas extranjeros al año. Rurrenabaque es uno de los destinos turísticos más visitados en el ámbito nacional, después de Copacabana y Uyuni (León 2004)

El Trópico de Cochabamba, tiene como su principal punto de destino turístico al municipio de Villa Tunari. Cuenta con una infraestructura desarrollada de aproximadamente 47 establecimientos, entre hoteles, hostales y alojamientos. Entre los atractivos turísticos están, el Parque Carrasco, Cavernas del Repechón, el Parque Machía, la Jungla, deportes de aventura y los puertos de San Francisco y Villarroel, donde la variedad de peces es el atractivo culinario más importante. Los circuitos turísticos principales que se ofertan en el ámbito nacional como internacional involucran a los municipios de Villa Tunari, Chimoré, Puerto Villarroel, la Quinta Sección de la Provincia Carrasco y el Municipio de Tiraque (Cartagena 2003). Un problema para el desarrollo turístico de esta zona, es la inestabilidad social existente, ya que a menudo se producen bloqueos de carreteras como medida de protesta social.

Samaipata también es un pueblo pequeño, ubicado en la zona de valles secos que articula y promueve el turismo hacia otros sitios de la región. Una parte del Parque Nacional Amboró se encuentra en la zona. Tiene valiosos atractivos lugares turísticos, como El Fuerte, sitio arqueológico declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO. También se pueden hallar restos de cerámica denominada “tiestos” y rocas antiguas talladas. Los visitantes de Samaipata provienen tanto del interior del país, de la ciudad de Santa Cruz, como del ámbito internacional. Se promociona mucho el turismo de naturaleza con excursiones al Parque Nacional Amboró, no sólo en el área correspondiente al municipio, sino hacia otros atractivos del sector Sur del Amboró, como la Yunga en el municipio Mairana y Laguna Verde en el Municipio de Comarapa.

En general los atractivos naturales del CAM y sus valores culturales y arqueológicos, han promovido el desarrollo de varias iniciativas de ecoturismo en diferentes sitios del Corredor, sin embargo, el sector tiene que potenciar su infraestructura y servicios para ofrecer un turismo de calidad y no apuntar al turismo masivo dada las condiciones de fragilidad de la biodiversidad en el área. Muchas iniciativas de ecoturismo comunitarios han ido surgiendo, algunas de ellas como p. ej. Chahalán han alcanzado resultados de éxito interesantes en términos de autosostenibilidad organizacional y económica, es importante rescatar estas lecciones de éxito y también brindar acompañamiento técnico para monitorear el estado de conservación de la biodiversidad en relación a la actividad turística en estos sitios.

4.2.4. Derechos otorgados sobre la tierra y los recursos naturales

N. Araujo & G. Zolezzi

En el Corredor Amboró-Madidi, las concesiones forestales, petroleras y mineras son la principal modalidad de derechos otorgados, legalmente establecidos, para el uso de recursos naturales. El uso y aprovechamiento de los recursos naturales en áreas concedidas por el Estado de Bolivia, debe realizarse bajo normas y reglamentos, asegurando así el desarrollo sostenible. El uso sostenible de los recursos naturales puede contribuir a la gestión de conservación, particularmente en el caso de las concesiones forestales, las áreas concesionadas pueden ser una oportunidad para contribuir a la funcionalidad ecológica del CAM, al mantener la cobertura de bosque y en algunos casos apoyar a la conectividad de áreas de conservación de la biodiversidad. Las concesiones mineras por el contrario, tienden a generar impactos ambientales más negativos, y por este motivo necesitan una gestión ambiental estricta, especialmente en áreas de alta sensibilidad para la biodiversidad e importancia para la producción de agua, como es el caso del CAM.

La propiedad privada, ya sea a nivel individual o comunal, es otra de las modalidades de derechos otorgados sobre la tierra. Los campesinos e indígenas tienen derecho a obtener tierras del Estado por dotación gratuita y derechos preferentes para la adjudicación. La ley INRA establece que el solar campesino, la pequeña propiedad, las tierras comunitarias de origen (TCO) y las propiedades comunales son inalienables, indivisibles, no sujetas a reversión, colectivas e imprescriptibles. El Reglamento de la Ley INRA establece que la TCO es un territorio que vincula

la dimensión jurídica de propiedad privada colectiva y la dimensión política de dominio territorial indígena. La Ley reconoce a los indígenas, la exclusividad del acceso a recursos no renovables dentro de la TCO.

Las áreas protegidas fiscales, también pueden considerarse como otra modalidad de derecho otorgado para la gestión de conservación sobre los recursos naturales y la biodiversidad en general. Las mismas pueden ser declaradas por Decreto Supremo y Resolución Prefectural u Ordenanza Municipal, y la responsabilidad principal de gestión recae sobre el Estado. Por otro lado, también se da la figura de Reservas Privadas de Patrimonio Natural (RPPN) amparada en el marco regulatorio de la Ley Forestal, en la cual un propietario privado puede declarar como área de conservación de la biodiversidad a una parte de su predio, considerando 5.000 ha como límite máximo permitido para el tamaño de la RPPN.

Aunque la información sobre diferentes modalidades de derecho propietario sobre la tierra es poco accesible en general, en los títulos siguientes se presenta una descripción para las áreas concesionadas o con derecho propietario, con mayor acceso público a información:

4.2.4.1. Derecho propietario de la tierra - Tierras Comunitarias de Origen

Las Tierras Comunitarias de Origen (TCO) ocupan una cerca de 4.231.063 ha de la superficie del CAM, representan valores étnicos -culturales y se constituyen en oportunidades para la conservación de la biodiversidad y gestión de los recursos naturales, debido a sus características socio-culturales y la tradición de uso sostenible de los recursos naturales. Según Martínez (2000), el título de propiedad otorgado a los indígenas solamente reconoce el derecho de pertenencia de su espacio ancestral y resulta limitado al uso tradicional, como caza, pesca, recolección y cultivo itinerante.

En el CAM se ubican once TCO (ver tabla 51), correspondientes principalmente a los pueblos originarios Tacana, Chiman, Mosestenes, Yuracaré, Yuki, y Lecos. Mientras que los pueblos moxeños, trinitarios, ignacianos y movimas, se encuentran ubicados en el área de influencia del CAM, hacia la ecorregión de los Llanos de Moxos.

Tabla 51. Tierras Comunitarias de Origen en el Corredor Amboró-Madidi

Tierras Comunitarias de Origen	Pueblo indígena	Nº de Comunidades	Departamentos	(%) de la TCO en el CAM
Pilón Lajas (396.264 ha)	Tacana, Chiman, Mosestén	12	Beni (Ballivián) y La Paz (Franz Tamayo y Sud Yungas)	100
TICH - Chimán (401.322 ha)	Chiman	55	Beni (Ballivián y Yacuma)	90
TIM - Multiétnico (343.262 ha)	Moxeño, Trinitario, Ignaciano, Movima, Yuracaré, Chiman	18	Beni (Yacuma, Ballivián y Moxos)	84
Territorio Indígena Parque Nacional Isiboro Sécore (TIPNIS) (1.236.296 ha)	Yuracaré, Moxeño, Trinitario, Ignaciano, Chiman	47	Beni (Ballivián, Moxos, Marbán) y Cochabamba (Ayopaya, Chapare)	74
Yuracaré (241.170 ha)	Yuracaré	13	Cochabamba (Chapare)	26
Yuki (127.204 ha)	Yuki	18	Cochabamba (Carrasco)	93
Mosestén (96.807 ha)	Mosestén	6	La Paz (Sud Yungas, Larecaja) y Cochabamba (Ayopaya)	100

Lecos Franz Tamayo (Apolo) (471.442 ha)	Leco de Apolo	s/d	La Paz	100
Lecos Larecaja (162.414 ha)	Lecos (Lapa Lapa)	s/d	La Paz (Franz Tamayo, Larecaja)	100
San José de Uchupiamonas (210.055 ha)	Tacana y Quechuas	1	La Paz (Franz Tamayo, Abel Iturralde)	100
Tacana (549.464 ha demandadas) (325.327 ha tituladas)	Tacana	10	La Paz (Prov. Iturralde)	81

Fuente: Martínez (2000); Terceros (2004) basado en datos y estadísticas del INRA 2005.

Las TCO tituladas por Decreto Supremo en el año 1997 después de la aprobación de la Ley INRA fueron Pílon Lajas, Chimán (TICH), Multiétnico (TIM), TIPNIS y Yuki, su titulación se realizó sin el proceso de saneamiento, es decir, su superficie dotada podrá variar una vez que se realice este proceso. Por otro lado, el estado de titulación de otras TCO demandadas que iniciaron proceso de saneamiento indican que las TCO Yuracaré y Mositén se titularon, en su totalidad, con proceso de saneamiento concluido hasta el año 2000 y 2001, respectivamente. La TCO Tacana, en el año 2003, tuvo una titulación parcial de su territorio demandado. Las TCO Lecos Larecaja y Lecos Franz Tamayo, aún se mantienen en demanda. San José de Uchupiamonas es una de las TCO de más reciente titulación, dotación del INRA en el año 2005.

De acuerdo a la ley INRA el saneamiento legal de una TCO tiene el objetivo de identificar derechos de terceros legalmente establecidos en su interior, delimitando y demarcando la superficie de su propiedad. Desde el punto de vista de la conservación, la titulación de las TCO es una necesidad social, de interés común, porque solamente TCO tituladas y saneadas brindan una seguridad jurídica a las comunidades que habitan en ellas, y también brindan mayores oportunidades para implementar procesos de manejo de recursos naturales y conservación de la biodiversidad, estableciendo también responsabilidades de parte de indígenas y otros actores presentes.

4.2.4.2. Derechos otorgados sobre el uso de los recursos naturales

La distribución de las concesiones dentro del CAM (Fig. 25), muestra una concentración de concesiones mineras hacia la ecorregión de Yungas en el departamento de La Paz y, en un sector de los Bosques Preandinos, en el departamento de Santa Cruz. Las actividades petroleras se concentran en la Faja Subandina a lo largo del CAM. La mayor parte de las concesiones forestales se ubican en el Preandino, principalmente en los departamentos de La Paz y Beni.

- Las concesiones mineras: Las principales actividades mineras son de extracción de oro y áridos. Según datos de CI-CEPF (2003), en el CAM y su área de influencia se identificaron 1.682 concesiones mineras de las 8.710 existentes en Bolivia, llegando a cubrir una superficie total de 3.924 ha. La concesión minera tiene como unidad de medida la cuadrícula, equivalente a 25 ha, un concesionario puede tener una o más cuadrículas.

El mayor número de concesiones mineras se encuentra en el sector de los Yungas de La Paz. La mayoría de las concesiones son yacimientos auríferos aluviales y la actividad minera es artesanal. Probablemente, la localidad de Tipuani, en La Paz, sea uno de los centros mineros más importantes en el CAM.

- Las concesiones petroleras: En el CAM, cerca de 2.042.364 ha están cubiertas por concesiones petroleras, presentando una fuerte concentración de éstas en el Pie de Monte y el Subandino de Santa Cruz y Cochabamba (ver tabla 52). El extremo sur del corredor forma parte de la zona tradicional de explotación petrolera.

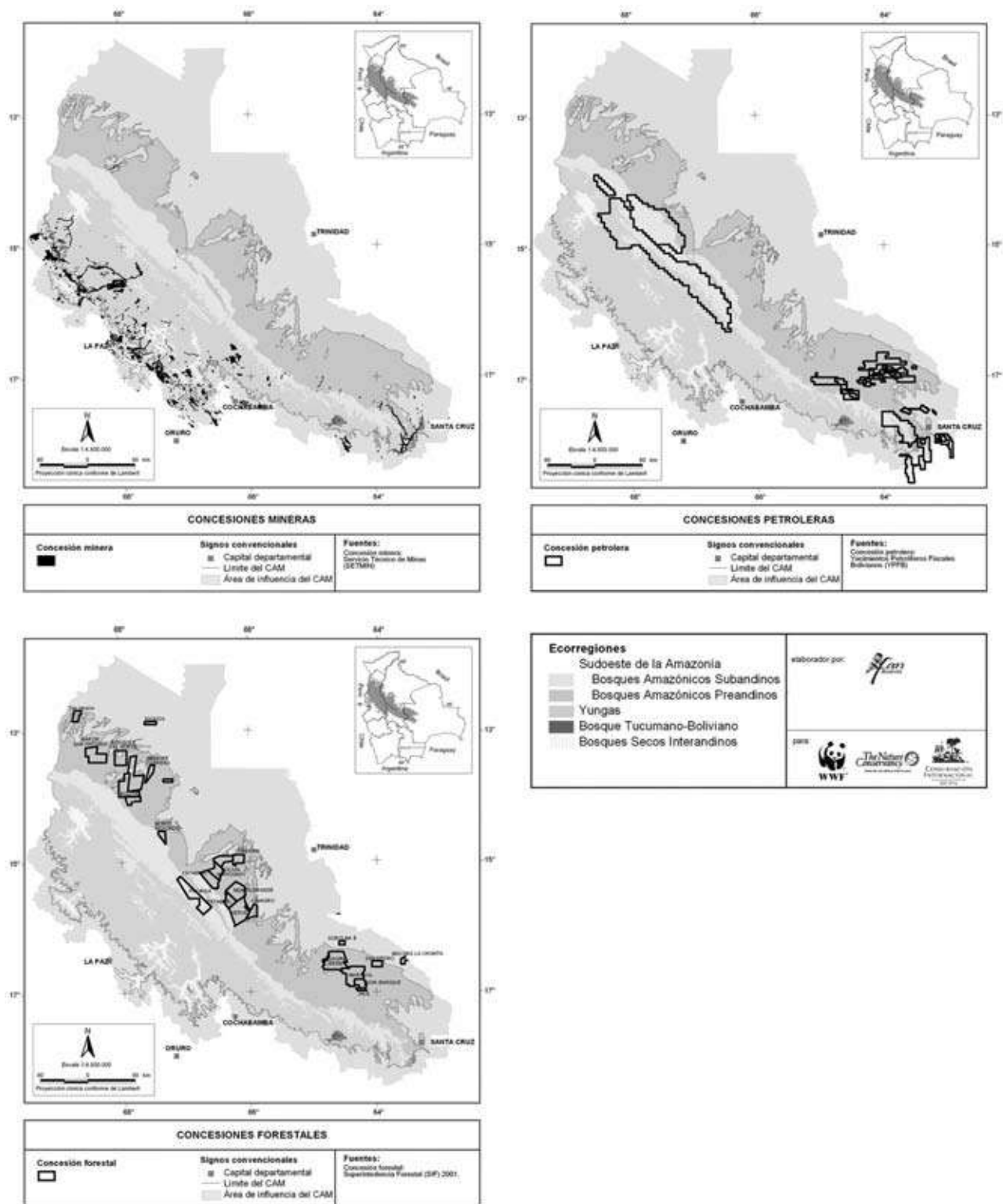


Fig. 25: Concesiones otorgadas sobre el uso de los recursos naturales

Tabla 52. Concesiones Petroleras en el Corredor Amboró-Madidi

Concesión Petrolera	Departamento	Superficie de concesión (ha)	Superficie en el CAM (%)
Andina	Santa Cruz	311027	100
Chaco	Santa Cruz y Cochabamba	198040	76
Don Wong	Santa Cruz	7044	2
Maxus	Santa Cruz y Cochabamba	67609	100
Pecom Energia S.A.	Santa Cruz	22652	44
Petrobras	La Paz, Cochabamba y Beni	992939	100
Repsol	La Paz y Beni	509302	100
Vintage	Santa Cruz	6212	14

Fuente: Elaboración propia basada en datos proporcionados por SERNAP 2005.

- Las concesiones forestales: Bolivia tiene 46 millones de hectáreas de superficie de bosque de las cuales 24 millones son bosques públicos y 5.4 millones de hectáreas, están bajo el régimen de concesiones. En el CAM, las concesiones forestales cubren una superficie aproximada de 1.041.861 ha, el 46% de esta superficie bajo concesión se encuentra en el Departamento del Beni, el 31% en La Paz y el 23% restante en Santa Cruz.

El sistema de tenencia vigente se constituye en un mecanismo de adjudicación de derechos de propiedad sobre los bosques y tierras forestales de dominio del Estado a personas individuales o colectivas para el aprovechamiento de los recursos forestales. UDAPE 2005. SECTOR FORESTAL (1990 - 2004).

Tabla 53. Concesiones forestales en el Corredor Amboró-Madidi

Concesiones forestales	Departamentos	Superficie total (ha)	Superficie en el CAM (%)	Superficie por categoría de manejo (ha)		
				Productiva	Protección	Otros usos
Bolivian Mahogany	Beni	38.228,76	100	33.432,67	4.655,87	140,22
Bosque del Norte	Beni	37.204,00	100	30.466,97	6.372,43	365,00
Cimagro*	Beni	29.019,34	81	110.208,00	15.598,80	
Hervel*	Beni	96.783,48	100			
Fátima Ltda.	Beni	80.651,90	100	74.264,30	5.921,20	466,40
Monte Grande	Beni	66.278,00	95	58.574,00	7.704,00	
Monte Redondo	Beni	16.093,43	100	10.148,76	5.838,92	105,75
Sagusa	Beni	8.019,00	100	3.720,00	4.239,00	60,00
Yureidini	Beni	27.578,51	100	19.704,18	7.764,70	109,63
PROINSA (Yucumo)	Beni	92.564,00	100	75.823,00	16.741,00	
PROINSA (Madre Selva y P-Cinco)	La Paz	96.550,00	100	60.819,00	16.358,57	19.371,93
Bolital	La Paz	91.737,00	87	69.570,00	19.729,32	2.437,68
Bosques del Norte	La Paz	49.835,00	84	28.700,00	20.980,23	154,77

INAFOR San Antonio	La Paz	67870	100	64213,14	3656,86	0
Mamoré	La Paz	19196,26	100	12875,84	6206,52	113,9
San Ignacio	La Paz	19669,0	65	12416,4	7169,8	82,8
Don Enrique	Santa Cruz	23816,46	100	22514,64	1301,82	0
Jalil	Santa Cruz	6065,0	100	5468,0	597,0	0
Marabol	Santa Cruz	83443,0	100	73243,0	10200,0	0
San Pedro	Santa Cruz	13344,12	100	12893,0	451,0	0
UAGRM - BEEM	Santa Cruz	113526,2	100	57800,0	55726,2	0

* Las concesiones Cimagro y Hervel presentan un Plan de Manejo Forestal en común

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Superintendencia Forestal y el Atlas de Derechos Forestales (s.a.).

4.2.4.3. Derecho de gestión de Áreas Protegidas de interés nacional, departamental y municipal

Bolivia cuenta con 22 áreas protegidas de carácter nacional, nueve de estas áreas se ubican de forma total o parcial dentro de los límites del CAM (ver mapa 17). Aproximadamente el 33% de la superficie del corredor está cubierta por áreas protegidas con distintas categorías de manejo, desde la protección más estricta hasta las categorías más flexibles de conservación (tabla 54). Esta cobertura significativa de áreas protegidas se justifica muy bien, si se consideran la gran diversidad de ecosistemas, alta sensibilidad ambiental y alta diversidad biológica, que caracteriza al CAM.

Tabla 54. Áreas Protegidas Nacionales en el Corredor Amboró-Madidi

Área protegida	Base Legal	Departamento/Municipio	Superficie total (ha)	(%) en el CAM
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi	D.S. 24123 del 21-09-1995	La Paz/Apolo, San Buenaventura, Ixiamas, Pelechuco y Guanay	1.895.750	95
Área Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba	D.S. 10070 del 07-01-1972	La Paz/Pelechuco, Curva, Charazani y Guanay	483.743	52
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata	D.S. 23547 del 09-07-1993	La Paz/Coroico y La Paz	40.000	71
Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pílon Lajas	D.S. 23110 del 09-04-1992	Beni/San Borja y Rurrenabaque. La Paz/ Palos Blancos y Apolo	400.000	100
Reserva de la Biosfera Estación Biológica del Beni	D.S. 19191 del 05-10-1982	Beni/San Borja y Santa Ana de Yacuma	135.000	88
Parque Nacional y Territorio Indígena Isiboro Séure	D.L. 7401 del 22-11-1965	Beni/San Ignacio de Moxos y Loreto. Cochabamba /Villa Tunari y Morochata	1.236.296	74
Parque Nacional Tunari	D.S. 06045 del 30-03-1962	Cochabamba/Morochata, Cochabamba, Quillacollo, Sipe Sipe, Tiquipaya, Vinto, Colcapirhua, Sacaba, Colomi, Villa Tunari y Tapacarí	300.000	17
Parque Nacional Carrasco	D.S. 22940 del 11-10-1991	Cochabamba/Pojo, Puerto Villarroel, Chimoré, Tiraque, Totorá, Pocona, Villa Tunari y Colomi	622.600	93

Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró	D.S. 11254 del 16-08-1984	Santa Cruz/Yapacaní, San Carlos, Buena Vista, Porongo, El Torno, Samaipata, Mairana, Pampagrande y Comarapa	637.600	90
---	---------------------------	---	---------	----

Fuente: Elaborado en base de Ribera (2003), SERNAP (2001). Cálculo de % de superficie en el CAM en base a elaboración propia según datos SIG-FAN.

A nivel de áreas protegidas departamentales (ver mapa 18), se encuentra el área protegida de Altamachi, la misma que se creó por Resolución Prefectural (132/2002) y posteriormente movimientos sociales solicitaron su derogación. A pesar de la solicitud de derogación, existe interés por los diferentes actores (prefectura, organizaciones locales y actores sociales locales) en conservar el área de Altamachi, sin embargo, no se ha dado un consenso en el mecanismo, ni la figura legal para lograrlo. El área de Altamachi se ubica en los municipios de Morochata y Tiquipaya del Departamento de Cochabamba, con una superficie de 456.903 ha propuestas como Parque Departamental y 68.940 ha como Área Natural de Manejo Integrado (ANMI); algunos de sus límites son el río Cotacajes y las nacientes de los ríos Santa Elena, Pampa Grande, Incacasani y Altamachi (CIDEDER & CETEFOR 2001)

La reserva Eva Eva-Mosetenes es otra de las áreas protegidas de carácter departamental. Se declaró como área de uso forestal con estrictas medidas de conservación de cuencas mediante Resolución Regional CDF-RN 02/87, posteriormente se ratifica mediante Decreto Supremo 22611 del 09/90 como un Área de Protección de Cuencas Hidrográficas, con una superficie de 225.000 ha. Se ubica en el Departamento del Beni, en la provincias Ballivián y Moxos dentro de los límites de Eva Eva y parte de la Serranía de Mosetenes (Marconi & Miranda 2000).

El Monumento Natural de Espejillos, es una pequeña reserva natural de carácter departamental, se ubica en el municipio de Porongo del Departamento de Santa Cruz, tiene una superficie de 1.197 ha según Resolución Prefectural 138/2000.

Tabla 55. Áreas Protegidas Departamentales en el Corredor Amboró-Madidi

Área protegida	Base Legal	Departamento/ Municipio	Superficie total (ha)
Parque Departamental y Área Natural de Manejo Integrado Altamachi (ANMI)	R.P. 132 del 2002 (posteriormente revocada)	Cochabamba/Morochata y Tiquipaya	525.843
Área de Protección de Cuencas Hidrográficas Eva Eva-Mosetenes	D.S. 22611 del 09/90	Beni/San Borja, Santa Ana y San Ignacio	225.000
Monumento Natural de Espejillos	R.P. 138 del 2000	Santa Cruz/Porongo	1.197
Reserva Natural de Inmovilización de Choquetanga	s/d	La Paz/Cajuata y Quime	40.000

En el ámbito municipal (ver mapa 18) se han identificado cinco áreas protegidas municipales correspondientes al Departamento de Santa Cruz, dos de ellas, el Fuerte de Samaipata y El Chape, se ubican en el área de influencia sur del CAM. Para el Departamento de La Paz se ha identificado al área protegida municipal Tequeje. Otra reserva fiscal como Bella Vista, fue creada en 1964 mediante el Decreto Supremo No. 6689, sin embargo, datos de Museo HNNKM (2000) indican que el área nunca tuvo gestión y que pese a su antigüedad de declaratoria, nunca fue derogada.

Tabla 56. Áreas Protegidas Municipales en el Corredor Amboró-Madidi

Área protegida	Base Legal	Departamento/ Municipio	Superficie total (ha)
Lagunas Santa Bárbara y Brava	O.M 13 de 2002	Santa Cruz/San Carlos	972,03
Área de Protección de Ecosistemas del Curichi “El Cuajo”	O.M. 09 de 2002	Santa Cruz/Buena Vista	373,25
*Bosque de Protección Microcuenca El Chape	O.M. 21 de 2004	Santa Cruz/Mairana	1.723,67
*Parque Eco-Arqueológico “Fuerte de Samaipata”	DS. 2741 de 1997	Santa Cruz/Samaipata	229,12
Jardín de Cactáceas de Bolivia	O.M. 06 de 2005	Santa Cruz/Comarapa	22.144,41
Parque Municipal Tequeje	O.M. 08 de 98	La Paz/Ixiamas	5.400,00

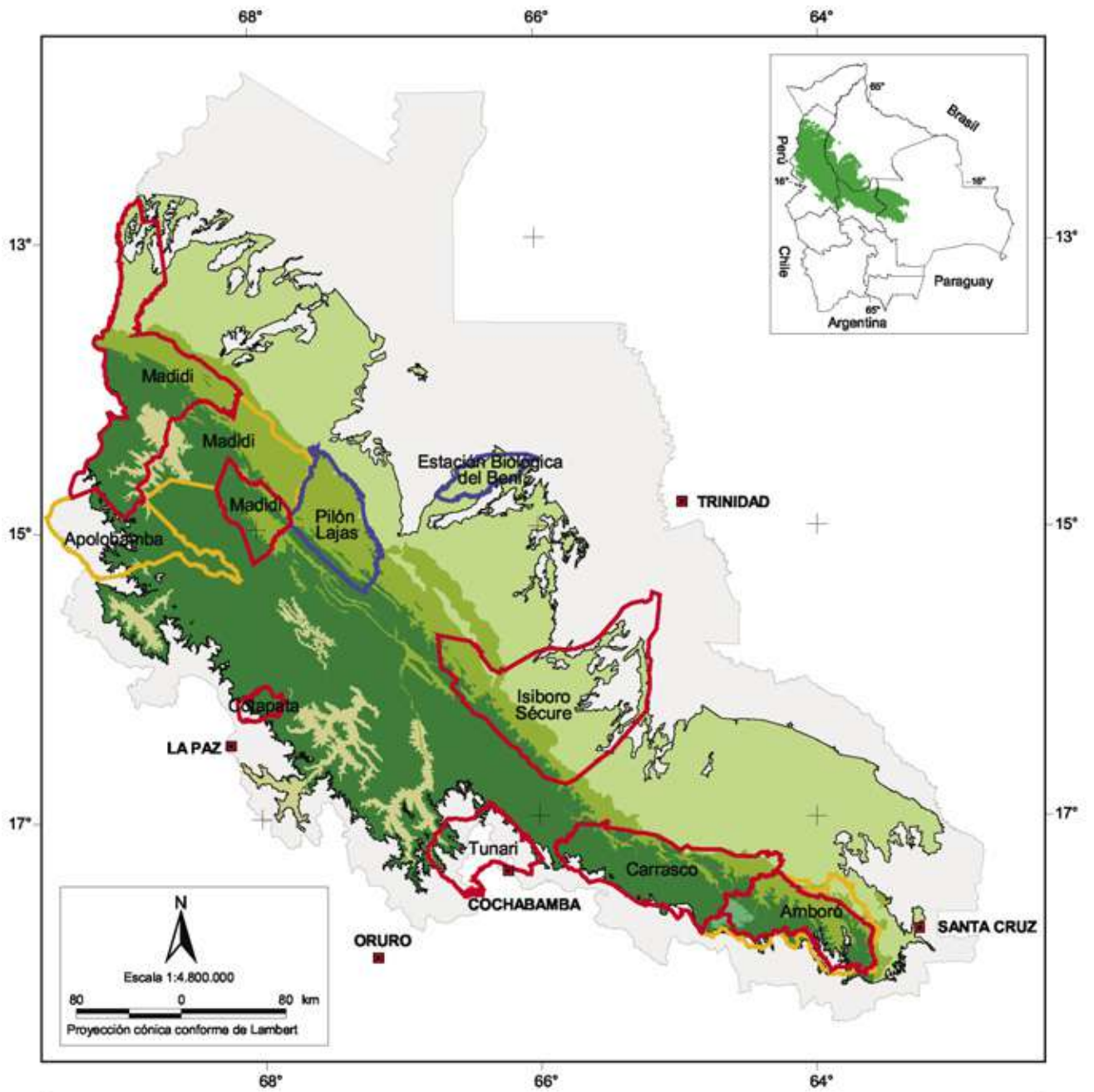
*Ubicadas en el área de influencia del CAM

Las reservas forestales, son otras de las figuras legales consideradas para la gestión de conservación. Un área de importancia en el CAM, es la Reserva Forestal del Choré, se ubica en la Provincia Ichilo del Departamento de Santa Cruz, tiene una superficie de 978.820,06 ha (PLUS 1995). En el Choré se han otorgado alrededor de 25 concesiones forestales con una superficie total de 350.847 ha, en el lugar también se pueden encontrar comunidades que ocupan un territorio de 119.895 ha, haciendo un total de ocupación espacial de 470.742 ha (Pinto 2006). Para el Departamento de La Paz se ha identificado la reserva forestal Quimeras del Atén, así como, tres reservas forestales inmovilizadas (Covendo, Cuenca del Río Boopi e Iturralde), ninguna presenta gestión y la reserva de Covendo se ubica también en el Departamento de Cochabamba. El caso más particular es el de la reserva Iturralde, cuya área inmovilizada cubre gran parte de la provincia del mismo nombre, sin embargo del decreto de creación no especifica el tamaño recomendado para el área, en el caso de oficializar su categoría de gestión (Museo HNNKM 2000).

Tabla 57. Reservas forestales en el Corredor Amboró-Madidi

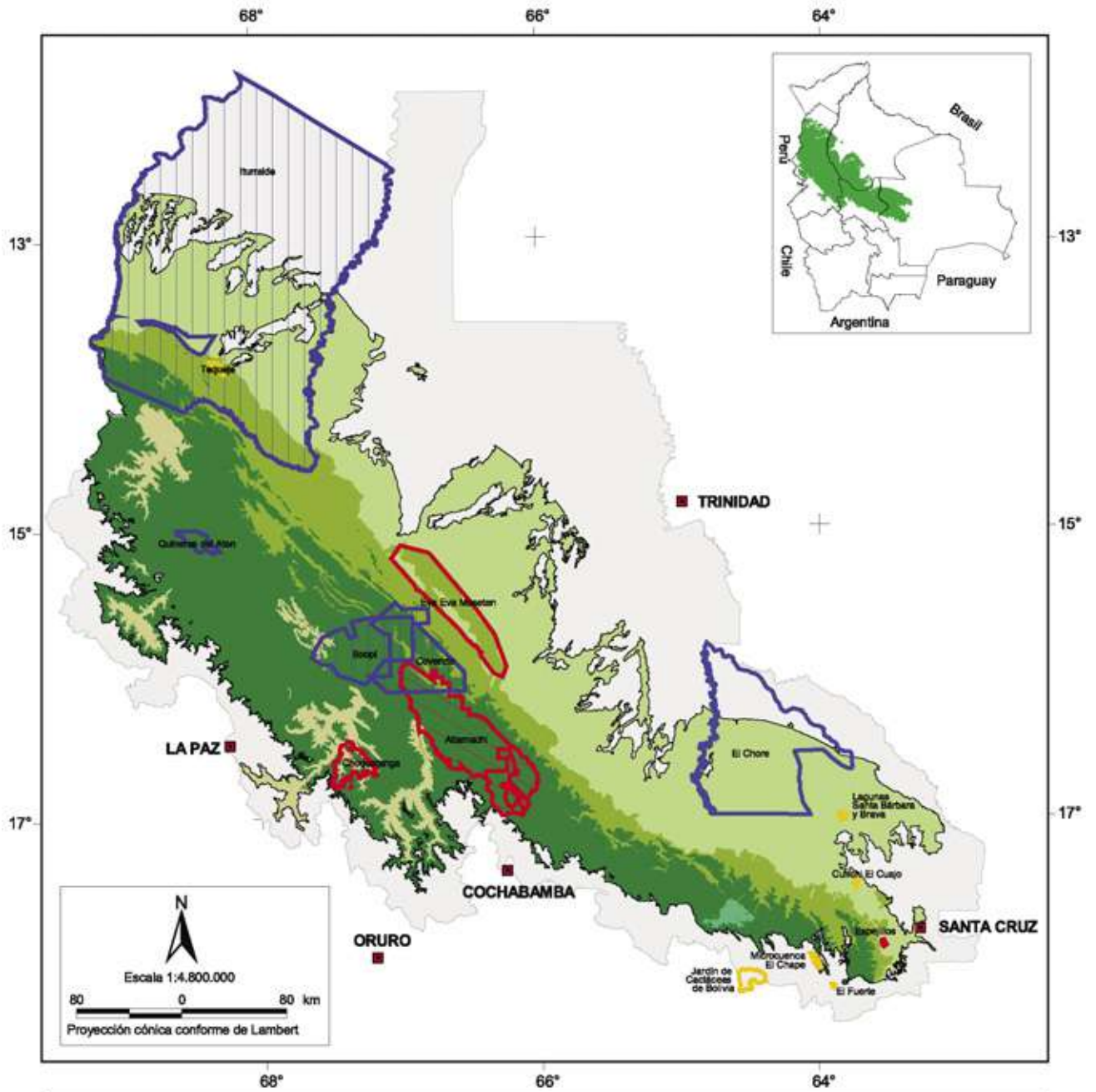
Área protegida	Base Legal	Departamento/ Municipio	Superficie total (ha)
Reserva Forestal del Choré	PLUS 2005	Santa Cruz/Yapacaní y San Carlos	978.820
Reserva Forestal Quimeras del Atén	DS 14696 de 1977	La Paz	27.713
Reserva Forestal de Inmovilización de Covendo	D.S. 20649 de 1984	Cochabamba y La Paz	294.000
Reserva Forestal de Inmovilización de la Cuenca del Río Boopi	D.S. 17005 de 1979	La Paz	128.000
Reserva Forestal de Inmovilización Iturralde	D.S. 23022 de 1991	La Paz	3.900.000

Por otro lado, se ha documentado la presencia de cerca de once Reservas Privadas de Patrimonio Natural sólo para el sector del CAM correspondiente al Departamento de Santa Cruz, sin embargo, dada la necesidad de un mayor proceso de recopilación de información, sólo se encontró el sustento legal para las RPPN de Arubai con una superficie de 594,90 ha según RI-ITE-RPPN 140/2002; Potrerillo del Güendá con una superficie de 1.016,14 ha según RI-ITE-RPPN 005/2003; y Las Hoyadas con una superficie de 1089,64 ha según RI-ITE-RPPN 106/03.



ÁREAS PROTEGIDAS		
<p>Categoría de protegida</p> <ul style="list-style-type: none"> Parque Nacional Área Natural de Manejo Integrado Reserva de la Biósfera <p>Ecorregiones</p> <ul style="list-style-type: none"> Sudoeste de la Amazonía Bosques Amazónicos Subandinos Bosques Amazónicos Preandinos Yungas Bosque Tucumano-Boliviano Bosques Secos Interandinos 	<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> Capital departamental Límite del CAM Área de influencia del CAM 	<p>Fuentes:</p> <p>Ecorregión: Ibisch et al. 2003.</p> <p>Área protegida: Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP) 2005.</p> <hr/> <p>elaborador por: </p> <hr/> <p>para: </p>

Mapa 17



ÁREAS PROTEGIDAS DEPARTAMENTALES, MUNICIPALES Y RESERVAS FORESTALES

<p>Área protegida departamental</p> <ul style="list-style-type: none"> Área declarada En conflicto, declarada y posteriormente derogada Reserva inmovilizada <p>Área protegida municipal</p> <ul style="list-style-type: none"> Área declarada <p>Reserva forestal</p> <ul style="list-style-type: none"> Reserva declarada Reserva Inmovilizada 	<p>Ecorregiones</p> <ul style="list-style-type: none"> Sudoeste de la Amazonía Bosques Amazónicos Subandinos Bosques Amazónicos Preandinos Yungas Bosque Tucumano-Boliviano Bosques Secos Interandinos <p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capital departamental Límite del CAM Área de influencia del CAM
---	---

Fuentes:
 Ecorregión: Ibisch et al. 2003.
 Área protegida departamental, municipal, reserva forestal: Elaborado en base a PLUS - Santa Cruz (CORDECRUZ/KFW - Consorcio IP/CES/KWC 1995) y PLUS - Beni (EUROCONSULT y Consultores Galindo Ltda. 1999), Superintendencia forestal, Base de datos FAN, CI.

elaborador por: 

para:   

Mapa 18

Algunas reservas privadas en el sector norte del CAM fueron identificadas en un estudio de Conservación Internacional, haciendo un total de diecisiete áreas bajo protección privada, todas ellas ubicadas en las tierras más bajas del CAM (Bosques Amazónicos del Subandino y del Preandino; y área de influencia), cubriendo los municipios de Rurrenabaque y San Borja predominantemente. Las RPPN identificadas son:

Tabla 58. Reservas Privadas de Patrimonio Natural en el Corredor Amboró-Madidi

Reserva Privada	Resolución No.
- Laguna Pantanal (2.389,12 ha)	ITEC 7838/2005
- Bajío Grande (973,65 ha)	ITEC 7587/2004
- Cavinás (4.477,34 ha)	ITEC 5316/2005
- Cooperativa Nueva Esperanza (510,59 ha)	ITEC 12049/2004
- Yanaloma (2.426,63 ha)	ITEC 4355/2004
- Santa Rosa (3,93 ha)	ITEC 3372/2003
- El Charal (276,69 ha)	ITEC 7838/2005
- Fátima (Laguna Negra, 286,48 ha)	ITEC 5191/2005
- Isla Azul (519,57 ha)	ITEC 1680/2005
- Tierra Firme (4.744,66 ha)	ITEC 9660/2004
- Engorde Nemar Km 36 (510,22 ha)	ITEC 7867/2005
- Nemar del Yacuma (4.942,73 ha)	ITEC 5589/2005
- San José del Yacuma (2.199,17 ha)	ITEC 1677/2005
- Nueva Bolivia (2.569,56 ha)	ITEC 3517/2004
- Sani (210,65 ha)	ITEC 4528/2003
- Virgen del Carmen (1.056,76 ha)	ITEC 3686/2003
- Capilla antes Americana (1.229,31 ha)	ITEC 2696/2003

4.2.5. Superposiciones y conflictos entre los derechos de tenencia de la tierra y de uso y gestión de los recursos naturales

G. Zolezzi & N. Araujo

En el CAM existen áreas legalmente establecidas con superposición de derechos otorgados, por ejemplo el área de traslape entre concesiones petroleras y áreas protegidas de carácter nacional es de 1.142.361 ha, que corresponde al 24% de la superficie de áreas protegidas dentro del CAM. Considerando que esta superposición de derechos otorgados puede significar un problema para la gestión de conservación de un área determinada, o representar un potencial conflicto entre los diferentes actores involucrados, hacemos especial énfasis en el traslape de áreas protegidas de carácter nacional con otras áreas con derechos otorgados (Mapa 19). También se analiza la superposición de derechos otorgados en TCO, considerando a éstos territorios como espacios naturales que pueden contribuir a la conservación de la biodiversidad.

A. Duplicidad de categoría o superposición entre áreas protegidas y TCO.

Las áreas protegidas Isiboro Sécure y Pílon Lajas presentan también la categoría de Tierra Comunitaria de Origen, mientras que la Estación Biológica del Beni y el Parque Madidi tienen una superposición parcial con las TCO.

El Parque Nacional Isiboro Sécore se creó como parque nacional, en 1965 mediante Decreto Supremo No. 7401, posteriormente, debido a demandas territoriales de grupos indígenas, se designó como Territorio Indígena y Parque Nacional Isiboro Sécore (TIPNIS), mediante Decreto Supremo No. 22610 de 1991. En este sentido, toda el área protegida tiene a la vez la categoría de TCO.

El área de Pílon Lajas fue creada oficialmente el año 1992 (D.S. 23110) y en el año 1997 el territorio indígena recibió el título de TCO (No. 0803.00039), ajustándose a la ley INRA y consolidándose como Reserva de la Biosfera y Tierra Comunitaria de Origen Pílon Lajas (RB-TCO Pílon Lajas). A pesar de la doble categoría, según Ribera & Liberman (2006) el área no muestra ningún conflicto de interés, sino más bien complementariedad y apoyo.

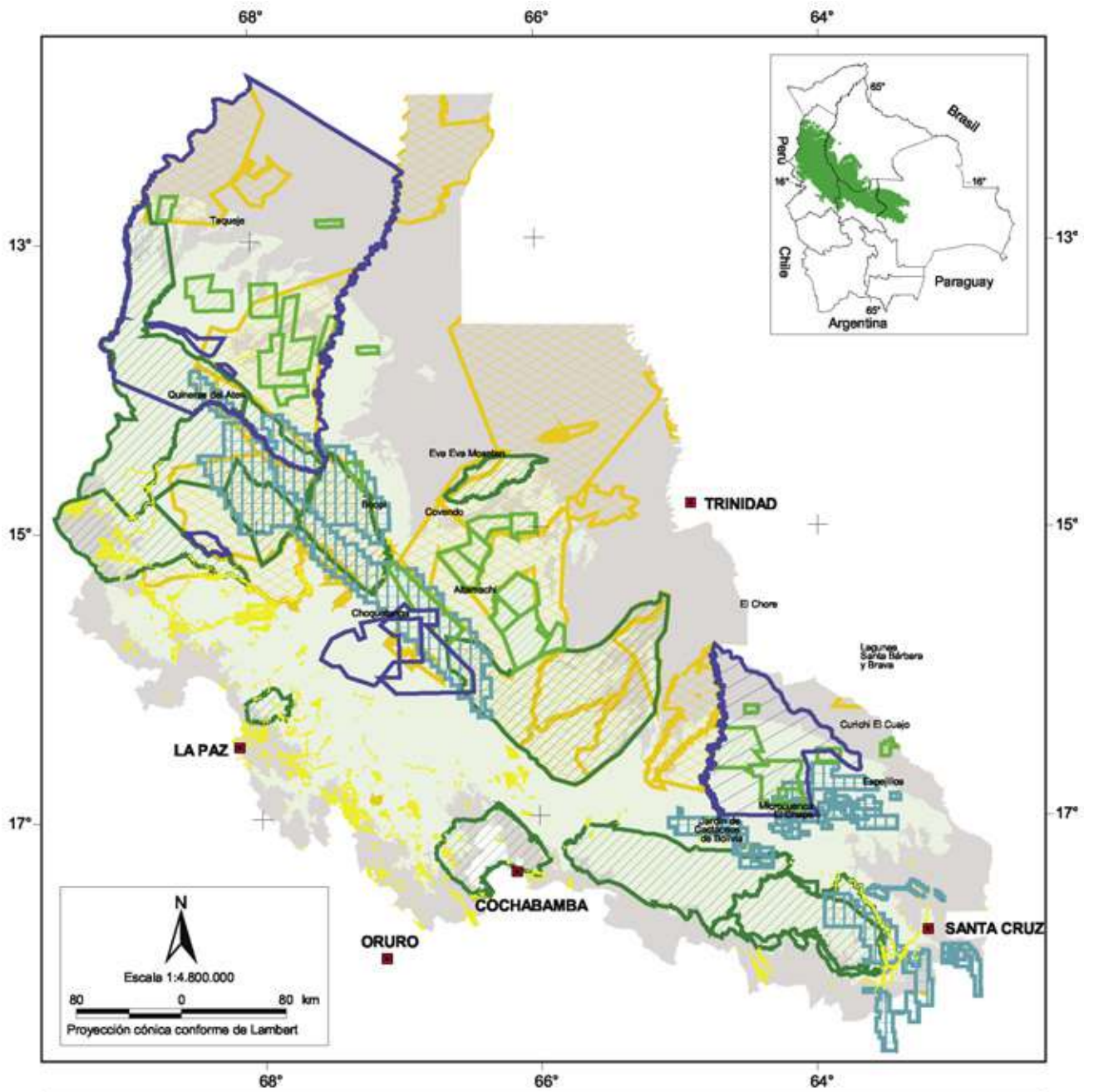
La Estación Biológica del Beni (EBB), se superpone parcialmente con el Territorio Indígena Chimán (TICH) con una superficie total de 35.000 ha, que corresponde al 26% de la EBB. El área se creó en el año 1982 y en 1986 fue declarada por la UNESCO como Reserva de la Biosfera, categoría que es compatible con actividades humanas en su interior. El TICH se creó inicialmente por decreto supremo en el año 1990, posteriormente (1997) cambió su título a TCO, bajo la nueva ley del Instituto Nacional de Reforma Agraria (INRA). El INRA reconoce los derechos propietarios de 12 pequeñas estancias y cinco comunidades Chimanes dentro de los límites definitivos de la RB-EBB (SERNAP 2000).

El Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi, se superpone parcialmente con la TCO demandada Lecos de Apolo. El área en conflicto es de 415.262 ha, ubicada en el sector sur del Madidi. La demanda de la TCO Lecos de Apolo se presentó posteriormente a la Ley del SNRA (Servicio Nacional de Reforma Agraria) y la superficie demandada podrá cambiar luego de que el proceso de saneamiento concluya (Terceros 2004).

Por otro lado, también es importante mencionar la situación del área protegida departamental de Altamachi, la misma que fue creada y posteriormente derogada. Actualmente esta área se superpone con la demanda de TCO (824.142,31 ha) para toda la provincia Ayopaya y parte de la provincia de Quillacollo, presentada por la Central Sindical Única de Trabajadores Campesinos Originarios de Ayopaya (CSUTCOA) al INRA, la misma se realizó el 20 de octubre del 2003. El INRA junto con los demandantes, acordaron subdividir el área demandada en cuatro polígonos para el saneamiento, este proceso de saneamiento tiene problemas presupuestarios para lograr un avance.

B. Superposición entre áreas protegidas y concesiones mineras, petroleras y forestales.

La superficie de superposición de áreas protegidas con concesiones petroleras cubre aproximadamente 1.162.934 ha, mientras que la superposición con las concesiones mineras es de 76.661 ha, y en menor grado las concesiones forestales se superponen en una superficie de 4.670 ha. En general, todas las áreas protegidas del CAM de carácter nacional tienen problemas de superposición con concesiones de uso de recursos naturales, ver tabla 59.



SUPERPOSICIÓN DE DERECHOS OTORGADOS DE USO DE LA TIERRA

- Concesión minera
- Concesión forestal
- Concesión petrolera
- Tierra comunitaria de origen
- Área protegida
- Reserva forestal inmovilizada
- Reserva forestal declarada

Signos convencionales

- Capital departamental
- Área del CAM
- Área de influencia del CAM

Fuentes:

Área Protegida: SERNAP 2005.
 Tierra Comunitaria de Origen: CPTI 2000, INRA 2002.
 Concesión minera: SETMIN
 Concesión Petrolera: YPFB
 Concesión forestal: SIF 2001.

elaborador por:

para:

Mapa 19

Tabla 59. Superposición entre áreas protegidas y concesiones mineras, petroleras y forestales

Área Protegida	Superficie (ha)	CM		CF		CP	
		Sup.	%	Sup.	%	Sup.	%
Amboró	637.600	5.204	1			117.045	18
Apolobamba	483.743	54.570	11				
Carrasco	622.600	1.704	0,2			21.327	3
Cotapata	40.000	3.470	8				
Estación Biológica del Beni	135.000					20.572	15
Isiboro Sécure	1.236.296			3.068	0,3	120.656	10
Madidi	1.895.750	11.164	1			542.924	29
Pilón Lajas	400.000	546	0,1	1.602	0,4	340.407	85

La superposición de áreas protegidas con **concesiones mineras**, en términos de superficie parece no significativa, sin embargo el impacto de la actividad minera es un problema crítico dado que los impactos primarios son poco controlados y cuando se tratan de yacimientos aluviales el impacto puede alcanzar largas distancias que sobrepasan el área de una concesión; en este sentido, el impacto de la actividad minera es más difícil de cuantificar.

Según datos de CI-CEPF (2003) se tienen referencias de actividades mineras ilegales dentro del Parque Madidi y en la reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pilón Lajas. Las actividades mineras dentro de Apolobamba y en su zona de influencia afectan a Madidi y Pilón Lajas, debido a que el área es cabecera de cuenca, la principal fuente de contaminación es el mercurio. En el área protegida Cotapata la actividad minera es aurífera y un estudio reciente indica también contaminación de mercurio. En el Área Natural de Manejo Integrado Amboró la extracción de áridos es intensa, mientras que la explotación de oro está muy localizada y no es mecanizada, la mayoría de la extracción de este mineral se efectúa en los ríos Yapacaní y Surutú (MHNNKM 2000)

Tabla 60. Concesiones mineras en áreas protegidas del CAM

Áreas Protegidas	Número de concesiones
PN y ANMI Madidi	21
RB y TI Pilón Lajas	2
ANMI Apolobamba	129
PN y ANMI Cotapata	42
PN Carrasco	10
PN y ANMI Amboró	72

La superposición de **concesiones petroleras** con áreas protegidas se puede observar en el mapa 19. La Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pilón Lajas es el área con mayor parte de su superficie superpuesta con concesiones petroleras, la empresa petrolera REPSOL tiene dos concesiones que se extienden dentro del área protegida con el bloque Tuichi y el bloque Rurrenabaque, ambas concesiones se extienden hasta el Parque Madidi, se han realizado estudios de impacto ambiental y lecturas electromagnéticas, pero aún no se han desarrollado actividades de exploración (MHNNKM 2000). En el caso del Madidi, la empresa Total Oil and Gas Exploration realizó perforaciones dentro del parque en 1995 y 1996, en la región del río Tuichi, luego de esto la empresa abandonó el bloque realizando actividades de restauración.

Las concesiones petroleras del bloque Chapare y el bloque Sécure están afectando al Territorio Indígena y Parque Nacional Isiboro Sécure. La empresa petrolera REPSOL ha realizado actividades de prospección dentro del TIPNIS. En el caso del área protegida Amboró, se planificaron estudios de sísmica, sin embargo debido a una alta presión social en apoyo al área protegida, no se continuaron las actividades petroleras en Amboró. El área protegida, aún inmovilizada Eva Eva-Mosetenes, es la única que presenta actividad de explotación de hidrocarburos.

Las **concesiones forestales** dentro de áreas protegidas de carácter nacional, en el CAM, están afectando sólo al Territorio Indígena y Parque Nacional Isiboro Sécure y Reserva de la Biosfera y al Territorio Indígena Pilón Lajas. Sin embargo, el mayor conflicto con las actividades forestales no radica en la superposición con áreas concesionadas, sino al aprovechamiento ilegal de madera en las diferentes áreas protegidas del CAM.

C. Superposición entre TCO y concesiones forestales, mineras y petroleras.

La superficie de superposición de área protegidas con concesiones petroleras cubre aproximadamente unas 592.810 ha, mientras que la superposición con concesiones forestales es de 244.168 ha, y en menor grado las concesiones mineras se superponen en una superficie de 9.985 ha. En general, al igual que la situación de las áreas protegidas, todas las TCO del CAM tienen problemas de superposición con concesiones de uso de recursos naturales, ver tabla 61.

Tabla 61. Superposición entre Tierras Comunitarias de Origen (TCO), concesiones mineras (CM), petroleras (CP) y forestales (CF)

TCO	Superficie (Ha)	CM		CF		CP	
		Sup.	%	Sup.	%	Sup.	%
Lecos de Apolo	471.442	134	0				
Lecos de Larecaja	162.414	7.291	4				
Mosetén Misión Covendo	52.601					7.648	14
Mosetén Santa Ana de Mosetenes	43.472					29.318	67
San José de Uchupiamonas	77.352					58.198	75
Multiétnico	343.262			5.196	2		
Pilón Lajas Muchanes	396.264	296	0	2.835	1	333.214	84
Yuqui	127.204			152	0,1		
Tacana	874.791	2.264	0,3	230.927	26	24.752	3
TICH	401.322			1.663	0,4	19.487	5
TIPNIS	1.236.296			3.395	0,3	120.193	10

La presencia de concesiones mineras, petroleras y forestales en TCO, genera nuevas dinámicas económicas que en muchos casos no impactan favorablemente en la economía de las poblaciones locales. Pueden existir también otros problemas que tienen que ver principalmente con la desintegración de las comunidades, el establecimiento de relaciones clientelares que generan pugnas internas.

También algunos estudios de caso analizados por Stocks (1999) sobre tierras indígenas y actividades forestales, indican que la presencia de bosques importantes para el aprovechamiento forestal y la presencia de concesiones madereras y la extracción informal por parte de cuarteros y motosierristas, han favorecido al aprovechamiento ilegal de especies maderables valiosas, como el caso de la mara y el cedro. La extracción ilegal ha sido, en la

mayoría de los casos, más importante para las empresas que los ingresos provenientes de sus propias concesiones. Han existido pugnas internas entre los pobladores de varias TCO por el beneficio económico de la venta ilegal de maderas. En términos de medio ambiente, el impacto ha sido una disminución importante de poblaciones de especies maderables y los efectos del mal manejo de los bosques.

D. Superposición y potenciales conflictos entre áreas protegidas, proyectos civiles y presión por acceso a la tierra.

En esta sección principalmente se presentan potenciales conflictos, dado algunos escenarios de proyectos de infraestructura civil y presión por ocupación territorial que involucran a las áreas protegidas del CAM, algunos de estos proyectos representan escenarios futuros, pero otros ya se han concretado en los últimos años.

El área protegida Cotapata es uno de los sitios con potencial hidroeléctrico del país. Tanto la empresa ELECTROPAZ como COBEE tienen concesiones superpuestas con el parque. En la zona alta, COBEE tiene 4.071 ha alrededor del río Cielo Jahuirá y 950 hectáreas alrededor de la laguna Tiquimani, que forma parte de su sistema de generación de corriente hidroeléctrica del valle de Zongo. ELECTROPAZ realizó un estudio de factibilidad para el Proyecto Hidroeléctrico Coroico, alrededor de los ríos Chucura y Tiquimani. Las comunidades locales están a favor del proyecto debido a los empleos que éste generaría y la consecuente construcción de un camino de acceso (MHNNKM 2002).

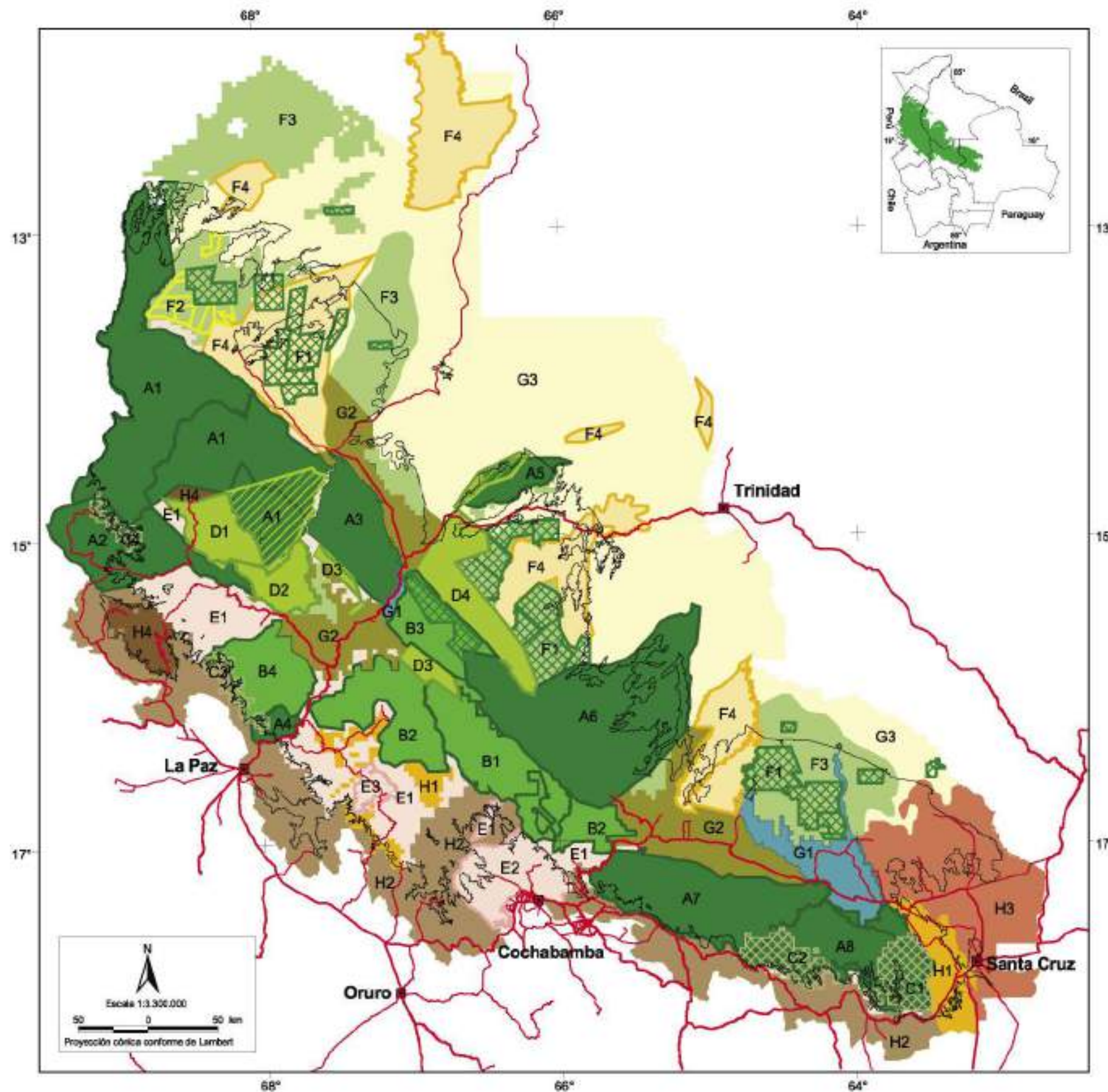
Por otro lado, en el área protegida Madidi se tiene la amenaza latente de una represa en el Estrecho del Bala, la idea fue lanzada desde 1955 y ha sido retomada varias veces, en el año 2003 la amenaza de ejecución del proyecto estuvo más vigente. La estructura propuesta de 205 metros contempla represar el Río Beni, 15 kilómetros al sur de Rurrenabaque. La represa afectaría a los afluentes del Beni, inundando un área grande de bosque, eliminando los ecosistemas ribereños e interrumpiendo las migraciones de diferentes especies de peces que desovan en la parte alta del Beni. En el Parque Nacional Madidi, el lago resultante podría dejar sumergido a zonas de atractivo e infraestructura ecoturística.

En términos de infraestructura civil de caminos, existen dos proyectos de construcción de carreteras que podrían afectar al Territorio Indígena y Parque Nacional Isiboro Sécuré, uno dividiría el parque en dos, para unir San Ignacio de Moxos con Villa Tunari y el otro uniría a Yucumo con Villa Tunari. De acuerdo al PLUS de Cochabamba, ambos proyectos requieren evaluaciones especiales para determinar su impacto (EUROCONSULT y Consultores Galindo Ltda. 1999). Las comunidades indígenas locales se han opuesto al proyecto (MHNNKM 2002).

Ribera & Liberman (2006), mencionan varias amenazas por proyectos de construcción de caminos en otras áreas protegidas del CAM. Para el Parque Nacional Carrasco, una de las mayores amenazas representa el proyecto vial prefectural Montepunco-Antahuagana-Ivirgazama, el cual dividiría al área protegida en dos. En Apolobamba el proyecto de construcción de la carretera Pelechuco-Apolo impulsado por la prefectura es una amenaza creciente. En Cotapata, la Alcaldía de La Paz proyectó el camino entre la Cumbre y Chucura, este proyecto puede tener grandes impactos a nivel de paisajes, y principalmente afectar al camino precolombino del Choro, uno de los atractivos turístico del área. En Madidi, la presión más fuerte es por la construcción del tramo vial: Apolo-Ixiamas, que podría ocasionar graves impactos secundarios sobre el área protegida.

Fuera de los límites de las áreas protegidas, se contemplan impactos secundarios por el proyecto de desarrollo vial del Corredor Norte, el cual involucra para el CAM los tramos Cotapata-Santa Bárbara-Bella Vista-Quiquibey-Yucumo-Rurrenabaque. Una de las principales preocupaciones de la construcción y mejoramientos de vías, desde el punto de vista ambiental, es el incremento de nuevos asentamientos para fines agrícolas y una mayor presión de uso y extracción de recursos naturales en las áreas protegidas Cotapata, Pilón Lajas y Madidi.

Otro de los temas conflictivos en áreas protegidas es la invasión de límites a causa de colonización campesina por población emigrante principalmente. Los Parques Nacionales Amboró y Carrasco, tienen fuerte presión en sus límites y el avance de la frontera agrícola es cada vez más creciente. En Pílon Lajas una fuerte amenaza son las intenciones de ocupación de tierras por los grupos “sin tierra”, así como expandir zonas de colonización a 25 km, del actual límite. En el TIPNIS por otro lado, existen problemas de avance de la colonización especialmente para cultivo de coca, hay problemas de contaminación de ríos por la actividad de pequeñas fábricas de cocaína. En la Estación Biológica del Beni se presenta un fuerte impacto por el tránsito de ganado vacuno que atraviesa la reserva a través de un sector de Río Maniquí (Ribera & Liberman 2006).



PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN PARA LA GESTIÓN DE CONSERVACIÓN DEL CAM

1.1. Portafolio de sitios prioritarios

A. Áreas protegidas establecidas

- (A1) Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi
- (A2) Área Natural de Manejo Integrado Apolobamba
- (A3) Reserva de la Biósfera y Territorio Indígena Pilón Lajas
- (A4) Parque Nacional Cotapata
- (A5) Estación Biológica del Beni
- (A6) Parque Nacional y Territorio Indígena Isiboro - Sécore
- (A7) Parque Nacional Carrasco
- (A8) Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amorbó

B. Áreas protegidas propuestas

- (B1) Parque Departamental Altamachi
- (B2) Propuesta de áreas de protección
- (B3) Propuesta de nueva área protegida
- (B4) Propuesta de ampliación del Parque Nacional Cotapata

C. Áreas de comunidades biológicas únicas de extensión reducida

- (C1) Extremo oeste del Parque Amorbó
- (C2) La Siberia
- (C3) Área de Cotapata
- (C4) Área de Apolobamba

D. Tierras comunitarias de origen de interés prioritario para la conservación

- (D1) TCO Lecós Franz Tamayo
- (D2) TCO Lecós Larecaja
- (D3) TCO Moseién
- (D4) TCO Chimán Multiétnico

1.2. Áreas de desarrollo sostenible y conservación

E. Áreas de reservas locales y manejo sostenible

- E1. Área de manejo sostenible y conservación
- E2. Páramo Yungueño del Parque Nacional Tunari
- E3. Reserva departamental Choquetanga

F. Bosques de uso sostenible

- (F1) Áreas de concesiones forestales
- (F2) Asociaciones sociales de lugar
- (F3) Propuesta de bosques de uso múltiple
- (F4) Tierras comunitarias de origen

G. Áreas de uso múltiple bajo manejo sostenible

- (G1) Corredor de conectividad
- (G2) Agroforestal sostenible
- (G3) Agropecuario sostenible

1.3. Áreas de desarrollo, mejoramiento de la calidad del ecosistema y restauración

H. Áreas de uso múltiple y desarrollo sostenible

- (H1) Agricultura con reservas locales
- (H2) Agropecuario intensivo sostenible
- (H3) Agroindustrial sostenible
- (H4) Área de restauración

Signos convencionales

- Capital de departamento
- Camino principal
- Límite del CAM

elaborador por:

para:

IV. Evaluación integral de conservación



Localidad de Cabra Cancha, área de captación de agua en el Área Protegida Amboró.
(Foto: R. Estrada / FAN)

IV. Evaluación integral de conservación

En este capítulo se integran datos y análisis biológicos con aspectos socioeconómicos que condicionan el estado de conservación de los ecosistemas y especies en el CAM, considerando el contexto de uso directo o impactos indirectos de la actividad humana. Este análisis da los primeros lineamientos sobre la viabilidad de implementación de ciertas acciones de conservación para ecosistemas, especies amenazadas y áreas protegidas.

1. Estado de conservación de los ecosistemas

Para lograr un análisis y valoración objetiva de las áreas con mejor estado de conservación, así como de áreas en estado crítico debido a su grado de perturbación, se aplicó una metodología basada en indicadores socioeconómicos de impactos (ver capítulo de metodología) que permite realizar un análisis especializado para la evaluación de los ecosistemas terrestres. No fue posible aún, debido a la insuficiencia de datos y desarrollo metodológico, realizar una evaluación similar para ecosistemas acuáticos, sin embargo se presenta una caracterización general de los principales impactos.

1.1. Estado de conservación de los ecosistemas terrestres

N. Araujo, C. Nowicki, S. Cuéllar & P.L. Ibisch

Los ecosistemas del CAM presentan un buen estado de conservación en general (Figura 26). Cerca del 64 % de la superficie presenta condiciones de muy poca a ninguna intervención humana, y principalmente corresponde con áreas predominantemente inaccesibles, que en muchos casos coinciden también con las zonas núcleo de áreas protegidas. Es destacable la presencia de grandes áreas continuas o bloques en buen, a muy buen estado de conservación, que sin duda alguna representan una gran oportunidad para la conservación y el mantenimiento de la funcionalidad del CAM.

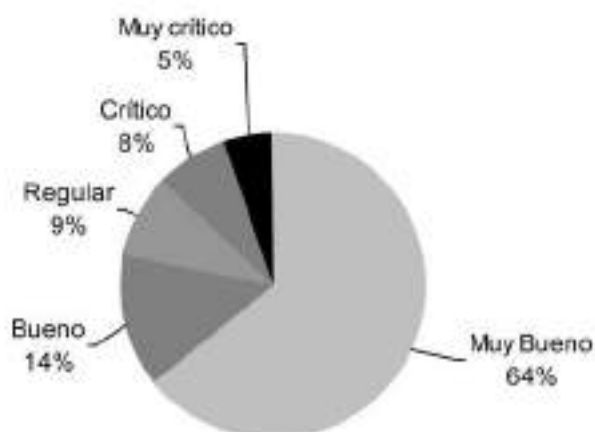


Figura 26. Superficie del Corredor Amboró-Madidi según su estado de conservación

En un porcentaje menor de la superficie del CAM, se encuentran ecosistemas más perturbados. El extremo sur del CAM, en el área del norte integrado del departamento de Santa Cruz se encuentra una de las zonas más intervenidas y en estado crítico de conservación, caracterizada por un desarrollo agroindustrial ubicado más hacia el área de influencia del CAM. Siguiendo con un área de influencia de la carretera principal que une Santa Cruz con Cochabamba, se encuentra otra zona de intervención caracterizada por desarrollo agroforestal, centros poblados importantes, puertos de navegación y actividad hidrocarburífera, presenta un estado de conservación de moderado a crítico. Ambas áreas de perturbación, en conjunto actúan como una barrera para la conectividad altitudinal, aislando de cierta forma a las áreas protegidas de Amboró y Carrasco.

En este sentido se pueden predecir problemas de conectividad y migración en los corredores naturales verticales relacionados con estas áreas protegidas. Ya está casi interrumpida la conexión preandina-subandina implicando consecuencias graves para muchos taxa. En esta escala, en otras áreas no hay problemas de similar gravedad.

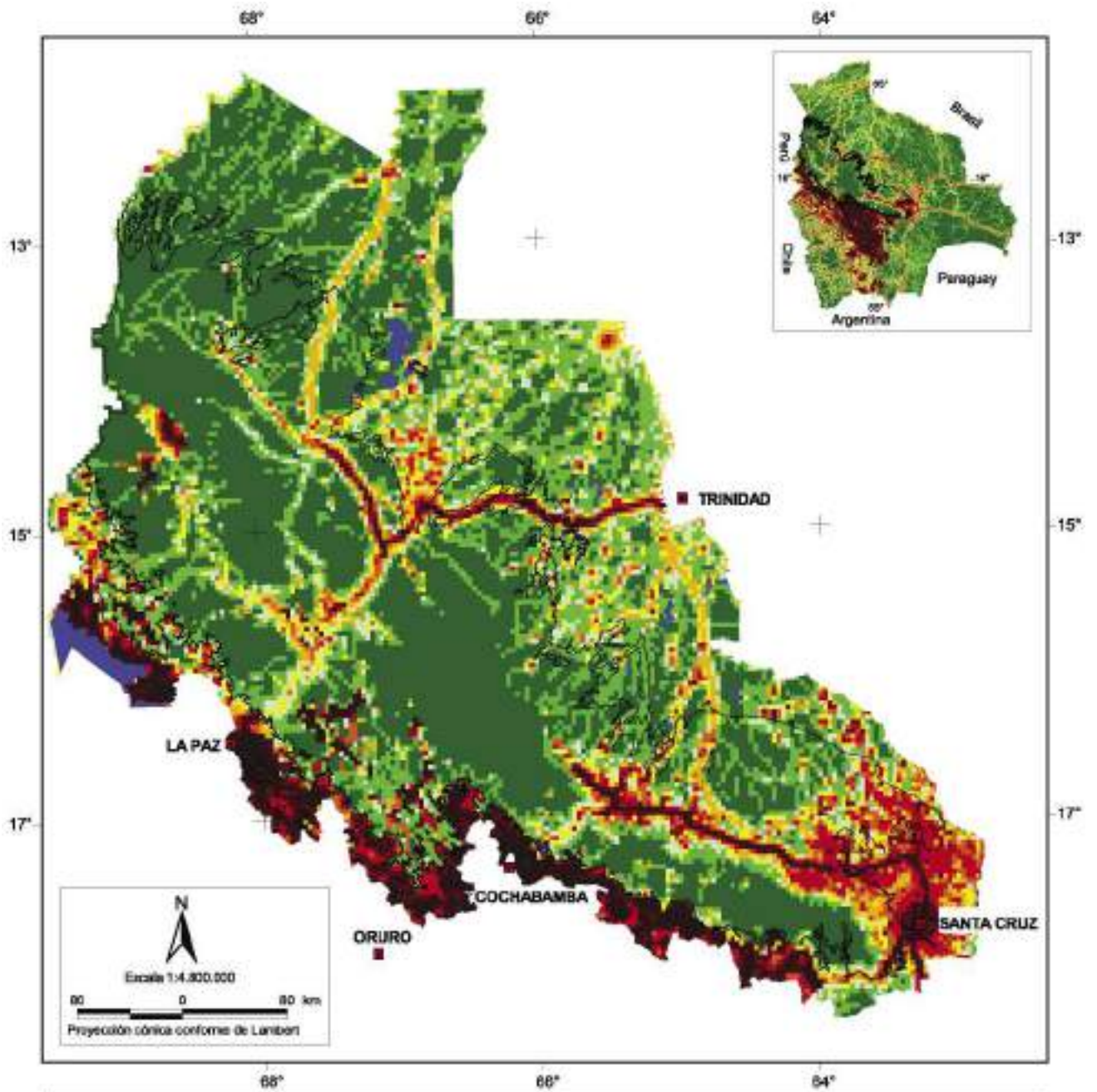
Otra área perturbada en este sector del CAM, se encuentra, en el área de influencia de los ríos Ichilo y Chapare, que presenta un grado mediano de intervención. Los principales impactos están dados por el aprovechamiento de la fauna silvestre, la explotación forestal y la habilitación de pequeños predios para uso agrícola.

En los alrededores del principal tramo vial que une el Altiplano con varios centros poblados de tierras bajas (entre La Paz y Beni), se encuentra otra área importante de intervención, con un estado de conservación moderado a parcialmente crítico en algunos lugares. Un problema de consideración para la conservación de la biodiversidad se genera en el área de Tipuani en relación con la actividad minera existente para explotación de oro. En todo este sector, en general, las causas de impacto son la habilitación de pequeñas parcelas agrícolas por nuevos asentamientos humanos que se van dando a lo largo de los caminos, el aprovechamiento de fauna silvestre y la explotación forestal ilegal.

Más hacia la zona de los Valles Secos Interandinos y parte de los Yungas de Cochabamba y del sur de La Paz, se encuentran áreas de perturbación con impactos principalmente relacionados con el uso histórico de los recursos naturales, existiendo de esta manera un estado de conservación moderado a muy crítico en gran parte de estos valles. Por otro lado, el valle de Sorata, más hacia el norte de La Paz, junto con la zona de Apolo y la zona de Independencia en Cochabamba, probablemente sean las áreas más degradadas del CAM, con un estado de conservación muy crítico.

Es necesario destacar el impacto en la zona de Apolo (pampas de Caupolicán y de Atén) dada su influencia directa sobre el Parque Nacional Madidi. Esta zona presenta grandes extensiones de pampas o sabanas antropogénicas. Los impactos actuales están dados por desbosque y quema para uso ganadero, factores que han generado una erosión edáfica avanzada (Navarro *et al.* 2004).

Finalmente la zona de influencia del CAM, presenta en el sector de tierras altas y alrededores de la ciudad de Santa Cruz un estado de conservación crítico, posiblemente sólo hay presencia de pequeñas áreas relictuales de vegetación original y especies de fauna menos sensibles y bien adaptadas a las nuevas condiciones existentes. Mientras que el resto de la zona de influencia, en las tierras bajas, el estado de conservación es bueno en general, especialmente hacia el sector norte del Beni y La Paz.



ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS		
<p>Grado de conversión/degradación de los ecosistemas [%]</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 - 10 10 - 20 20 - 30 30 - 40 40 - 50 50 - 60 60 - 70 70 - 80 80 - 90 90- 100 	<p>Signos convencionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Capital departamental — Límite del CAM ■ Lago <p>Los sistemas acuáticos no han sido evaluados en relación al grado de su conversión/degradación.</p>	<p>Fuente: Elaborado según, Nowicki 2004.</p>
<p>elaborador por: </p>		
<p>patro: </p>		

mapa 20

1.2. Estado de conservación de los ecosistemas acuáticos

D. Quiroga & N. Araujo

Aún no ha sido posible hacer una evaluación del estado de conservación de los ecosistemas acuáticos del CAM, debido en gran parte a la insuficiencia de información específica, por este motivo la presente sección sólo hace mención de los principales problemas existentes que afectan a la calidad de los ecosistemas acuáticos, los datos publicados por Van Damme (2002) sobre los sistemas acuáticos de Bolivia han sido la referencia más importante.

En forma general se puede indicar que las presiones e impactos existentes se deben a:

- a) Contaminación del agua por químicos, agroquímicos y heces fecales del ganado. Los problemas principales están ubicados en los ríos y arroyos cabeceras del Mamoré donde existe uso de plaguicidas, y desechos de productos utilizados en la producción de cocaína (actualmente con menor impacto debido al alto control antidroga).
- b) Contaminación del agua por mercurio a causa de la importante actividad minera. Este es un problema serio especialmente en las cabeceras del río Beni, donde el mercurio es utilizado durante la extracción de oro, que luego, ya introducido en el agua, se acumula en los tejidos de peces piscívoros y carnívoros, de los cuales existen varias especies de valor comercial para consumo humano (ver mayores datos en estado de conservación de la fauna). Maurice-Bourgoin (2001) demostró que el área con mayor impacto por la contaminación de mercurio es Rurrenabaque, región donde no existe actividad aurífera, pero la contaminación llega por los distintos tributarios del río Beni. Así también, dada las características migratorias de algunas especies de peces, los problemas de contaminación por mercurio pueden afectar a otras regiones de la Cuenca Amazónica boliviana.
- c) Impactos por sedimentación y destrucción de riberas por sobrepastoreo y actividad agrícola pueden resultar en cambios en el caudal y/o en la cantidad de sedimentos en suspensión de los ríos, y conducir a una rápida colmatación. Existen indicios que el transporte de sedimentos en el río Beni ha incrementado debido a la destrucción de los bosques ribereños (Van Damme 2002). Los problemas en general por este tipo de impactos se ubican en todo el sector amazónico del CAM.
- d) Impactos sobre las especies acuáticas. Existen muy pocos datos para describir este impacto, sin duda todas las formas y fuentes de impactos mencionados en los puntos anteriores son importantes para condicionar la diversidad de especies en general, especialmente de aquellas más sensibles. A un nivel particular y de presión directa, las especies de peces con potencial comercial pueden presentar amenazas sobre su tamaño poblacional, sin embargo, no hay datos suficientes como para evaluar este impacto, sólo es posible mencionar que las cuencas del río Ichilo y del río Beni son las áreas que tienen mayor presión de pesca comercial.

2. Estado de conservación de las especies del Corredor Amboró-Madidi

Definir el estado de conservación de las especies en el CAM, es una tarea complicada debido a la alta diversidad de especies y al escaso conocimiento sobre el estado de las poblaciones, incluso para los grupos mejor conocidos como flora y fauna. Sin embargo, existen datos para algunos de ellos, generalmente, en base a información personal e información no publicada, que permiten hacer una primera introducción hacia las principales amenazas en estos grupos como insumo para generar algunas pautas sobre su estado de conservación.

También es importante mencionar que especialmente la ecorregión de los Yungas es prácticamente la única región en el país donde la deforestación de áreas relativamente pequeñas puede llevar a la eliminación de especies enteras (Ibisch 2003) dado el grado de distribución restringida de muchas especies. En este sentido, es posible recomendar que la conservación en el CAM, debe enfocarse en mantener procesos ecológicos y ecosistemas saludables; a nivel de especies y en términos generales debe preocupar la declinación global de anfibios que afecta, principalmente, a los taxones de bosques montañosos húmedos, garantizar la conectividad de hábitat para especies de amplio rango de distribución y estrategias específicas de conservación de estas especies, como en el caso del jukumari (*Tremarctos ornatus*), y especialmente diseñar estrategias de conservación para especies características del Páramo Yungueño que es uno de los ecosistemas más amenazados del CAM.

2.1. Estado de conservación de la flora

P.L. Ibisch

Como el estado de conocimiento de la flora del CAM es muy deficiente, es difícil analizar el estado de conservación de las especies singulares. Como las áreas mejor conocidas principalmente coinciden con los caminos principales y naturalmente, por eso, con las áreas más perturbadas, existe el riesgo de sobrestimar el estado de amenaza de muchas especies, especialmente si han sido colectadas muy pocas veces y siendo endémicas en el área de estudio. En muchos de estos casos, por la conversión de zonas adyacentes de estos caminos, ya se lamentará la destrucción del hábitat en las localidades tipo. Sin embargo, existe la esperanza de que muchas especies tengan una distribución algo más amplia que aquella que se conoce actualmente.

En general se puede predecir que hay dos categorías de especies vegetales amenazadas: árboles aprovechados por su madera y especies localmente endémicas en hábitats destruidos. Según el *Tree Conservation Service* del *World Conservation Monitoring Centre* (<http://www.wcmc.org.uk/trees/index.html>) hay unas 114 especies de **árboles** bolivianos que están amenazados. Aunque la lista aún está desequilibrada, siendo fuertemente influenciada y sesgada por el estado de conocimiento de diferentes grupos taxonómicos y por criterios subjetivos de especialistas, sirve para apreciar ciertas tendencias. Contando las especies probablemente existentes en el CAM (sin considerar algunas restringidas netamente a los valles secos, sino concentradas en los bosques húmedos) son más o menos 40 especies registradas en el banco de datos de WCMC. Lo que se puede concluir es que son afectadas algunas especies específicamente aprovechadas por su madera (p.ej. Podocarpaceae, Meliaceae); además se describen peligros en el caso de grupos altamente endémicos que fácilmente entran en categorías de amenazas si su hábitat es perturbado o destruido (p.ej. Theaceae, género *Freziera*, ver también Weitzman 1995).

En el caso de las **Pleurothallidinae (Orchidaceae)**, grupo en Bolivia restringido casi exclusivamente al área del CAM (Vásquez & Ibisch 2000), se ha aplicado el método propuesto por Ibisch (1998) que destaca, entre otras, especies con distribución restringida y de hábitats amenazados. Casi la mitad de las especies no está amenazada. Casi un cuarto se considera vulnerable -principalmente por su supuesta distribución restringida (endemismo local). Más de un 20% pertenece a una categoría de amenaza y aproximadamente un 8%, con cierta probabilidad, se encuentra en un estado de peligro serio. Especialmente en los Yungas de Cochabamba, pero también en La Paz, las amenazas son más preocupantes, a consecuencia de carreteras que bajan desde las cumbres a los llanos, abriendo posibilidades para una colonización dinámica que, en poco tiempo, ha convertido bosques vírgenes en zonas deforestadas e incluso degradadas. Evaluando los resultados de Vásquez & Ibisch (2000) acerca del estado de conservación de las Pleurothallidinae, se ha visto que los resultados podrían ser un poco pesimistas (Ibisch *et al.* 2001); sin embargo, se confirmó la tendencia general. Un análisis reciente del estado de conservación de las **Laeliinae, Sobraliinae y Polystachinae** se ha beneficiado por la disponibilidad de los mapas de los rangos de distribución extrapolados. Ibisch *et al.* (2004b): “Si se consideran solamente las especies confirmadas para Bolivia (181 spp), en el conjunto de las Laeliinae, Polystachinae y Sobraliinae hay relativamente pocas especies

amenazadas pero un porcentaje considerable de especies que son vulnerables (13%) y que podrían convertirse en amenazadas si sigue avanzando la destrucción de su hábitat. Las dos especies amenazadas pertenecen al género *Epidendrum* que han sido colectadas en el camino de Cochabamba a Villa Tunari (Chapare, departamento de Cochabamba), en la década de 1970 y 1980, pero que no han sido registradas después, a pesar de esfuerzos de colección bastante continuos (*E. farinosum*, *E. hajekii*). Las localidades de las colecciones, después de los registros, han perdido su vegetación original, debido al cambio del uso de la tierra. Contemplando el pobre estado de conocimiento y colección claramente destacado anteriormente, sin embargo, hay una oportunidad que estas especies aparezcan incluso en otros sitios y que baje su categoría de amenaza.”

2.2. Estado de conservación de la fauna

Los datos existentes para algunos grupos de fauna permiten hacer descripciones preliminares sobre las principales amenazas que afectan al estado de conservación de algunos taxones. En este sentido se presentan descripciones generales para los grupos de vertebrados e insectos en el caso de los invertebrados. También ha sido posible elaborar listas de especies amenazadas sólo para los grupos de anfibios, aves y mamíferos según evaluación de la UICN (2003, 2004), igualmente se presenta una lista preliminar de especies de reptiles que podrían considerarse como amenazados para el CAM, según datos extraídos del estudio de Embert (2007), esta lista es una propuesta que puede ser considerada para su validación oficial por los organismos competentes del estado. En cualquiera de los casos, aún queda por delante evaluar el verdadero estado de conservación de estas especies en el área del CAM.

2.2.1. Insectos

N. Araujo & S. Reichle

El grupo de los insectos es uno de los taxones con mayor debilidad de conocimiento en Bolivia. Por este motivo, sólo se presentan algunos datos referenciales sobre su estado de conservación.

Varios estudios en ambientes acuáticos del CAM, han sido orientados para medir el efecto de contaminantes sobre la fauna bentónica (Salinas *et al* 1999; Maldonado *et al.* 2000, Van Damme *et al.* 2000), en resumen indican que los efectos producidos por químicos sólo son momentáneos, no afectando significativamente a las poblaciones de insectos acuáticos; el efecto sí es observable en zonas de anegación de los ríos y generalmente esto se da en tierras bajas.

Observaciones preliminares en el Parque Amboró (datos personales), indican que un mayor impacto para las poblaciones de insectos acuáticos, significa la alteración física directa de su medio natural al presentar desmonte y presencia de ganado en riberas de río.

En conclusión, debido a las características topográficas y la presencia de una intensa red fluvial extensa en la zona del CAM, se puede predecir un buen estado de conservación de los insectos y otros organismos acuáticos. Por un lado la pendiente facilita el drenaje y oxigenación del agua en casi todo el sistema fluvial, favoreciendo de esta manera al reciclaje del agua. Por otro lado, la extensa red fluvial garantiza una conexión de ríos que disipan con facilidad los posibles contaminantes. Otro factor importante es el mantenimiento de la vegetación ribereña dada por la presencia de extensas áreas que aún mantienen un buen estado de conservación.

Para el resto de los insectos no acuáticos, se dispone de datos que faciliten el análisis. En forma general se puede suponer un buen mantenimiento de la estructura de las poblaciones, gracias a las colectas realizadas por entomólogos (datos personales, Ledezma com. pers.) quienes en varias especialidades han encontrado en la zona del

CAM un buen nivel en la riqueza de especies, según los taxones estudiados. Sin embargo, existen varias especies con endemismo restringido, que debido a la pérdida de su hábitat, o parte de él podrían estar muy amenazadas, lamentablemente no se cuenta con los datos suficientes para destacar conclusiones exactas.

2.2.2. Peces

N. Araujo

Se tiene tres factores de importancia que afectan al estado de conservación de los peces en diferentes sectores del CAM, 1) la pesca comercial, b) introducción de especies exóticas y c) contaminación de aguas.

La ictiofauna en la zona del CAM, es aprovechada como recurso alimenticio tanto de subsistencia como para comercio, en una mínima proporción si se compara con otras regiones del país, debido principalmente a la ausencia de ríos caudalosos o lagunas que permitan un aprovechamiento pesquero en forma intensiva.

Otro factor que detiene el impacto humano directo es la topografía accidentada en gran parte del área, impidiendo en esta forma el acceso a los recursos acuáticos. Si bien en zonas altas prácticamente no existen especies de interés alimenticio y comercial, podrían aprovecharse con fines ornamentales, aunque este rubro económico no está bien desarrollado en el país.

El problema principal que afecta al estado de conservación de los peces, en el sentido del impacto por aprovechamiento pesquero, es la pesca comercial que según Sarmiento & Barrera (1997) se realiza de forma selectiva utilizando, preferentemente, especies de porte grande como ser: pacú (*Colossoma macropomum*), tambaquí (*Piaractus brachyomus*), surubí (*Pseudoplatystoma fasciatum*) y chuncuina (*Pseudoplatystoma tigrinum*). Al ser una pesca selectiva e intensiva, las poblaciones de algunas especies podrían estar fuertemente afectadas. Los impactos, debido a la ausencia de estudios, aún son desconocidos. Un monitoreo sobre el aprovechamiento pesquero en la cuenca del río Ichilo actualmente en ejecución (com. pers. P. Van Damme) podrá emitir, entre otras cosas, pautas para valorar el estado de conservación de los peces y capacidad productiva de la zona.

Los ríos dentro del CAM más afectados por la pesca comercial son el Ichilo y varios de sus afluentes en el sector de Santa Cruz y Cochabamba. Otros ríos, de importancia comercial, pero en menor escala son el río Beni y el río alto Isiboro.

Sarmiento & Barrera (1997), indican como otra fuente de amenaza para las poblaciones de peces, la introducción de especies exóticas, especialmente en la cuenca alta del río Beni y con cierta probabilidad para el Mamoré, ya que se tienen registrados especímenes de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en algunos ríos de Charazani, Unduavi y Miguillas. Otros registros de trucha se han realizado en la zona de Sehuencas (Parque Nacional Carrasco, Cochabamba; P.L. Ibsch, com pers.) y en el Valle de Zongo (La Paz, S. Reichle datos personales). Con la introducción de esta especie exótica se suscitan una serie de problemas, no sólo a nivel de alteraciones en la estructura trófica en los ríos y arroyos, sino también a la introducción de enfermedades exóticas, como el punto blanco (*Ichthyophthirius multifiliis*), poniendo en riesgo a poblaciones locales (Sarmiento & Barrera 1997). Más recientemente, se ha verificado la presencia del paiche (*Arapaima gigas*) en la cuenca del río Beni. Esta especie introducida es conocida por ser una depredadora, cuya presencia podría cambiar la estructura y composición de especies en el área del río Beni y sus afluentes.

Los impactos por contaminación del agua se presentan principalmente como consecuencia de la actividad minera desarrollada en varios sectores de los ríos Beni y Mamoré (cabeceras). Estudios de Maurice-Bourgoin *et al.* (1999) indican acumulaciones de mercurio en peces piscívoros, hasta cinco veces mayores que los límites permisibles por la OMS (0.5 µg Hg g⁻¹), y una gran parte de estas especies también son utilizadas como recurso

alimenticio de personas locales. Para los tributarios del río Beni Maurice-Bourgoin *et al.* (1999) “identificaron que el 72% de los peces piscívoros y carnívoros colectados como parte de un estudio, presentaban concentraciones de mercurio en niveles que sobrepasaban hasta cinco veces los valores límite establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para consumo humano. Las especies con altas concentraciones de mercurio en sus tejidos fueron el surubí y pintado (*Pseudoplatystoma* spp.), la palometa (*Pygocentrus nattereri*), el muturú (*Paulicea lutkeni*) y el dorado de piel o plateado (*Brachyplatystoma flavicans*).” Todas las especies identificadas con elevadas concentraciones de mercurio son de valor comercial y forman parte de la dieta de comunidades indígenas locales (Van Damme 2002).

2.2.3. Anfibios

S. Reichle

Las mayores amenazas para las poblaciones de anfibios en Bolivia fueron resumidas por Reichle (2003). Entre las más importantes para el área del CAM se encuentran los posibles cambios climáticos (ver Heyer *et al.* 1988, Pounds *et al.* 1999), la destrucción y fragmentación de hábitats naturales, la introducción de especies exóticas (mayormente truchas en el CAM, La Marca & Rheinthalder 1991) y la posible introducción de agentes patogénicos (Lips 1998, Daszak *et al.* 1999).

No se cuenta, con datos suficiente como para determinar si todas estas causas están afectando fuertemente o no a la fauna anfibia del CAM, sin embargo vale la pena destacar que existe un endemismo muy restringido de algunas especies y la pérdida de hábitat, por el cambio de uso de suelo, en estos sectores son un peligro para la sobrevivencia de estas especies.

El uso de los anfibios por el humano es casi nulo y sólo se aprovecha para algunas prácticas tradicionales, como en el caso de la cultura Kallawayá (localidad de Curva, La Paz) que utiliza la herpetofauna en general para fines curativos; la demanda es frecuente por los lugareños y los turistas; las especies más requeridas pertenecen al género *Telmatobius* (Aparicio 1999).

Un aspecto relevante que podría afectar fuertemente al estado de conservación, está relacionado con la declinación global de las poblaciones de anfibios, que según Vial & Saylor (citados por Ergueta & Harvey 1996) tiende a afectar a especies en hábitats de altura y los reportes normalmente para lugares perturbados y no perturbados por el hombre. Los géneros más afectados son: *Atelopus*, *Bufo*, *Colostethus*, *Cochranella* y *Telmatobius*.

Anderson (1998) fue uno de los primeros en indicar que la declinación de especies en Centro América y Australia se debe a la presencia de un hongo del grupo de los chytridos, hongos antiguos que fueron conocidos como parásitos de invertebrados. El hongo parece ser un fenómeno mundial. Las causas para una actual distribución más amplia, pueden ser varias, entre ellas se maneja la hipótesis de su transporte a través de los calzados de los mismos investigadores que viajan de un país a otro, sin realizar (involuntariamente) una desinfección de los mismos. Reichle (2003) sugiere las acciones a tomar para no transportar posibles enfermedades a, y dentro de Bolivia. En algunos países como Australia ya se establecieron avisos especiales para científicos que trabajan en diferentes zonas, entre ellos la limpieza de botas y vehículos y la desinfección de equipo de trabajo con alcohol de 70% (Anderson 1998).

En Bolivia, aún no se sabe si se registra una declinación de la población de anfibios. El área del CAM, por las condiciones que presenta estaría propensa a ser afectada, sin embargo, es necesario contar con estudios de verificación y medidas de conservación para prevenir esta situación. En el área de Apolobamba y Cotapata excursiones recientes anotaron pocas especies de anfibios en zonas de alturas medianas de 1.100 hasta 2.000 m (datos personales, no publicados), siendo áreas donde normalmente se esperan más registros.

En el año 2003, se evaluó el estado de conservación de todas las especies de anfibios del mundo³⁷. En el anexo 4 se presenta una lista de especies amenazadas que habitan en el CAM y que fueron evaluadas según el problema de conservación que las afecta y la causa del mismo. La lista asciende a **37 especies** globalmente amenazadas con distribución en el CAM: cinco especies pertenecen a la familia Bufonidae, dos especies corresponden a la familia Centrolenidae, dos a Dendrobatidae, cinco a Hylidae y 23 a Leptodactylidae. Mapas de distribución para 36 de estas especies se presentan igualmente en los anexos, la mayoría tiene una distribución prácticamente restringida al área del CAM, sólo *Hyla albonigra*, *Eleutherodactylus ibischi*, *Eleutherodactylus samaipatae*, y *Telmatobius marmoratus* tienen un rango de distribución predominantemente fuera de los límites del CAM, hacia la región andina y con presencia de ecosistemas más perturbados, con lo cual aún queda por analizar si el CAM ofrece las mejores condiciones de hábitat para estas especies

Según estos mapas de distribución, las áreas claves para anfibios amenazados se ubican principalmente en los bosques de Yungas del sur del CAM, coincidiendo en gran medida con las áreas protegidas: Amboró y Carrasco, otra área clave se ubica en los Yungas de La Paz en el área protegida de Cotapata y su área de influencia, especialmente hacia el norte.

2.2.4. Reptiles

D. Ember & S. Reichle

Los pocos datos disponibles sobre los reptiles no permiten hacer un buen análisis sobre su estado de conservación en el CAM. En forma general y muy simplificada se puede decir que los quelónidos son el grupo más amenazado debido a su explotación comercial, especialmente en la zona de los Bosques Preandinos, alrededores de Yucumo, Rurrenabaque y San Borja, donde el aprovechamiento para diferentes fines es frecuente. En las mismas localidades también sufren presión las poblaciones de saurios, en especial los lagartos (*Caiman yacare*) y el caimán negro (*Melanosuchus niger*). Estas dos últimas especies no podrían considerarse como objetos de conservación del CAM, ya que no son especies típicas del CAM, sino más bien, del área de influencia en tierras bajas.

Otros grupos de reptiles sufren el mismo impacto que el resto de los vertebrados por la destrucción de su hábitat. Especialmente algunas especies de serpientes en los alrededores de centros poblados humanos son prácticamente eliminadas. Vale la pena destacar que, especies con endemismo restringido en áreas boscosas dentro del CAM, corren un mayor riesgo de extinción que otras. Lamentablemente, no se cuenta con los datos suficientes para saber con exactitud cuales especies tienen una distribución muy restringida, o sólo son artefactos de las pocas colectas existentes.

Se han identificado **15 especies** en el CAM (según datos propios, Embert en prep.) que pueden ser consideradas en algún grado de amenaza, debido principalmente, a la destrucción de su hábitat, que afecta especialmente a especies localmente endémicas y bastante sensibles. Once de estas 15 especies son endémicas para el CAM y siete de ellas presentan endemismo bien localizado (ver lista de especies en anexo 5). Es importante destacar que ninguna de estas especies han sido identificadas hasta la fecha en las listas rojas nacionales o internacionales, como la UICN. En este sentido, la lista aquí presentada pretende contribuir con datos para la discusión técnica sobre el tema.

³⁷ www.globalamphibians.org

2.2.5. Aves

S. Kreft & N. Araujo

Como criterios para la priorización del esfuerzo de conservación Stotz *et al.* (1996), han nombrado como importantes de considerar a los siguientes: proteger áreas de endemismo, proteger especies amenazadas, proteger especies especializadas de un cierto tipo de hábitat, preservar ecotonos, gradientes y zonas de transición biogeográfica, y proteger hábitats naturalmente aislados.

Bolivia tiene la responsabilidad de una gran cantidad de especies endémicas de aves. La distribución de las 39 endémicas en el CAM, prácticamente, cubre todo el corredor. Eso obliga a extender el esfuerzo de conservación en toda el área del CAM. Existe una cierta concentración de especies endémicas en los pisos más altos. Por esto, las especies que habitan los pisos superiores del CAM (principalmente Yungas superiores), son particularmente vulnerables a la fragmentación de sus hábitats y, como consecuencia, a la disminución de sus poblaciones viables.

Al monitoreo del grado de amenaza en las especies de aves (Collar *et al.* 1992) todavía le faltan datos suficientemente completos, pero en comparación al estado de conocimiento de otros taxones, en la ornitología se tiene mejor identificados los patrones de amenaza.

En Bolivia, 31 especies de aves están consideradas por la UICN (2004) como amenazadas, en peligro o vulnerables, 16 de ellas han sido priorizadas para el área del CAM (ver anexo 6). Los patrones de distribución potencial de estas especies amenazadas, a nivel de Bolivia, indican un predominante rango restringido hacia el área del CAM. Las especies *Cinclodes aricomae*, *Cranioleuca henricae*, *Poospiza garleppi*, *Anairetes alpinus* y *Tangara meyerdeschauenseei*, tienen un rango de distribución aún más restringido, principalmente hacia algunas áreas del Páramo Yungueño (ver anexo 3). En general se puede observar que casi toda el área del CAM es clave para la conservación de especies amenazadas, diferenciándose la región del subandino con una mayor diversidad de especies amenazadas.

La modificación del hábitat es la causa principal de la disminución en abundancia o distribución de las especies amenazadas. Como causas menores pero también importantes, siguen la caza y el comercio. El CAM es una región de bosques principalmente naturales y bastante intactos. Las aves que habitan bosques, típicamente son especialistas de este tipo de hábitat, quiere decir que no pueden existir fuera de él. Por esto, la mayor parte de la comunidad de aves depende invariablemente de la permanencia e integridad del bosque.

Áreas importantes para la conservación de aves en el CAM

Como iniciativa para evitar la extinción de numerosas especies de aves se creó, a nivel internacional, el programa de Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (IBAs³⁸, por sus siglas en inglés), el cual se inició en Bolivia a partir del año 1999. Tiene como objetivos concentrar esfuerzos en áreas que contienen una o más especies de aves amenazadas de extinción en escala global, aves con rangos de distribución restringidos a regiones geográficas particulares, aves exclusivas de un bioma o aves que se congregan en grandes números en ciertos sitios que les proveen recursos necesarios para su ciclo reproductivo.

³⁸El programa IBAs (Important Bird Areas) surgió en Europa en 1985. En Bolivia el programa es liderado por la Asociación Armonía. www.aicasbolivia.org.bo

Se han identificado 45 IBAs para Bolivia, en base a datos publicados por Soria y Hennessey (2005), se pueden ubicar 13 IBAs definidas en el CAM, y 7 sitios propuestos que aún necesitan mayor investigación (tablas 62). La mayoría de estas áreas importantes para la conservación de las aves coinciden con áreas protegidas bajo gestión del Servicio Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia. Algunos vacíos importantes de protección son las áreas de Altamachi, Cotacajes y Cristal Mayu (colindante con el límite norte del Parque Nacional Carrasco) ubicadas principalmente en el Departamento de Cochabamba. Otros vacíos de protección están en el departamento de La Paz en el área de Tacacoma-Quiabaya y Valle de Sorata, y en los Bosques de *Polylepis* de Taquesi.

En este sentido, es posible indicar que el 44% de la IBAs identificadas para Bolivia se ubican en el CAM, representando diferentes ecosistemas del éste y cubriendo aproximadamente el 27 % de la superficie del corredor. Estos datos sustentan aún más la importancia del CAM para la conservación de la biodiversidad y la necesidad de una gestión de conservación en todo el corredor.

Tabla 62. IBAs definidas y potenciales ubicadas en el Corredor Amboró-Madidi

IBAs definidas	Criterios de selección	Ubicación
1. Yungas inferiores de Amboró (300.000 ha)	A1, A2, A3	Zona norte del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró, Santa Cruz.
2. Yungas superiores de Amboró (280.000 ha)	A1, A2	Zona de Yungas superiores del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró.
3. Yungas inferiores Carrasco (470.000 ha)	A1, A2, A3, A4	Zona norte del Parque Nacional Carrasco, Cochabamba. Una parte colinda con el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró
4. Cuenca Cotacajes (10.000 ha)	A1, A2, A3	Andes centrales de Bolivia, entre el límite de los departamentos de Cochabamba (provincia Ayopaya) y La Paz (provincia Inquisivi). Área sin protección legal.
5. Yungas Superiores de Mosetenes y Copacabata (350.000 ha)	A1, A2, A3	Provincia Ayopaya, al noreste del departamento de Cochabamba. Se encuentra dentro del Parque Departamental Altamachi, que fue derogado al poco tiempo de creación (2005) por presiones sociales.
6. Bosques de <i>Polylepis</i> de Taquesi (3.700 ha)	A1, A2, A3	Principalmente en la Provincia Sud Yungas, departamento de La Paz. Área sin protección legal.
7. Bosques de <i>Polylepis</i> de Mina Elba (2.008 ha)	A1, A2, A3	Dentro del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata, departamento de La Paz.
8. Bosques de <i>Polylepis</i> de Sanja (6.302 ha)	A1, A2, A3	Dentro del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata, departamento de La Paz.
9. Yungas Superiores de Madidi (200.000 ha)	A1, A2, A3	Dentro del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi, La Paz.
10. Bosque de <i>Polylepis</i> de Madidi (80.000)	A1	Sector suroriental del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi. Limitando con la república de Perú y el área protegida Apolobamba en Bolivia
11. Yungas Superiores de Apolobamba (483.743 ha)	A1, A2, A3	Yungas superiores del Área Natural de Manejo Integrado (Apolobamba), departamento de La Paz
12. Apolo (200.000 ha)	A1	Localidad Apolo, provincia Franz Tamayo (La Paz). Una pequeña parte (< 50%) se ubica dentro del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi

13. Vertiente Sur del Parque Nacional Tunari(*) (150.000 ha)	A1, A2, A3	Parque Nacional Tunari. Sin embargo, esta área protegida se encuentra prácticamente sin gestión.
Sitios propuestos para los cuales es necesario recopilar más información		
14. Yungas superiores de Carrasco (230.000 ha)	A1, A2	Zona de Yungas superiores del Parque Nacional Carrasco
15. Cristal Mayu y alrededores (40.000 ha)	A1, A2	Extremo norte del Parque Nacional Carrasco, una sección de esta IBA, se encuentra fuera del área protegida.
16. Yungas Inferiores de Isiboro-Sécure (250.000 há)	A1, A2	Zona de Yungas inferiores y pie de monte andino, entre el área de Altamachi y el Parque Nacional y Territorio Indígena Isiboro Sécure.
17. Yungas Inferiores de Pílon Lajas (300.000 ha)	A1, A2	Corresponde con las serranías Beu, Chepete y Muchanes dentro de la Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pílon Lajas, entre los departamentos de La Paz y Beni.
18. Yungas Inferiores de Madidi (400.000 ha)	A1, A2, A3	Dentro del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi, departamento de La Paz.
19. Tacacoma-Quiabaya y Valle de Sorata (74.000 ha)	A1, A2, A3	Provincias Larecaja y Camacho del departamento de La Paz. Área sin protección legal.
20. Quebrada Mojón(*) (48.000 ha)	A1, A2	Zona montañosa entre los 3.000 y 3.900 m, ubicada en dirección sureste de la ciudad de Cochabamba. Presencia de fragmentos de <i>Polylepis besseri</i> . Área sin protección legal.

Fuente: Elaborado en base de Soria & Hennessey (2005)

Criterios de selección: **A1:** Especies globalmente amenazadas, **A2:** Especies de distribución restringida, **A3:** Conjunto de especies restringidas a un bioma, **A4:** Congregaciones

(*) Sitios que se ubican entre los límites del CAM y su área de influencia

2.2.6. Mamíferos

N. Araujo & V. Chávez

Los mamíferos, al igual que otros grupos de vertebrados, se encuentran amenazados por modificaciones del hábitat y por el uso humano directo.

Como ya se menciona en capítulos anteriores, los mamíferos grandes tienen mucha más facilidad de locomoción para atravesar ciertas barreras o incluso desplazarse hacia nuevos lugares cuando su hábitat es fuertemente perturbado. En este sentido, al rescatar la percepción de gente local sobre la presencia y abundancia relativa de especies en áreas cercanas a sus comunidades, la opinión general es, que en años anteriores la cacería era más fácil en áreas cercanas y la diversidad de especies era mayor (datos personales; González 1997; Arispe & Eulert 1999).

Rescatando esta percepción, una gran mayoría de grandes mamíferos ha desaparecido en zonas de influencia humana. Sin embargo esto no significa que su estado de conservación sea crítico, ya que pueden haber ocurrido desplazamientos hacia hábitats mejor conservados y sus poblaciones aún permanecer estables. Sólo futuros estudios permitirán aclarar esta hipótesis y tener mejor conocimiento sobre su verdadero estado de conservación.

Para mamíferos pequeños, e incluso algunos medianos, la situación puede ser un poco diferente al no contar con la capacidad de cruzar barreras, existiendo peligro de aislamiento geográfico debido a la fragmentación de los hábitats.

En el CAM, las especies más utilizadas como fuente de alimento para subsistencia o para fines comerciales son: jochi (*Cuniculus paca* y *Dasyprocta punctata*), taitetú (*Tayassu tajacu*), hurina (*Mazama americana*), huazo (*Mazama gouazoubira*), y tapir (*Tapirus terrestris*). Mientras que especies de primates como marimono (*Ateles chamek*), mono martín (*Cebus apella*) y mono titi (*Saimiri bolivianesis*.) son bastante utilizadas como mascotas, especialmente en la zona de Yucumo, Rurrenabaque e Ixiamas. A lo largo de la carretera entre la ciudad de Santa Cruz y la zona del Chapare, en Cochabamba, es posible observar una serie de locales de venta de comida, en base a fauna silvestre, lo mismo ocurre en las localidades de Yucumo y Rurrenabaque, al norte del CAM.

En términos de especies consideradas como de mayor amenaza, según datos de la UICN (Anexo 7) se han identificado, prioritariamente, **15 especies** de mamíferos con rango de distribución más restringido hacia el área del CAM, exceptuando *Pteronura brasiliensis*, cuya distribución en Bolivia es mucho más amplia, sin embargo dado su grado de amenaza, merece una atención especial en los ecosistemas donde se la encuentre, por este motivo se la incluyó en la lista de especies amenazadas principales para el CAM. Las especies *Tremarctos ornatus* y *Mazama chunyi*, son especies típicas de los ecosistemas del CAM, y están consideradas por la UICN como en peligro, otras especies, como los roedores tienen una distribución muy restringida, predominantemente, en la ecorregión de los Yungas, y pueden ser muy sensibles a la perturbación de su hábitat. La destrucción del hábitat es la principal presión de amenaza para las especies de mamíferos del CAM, en general.

3. La gestión de conservación de biodiversidad en el Corredor Amboró-Madidi

N. Araujo

Las áreas protegidas presentes en el CAM cubren una buena parte de su superficie y son uno de los instrumentos oficiales más efectivos para la conservación de la biodiversidad. En este sentido, el presente capítulo describe, principalmente, las características de gestión de las áreas protegidas de prioridad nacional en el CAM y sus principales problemas de conservación. Por otro lado, también se presenta un breve resumen sobre la “política de corredores de conservación” desarrollada por la Dirección General de Biodiversidad (DGB) hasta la gestión 2005, con la finalidad de promover un nuevo enfoque en la gestión de conservación, que permita un manejo integral del territorio, en este contexto el Corredor Amboró-Madidi fue considerado como modelo para el desarrollo de la política de corredores.

3.1. Las áreas protegidas en el Corredor Amboró-Madidi

En el CAM se concentran ocho áreas protegidas de carácter nacional, adicionalmente puede considerarse la presencia del Parque Nacional Tunari con sólo el 17% de su superficie dentro de los límites del CAM. En conjunto todas estas áreas protegidas llegan a cubrir una superficie aproximada de 4.589.900 ha de todo el corredor, este valor es muy interesante en términos de conservación de ecosistemas, ya que garantizando la adecuada gestión y manejo de éstas áreas, se contribuye sustancialmente al mantenimiento de un buen estado de conservación en cerca del 33% de la superficie del CAM. Sin embargo el desafío está en lograr la participación de los diversos actores locales en el manejo y gestión de las áreas protegidas y su entorno.

La alta cobertura de áreas protegidas se justifica muy bien debido al carácter único del CAM, por la importancia nacional de su funcionalidad, la muy alta diversidad de especies, así como la muy alta diversidad beta. Estas afirmaciones se sustentan en los datos y análisis presentados en el Capítulo III.

En términos de **conocimiento de la riqueza de especies** del CAM, algunos datos sobre el número de especies de las áreas protegidas muestran también un relativo buen estado de conocimiento de grupos taxonómicos más

tradicionales de estudio, y una alta riqueza en relación a otras áreas protegidas de Bolivia también mejor estudiadas (Tabla 63).

Tabla 63. Diversidad de especies de flora y fauna registradas en áreas protegidas

Área Protegida del CAM	Planta Sup.	N° de Vertebrados Registrados					
		Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios	Peces	Total
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi	4738	156	867	71	84	192	1370
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró	2659	136	802	127	97	150	1312
Parque Nacional y Territorio Indígena Isiboro Sécure	249	67	537	72	39	211	926
Parque Nacional Carrasco	291	118	588	67	60	87	920
Reserva de la Biosfera Estación Biológica del Beni	820	101	481	38	11	243	874
Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pilón Lajas	736	87	383	62	33	111	676
Área Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba	807	50	226	6	9	5	296
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata	735	66	183	11	14	10	284
Otras AP de Bolivia							
Parque Nacional Tunari	-	30	163	2	2	-	34
Parque Nacional Noel Kempff Mercado	2691	139	690	90	59	165	1143
Reserva Nacional de Vida Silvestre Amazónica Manuripi	538	150	501	77	83	112	923
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Kaa-Iya del Gran Chaco	880	124	301	89			514

Fuente: Elaboración propia en base de HERENCIA (2003), SERNAP (2001), Miranda (2000), Sarmiento (2000), www.sernap.gov.bo/noelkempff, www.sernap.gov.bo/madidi.

En el mapa sobre el **estado de conservación** de los ecosistemas en el CAM (mapa 20), se observa claramente que las áreas protegidas muestran un buen estado de conservación en general. Las áreas protegidas de Apolobamba, Madidi, Cotapata y Pilón Lajas, presentan un buen contexto paisajístico en su área de influencia. Las áreas protegidas Amboró y Carrasco tienen dentro de sus límites un muy buen estado de conservación, sin embargo, tienen riesgo de aislamiento geográfico debido al mal estado de conservación en su área de influencia; en este sentido, su gestión de conservación debe tomar en cuenta este factor de riesgo. Así también, el Parque Nacional Tunari, se ubica en un paisaje predominantemente perturbado, sólo el sector norte (en el páramo yungueño) incluido en el CAM presenta mejores oportunidades de conectividad debido a la presencia de áreas en mejor estado de conservación.

Los **principales problemas** para la biodiversidad en las áreas protegidas (Tabla 64) radican principalmente en el avance de la frontera agrícola y colonización en sitios no planificados, la ganadería extensiva no controlada y una fuerte presión de sobre los recursos naturales por caza, pesca, tala selectiva y recolección de productos no

maderables del boque, todos de forma ilegal. Algunas **amenazas** en el mediano y largo plazo son la exploración y explotación de hidrocarburos, con riesgo de no contemplar adecuadamente los impactos secundarios de esta actividad; así como la construcción de nuevos caminos, que también pueden tener impactos secundarios al facilitar el avance de la frontera agrícola y el acceso a los recursos naturales en áreas actualmente no intervenidas.

Tabla 64. Principales problemas y amenazas para la biodiversidad en las áreas protegidas del Corredor Amboró-Madidi

Área protegida	Principales problemas y amenazas
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi	Sustitución de bosques por sabanas debido a grandes quemas estacionales, afectando principalmente al bosque húmedo de Yungas y bosque seco deciduo del Tuichi Central. Este ecosistema está fuertemente amenazado por la expansión de la frontera agrícola y la creciente actividad ganadera. Contaminación por actividad minera en la zona de Yungas y varios tributarios del río Tuichi. Presión de cacería, tala ilegal y pesca con dinamita. Amenaza de actividad hidrocarburífera en el Bloque Río Hondo. Amenaza de apertura del camino Apolo-Ixiamas
Área Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba	Contaminación de cuerpos de agua y erosión del suelo por la actividad minera rudimentaria. Sobrepastoreo por el manejo de grandes hatos de alpaca. Avance no planificado de la frontera agrícola en el sector tropical del área protegida. Turismo desordenado y no regulado. Amenaza de construcción de carretera Pelechuco-Apolo.
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata	Intensificación de la actividad turística desordenada y no regulada, el “Camino del Inca” es una de las rutas más utilizadas y a la vez más afectada. Impactos secundarios por la mejora de la carretera Cotapata-Santa Bárbara
Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pilón Lajas .	Tala ilegal y alta presión de aprovechamiento maderero por la población local y una empresa. Alta amenaza de avance de la frontera agrícola en el límite sur del área colindante con el tramo caminero Yucumo-Rurrenabaque
Reserva de la Biosfera Estación Biológica del Beni	Riesgo de aislamiento geográfico por pérdida de conectividad con el bosque pedemontano (Bosque Chimán) o por deterioro de las islas de bosque entre los ríos Matos y Curiraba. Formación de una palizada de kilómetros de extensión sobre el río Maniquí que afecta a la fauna acuática, facilita el ingreso de ganado vacuno y pone en riesgo el régimen hidrológico del área protegida y zona de influencia. Incremento de incendios. Fuerte presión de cacería y aprovechamiento ilegal de recursos maderables
Parque Nacional y Territorio Indígena Isiboro Sécore	Avance de frontera agrícola no planificada en la zona de colonización al sureste del área. Prospección y exploración hidrocarburífera. Explotación maderera por empresas y motosierristas. Caza y pesca ilegal con fines deportivos y comerciales. Amenaza de división del área por construcción de nuevos tramos Camineros entre San Ignacio de Moxos y Villa Tunari, y Yucumo-Villa Tunari
Parque Nacional Tunari	El sector del área protegida que forma parte del CAM es el que presenta mejor estado de conservación, sin embargo presenta amenaza de deforestación por aumento de asentamientos humanos en el área.

Parque Nacional Carrasco	Avance de la frontera agrícola, cultivos de coca y colonización hacia la periferia del área. Caza, pesca y tala selectiva ilegal con fines comerciales. Apertura no regulada de caminos y amenaza de construcción de nuevos caminos.
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró	Avance de la frontera agrícola en el área de influencia norte del área protegida, con riesgo para la conectividad del área. Fuerte presión de nuevos asentamientos y avance de la frontera agrícola en el sector sur dentro del Área Natural de Manejo Integrado. Presión sobre cabeceras de cuenca por ganadería extensiva no controlada. Alta presión de caza y aprovechamiento de recursos maderables y no maderables con fines comerciales.

Fuente: SERNAP (2001); Ribera & Liberman (2006); Zolezzi *et al.* (2006)

3.1.1. La gestión de conservación en las áreas protegidas

La gestión de las áreas protegidas es un elemento importante para garantizar el mantenimiento y funcionamiento de las mismas. Se entiende a la gestión como un proceso integral que abarca temáticas diversas de la dinámica de manejo de las áreas protegidas, siendo las más importantes: control o protección del área, investigación científica, monitoreo, manejo de recursos, turismo e interpretación, educación ambiental. Todos estos temas normalmente deben estar circunscritos a programas de manejo, de acuerdo a las metodologías formales en gestión de áreas protegidas. Se adicionan, a la gestión de las áreas, otros aspectos de organización administrativa (control financiero, de personal e infraestructura), operaciones y mantenimiento, entre otros.

En este sentido el SERNAP adoptó el sistema de “*score card*” diseñado por The Nature Conservancy (TNC/ USAID 1999) como herramienta de medición de efectividad de las áreas protegidas. Este sistema ha sido adaptado y denominado como MEMs (Medición de Efectividad de Manejo), y consiste en la evaluación de la gestión de un área protegida en relación a su consolidación y en función a las medidas de manejo que se están aplicando. El máximo puntaje de comparación en cualquiera de los indicadores que analiza el MEMs es de “cinco” y representa un estado de gestión ideal

Los resultados del MEMs (SERNAP 2004) entre las gestiones 2000-2003 (Fig. 27) indican que las áreas protegidas fueron mejorando en el desarrollo de su gestión, con crecimiento en los puntajes promedios de las gestiones 2000, 2001 y 2002. El Parque Nacional Tunari no tiene una gestión establecida, por consiguiente no fue evaluado. Los periodos 2002-2003, presentaron los mayores avances para la gestión de las áreas protegidas en general.

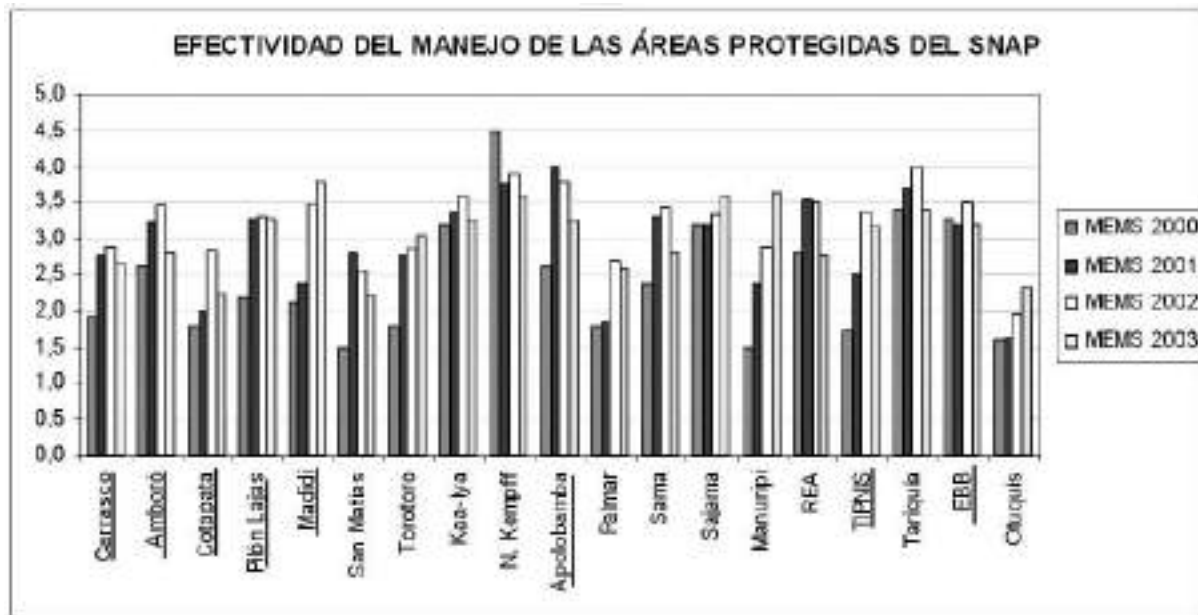


Fig. 27. Efectividad de manejo de las áreas protegidas del SNAP, gestión 2000 al 2003 (Fuente: SERNAP 2004/las áreas protegidas subrayadas forman parte de Corredor Amboró-Madidi)

Las áreas protegidas del CAM presentan un nivel de gestión de regular a satisfactorio. En casi todas las áreas evaluadas los temas de inventario de diversidad biológica, sistema de monitoreo, y el programa de educación ambiental son los más débiles y aparentemente menos prioritarios debido a la necesidad de consolidar en primera instancia la administración-protección de las áreas protegidas y los procesos de participación social. En los puntos siguientes se describe de forma breve una evaluación de la gestión de cada área protegida del CAM según los resultados del MEMS.

El **Parque Nacional y ANMI Madidi**, es el área protegida del CAM con mejor efectividad en su manejo, uno de los puntos más débiles en su gestión es el sistema de monitoreo y evaluación, el tema de educación ambiental era muy débil, sin embargo la evaluación de la gestión del área en el año 2003 indicó una mejora significativa (SERNAP 2004). En el año 2003 se elaboró un plan de manejo para el área, el cual necesita ser aprobado por el comité de gestión para contar con un instrumento oficial que guíe la gestión del área.

El **Área Natural de Manejo Integrado Apolobamba**, también presentó un buen nivel de gestión, especialmente en los indicadores de capacidad institucional, capacitación, status legal, amenazas, plan de protección, efectividad del manejo financiero, participación social y comité de gestión. Los temas más débiles fueron el saneamiento de tierras y el desarrollo de una estrategia de educación ambiental, así como la actualización del inventario de la diversidad biológica del área.

La **Estación Biológica del Beni**, una de las pocas áreas con mejor efectividad y claridad en el estatus legal y tenencia de la tierra, a diferencia de otras áreas protegidas donde estos indicadores son los que presentan mayor debilidad. Por otro lado, los temas que necesitan mejorar en la gestión del área son la participación social, el funcionamiento del Comité de Gestión, el manejo de los recursos naturales y la educación ambiental. Hasta el 2003 el plan de manejo del área se presentó como un indicador crítico, en el año 2006 se actualizó el Plan de Manejo del área.

El **Territorio Indígena y Parque Nacional Isiboro Sécore**, los indicadores de gestión que han tenido un mejor desarrollo han sido el tema de eficiencia en el manejo financiero, la planificación del manejo de los recursos naturales por las comunidades locales. Hasta el año 2003 se desarrolló un Plan de Manejo Forestal, un Plan de Manejo de Saurios y un Plan de Manejo Pesquero. Igualmente el área cuenta con un Plan de Manejo que aún necesita ser aprobado por el comité de gestión.

La participación social y la conformación del comité de gestión es uno de los indicadores más débiles debido al conflicto de límites departamentales entre Cochabamba y Beni, de esta manera también se ha dificultado la participación social. Sin embargo, es importante destacar que el área protegida está coadministrada con la sub-central Indígena del TIPNIS, la renovación del convenio de coadministración data de año 2002, por un periodo de 5 años.

La **Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pilón Lajas**, como la mayoría de las áreas protegidas del CAM presentó un buen nivel relativo de gestión. Los indicadores de gestión con mejor record en promedio son la participación social -Comité de Gestión, el plan de protección y los inventarios de diversidad biológica. El área también encaró un proceso de actualización de su plan de manejo.

El **Parque Nacional y ANMI Amboró**, a pesar de la antigüedad del área, aún es muy difícil consolidar aspectos del estatus legal y de tenencia de la tierra. El sistema de monitoreo y los inventarios de diversidad biológica también fueron puntos débiles, considerando la alta actividad en investigación biológica del área y la implementación como sitio piloto del sistema de monitoreo integral del SERNAP. Con el programa Parques en Peligro (2002-2007) canalizado por la organización The Nature Conservancy, el área protegida tuvo un mayor apoyo para fortalecer sus sistema de protección y sistema de monitoreo, entre otras líneas del programa. El Plan de manejo del Amboró está desactualizado.

Los **Parques Carrasco y Cotapata**, son las áreas que presentan menor nivel de efectividad en el manejo en relación a otras áreas protegidas del CAM. En el **Parque Nacional Carrasco** los indicadores de capacidad institucional y efectividad en el manejo financiero son los de mayor efectividad, mientras que aspectos de participación social y estatus legal son los aspectos más débiles y críticos en su gestión. Existe bastante presión social sobre el área elemento que ha debilitado la posibilidad de conformar un comité de gestión, así como el desarrollo de un proceso para la elaboración de su plan de manejo. El **Parque Nacional y ANMI Cotapata** tiene como puntos más débiles en su gestión, la infraestructura y equipamiento, la integración efectiva de municipios y prefecturas, así como en los indicadores de monitoreo, inventarios biológicos, manejo de recursos naturales y educación ambiental, estos últimos se presentan como una debilidad común en varias áreas protegidas del CAM.

3.2. Política de Corredores de Conservación un paso más hacia la gestión de conservación del Corredor Amboró-Madidi

Es posible indicar que el CAM es el corredor biológico con mayor reconocimiento y esfuerzos de conservación de la biodiversidad en el ámbito nacional. En este sentido la Dirección General de Biodiversidad de Bolivia (DGB) dependiente del Ministerio de Desarrollo Sostenible ha iniciado desde el año 2003 un proceso para elaborar una *Política Nacional de Corredores de Biodiversidad*, con la finalidad de promover el desarrollo sostenible de manera que se logre la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en grandes espacios. Este proceso se está realizando aprovechando el conocimiento y experiencia desarrollada en el caso del Corredor Amboró-Madidi.

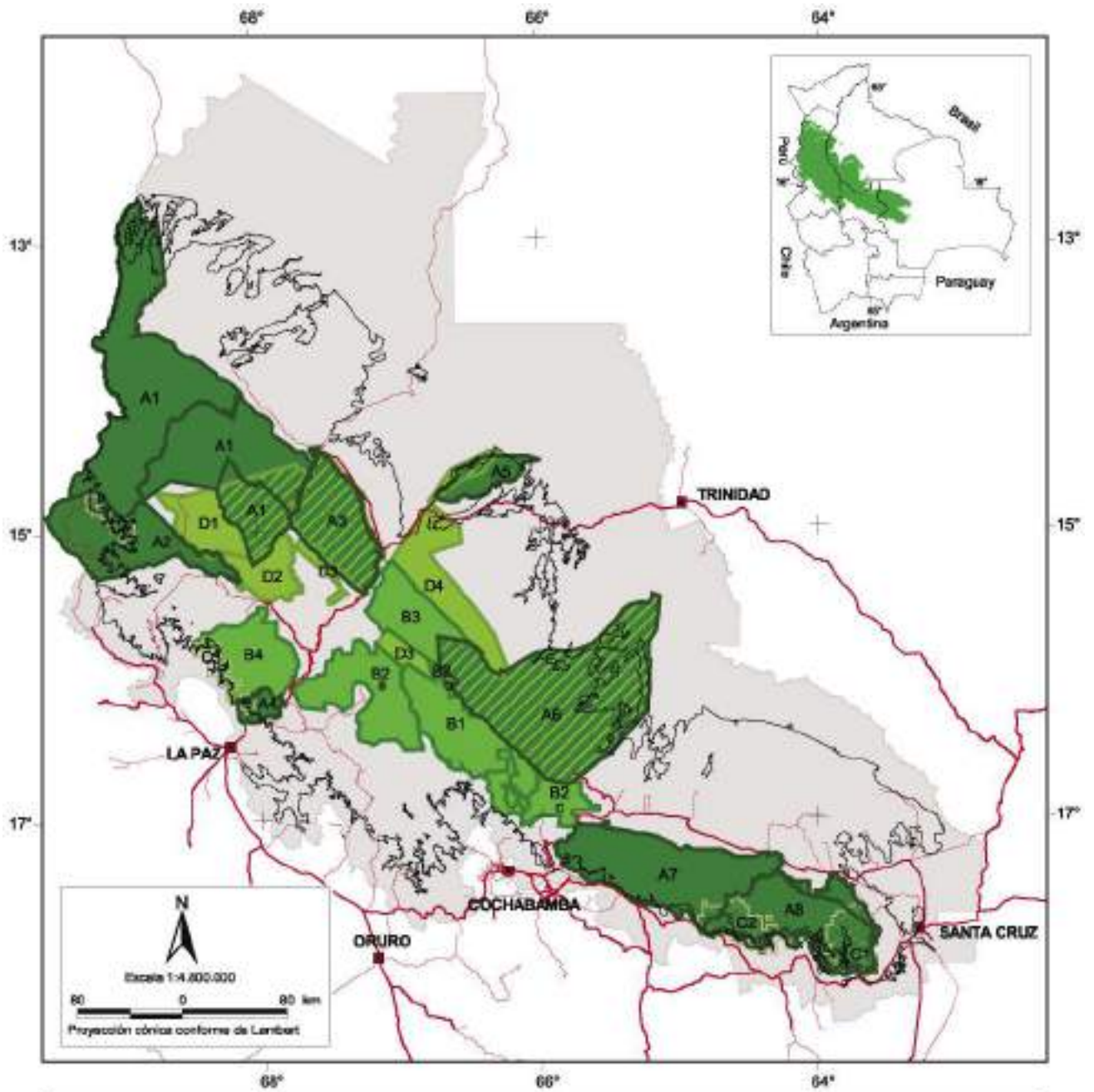
Para el CAM formalmente se ha constituido un comité de seguimiento (CCCAM) inicialmente conformado por instituciones gubernamentales y no gubernamentales, el mismo que ha acompañado el proceso de desarrollo de la Visión de Conservación de la Biodiversidad (aquí presentada), y el desarrollo de la política de corredores entre otros.

Una vez que esté concluida y aprobada la *Política Nacional de Corredores de Biodiversidad* se tendrá el marco político y estratégico que facilite la gestión de conservación en corredores biológicos y la incorporación de temas de gestión dentro de la agenda del estado. Los avances en esta política plantean como objetivo “Promover el desarrollo sostenible en áreas de interés para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad para contribuir a la reducción de la pobreza y la conservación de la biodiversidad a escala de paisaje”, y los temas principales e el marco de este objetivo son:

- Desarrollo del conocimiento para la conservación y uso sostenible de los bienes y servicios de la biodiversidad
- Promover la inserción de criterios de biodiversidad en los instrumentos normativos ya existentes y el desarrollo de instrumentos complementarios
- Promover el desarrollo sostenible en los corredores de conservación
- Articulación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas
- Promover el desarrollo de incentivos para la conservación y desarrollo sostenible en los corredores
- Promover el reconocimiento del carácter estratégico de los corredores para el desarrollo sostenible.

La política de corredores (aún en borrador) propone como marco institucional la participación de distintas instancias del gobierno central enmarcando la política de corredores dentro de lo previsto en el SISPLAN, promoviendo la articulación de los planes de conservación en la planificación estratégica y territorial nacional. En este marco se debe promover la creación de una instancia de coordinación entre distintas instancias del gobierno central, departamental, y municipal, así como mancomunidades, organizaciones de base y organizaciones de productores.

Un instrumento clave para la gestión de corredores de conservación es el desarrollo de una Visión de Conservación de la Biodiversidad y la posterior elaboración de un Plan de Implementación desarrollados bajo procesos participativos.



PORTAFOLIO DE SITIOS PRIORITARIOS PARA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN

<p>Área protegida establecida</p> <p>A1. PN y ANMI Madidi A2. ANMI Apolobamba A3. Reserva de la Biosfera - TCO Plón Lajas A4. PN Cotapata A5. RE - Estación Biológica del Beni A6. PN - TCO Isiboro Sécura A7. PN Carrasco A8. PN y ANMI Amboró</p> <p>Nueva área protegida propuesta</p> <p>B1. Parque Altamschi B2. Propuesta de áreas de protección B3. Propuesta de nueva área protegida B4. Propuesta de ampliación PN Cotapata</p>	<p>TCO con prioridad de conservación</p> <p>D1. TCO Lecos Franz Tamayo D2. TCO Lecos Lanecaja D3. TCO Moseten D4. TCO Chimán</p> <p>Comunidad biológica única con extensión reducida</p>	<p>Signos convencionales</p> <p>■ Capital departamental 〰 Camino principal — Límite del CAM □ Área de influencia del CAM</p>
--	---	--

elaborador por:

patro:

mapa 31

A continuación se describe cada uno de los sitios prioritarios establecidos en el portafolio:

- A. *Áreas protegidas establecidas***, casi todas las áreas protegidas existentes en el CAM están cubriendo y coincidiendo con áreas de alto valor biológico-ecológico. Una descripción más detallada de cada área se realiza en el capítulo de gestión de los recursos naturales, a continuación sólo se presenta una breve síntesis de la importancia de cada sitio en el marco de la visión de conservación del CAM.
- **Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi (A1)**, representa el área de mayor diversidad biológica del CAM y de Bolivia, tiene una superficie de 1.895.750 ha. En conjunto con las áreas de Apolobamba y Pílon Lajas representan también uno de los complejos más interesantes para la conectividad de todos los pisos altitudinales en el CAM. En este sentido es prioritario lograr la consolidación de su gestión.
 - **Área Natural de Manejo Integrado Apolobamba (A2)**, tiene una superficie de 483.743 ha, es la única área protegida del CAM que se extiende hacia la puna, representa elementos biológicos importantes para el CAM, así como valores culturales. Para el CAM es particularmente importante la conservación del sector de bosques húmedos, y de uno de los sitios singulares de extensión reducida (ver C4) identificados en los objetos de conservación del CAM (CBU).
 - **Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pílon Lajas (A3)**, igualmente representa un área de alto valor biológico-ecológico, así como de valores culturales, tiene una superficie de 400.000 ha.
 - **Parque Nacional Cotapata (A4)**, es un centro de diversidad y endemismo importante, tiene una superficie de 40.000 ha. Es necesario considerar una ampliación del área (ver la propuesta B4).
 - **Estación Biológica del Beni (A5)**, si bien no representa los valores biológico-ecológicos más sobresalientes del CAM, el sitio es de interés dentro de todo el complejo de sitios seleccionados en el portafolio, para apoyar a una mayor conectividad dentro del bloque Altamachi-Maniquí, así como para la representación de especies de los Bosques preandinos. Tiene una superficie de 135.000 ha.
 - **Parque Nacional y Territorio Indígena Isiboro-Sécure (A6)**, es otra de las áreas más interesantes para apoyar la conservación de los bloques prioritarios. Sobresalen valores biológico-ecológicos en la serranía de Mosevenes. Tiene una superficie 1.236.296 ha.
 - **Parque Nacional Carrasco (A7)**, los mayores valores del área también se encuentran hacia los pisos de los Yungas superiores, donde también se ubican centros de diversidad y endemismo importantes. Su superficie es de 622.600 ha.
 - **Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró (A8)**, tiene una superficie de 637.600 ha, es un área de alto valor por su singularidad de especies y por ser una zona de cabecera de cuencas. Dentro de Amboró se han definido dos pequeñas unidades singulares (C1 y C2) que merecen una atención especial a la hora de encarar el manejo de esta área protegida.
- B. *Áreas protegidas propuestas***, representan áreas claves para llenar vacíos de conservación en zonas de alto valor biológico-ecológico. Se seleccionaron los sitios con mejor estado de conservación y menor presencia de asentamientos humanos y vías de acceso. Por lo tanto, se tratan también de las áreas socioeconómicamente más viables para su consideración como áreas protegidas. En general, estas áreas propuestas se ubican en terrenos bastante accidentados, de muy poca accesibilidad y alta importancia para la conservación de especies, así como para la protección de cabeceras de cuenca.

- **Parque Altamachi (B1)**, este parque se declaró como área protegida departamental y posteriormente, por presión social, su declaratoria fue revocada. Sin embargo, debido a su alto valor para la conservación es recomendable su inclusión en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) como área de prioridad nacional. Los actores locales reconocen la importancia de conservación del área, sin embargo, hay conflictos sobre el mecanismo para lograr este objetivo; una posición social es la demanda de la TCO de la provincia Ayopaya y la otra es la de declaratoria de área protegida (ver detalles en la sección de áreas protegidas del diagnóstico socioeconómico).
 - **Propuesta de áreas de protección (B2)**, en dos sectores del área de influencia de los límites propuestos para Altamachi, se ubican dos sitios importantes para la conservación de la biodiversidad y protección de especies amenazadas. Especialmente en el caso de anfibios varias especies amenazadas tienen su área de distribución restringida al sur de Altamachi.
 - **Propuesta de nueva área protegida (B3)**, es otro sitio importante, tanto para la protección de cabeceras de cuenca, como de valores biológico-ecológicos. La propuesta se ubica entre la Serranía de Eva Eva hacia la TCO Moseten y el área de Cotacajes-Covendo. Este sitio en conjunto con el área propuesta de Altamachi y la parte del subandino del Parque Nacional y Territorio Indígena Isiboro Sécore, podría convertirse en una de las áreas protegidas más grandes y más importantes de conservación de bosques montanos húmedos. De esta manera es recomendable el establecimiento de una sola unidad de manejo de importancia nacional, previo análisis de viabilidad social.
 - **Propuesta de ampliación del Parque Nacional Cotapata (B4)**, esta propuesta estaría complementando a un tamaño más viable del Parque Nacional Cotapata. Varias especies raras y/o amenazadas de plantas, anfibios y aves en especial, estarían beneficiándose con esta ampliación. Así también, unidades de vegetación como los Bosques húmedos y perhúmedos pluviales montanos de los Yungas de Coroico y Altamachi tendrían una representación dentro del sistema de áreas protegidas.
- C. Áreas en buen estado de conservación de especial consideración para comunidades biológicas únicas de extensión reducida.** Estas áreas ya han sido consideradas dentro de otras áreas del portafolio de sitios, sin embargo es necesario resaltar su delimitación, con la finalidad de encarar estrategias de conservación dentro de la gestión de las áreas protegidas que cuentan con estos sitios. En este sentido los sitios de especial interés son:
- **Extremo oeste del Parque Amboró (C1)**, un buen porcentaje de esta área singular se encuentra con problemas de conservación, por este motivo el sitio mejor conservado, propuesto para el portafolio se ubica dentro de los límites del Parque Nacional Amboró, en el extremo noroeste.
 - **La Siberia (C2)**, ubicada dentro del Parque Nacional y el AMNI del Amboró hacia el límite con el Parque Nacional Carrasco, también se constituye en un centro de endemismo importante para varios grupos taxonómicos.
 - **Área de Cotapata (C3)**, sitio ubicado hacia el sector del Páramo Yungueño. Es importante su conservación tanto dentro del Parque Cotapata, como en su área propuesta de ampliación.
 - **Área de Apolobamba (C4)**, sitio ubicado entre los límites de las áreas protegidas de Apolobamba y Madidi.
- D. Tierras comunitarias de origen de interés prioritario para la conservación.** Las TCO seleccionadas para el portafolio de sitios juegan un papel importante, por contribuir al mantenimiento de un juego de áreas

interconectadas, que en conjunto forman grandes bloques de conservación en áreas de alto valor para la biodiversidad.

- **TCO Lecos Franz Tamayo (D1)**, la superficie de TCO ubicada fuera de Madidi, es de alto interés para apoyar a la conectividad del bloque Madidi-Apolobamba.
- **TCO Lecos Larecaja (D2)**, de especial interés para elementos de la biodiversidad de los Bosques subhúmedos pluviestacionales subandino inferior de los Yungas del Beni o Bosque mixto con amarillo (*Aspidosperma cylindrocarpon*), unidad de vegetación no representada en ninguna área protegida existente.
- **TCO Masetén (D3)**, al igual que la TCO Lecos, los tres sitios de ubicación de la TCO Masetén son de interés para la representación de la biodiversidad de la unidad de vegetación del Bosque mixto con amarillo. La TCO Masetén es importante para complementar la conservación de un área de alto valor biológico - ecológico junto con el área protegida de Pílon Lajas.
- **TCO Chimán Multiétnico (D4)**, contribuye a la conservación de valores biológicos altos en los Bosques del Preandino, importante también para la conectividad hacia pisos superiores dentro del Bloque de Conservación Altamachi-Maniquí.

4.2.2. Áreas de desarrollo sostenible y conservación

Para el área del CAM, fuera del portafolio de sitios prioritarios, se plantea una zonificación, que recurre, en gran medida, a herramientas de ordenamiento territorial con un enfoque de conservación y desarrollo sostenible. De esta manera, aquí se describen áreas con presencia de centros poblados y actividades socioeconómicas, pero que aún mantienen un alto valor biológico y un estado de conservación relativamente bueno, en la mayoría de los casos. Se identifican sitios prioritarios para el establecimiento de áreas protegidas locales y según la aptitud del uso de suelo y recomendaciones de los planes de uso de suelo departamentales, se recomiendan para diferentes áreas acciones de desarrollo sostenible. Es importante destacar la prioridad de manejo de dos corredores locales para apoyar a la conectividad de áreas protegidas.

E. Área de reservas locales y manejo sostenible, ubicada principalmente en los pisos superiores de los Yungas y Bosques Secos Interandinos de Cochabamba y La Paz. Presenta áreas de alto valor biológico como centros de diversidad y endemismo, así como áreas importantes de cabeceras de cuenca, y en general, con un estado de conservación bueno de los ecosistemas. También en toda esta zona se ubican una serie de centros poblados y capitales municipales, por lo cual no se recomienda el establecimiento de grandes áreas protegidas. El uso recomendado apunta a un proceso de gestión territorial basado en el ordenamiento territorial y el desarrollo sostenible, y aprovechando de las oportunidades para el establecimiento de reservas locales (departamentales, municipales, comunales o privadas) para la conservación de la biodiversidad. Esta es una zona clave para la conservación de centros de diversidad y endemismo del CAM, sin embargo, dada su situación socioeconómica, es necesario desarrollar estrategias y herramientas particulares de conservación, según las características de cada sitio de intervención. Algunas recomendaciones generales, se presentan para los siguientes sitios y zonas:

- **Área de manejo sostenible y conservación (E1)**, en general se refiere a la identificación de oportunidades de conservación en toda la zona “E”, especialmente en los pisos superiores de los Yungas, incluyendo el Páramo Yungueño que es una de las regiones menos representadas dentro de las áreas protegidas del CAM.

- **Páramo Yungueño del Parque Nacional Tunari (E2)**, casi toda la superficie del parque se ubica en el área de influencia del CAM. En general, es un área importante para protección de cuencas y potencialmente ha sido importante como centro de diversidad y endemismo. Sin embargo, esta área se encuentra bastante intervenida, con algunos sectores en estado de conservación crítico, que han afectado directamente en la pérdida de especies. Dentro del Parque Tunari, sobresale la zona del Páramo Yungueño y Ceja de Monte, como relevante en términos de protección de cabeceras de cuenca y hábitat crítico para varias especies de aves.
 - **Reserva Departamental Choquetanga (E3)**, es un área protegida inmovilizada del Departamento de Cochabamba, sus límites se ubican dentro de la zona de alta diversidad y endemismo de la biodiversidad, en este sentido es muy importante revisar su situación de declaratoria y gestión.
- F. Bosques de uso sostenible**, el área boscosa de la región amazónica del CAM tiene un mayor potencial para aprovechamiento forestal y recursos del bosque. Esta zona, en general, presenta un buen estado de conservación y pocos asentamientos humanos. Para mantener un buen estado de conservación del área se propone el manejo integral del bosque aprovechando, como oportunidad, las figuras legales actualmente existentes sobre derechos otorgados de uso de los RRNN, como las concesiones forestales y reservas forestales. Sin embargo, existen algunos conflictos por superposición de derechos otorgados o demandas de tierra, que pueden significar limitantes para la conservación, al no tener figuras legales claramente establecidas en algunas áreas o al no resolverse los conflictos de uso de suelo.
- **Áreas de concesiones forestales (F1)**, son las áreas bajo concesión forestal actualmente existentes. Se presenta una fuerte sobreposición por derecho de uso entre concesiones forestales y la TCO Tacana. Un conflicto de consideración que limita acciones de manejo sostenible es el existente en la Reserva Forestal El Choré por ocupación ilegal de campesinos y demanda de tierras.
 - **Asociaciones sociales de lugar (F2)**, actualmente estas áreas de aprovechamiento forestal comunitario están ubicadas en la zona de influencia del Parque Nacional Madidi.
 - **Propuesta de bosques de uso múltiple (F3)**, son bosques con potencial de aprovechamiento forestal. Se recomienda el manejo bajo concesiones forestales, apoyo a iniciativas de conservación y aprovechamiento sostenible de recursos del bosque. Es muy importante garantizar un manejo integral del bloque ubicado en el extremo norte del área de influencia del CAM, este bloque es de interés para la conectividad hacia los Bosques Amazónicos de Pando. Las reservas forestales de esta zona propuesta, se constituyen en instrumentos legales importantes, cuyo manejo efectivo puede contribuir al mantenimiento de la funcionalidad del CAM.
 - **Tierras comunitarias de origen (F4)**, nueve TCO (establecidas y demandadas) se ubican en esta zona del CAM, las cuales pueden apoyar significativamente a la conectividad andino-amazónica y a la conservación de grandes extensiones de bosque, si se logra un manejo adecuado de los recursos naturales. La TCO Tacana es un área de especial interés para consolidar un gran bloque funcional junto con las áreas protegidas Pílon Lajas, Madidi y Apolobamba.
- G. Áreas de uso múltiple bajo manejo sostenible**, ubicadas principalmente hacia la zona de tierras bajas del CAM. Presentan un buen estado de conservación en general, pero con algunas áreas más perturbadas y de valores biológicos sobresalientes, como en el caso de la zona del Chapare en el Departamento de Cochabamba, donde, a pesar de una alta intervención de actividades humanas, aún es posible encontrar sitios de interés para la conservación de la biodiversidad. En términos de la visión es importante desarrollar corredores locales de conectividad del bosque.

- **Corredores de conectividad (G1)**, se identifican dos corredores locales, uno ubicado entre los ríos Yapa-caní e Ichilo, el cual se propone para una gestión territorial enfocada en garantizar la conectividad entre el Parque Nacional Amboró y el área de bosque del Choré y las TCO Yuqui y Yuracaré, apoyando así a minimizar impactos del aislamiento geográfico de estas áreas. Otro de los corredores se ubica entre el Territorio Indígena y Parque Nacional Isiboro Sécore y, la Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pilón Lajas, la gestión de este corredor apoyaría a la conectividad latitudinal entre estos sitios prioritarios.
- **Agroforestal sostenible (G2)**, corresponde principalmente con toda la zona del Chapare, donde es importante garantizar que no disminuya considerablemente la cobertura boscosa remanente.
- **Agropecuaria sostenible (G3)**, es la zona principalmente ubicada en la zona de influencia de tierras bajas del CAM, en la cual se propone un manejo sostenible de la actividad ganadera debido a que esta es la actividad económica principal de la zona.

4.2.3. Áreas de desarrollo, mejoramiento de la calidad del ecosistema y restauración

Una parte del CAM y su área de influencia en el sector andino presentan mayores impactos sobre su estado de conservación, necesitando de esta manera, para cumplir con la visión de conservación del CAM, un manejo productivo bajo conceptos de sostenibilidad ambiental para asegurar, por un lado, el uso productivo (principalmente agroindustrial y agrosilvopastoril) a largo plazo, pero también tratando de recuperar y/o conservar áreas relictuales de interés para la conservación de la biodiversidad. De esta manera se establecen las siguientes áreas de manejo.

- H. Áreas de uso múltiple y desarrollo sostenible, corresponden con la zona de peor estado de conservación de todo el CAM y donde, potencialmente, se ubicaron centros importantes de endemismo de especies. Gran parte de la visión de conservación en estas áreas se concentra en el establecimiento de reservas locales en áreas relictuales y en lograr un manejo sostenible del suelo para evitar un mayor deterioro ambiental.
- **Agricultura con reservas locales (H1)**, en la zona ubicada en los Bosques Secos de Cochabamba y el sur de La Paz, así como en el área de influencia noroeste del Parque Nacional Amboró, se recomienda un manejo agrícola considerando la vocación y capacidad de uso de suelo; así también considerando que se trata de áreas de riqueza de endemismo importantes, pero bastante perturbadas. Se recomienda el establecimiento de áreas locales para la conservación, así como el apoyo a la gestión de las áreas protegidas locales ya existentes.
 - **Agropecuaria intensiva sostenible (H2)**, la zona de influencia de tierras altas del CAM, presenta un estado crítico de conservación y ejerce una fuerte presión hacia la región de los Yungas y Bosques secos en el CAM. Significa un alto costo invertir en actividades de restauración de toda esta franja, por este motivo las recomendaciones de la visión se enfocan en el apoyo al manejo productivo sostenible con la finalidad de mantener los sistemas económicos de la zona, minimizando la necesidad de ocupar nuevos espacios para la agricultura y ganadería dentro del CAM.
 - **Agroindustrial sostenible (H3)**, la zona agroindustrial del departamento de Santa Cruz, es una de las zonas más perturbadas con un estado de conservación crítico. Se recomienda seguir las normas de uso del suelo establecidas en el PLUS Santa Cruz y enfocar esfuerzos de conservación de servidumbres ecológicas.
 - **Área de restauración (H4)**, se propone como área de restauración ecológica a los alrededores de Sorata y el área de Apolo, que actualmente se encuentran bastante degradadas, teniendo la necesidad de trabajar en la recuperación de suelos y pequeñas áreas relictuales.

5. Comprobación de las prioridades de conservación

H. Gómez & S. Cuéllar

Se evaluó cada uno de los sitios que conforman el portafolio de prioridades, así como las áreas alternativas de manejo en función del porcentaje de cobertura de cada uno de los objetos de conservación a fin de evaluar su contribución a la visión espacial del CAM. En la tabla 66, se encuentran los porcentajes para los bloques de bosques en buen estado de conservación (BEC), corredores altitudinales en buen estado de conservación (CA), ecosistemas de importancia para procesos hidroclimáticos (EFH) y comunidades biológicas con alta riqueza de endemismo (CBU), diferenciando el valor de cada objeto de conservación dentro de cada unidad de manejo.

En base a este análisis, usando bloques de bosques en buen estado de conservación se identifica que, las unidades de manejo con mayor contribución a este objeto se encuentran fuera de las áreas protegidas existentes, en zonas de ASLs (F3) y en zonas donde se han propuesto áreas protegidas nuevas o algún sistema que permita un tipo de manejo similar (B3 y B1). En el caso de áreas protegidas existentes, Madidi y Pílon Lajas son las que mejor representan a este objeto de conservación.

Cuando usamos los corredores altitudinales en buen estado de conservación, la situación es similar, estando las zonas de las ASLs del norte de La Paz y las áreas protegidas propuestas las que representan mejor a este objeto de conservación. Nuevamente, el área protegida Madidi es el área protegida existente que tiene el valor más alto para este objeto de conservación.

Con los ecosistemas de importancia para procesos hidroclimáticos como objeto de conservación, una vez más la propuesta de área protegida B1 y la extensión de Cotapata (B4) representan con un mayor porcentaje este objeto de conservación. En el caso de áreas protegidas existentes Cotapata y Carrasco son las que mejor representan este objeto de conservación.

El área protegida Cotapata, es la que mejor representa a las comunidades biológicas con alta riqueza de endemismo, aunque las zonas de ampliación propuesta de Cotapata y la propuesta de áreas protegida B4, presentan valores similares.

Debemos tomar en cuenta que este análisis está de acuerdo al tamaño de cada una de las unidades de manejo propuestas, y que aquellas unidades grandes presentan tanto valores altos como valores bajos. En promedio el área correspondiente a la propuesta de áreas protegidas Altamachi (B1), áreas importantes colindante con Altamachi (B2), el área propuesta de extensión de Cotapata (B4), el área protegida Madidi (A1), y la TCO Lecos Larecaja (D2), deberían ser áreas prioritarias independientemente de los bloques de conservación anteriormente descritos.

Tabla 66. Representación de los valores de conservación en el portafolio de sitios y áreas de gestión del CAM

COD	Detalle	BEC			CA			EFH			CBR		
		Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto
A1	Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi	69	0	31	92	0	8	38	43	19	64	22	15
A2	Área Natural de Manejo Integrado Apolobamba	21	0	79	62	0	38	26	30	44	71	21	8
A3	Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pilón Lajas	73	0	27	84	0	16	11	45	45	32	45	24
A4	Parque Nacional Cotapata	15	0	85	65	0	35	58	12	29	100	0	0
A5	Estación Biológica del Beni	0	0	100	0	0	100	0	29	71	0	0	100
A6	Parque Nacional y Territorio Indígena Isiboro Sécuere	60	0	40	91	0	9	16	44	40	11	12	77
A7	Parque Nacional Carrasco	0	0	100	77	0	23	55	32	12	61	35	4
A8	Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró	0	0	100	73	0	27	27	62	11	52	47	1
B1	Parque departamental Altamachi	92	0	8	99	0	1	71	29	1	90	10	0
B2	Propuesta de áreas de protección	81	0	19	91	0	9	43	56	1	94	6	0
B3	Propuesta de nueva Área Protegida	95	0	5	95	0	5	8	77	15	22	58	20
B4	Propuesta de ampliación del PN Cotapata	56	0	44	93	0	7	63	30	6	96	2	1
C1	CBU extremo oeste del parque Amboró	0	0	100	82	0	18	20	71	9	73	27	0
C2	CBU la Siberia-Carrasco	0	0	100	79	0	21	25	59	15	92	8	0
C3	CBU área de Cotapata	0	0	100	62	0	38	28	31	41	69	22	9
C4	CBU área de Apolobamba	0	0	100	82	0	18	35	32	32	59	24	18
D1	TCO Lecos Franz Tamayo	66	0	34	93	0	7	25	54	22	82	17	1
D2	TCO Lecos Larecaja	52	0	48	92	0	8	33	54	13	79	20	2
D3	TCO Moseten	73	0	27	94	0	6	11	72	17	39	53	8
D4	TCO Chimán	60	0	40	63	0	37	0	33	67	0	2	98
E1	Área de Manejo sostenible y conservación	35	0	65	84	0	16	48	44	8	92	7	1
E2	Páramo Yungueño del Parque Nacional Tunari	0	0	100	8	13	79	5	12	83	29	34	37
E3	Reserva Departamental Choquetanga	6	0	94	30	0	70	15	6	79	12	6	82
F1	Áreas de concesiones forestales	49	0	51	72	0	28	1	36	63	0	6	93
F2	Asociaciones Sociales del Lugar (ASL)	97	0	3	100	0	0	0	41	59	0	1	99
F3	Propuesta de bosques de uso múltiple	25	0	75	55	0	45	0	35	65	1	2	98
F4	Tierras comunitarias de origen	19	0	81	50	0	50	2	33	65	3	3	94
G1	Corredores de conectividad	2	0	98	2	0	98	0	65	35	7	26	68
G2	Agroforestal sostenible	5	0	95	24	0	76	5	54	41	26	29	45
G3	Agropecuario sostenible	0	0	100	25	0	75	0	15	85	0	0	100
H1	Agricultura con reservas locales	3	0	97	21	0	79	14	45	41	49	45	6
H2	Agropecuario intensivo sostenible	1	0	99	9	4	87	5	13	82	38	35	27
H3	Agroindustrial sostenible	0	0	100	0	0	100	0	30	70	1	18	81
H4	Área de restauración	3	0	97	65	0	35	37	38	25	95	5	0

5.1. Comprobación de vacíos de representatividad

N. Araujo & S. Espinoza

Con la finalidad de identificar vacíos de representatividad, en el CAM, del sistema de áreas protegidas de carácter nacional, se analizaron los porcentajes de representación de ecosistemas singulares, así como, la representación de unidades de vegetación y la representación de ecosistemas del área de distribución de especies amenazadas. Se analizó, también, si algunos de estos vacíos están cubiertos por el portafolio de sitios y de áreas de conservación, definidos en la zonificación propuesta para la gestión de conservación del CAM.

a) Vacíos de representatividad de ecosistemas singulares

En la Tabla 67, se observa que la mayoría de los ecosistemas singulares del CAM (definidos aquí como comunidades biológicas únicas - CBU) tienen un buen porcentaje de representación en el conjunto de áreas protegidas del CAM. Sólo la CBU-9, es la unidad que prácticamente no está representada en todo el CAM.

Tabla 67. Superficie de representación de comunidades biológicas únicas en áreas protegidas

Área Protegida	Superficie de AP (ha)	Unidades de representación de comunidades biológicas únicas (ha)										
		CBU1	CBU 2	CBU 3	CBU 4	CBU 5	CBU 6	CBU 7	CBU 8	CBU 9	CBU 10	CBU 11
Amboró	594.809	68	170.061	115.426	0	0	0	128.580	0	84	0	171.618
Carrasco	687.186	47.306	13.260	19.976	0	0	0	425.986	0	0	0	166.902
Isiboro Sécore	1.016.602	0	0	0	23.783	0	882	59.351	575.118	0	0	249.782
Estación Biológica del Beni	134.127	0	0	0	0	0	0	0	126.871	0	0	0
Tunari	326.367	6.221	0	0	0	0	3.844	101.595	0	0	0	0
Cotapata	61.257	12.605	0	0	0	0	40.782	0	0	0	0	0
Pilón Lajas	398.453	0	0	0	365.136	0	31.421	0	1.896	0	0	0
Madidi	1.866.921	1.513	0	0	435.596	411.545	546.406	0	166.195	0	66.559	211.367
Apolobamba	482.321	45.126	0	0	3.243	53.816	214.744	0	0	0	0	0
% Representación de cada CBU		41,0	44,5	73,1	46,4	81,6	24,3	38,7	19,2	0,0	13,8	40,4

En el CAM, también, se observa un gradiente latitudinal de riqueza de especies y se identifican cuatro zonas de distintividad biológica (Fig. 28), estas zonas se definieron según un análisis cluster y la identificación de barreras geográficas. Considerando la importancia de garantizar una representación de las comunidades biológicas únicas presentes en cada zona de distintividad biológica, también se analizó la cobertura de áreas protegidas en cada una de estas zonas. En este sentido, se encontró que la cobertura de áreas protegidas, en general, es buena. Algunos aspectos relevantes se presentan en los puntos siguientes:

- Zona 1: compuesta por las CBU 2 y 9. El área protegida Amboró cubre el 41% de la superficie de las CBU-2. Sin embargo, la CBU-9 no está representada por áreas protegidas, y su estado de conservación es crítico debido a que corresponde con el área de desarrollo agroindustrial del departamento de Santa Cruz. Por otro lado, la alternativa de representación de esta unidad es la Reserva Forestal “El Choré”, ya que cubre un pequeño porcentaje de la superficie de esta unidad (< 10%).
- Zona 2: compuesta principalmente por las CBU 1, 3, 4, 7, 8 y 11. Esta zona tiene una buena cobertura de áreas protegidas. Considerando el portafolio de sitios prioritarios definidos en la zonificación del CAM, la propuesta del área protegida Altamachi “B1” y otros sitios aledaños de conservación “B2” y “E1” aumentarían el porcentaje de representatividad de las CBU de esta zona, así también, permitirían una mayor

conectividad altitudinal entre las distintas CBU. Por otro lado, la CBU-4 no está representada en ningún área protegida nacional presente en esta zona; sin embargo, la TCO Chimán y parte del área de la Reserva Eva Eva-Mosetenes (D4 y B3 en la zonificación del CAM) cubren casi en su totalidad a esta unidad.

- Zona 3: compuesta principalmente por las CBU 1, 4, 6, 7 y 8. Es la zona con menor representación de CBU en áreas protegidas, particularmente la CBU-6 sólo está representada en el Parque Nacional Cotapata y parte del área de Apolobamba. En este sentido, la propuesta de ampliación del Parque Nacional Cotapata (B4) apoyaría a mejorar su representatividad. En el caso de la CBU-1 que es una unidad de extensión muy reducida y muy poco representada en esta zona; el portafolio de sitios define un área aledaña al Parque Cotapata (C3), como prioritario para su conservación.
- Zona 4: compuesta principalmente por las CBU 1, 5, 6, 8, 10 y 11. En general, presenta una buena cobertura de áreas protegidas, con aproximadamente el 70%. En esta zona, la TCO Tacana es un área muy importante para complementar un gradiente de conectividad altitudinal entre las CBU de esta zona.

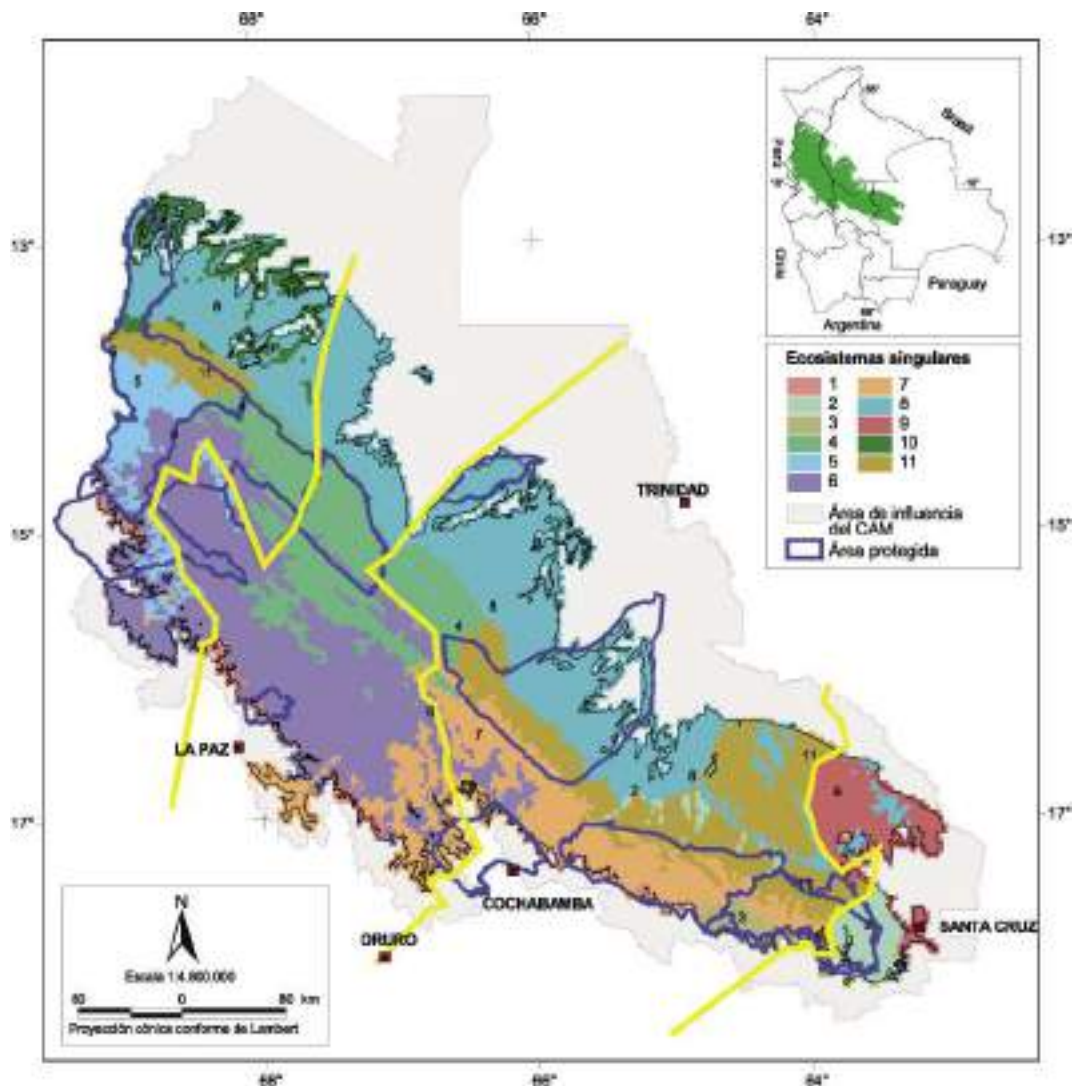


Figura 29. Representación de ecosistemas singulares en áreas protegidas del Corredor Amboró-Madidi

Los mayores porcentajes de representatividad se presentan en los bosques del subandino. Por otro lado, los Yungas de La Paz y Yungas de Cochabamba, son las áreas menos representadas en todo el CAM, siendo que son un centro de diversidad y endemismo importante. Para cubrir este vacío de representatividad, en el portafolio de sitios prioritarios para el CAM sobresalen las áreas de conservación propuestas como “B2”, “B4” y “C3”.

En general, la CBU-8 que forma parte de ecosistemas de los Bosques Preandinos del CAM tienen sólo un 19% de su área de distribución representada en áreas protegidas, en este sentido, las TCO de tierras bajas son importantes para apoyar a su conservación, que cubren una superficie interesante (alrededor del 42%) de esta comunidad biológica.

b) Vacíos de representatividad de unidades de vegetación

Al analizar la representatividad de las unidades de vegetación del CAM en áreas protegidas de carácter nacional, se observó que la mayoría de las unidades de vegetación tienen más del 10% de su superficie representada en áreas protegidas: 11 unidades con el 70-100% de representatividad, 15 unidades entre el 30-60% y 10 unidades entre 10-30%. Las unidades de vegetación con menos del 10% de su superficie en áreas protegidas se mencionan en la tabla siguiente.

Tabla 68. Unidades de vegetación del CAM con menos del 10% de representación en áreas protegidas de carácter nacional

Unidad de vegetación	Superficie en el CAM (ha)	Superficie en AP (ha)	% Representatividad
2c. Serie preliminar de <i>Prunus tucumanensis-Hesperomeles lanuginosa</i>	29.938	0	0,0
3a. Serie preliminar de <i>Berberis edentata-Polylepis lanata</i>	60.866	0	0,0
5c. Serie preliminar de <i>Ocotea jelskii-Podocarpus oleifolius</i>	202.804	10.598	5,23
6i. Serie preliminar de <i>Parapiptadenia excelsa-Erythrina falcata</i>	73.376	4.744	6,47
6j. Serie preliminar de <i>Juglans soratensis-Erythrina falcata</i>	24.880	0	0,0
7a. Serie de <i>Cleistocactus variispinus</i> y <i>Lythraea ternifolia</i>	21.848	0	0,0
12c. Serie preliminar de <i>Cavanillesia umbellata-Aspidosperma cylindrocarpon</i>	403.709	4.914	1,2
13b. Serie de <i>Cleistocactus laniceps-Schinopsis haenkeana</i>	29.795	0	0,0
13e. Serie preliminar de <i>Lythraea ternifolia-Astronium urundeuva</i>	11.026	0	0,0
14a. Comunidad de <i>Didymopanax morototoni-Roupala montana</i>	19.899	0	0,0
21b. Serie preliminar de <i>Swietenia macrophylla-Dypterix odorata</i>	391.060	27.492	7,0
25a. Serie de <i>Tabebuia heptaphylla-Copernicia alba</i>	126.646	9.354	7,4
27a. Macroserie de <i>Machaerium aristulatum-Erythrina fusca</i>	47.452	1.610	3,4

Según la zonificación propuesta para la gestión de conservación del CAM, algunas áreas del portafolio de sitios prioritarios, complementarias a las áreas protegidas existentes, podrían aumentar el porcentaje de representatividad de estas unidades. Este análisis de vacíos respalda la importancia de la consolidación del portafolio de sitios y otras áreas de relevancia para la conservación de la biodiversidad en el CAM:

- La serie preliminar de *Prunus tucumanensis-Hesperomeles lanuginosa* (2c) es una unidad de vegetación de superficie reducida, ubicada en la Ceja Yungueña del Dpto. de Cochabamba. En el portafolio de sitios estaría cubierto por la zona “H1” destinada a agricultura, combinada con la creación de reservas locales. Debido a que esta unidad no está representada es importante promover la creación de áreas de conservación privada o áreas protegidas municipales.

- La serie preliminar de *Berberis edentata*-*Polylepis lanata* (3a) se ubica en ecosistemas bastante perturbados de la Ceja Yungueña del Dpto. de Cochabamba. Se tendrían que invertir esfuerzos para la investigación de áreas de vegetación relictual.
- La serie preliminar de *Ocotea jelskii*-*Podocarpus oleifolius* (5c) se ubica en el piso montano en el sector de Altamachi-Cotacajes. En el portafolio de sitios la propuesta de Parque Departamental Altamachi “B1” cubriría este vacío.
- La serie preliminar de *Juglans soratensis*-*Erythrina falcata* (6j) y la serie de *Cleistocactus variispinus* y *Lythraea ternifolia* (7a), en los Yungas de Muñecas, se ubican en áreas muy perturbadas. En la zonificación del CAM se ubican dentro de un área con recomendación de restauración, probablemente sólo queden áreas muy relictuales.
- La serie preliminar de *Cavanillesia umbellata*-*Aspidosperma cylindrocarpon* (12c), ubicada en la zona de Coroico, Boopi y Cotacajes. En general presenta perturbación en buena parte de su extensión. Las propuestas de “B3” y “D” del portafolio apoyarían a cubrir su representatividad.
- La serie de *Cleistocactus laniceps*-*Schinopsis haenkeana* (13b) está ubicada en los Yungas de Cotacajes. Según el mapa del estado de conservación del CAM, se encuentra en una zona muy perturbada, sin embargo, es necesario hacer una verificación en campo dada la escala del mapa. En el portafolio de sitios la propuesta de Parque Departamental Altamachi “B1” y la zona de reservas “B2” representarían parte de esta unidad.
- La serie preliminar de *Lythraea ternifolia*-*Astronium urundeuva* (13e) ubicada en el sector de Yungas de Muñecas: Río Llica-Consata. Probablemente un sector de esta unidad se encuentre degradado, es necesario realizar estudios de campo. En la zonificación propuesta en el marco de la Visión del CAM, se ubica entre un área de restauración “H4” y un área propuesta para creación de reservas locales y manejo sostenible de recursos naturales “E1”.
- La comunidad de *Didymopanax morototoni*-*Roupala montana* (14a) ubicada en los Yungas de Apolobamba: sur de Apolo (Pampas de Atén). En la zonificación propuesta en el marco de la Visión del CAM, se ubica en un área propuesta para reservas locales “E4”, también parte de la TCO Lecos Franz Tamayo “D1” podrían apoyar a la conservación y representación de esta unidad.
- La serie preliminar de *Swietenia macrophylla*-*Dypterix odorata* (21b) ubicada entre Alto Beni y Alto Madidi, aproximadamente desde el Río Madidi a los ríos Chimanés y Alto Sécure-Ichoa. Esta unidad está intervenida por la presencia de caminos y centros poblados. Una oportunidad de conservación se presenta en las TCO Tacana y Chiman.
- La serie de *Tabebuia heptaphylla*-*Copernicia alba* (25a) y la macroserie de *Machaerium aristulatum*-*Erythrina fusca* (27a), ubicadas en semialturas y bajíos del Beni, ambas unidades se encuentran en la zona de influencia de tierras bajas del CAM, no se priorizaron áreas de conservación en estas unidades.

c) Vacíos de representatividad de especies amenazadas

Según la lista de especies amenazadas del CAM (ver capítulo IV), la situación de representatividad en áreas protegidas para anfibios y aves (anexos 10 y 11) fue analizada considerando sus respectivas áreas de distribución potencial en el corredor. De esta manera, los resultados indican que:

- De las 35 especies de **anfibios** listados como amenazados y para los cuales fue posible evaluar su área de distribución potencial, seis de ellas, tienen más del 50% de su área de distribución potencialmente dentro de áreas protegidas y otras 17 especies tienen entre el 10 - 50% de su área de distribución en áreas protegidas; cuatro especies tienen menos del 10% de representatividad y otras ocho especies no están representadas en las áreas protegidas del CAM. Igualmente, es importante destacar que 30 de estas 35 especies evaluadas, tienen su área de distribución básicamente restringida al corredor y, al menos en 15 de ellas, su área de distribución no sobrepasa las 120.000 ha. Como consecuencia, es necesario una estrategia de conservación que no sólo considere el establecimiento y gestión de áreas protegidas.

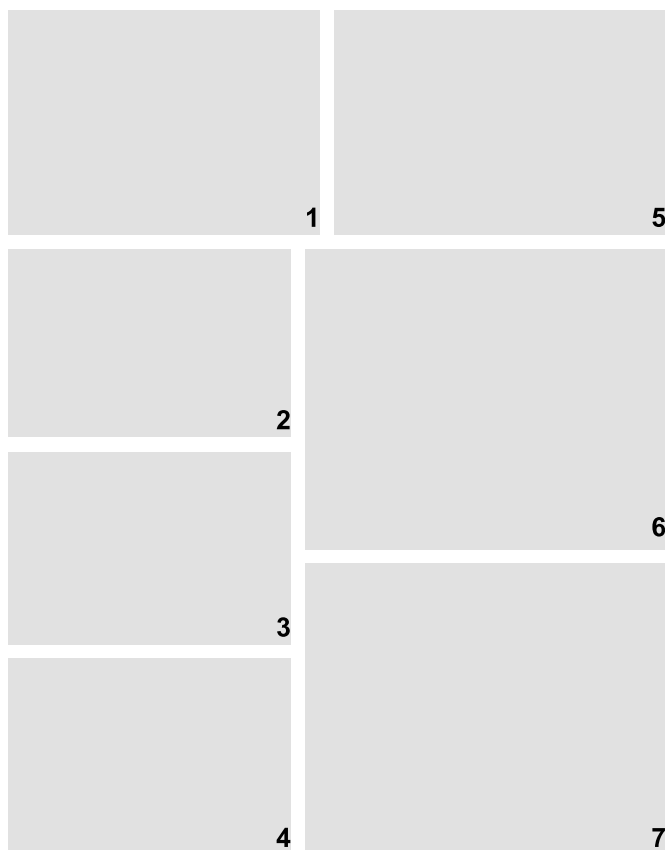
Las especies *Telmatobius sibiricus*, *Phrynopus pinguis*, *Phrynopus iatamasi*, *Gastrotheca lauzuricae* e *Hyla charazani*, son especies prácticamente con área de distribución restringida al CAM y no representadas en áreas protegidas.

- Considerando los vacíos de representatividad de **aves amenazadas**, fue posible evaluar el área de distribución potencial para 16 especies (ver anexo 11), sólo una especie de esta lista (*Nothoprocta taczanowskii*), con distribución prácticamente restringida al CAM, no está representada en áreas protegidas, y otras dos especies (*Cranioleuca henricae* y *Anairetes alpinus*) tienen menos del 6% de su área de distribución, potencialmente cubierta por áreas protegidas, sin embargo, la lista de aves de Bolivia (Armonía 2003) no indica registros de presencia de *C. henricae* en áreas protegidas.
- El análisis de **mamíferos amenazados** se basó sólo en la presencia o ausencia de registros en áreas protegidas, no fue posible el mapeo del área de distribución potencial, especialmente considerando la lista de pequeños mamíferos. En este sentido, los mamíferos grandes tienen presencia registrada en varias áreas protegidas del CAM, especies típicas del CAM y que se encuentran amenazadas como *Tremarctos ornatus* y *Mazama chunyi*, tienen buena representación dentro de áreas protegidas, sin embargo, se necesitan acciones especiales para apoyar a su conservación. Los pequeños mamíferos no han sido suficientemente estudiados como para tener buenos registros de su presencia en áreas protegidas.

En general, es importante destacar que el establecimiento y gestión de áreas protegidas es sólo una de las estrategias para apoyar a la conservación de especies amenazadas. El análisis de vacíos de representatividad aquí realizado da las primeras pautas para identificar la necesidad de implementación de gestión de conservación en algunos sitios priorizados en la zonificación del CAM. Sin embargo, aún se requieren de estrategias adicionales de conservación según las amenazas puntuales que tiene cada una de estas especies.



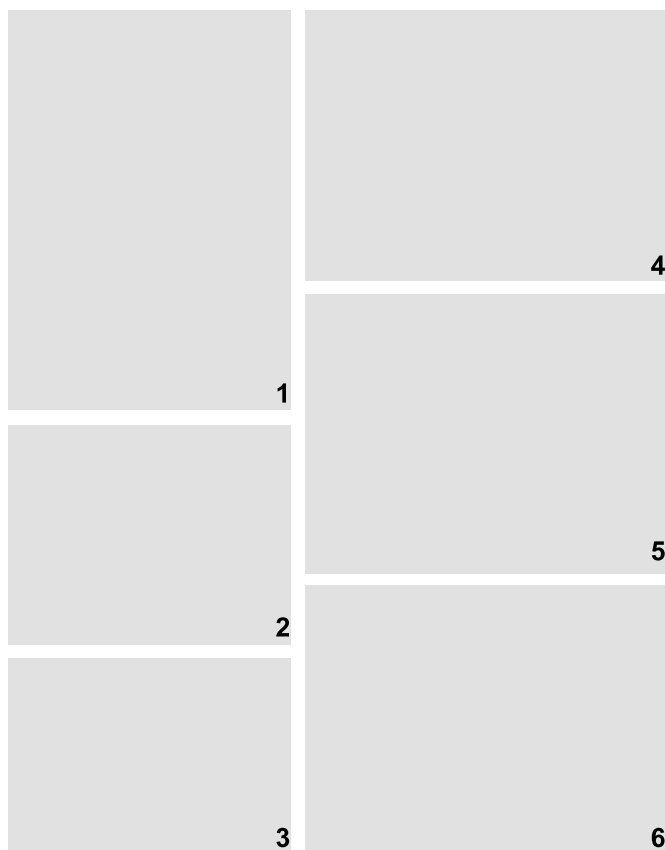
Fauna



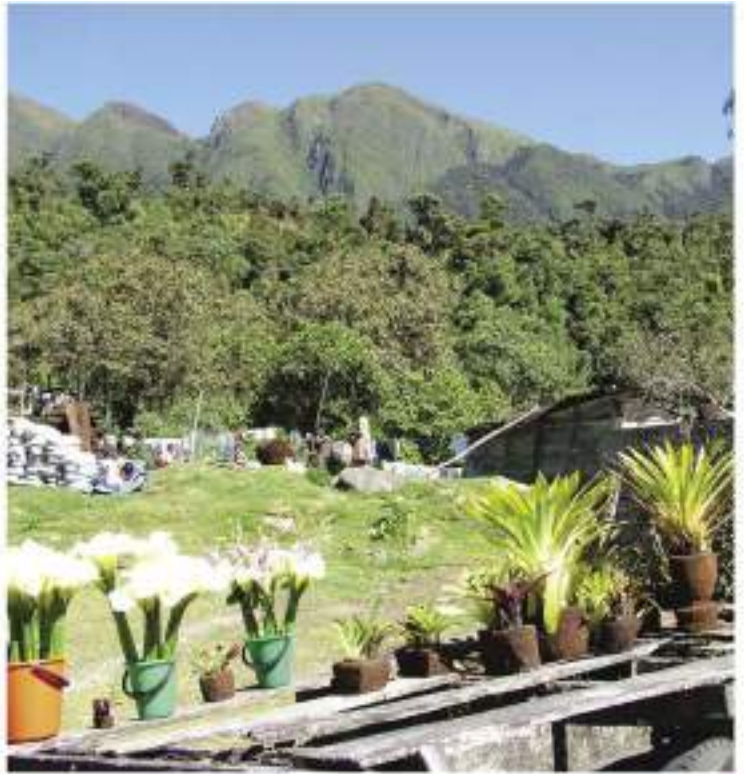
1. *Panthera onca*, a pesar de la presión sobre su hábitat, es una especie comúnmente registrada en los bosques amazónicos del Corredor Amboró - Madidi. (Foto: A. Bartschi / CI).
2. *Sarcoramphus papa*, conocido como el cóndor real es una de las aves más vistosas. Se tienen registros de esta especie para la mayoría de las áreas protegidas. (Foto: A. Bartschi / CI).
3. *Stenocercus roseiventris*, esta especie tiene su nombre debido a su vientre rosado (roseiventris). Originalmente fue descrita para los Yungas de La Paz, actualmente se le conoce un amplio rango de distribución en Bolivia, incluyendo los Departamentos de Cochabamba, Santa Cruz y Pando. (Foto: D. Embert).
4. *Pteroglossus castanotis*, los tucanes son importantes como dispersores de semillas, varias especies de este grupo son fácilmente registradas en los bosques del Corredor Amboró - Madidi. Esta especie en particular, incluye más de 100 tipo de frutos en su dieta, a lo largo de área de distribución. (Foto: E. Sánchez).
5. *Pterochroza ocellata*, este ortóptero utiliza como estrategia de defensa el camuflaje de sus alas para ahuyentar a sus predadores. Los insectos son un grupo fascinante y altamente diverso en el Corredor Amboró - Madidi. (Foto: A. Bartschi / CI).
6. *Opisthocomus hoazin*, es una especie de ave muy particular que habita en bosques tropicales sobre la vegetación ribereña y de pantanos. Es bastante frecuente observar individuos de la especie en los ríos del Parque Nacional Madidi. (Foto: A. Bartschi / CI).
7. *Hyalinobatrachium bergeri*, es una especie de tamaño pequeño (hasta 2,6 cm). Se encuentra siempre cerca de arroyos y cascadas en árboles o arbustos. Ponen sus huevos debajo de hojas por arriba de agua, los huevos son cuidados por el macho. Es una especie típica de las laderas orientales de los Andes desde Perú hasta Bolivia. (Foto: S. Reichle).



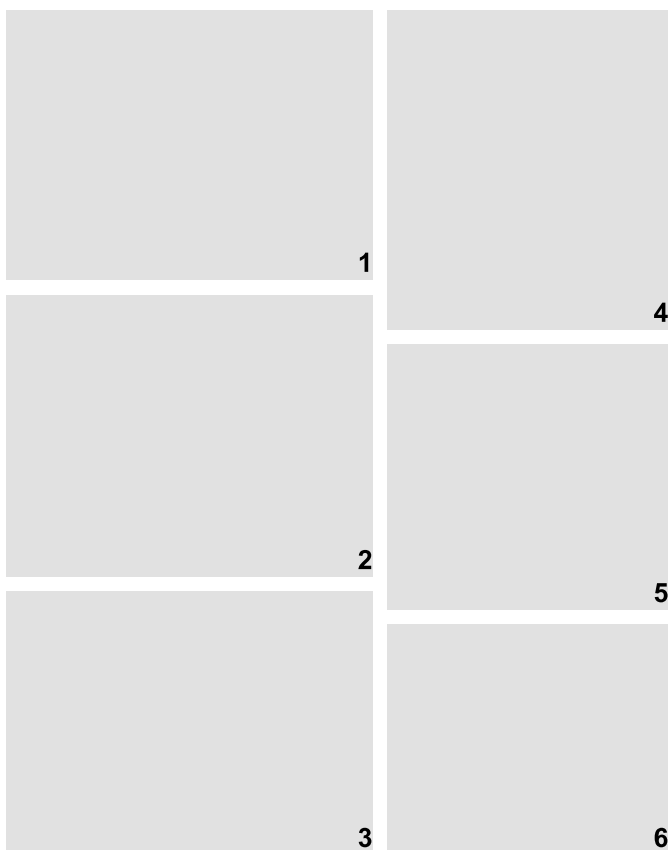
Flora



1. El helecho arbóreo (*Dicksonia* sp.), es el elemento florístico más representativo de los bosques húmedos de la formación yungueña. La extracción y utilización para fines ornamentales de esta especie, se constituye en su principal amenaza. La Yunga de Mairana, Provincia Florida, Santa Cruz. (Foto: J.C. Montero).
2. Grandes franjas continuas de bosques de majo (*Oenocarpus bataua*), con especies históricamente importantes como la goma (*Hevea brasiliensis*) y la quina (*Cinchona calisaya*), se encuentran en buen estado de conservación, sin embargo la amenazas del fuego, la extracción selectiva de especies maderables y la alta susceptibilidad que tienen estos bosques hacen que corran el riesgo de convertirse en chaparrales o en el peor de los casos en pajonales muy degradados. Camino entre Guanay y Mapiri, Provincia Larecaja, La Paz. (Foto: J.C. Montero).
3. *Warszewiczia coccinea*, árbol o arbusto muy llamativo por su fluorescencia, típica de bosque montano intervenido, frecuentemente observada a lo largo de los caminos. Tipuani, Provincia Larecaja, La Paz. (Foto: J.C. Montero).
4. El Soto (*Schinopsis brasiliensis*), se constituye en el elemento arbóreo más importante de los bosques secos ubicados en la región central del corredor, su distribución es limitada por las gradientes de humedad que se encuentran en pisos más superiores. Provincia Inquisivi, La Paz. (Foto: J.C. Montero).
5. *Tillandsia violacens*, es una de las especies más representativas de los bosques montanos húmedos, su atractiva inflorescencia da lugar a que sea explotada para su comercialización. La Siberia, Cochabamba. (Foto: J.C. Montero).
6. La flor de mayo (*Tibouchina* sp.), es una especies muy llamativa y con alto potencial ornamental, se encuentra ampliamente distribuida en las regiones húmedas altas entre 800-1.500 m. Camino entre Mapiri y Guanay, Provincia Larecaja, La Paz. (Foto: J.C. Montero).



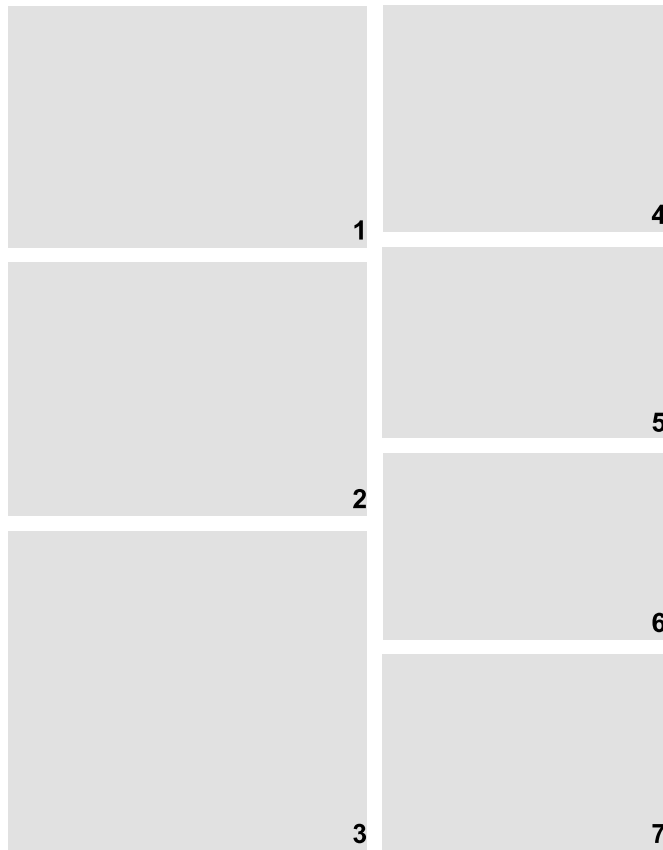
Uso de Recursos Naturales



1. Existe una fuerte demanda de leña en los Valles Secos Internadinos, los pobladores locales se abastecan en la época seca ayudados por sus animales de carga. El Trigal, Provincia Caballero, Santa Cruz. (Foto: J.C. Montero).
2. En la foto se observa uno de los tipos de aprovechamiento de recursos acuáticos, en esta ocasión en los límites del Parque Nacional Carrasco, Cochabamba. (Foto: A. Suárez / CI).
3. La palma de majo (*Oenocarpus bataua*), muy utilizada para la extracción de aceite y para la elaboración de un refresco casero muy nutritivo que es llamado localmente “leche de majo”, el mismo se utiliza para combatir la anemia de niños y adultos enfermos. Por otra parte, el gran tamaño de sus hojas y resistencia hacen que sean también utilizadas para el techado de las viviendas. Taniplaya-Guanay, Provincia Larecaja, La Paz. (Foto: J.C. Montero).
4. En los bosques húmedos de las partes altas de la región del Chapare, la extracción y comercialización de plantas ornamentales autóctonas y cultivadas se ha constituido en una actividad bastante creciente. En la foto la carretera principal entre Cochabamba y Santa Cruz es aprovechada como punto de venta. (Foto: J.C. Montero).
5. Niña mosetén tejiendo un cesto de chuchío. Comunidad Asunción del Quiquibey. Reserva TCO Pilon Lajas. Provincia Sud Yungas, La Paz. (Foto: A. Suárez / CI).
6. La belleza paisajística y la diversidad de especies presentes en el CAM han generado una importante actividad ecoturística, como en el caso de La Yunga de Mairana donde se desarrolla un proyecto de ecoturismo comunitario. (Foto: J.C. Montero).



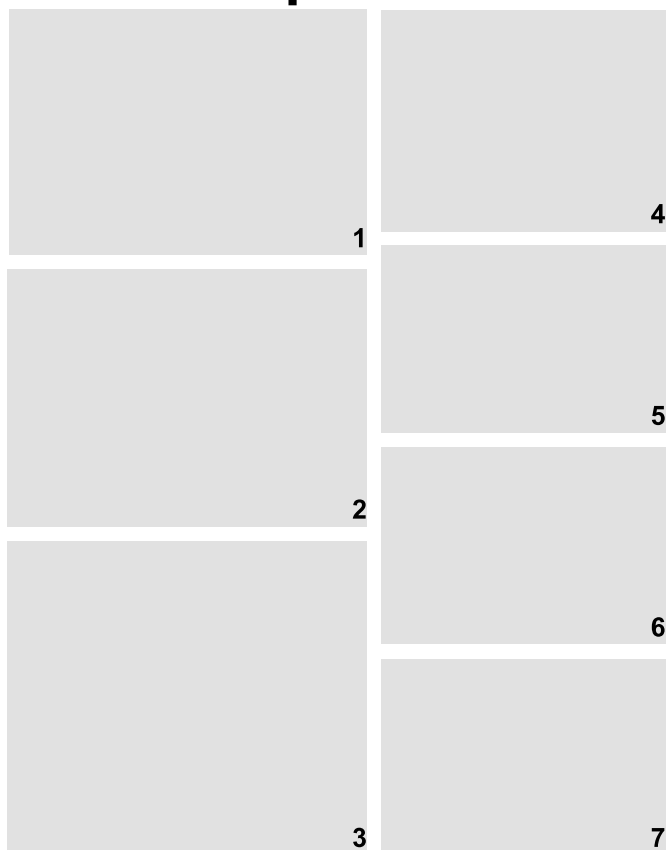
Ecosistemas



1. Los Bosques húmedo de pisos altitudinales superiores, forman franjas continuas en buen estado de conservación, sin embargo, la excesiva humedad y la inclinación de sus elementos arbóreos, producen derrumbes naturales. Camino entre Unduavi y Chulumani, El Velo de la novia, La Paz. (Foto: J.C. Montero).
2. Últimas estribaciones de los andes hacia la llanura, serranías con valles profundos, y crestas pronunciada. Zona de transición donde se mezclan especies amazónicas y andinas. Paracti, Cochabamba. (Foto: J.C. Montero).
3. Los Bosques secos interandinos son una formación bastante perturbada por la actividad agrícola, ganadera y forestal (madera y leña). En el Corredor Amboró - Madidi se pueden encontrar áreas relictuales conservadas. Camino a Santa Rosa de Lima, Santa Cruz. (Foto: I. Vargas).
4. El Bosque Tucumano-Boliviano de restringida distribución en el extremo este del corredor, forma espectaculares combinaciones de flora y cadenas montañosas las cuales son aprovechadas actualmente para el turismo. Laguna Volcan, Provincia Florida, Santa Cruz. (Foto: J.C. Montero).
5. Los Valles Secos Interandinos, distribuidos como manchas aisladas en el CAM, son bañados por afluentes que bajan desde la Cordillera Real y forma enclaves con importantes registros de flora endémica. Inquisivi (Foto: J.C. Montero).
6. Bosque nublado se constituye en ecosistemas que tienen gran importancia para la captación de agua y nacientes de muchas fuentes de agua. Camino de Comarapa al Piritial, Provincia Caballero, Santa Cruz. (Foto: J.C. Montero).
7. El Río Chapare atraviesa una extensa llanura boscosa de la región amazónica del subandino, desde las montañas nubladas del Parque Carrasco hasta desembocar en el río Ichilo. Río Chapare, Provincia Chapare, Cochabamba. (Foto: J.C. Montero).



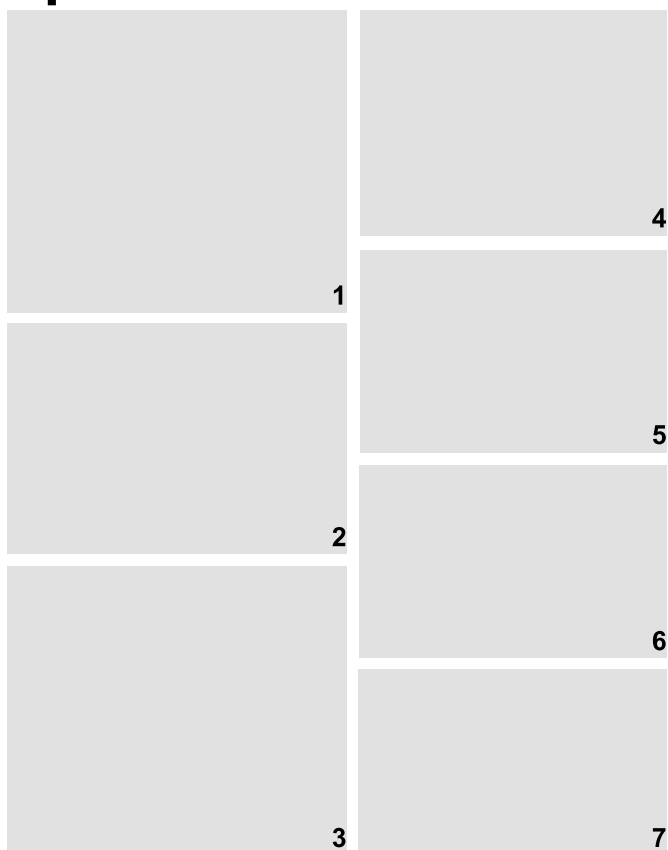
Impactos



1. Áreas con altos índices de diversidad y endemismo de especies son transformadas en áreas degradadas o remplazadas por plantaciones extensivas e intensivas de eucaliptos. Inquisivi, Provincia Inquisivi, La Paz. (Foto: J.C. Montero).
2. Algunos cultivos como es el caso de la hoja de coca en los Yungas de La Paz, convierten áreas de grandes ecosistemas naturales en agroecosistemas. Camino entre Coripata y Chulumani, Provincia Nor Yungas, La Paz. (Foto: J.C. Montero).
3. Las obras de infraestructura vial como las carreteras se constituyen en impactos hacia la biodiversidad, ya sea porque forman barreras que limitan los hábitats de algunas especies o por su efecto catalizador de desarrollo. Paracti, Provincia Chapare, Cochabamba. (Foto: J.C. Montero).
4. Las actividades mineras en el norte de La Paz causan fuertes impactos en la naturaleza, uno de los peores casos lo constituyen las denominadas “minas abiertas,” comunmente llamados “tajos,” ya que habilitan áreas que se encuentran en cauces antiguos o zonas influenciadas por ríos y transforman completamente el paisaje circundante. Tipuani, La Paz. (Foto: J.C. Montero).
5. La constante habilitación de terrenos para la agricultura es realizada mediante la tradicional actividad de corte y quema, lo que ocasiona la transformación de grandes áreas de bosque alto en barbechos inutilizados. Taniplaya, Guanay, Provincia Larecaja, La Paz. (Foto: J.C. Montero).
6. Los incendios forestales afectan grandemente los recursos naturales del bosque. Irupana, Provincia Sud Yungas, La Paz. (Foto: R. Muller).
7. Áreas de muy difícil acceso pueden ser perturbadas como efecto secundario de caminos. El Balconsillo, carretera vieja de Chuspipata - Santa Bárbara. La Paz. (Foto: J.C. Montero).



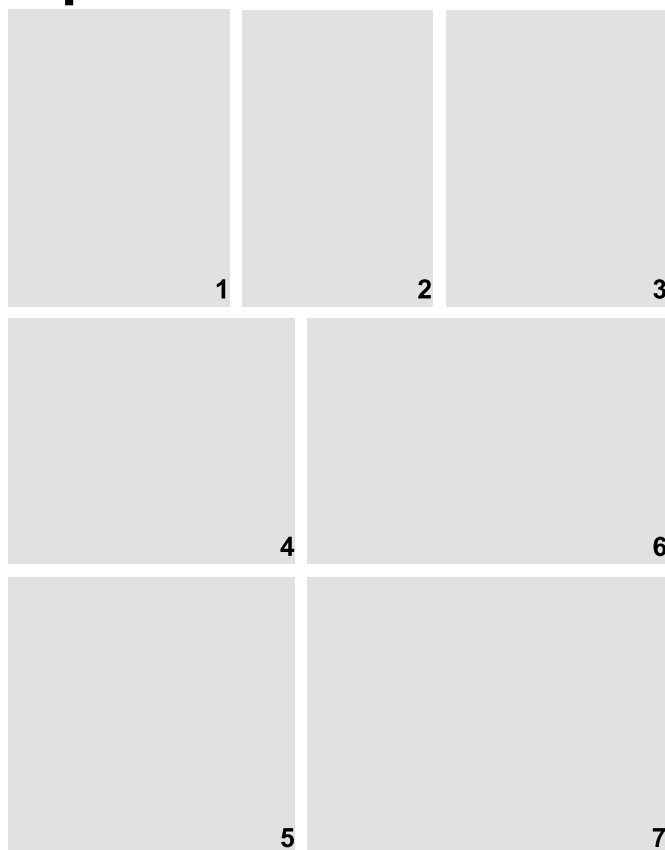
Especies nuevas de Fauna



1. *Oxyrhopus* sp. nov., especie endémica para el área del CAM, recientemente descubierta. Es una falsa coral que sólo como juvenil posee las bandas típicas que la hacen parecer muy similar a una verdadera coral. Los adultos llegan a un notable tamaño (hasta 1,5 m) y son completamente negros con ojos rojos. La Hoyada, Provincia Florida, Santa Cruz. (Foto: D. Embert).
2. El genero *Phrynopus*, es todavía poco conocido en Bolivia. Las especies de este género habitan en alturas entre los 2.500 a 4.000 m. Se caracterizan por presentar endemismos muy restringidos y en muchos casos son solamente conocidos de una población. Todas las especies de *Phrynopus* conocidas y en descripción sólo se conocen del CAM. Las dos fotos (Fotos 2 y 4) muestran especies no descritas de las áreas de Choquetanga y Charazani, Provincia Bautista Saavedra, La Paz. (Foto: S. Reichle).
3. *Echinanthera* sp. nov., es una culebra, recientemente descubierta y nueva para la ciencia. Es una especie pequeña con su diseño en el cuerpo variable. Los tres especímenes conocidos son de los Yungas a una altura alrededor de los 2.200 m. La Hoyada, Provincia Florida, Santa Cruz. (Foto: D. Embert).
4. *Phrynopus* sp.2. ídem al 2.
5. *Clelia* sp. nov., esta víbora fue recientemente descubierta y tiene gran parte de su distribución en el área del CAM. Es una especie grande que llega hasta un tamaño de 1,3 m. Su coloración es uniforme rojo-marrón con el vientre más claro y sus ojos de color rojo. Pampagrande, Provincia Florida, Santa Cruz. (Foto: S. Reichle).
6. *Elachistocleis* sp. nov., una especie del pie de monte andino. Se reproduce sólo al comienzo de la época de lluvia tras precipitaciones arriba de los 80 mm. Los machos forman coros grandes en aguas temporales en el bosque. El espécimen de la foto fue encontrado cerca de la población de Sapecho, Provincia Sud Yungas, La Paz. (Foto: S. Reichle).
7. *Micrurus serranus*, esta víbora es altamente venenosa, se encuentra distribuida en las Provincias Caballero y Florida del Departamento Santa Cruz. Es una coral de tamaño mediano (hasta 80 cm) posee la coloración típica de estas especies. Su hábitat son los Valles interandinos. Pampagrande, Provincia Florida, Santa Cruz. (Foto: D. Embert).



Especies nuevas de Flora



1. *Pitcairnia amboroensis*, debe su nombre a que fue descubierta en el Parque Nacional Amboró. Este Parque es destacado debido a que es considerado como un centro de diversidad de este grupo de bromeliáceas. Entre los supuestos factores que han generado la alta diversidad de especies cabe mencionar complejas transiciones climáticas tanto temporales como espaciales y diversidad de hábitats. (Foto: R. Vásquez).
2. *Pitcairnia heydlaufii*, fue descubierta por R. Vásquez, C. Nowicki & L.R. Moreno en un viaje de investigación botánica en la Provincia Chapare, Río Espiritu Santo, determinada como especie nueva por R. Vásquez y Pierre L. Ibisch, es una especie muy similar a la *P. amboroensis*, la única diferencia es la coloración de las bracteos florales. (Foto: R. Vásquez).
3. *Puya vasquezii*, fue descubierta cerca del límite sur del Parque Nacional Amboró. Se dedica esta especie a su descubridor el botánico boliviano Roberto Vásquez Chávez quién la reconoció como especie nueva para la ciencia. Crece en laderas y taludes a orillas del Bosque Tucumano - Boliviano, posiblemente se trata de la puya boliviana que vive a menor altitud sobre el nivel del mar. (Foto: R. Vásquez).
4. *Scelochilus newyorkorum*, fue colectada por primera vez por el botánico Israel Vargas durante una expedición botánica en el año 2001 al Río Cotacajes para obtención de datos biológicos del Corredor Amboró - Madidi, financiado por WWF Bolivia. (Foto: R. Vásquez).
5. *Masdevallia frilehmannii*, orquídea descubierta hace pocos años por el biólogo alemán Throsten Koemer en el Parque Nacional Madidi del departamento de La Paz. (Foto: R. Vásquez).
6. *Coryanthes vasquezii*, atractiva y fraganciosa orquídea endémica de los bosques de piedemonte de los Yungas de Cochabamba. Descubierta por Roberto Vásquez en el Parque Nacional Carrasco en 1980. (Foto: R. Vásquez).
7. *Oerstedella vasquezii*, orquídea endémica de los bosque montano húmedos del Chapare, crece entre 1200-1800 m de altitud en el trayecto caminero entre Cochabamba y Villa Tunari. (Foto: R. Vásquez).

Bibliografía

- Aber, John; Neilson, Ronald P.; McNulty, Steve; Lenihan, James M.; Bachelet, Dominique; Drapek, Raymond J. 2001. Forest processes and global environmental change: predicting the effects of individual and multiple stressors. *BioScience* 51(9): 735-751.
- Acebey, A. & T. Krömer. 2001. Diversidad y zonación vertical de epifitas en los alrededores del campamento río Eslabón y de la laguna Chalalán, Parque Nacional Madidi, Dpto. La Paz. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 3(1): 104-123.
- Ackerman, J.D. 1998. Evolutionary potential in orchids: patterns and strategies for conservation. *Selbyana* 19: 8-14.
- Aguayo, F. 2000. Diversidad de anfibios en diferentes pisos altitudinales del Parque Nacional Carrasco, Cochabamba. Tesis de Licenciatura en Biología.
- Aguayo, C.R. & M. Harvey 2001. Dos nuevas especies de *Phrynopus* (Anura: Leptodactylidae) de los bosques nublados de Bolivia. *Revista Biología Tropical* 49(1): 333-345.
- Aguirre, L.F., X. Vélez-Liendo, A. Muñoz & A. Selaya. 2003. Patrones de distribución y zoogeografía de los murciélagos de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología* 14 (3): 3-17.
- Aizen, M.A. & P. Feinsinger. 1994. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. *Ecology* 75: 330-351.
- Ahlfeld, F. 1970. Zur Tektonik des andinen Boliviens. *Geologische Rundschau* 59: 1124-1140.
- Albon, S.D. & R. Langvatn. 1992. Plant phenology and the benefits of migration in a temperate ungulate. *Oikos* 65: 502-513.
- Allen-Wardell, G. & collaborators. 1998. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology* 12: 8-17.
- Altamirano, S. & E. Fernández. 2003. Diversidad y distribución vertical de epifitas en bosques amazónicos de tierra firme del TIPNIS (Territorio Indígena y Parque Nacional Isiboro-Sécure), Cochabamba, Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología* 14: 67-80.
- Anderson, L. 1995. Diversity and origins of Andean Rubiaceae. In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests*. The New York Botanical Garden. 441-450.
- Anderson, S. 1997. Mammals of Bolivia, taxonomy and distribution. *Bulletin of the American Museum of Natural History*.
- Anderson, S. & T. Tarifa. 1996. Mamíferos endémicos de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 28: 45-63.
- Andresen, E. 2003. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. *Ecography* 26: 87-97.
- Antezana, C. & G. Navarro. 2002. Contribución al análisis biogeográfico y catálogo preliminar de la flora de los valles secos interandinos del centro de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 12: 3-38.
- Aparicio, J. 1999. Herpetofauna de la Reserva Nacional de Fauna Altoandina Ulla Ulla, departamento La Paz (Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 5: 13-23.
- Aparicio, J. En: Flores, E. & C. Miranda, (eds.) 2003. *Fauna Amenazada de Bolivia*. Ministerio de Desarrollo Sostenible BID ATR 929/SF-BO
- Araujo, N. 2000. Insectos. En: Araujo, N. & P.L. Ibsch (eds.) 2000. *Hacia un Plan de Conservación para el Bio-Corredor Amboró-Madidi, Bolivia*. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia (CD-ROM).
- Araujo, N. & P.L. Ibsch (eds.). 2000. *Hacia un Plan de Conservación para el Bio-Corredor Amboró-Madidi, Bolivia*. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia (CD-ROM).
- Arispe, R. & C. Eulert. 1999. Mamíferos. En: Vargas, I. & P. L. Ibsch (eds.): *Establecimiento de una base para el monitoreo ambiental en el Parque Nacional Amboró y ANMIA*. Santa Cruz. Pp. 140-158. (No publicado).
- Arribas, M.A., L. Jammes & F. Sagot. 1995. Lista de las aves de Bolivia. Cuarta edición. *Armonía*, Santa Cruz, Bolivia.
- Awodey, L. 1978. Vertical migrations of butterflies on Mt. Kenya [abstract]. *EANHS Bulletin*. Pp. 79-81
- Ayala et al. 2005. Rango de hogar y uso del espacio por chanchos de tropa (*Tayassu pecari*) en un bosque amazónico subandino (Área Natural de Manejo Integrado Madidi, La Paz, Bolivia). *Memorias del I Congreso de Mastozoología, Cochabamba, Bolivia*
- Aylward, B. 2000. Economic analysis of land-use change in a watershed context. Paper presented at a UNESCO symposium/workshop on forest-water-people in the humid tropics. Kuala Lumpur, Malaysia (July 31-August 4).
- Baker, P.A., C.A. Rigsby, G.O. Seltzer, S.C. Fritz, T.K. Lowenstein, N.P. Bacher & C. Veliz. 2001. Tropical climate changes at millennial and orbital timescales on the Bolivian Altiplano. *Nature* 409: 698-701.
- Ballou, R., J.D. & D.A. Briscoe. 2002. *Introduction to conservation genetics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Balmford, A., G. Mace, & J.R. Ginsberg, (1998). The challenges to conservation in a changing world: putting processes on the map. In: G. Mace, A. Balmford and J. R. Ginsberg (eds.): *Conservation in a Changing World*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. Pp. 1-28.
- Barthlott, W., W. Lauer & A. Placke. 1996. Globale distribution of species diversity in vascular plants: towards a world map of phytodiversity. *Erdkunde* 50: 317-327.
- Baudrey, J. & H. Merriam. 1988. Connectivity and connectedness: functional versus structural patterns in landscapes. In: Schreiber K.F.

- (ed.) Connectivity in Landscape Ecology. Münstersche Geographische Arbeiten 29, Münster. Pp. 23-28.
- Beck, S.G. 1998. Floristic inventory of Bolivia -an indispensable contribution to sustainable development. In: W. Barthlott & M. Winiger (eds.): Biodiversity -a challenge for development research and policy. Springer-Verlag. Berlin. Pp. 243-268.
- Beck, S.G., T.J. Killeen & E. García. 1993. Vegetación de Bolivia. En: T.J. Killeen, E. García & S.G. Beck (eds.): Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Botanical Garden. La Paz. Pp. 6-24.
- Beier, P. & R.F. Noss. 1998. Do habitat corridors provide connectivity? *Conservation Biology* 12: 1241-1252.
- Bennett, A.F. 1999. Linkages in the landscape. The role of corridors and connectivity in wildlife conservation. IUCN, Gland/Cambridge.
- Bennett, E.L., E.J. Milner-Gulland, M. Bakarr, H.E. Eves, J.G. Robinson & D.S. Wilkie. 2002. Hunting the world's wildlife to extinction. *Oryx* 36: 328-329.
- Benning, T.L. D. LaPointe, C.T. Atkinson & P.M. Vitousek. 2002. Interactions of climate change with biological invasions and land use in the Hawaiian Islands: Modeling the fate of endemic birds using a geographic information system. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 99 (22): 14246-14249.
- Benzing, D.H. 1981. Mycotrophy: its occurrence and possible significance among epiphytic Orchidaceae-Selbyana 5: 243-247.
- Benzing, D.H. 1987. Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptive diversity -*Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 183-204.
- Berg, C.C., X. Villavicencio. 2003a. A new species of *Ficus* and a new species of *Pseudolmedia* (Moraceae) from Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica*. 4(1): 75-79 (2003)
- Berg, C.C., X. Villavicencio. 2003b. El genero *Ficus* (Moraceae) en Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica*. 4(1): 81-129 (2003)
- Bierregaard, R.O., Jr., T.E. Lovejoy, V. Kapos, A.A. dos Santos & R.W. Hutchings. 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. *BioScience* 42: 859-866.
- Biringer, J. 2003. Forest ecosystems threatened by climate change: promoting long-term forest resilience. In: Hansen, L.J., J.L. Biringer and J.R. Hoffman (eds.): *Buying time: A user's manual for building resistance and resilience to climate change on protected areas*. WWF, Gland. Pp. 43-71.
- Blackburn, T.M. & K.J. Gaston. 2001. Local avian assemblages as random draws from regional pools. *Ecography* 24: 50-58.
- Blake, J.G. & B.A. Loiselle. 1992. Fruits in the diets of Neotropical migrant birds in Costa Rica. *Biotropica* 24: 200-210.
- Blake, J.G., F.G. Stiles & B.A. Loiselle 1990. Birds of La Selva Biological Station: habitat use, trophic composition, and migrants. In: A.W. Gentry (ed.): *Four neotropical rainforests*. Yale University Press, New Haven, Connecticut. Pp. 161-182.
- Boulenger, G. A. 1896. *Catalogue of the snakes in the British Museum*, Vol. 3. London (Taylor & Francis).
- Boulenger, G. A. 1902. Descriptions of new batrachians and reptiles from the Andes of Peru and Bolivia. *Annals and Magazine of Natural History* (ser. 7) 10 (59): 394-402.
- Bowman, D. M. J. S. 1998. Death of biodiversity - the urgent need for global ecology. *Global Ecology and Biogeography* 7: 237-240.
- Brako, L. & J.L. Zarucchi. 1993. *Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru - Catálogo de las angiospermas del Perú*. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
- Bromfield, G., W.N. Ritchie, V. Bromfield, J. Ritchie & A.B. Hennessey. 2004. New information on plumage, nesting, behaviour and vocalizations of the Bolivian swallow-tailed cotinga *Phibalura flavirostris boliviana* from the Apolo area of Madidi National Park, Bolivia. *Cotinga* 21: 63-67.
- Brooks, K.N., P.F. Follitt, H.M. Gregersen, & L.F. DeBano. 1997. *Hydrology and the management of watersheds*. 2nd edition. Ames, Iowa, USA, Iowa State University Press.
- Bruijnzeel, L.A. & J. Proctor. 1993. Hydrology and biogeochemistry of tropical montane cloud forests: what do we really know? In L.S. Hamilton, J.O. Juvik & F.N. Scatena (eds.) *Tropical montane cloud forests*. New York, Springer-Verlag. Pp. 38-78.
- Bruijnzeel, L.A. 2001. Hydrology of tropical montane cloud forests: a reassessment. *Land Use and Water Resources Research* 1: 1.1-1.18
- Bruijnzeel, L.A. 2004. Hydrological functions of tropical forests, not seeing the soil for the trees? In: Tomich, T.P., van Noordwijk, M, & Thomas, D.E. (eds.): *Environmental services and land use change: bridging the gap between policy and research in Southeast Asia*. A special issue of *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 104/1 (September). Pp. 185-228.
- Bubb, P., I. May, L. Miles & J. Sayer 2004. *Cloud forest agenda*. UNEP-WCMC. Cambridge.
- Buij, R., S.A. Wich, A.H. Lubis & E.H.M. Sterck 2002. Seasonal movements in the Sumatran orangutan (*Pongo pygmaeus abelii*) and consequences for conservation. *Biological Conservation* 107: 83-87.
- Burgess, N.D. & C.O.F. Mlingwa. 2000. Evidence for altitudinal migration of forest birds between montane Eastern Arc and lowland forests in East Africa. *Ostrich* 71: 184-190.
- Bush, M.B. 1994. Amazonian speciation: a necessary complex model.- *Journal of Biogeography* 21: 5-17.
- Bush, M.B., M.R. Silman, D.H. Urrego. 2004. 48.000 years of climate and forest change in a biodiversity hot spot. *Science* 303: 827-829.

- Cabrera, A.L. 1994. Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Primera reimpression (Tomo II, fascículo 1), Buenos Aires.
- Cabrera, A.L. & A. Willink. 1973. Biogeografía de América Latina. Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C.
- Cámara Nacional de Hidrocarburos (CNH). 2000. Concesiones Petroleras. La Paz-Bolivia
- Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE). (En preparación) 2005. Características sociodemográficas de la población boliviana por condición étnico-lingüística. CELADE-BID.
- Caro, T.M. & G. O'Doherty. 1999. On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology* 13: 805-814.
- Cartagena, J. 2003. Cochabamba, un potencial turístico aún dormido. Premio Reportaje Anaconda. Periódico Los Tiempos.
- Caussimont, G., J. Herrero & A. García-Serrano. 1993. El oso pardo en Aragón y Navarra [abstract]. En: J. Naves & G. Palomero (ed.): El oso pardo (*Ursus arctos*) en España. ICONA, Madrid, Spain. Pp. 323-338.
- Chapin III, F. S., E. S. Zavaleta, V. T. Eviner, R. L. Naylor, P. M. Vitousek, H. L. Reynolds, D. U. Hooper, S. Lavorel, O. E. Sala, S. E. Hobbie, M. C. Mack & S. Diaz. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.
- Chesser, R.T. & D.J. Levey 1998. Austral migrants and the evolution of migration in New World birds: diet, habitat, and migration revisited. *The American Naturalist* 152: 311-319.
- Chesser, R.T. 1994. Migration in South America: an overview of the austral system. In: E.S. Morton, K. Young & M.A. Ramos (eds.): Growing points in neotropical migratory bird conservation. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. Pp. 91-108.
- Chesser, R.T. 1997. Patterns of seasonal and geographical distribution of austral migrant flycatchers (Tyrannidae) in Bolivia. *Ornithological Monographs* 48: 171-204.
- Churchill, S.P. 2003. Briofitas. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.). 2003. Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz. Pp. 96-99.
- Churchill, S.P., D. Griffin III & M. Lewis. 1995. Moss diversity of the tropical Andes. In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. The New York Botanical Garden. Pp. 335-346.
- CI-CEPF. 2003. "Corredor de Conservación Vilcabamba-Amboró: Estrategia Básica de Implementación del Corredor de Conservación Vilcabamba-Amboró" Conservation. International & Critical Ecosystem Partnership Fund, Perú-Bolivia. SERNAP, Bolivia -INRENA, Perú. Informe Borrador
- CIDOB-CPTI. 2000. Atlas, Territorios Indígenas en Bolivia. Situación de las Tierras Comunitarias de Origen (TCO) y Proceso de Titulación. Santa Cruz, Bolivia
- CIMAR. 1996. Comunidades, Territorios Indígenas y Biodiversidad en Bolivia. Santa Cruz, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno.
- Clapperton, C.M. 1972. The pleistocene moraine stages of West-Central Perú. *Journal of Glaciology* 11: 255-263.
- Clapperton, C.M. 1979. Glaciation in Bolivia before 3,27 Myr. *Nature* 277: 375-377.
- Clapperton, C.M. 1981. Quaternary glaciation in the Cordillera Blanca, Perú and the Cordillera Real, Bolivia. *Revista Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF)*, Bogotá, Colombia, 6: 93-111.
- Clapperton, C. M. 1983. The Glaciation of the Andes. *Quaternary Science Reviews* 2: 83-155.
- Clark, L.G. 1995. Diversity and distribution of the Andean woody bamboos (Poaceae: Bambuseae). In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. The New York Botanical Garden. Pp. 501-512.
- Clarke, R.O. & F. Sagot. 1996. A guide to the world's best bird-watching place: Amboró Protected Area, Bolivia. Armonia, Santa Cruz.
- Clobert, J., E. Danchin, A.A. Dhondt & J.D. Nichols (eds.). 2001. Dispersal. Oxford University Press, Oxford, U.K.
- Collar, N. J., L. P. Gonzaga, N. Krabe, A. Madroño Nieto, L. G. Naranjo, T. A. Parquer & D. C. Wege. 1992. Threatened birds of the americas: The ICPB/IUCN Red Data Book. 3° ed, part 2. Smithsonian Institution Press, Washington and London. International Council for Bird Preservation, Cambridge, U.K.
- Collar, N.J. 1999. Risk indicators and status assessment in birds. In: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.): Handbook of the birds of the world. Vol. 5. Barn-owls to hummingbirds. Lynx Edicions, Barcelona, Spain. Pp. 13-28.
- Corbet 2000. Conserving compartments in pollination webs. *Conservation Biology* 14: 1229-1231.
- CORDECRUZ/ KFW - Consorcio IP/CES/KWC. 1995. Plan de Uso del Suelo (PLUS) para el Dpto. de Santa Cruz. Anexo II. Reglas de Intervención y Recomendaciones de Manejo (Memoria Explicativa). Santa Cruz. Bolivia.
- Cortéz, C. 2000. Variación de la diversidad de anuros en cinco pisos altitudinales durante la estación de lluvias en el PNANMI-Cotapata. Tesis de grado para optar al título de Licenciada en Ciencias Biológicas, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. O'Neill, J. Paruelo, R. Raskin, P. Sutton & M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF). 2001. Ecosistema forestal de Vilcabamba Amboró del área prioritaria de conservación de la biodiversidad en los andes tropicales Perú y Bolivia

- Crooks, K.R. & M.E. Soulé. 1999. Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system. *Nature* 400: 563-566.
- Daily, G.C., S. Alexander, P.R. Ehrlich, L. Goulder, J. Lubchenco, P.A. Matson, H.A. Mooney, S. Postel, S.H. Schneider, D. Tilman, and G.M. Woodwell. 1997. Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. *Issues in Ecology* 2. Ecological Society of America, Washington DC.
- Dale VH, L.A. Joyce, S. McNulty, R.P. Neilson, M.P. Ayres, M.D. Flannigan, P.J. Hanson, L.C. Irland, A.E. Lugo, C.J. Peterson, D. Simberloff, F.J. Swanson, B.J. Stocks & B.M. Wotton .2001. Climate change and forest disturbances. *BioScience* 51:723-734.
- Danielsen, F. & C.G. Treadway. 2004. Priority conservation areas for butterflies (Lepidoptera: Rhopalocera) in the Philippine islands. *Animal Conservation* 7: 79-92.
- Daszak, P., L. Berger, A. A. Cunningham, A. D. Hyatt, D. E. Green & R. Speare (1999): Emerging infectious diseases and amphibian population declines. *Emerging Infectious Diseases* 5: 735-748.
- Davic, R.D. 2003. Linking keystone species and functional groups: a new operational definition of the keystone species concept. *Conservation Ecology* 7: r11 [online] URL: <http://www.consecol/vol7/iss1/resp11>.
- Davis, M.B. & R.G. Shaw. 2001. Range Shifts and Adaptive Responses to Quaternary Climate Change. *Science* 292: 673-679.
- Davis, S.E. 1993. Seasonal status, relative abundance, and behavior of the birds of Concepción, Departamento Santa Cruz, Bolivia. *Fieldiana Zoology N.S.*, No. 171: 1-33.
- De la Riva, I. 2002. Rediscovery and taxonomic status of *Telmatobius marmoratus gigas* Vellard 1969 "1968" (Anura: Leptodactylidae). *Herpetologica* 57 (2): 220-228
- De la Riva, I., J. Kholer, S. Lotters & S. Reichle. 2000. Ten years of research on Bolivian amphibians: Updated checklist, distribution, taxonomic problems, literatura and ecography. *Rev. Esp. Herp.* 14: 19-164.
- De Lima, M.G, C. Gascon & W.F. Laurance. 1999. The conservation value of linear forest remnants in central Amazonia. *Ecology and Management of Fragmented Tropical Landscapes*. *Biological Conservation*, 91: 241-247.
- DeFries, R.S., J.R.G. Townshend & M. Hansen. 1999. Continuous fields of vegetation characteristics at the global scale at 1km resolution. *Journal of Biophysical Research* 104: 16911-16925.
- Del Hoyo, J., A. Elliott & J. Sargatal (ed.). 1992. Handbook of the birds of the world. Vol. 5. Barn-owls to hummingbirds. Lynx Edicions, Barcelona, Spain. Pp. 13-28.
- DesGranges, J.L. & P.R. Grant. 1980. Migrant hummingbird's accommodation into tropical communities. En: A. Keast & E.S. Morton (ed.): *Migrant birds in the Neotropics: ecology, behaviour, distribution, and conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pp. 395-410.
- Diamond, J.M. 1973. Distributional ecology of New Guinea birds. *Science* 179: 759-769.
- Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Pimm, M.P. Bookbinder & G. Ledec. 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. World Bank/WWF. Washington D.C.
- Dobson, A., K. Ralls, M. Foster, M.E. Soulé, D. Simberloff, D. Doak, J.A. Estes, L.S. Mills, D. Mattson, R. Dirzo, H. Arita, S. Ryan, E.A. Norse, R.F. Noss & D. Johns. 1999. Connectivity: maintaining flows in fragmented landscapes. In: Soulé, M.E. & J. Terborgh (eds.): *Continental conservation. Scientific foundations of regional reserve networks*. Island Press, Washington, D.C. Pp. 129-170.
- Dobrovolny, E. 1962. Geología del Valle de La Paz. Departamento Nacional de Geología (GEOBOL), La Paz, Informe 3 (Especial).
- Dudley, N. & S. Stolton. 2003. Ecological and socioeconomic benefits of protected areas in dealing with climate change. In: Hansen, L.J., J.L. Biringer & J.R. Hoffman (eds.): *Buying time: A user's manual for building resistance and resilience to climate change on protected areas*. WWF, Gland. Pp. 217-233.
- Dudley, N. 2003. No place to hide. Effects of climate change on protected areas. WWF Climate Change Program.
- Eitschberger, U. & T. Racheli. 1998. *Catantacta* studies (Lepidoptera: Pieridae): I. Considerations for Reissinger's and Robert's collections of *Catantacta*. *Neue Entomologische Nachrichten*, 41: 5-94.
- Ellsworth, J.W. & B.C. McComb. 2003. Potential effects of passenger pigeon flocks on the structure and composition of presettlement forests of eastern North America. *Conservation Biology* 17: 1548-1558.
- Embert, D. 2002. Reptilien der Provinz Florida. Tesis de maestría, no publicado. Rheinische Friedrich Wilhelms Universität Bonn, Alemania.
- Embert, D., M. Di Bernardo & S. Reichle. Una nueva especie del género *Echinanthera* de Bolivia.
- Embert, D., S. Reichle & L. Gonzales. (en revision). Una nueva especie del género *Oxyrhopus* de Bolivia.
- Emmons, L.H. & F. Feer. 1999. Mamíferos de los bosques húmedos de América Tropical. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- England, M.C. 2000. A review of bird responses to El Niño-Southern Oscillation conditions in the Neotropics. *Cotinga* 13: 83-88.
- Ergueta, P. & M.B. Harvey. 1996. Anfíbios: En P. Ergueta & C. Morales (eds.) *Libro Rojo de los vertebrados de Bolivia*. Centro de Datos para la Conservación, La Paz: Pp. 67-72.
- Escobari, J. 2003. Problemática Ambiental en Bolivia. UDAPE. La Paz.

- Estes, J.A. & J.F. Palmesano. 1974. Sea otters: their role in structuring nearshore communities. *Science* 185: 1058-1060.
- Estrada, A. & T.H. Fleming (eds.). 1986. Frugivores and seed dispersal. Dr. W. Junk, Dordrecht, Netherlands.
- EUROCONSULT & Consultores Galindo Ltda. 1999a. Zonificación Agroecológica y propuesta técnica del Plan de Uso del Suelo de la Región Amazónica del Departamento de Cochabamba (MDSP).
- EUROCONSULT & Consultores Galindo Ltda. 1999b. Zonificación Agroecológica y propuesta técnica del Plan de Uso del Suelo de la Región Amazónica del Departamento de La Paz (MDSP).
- Everden, J.F. 1961. Edades absolutas de algunas rocas ígneas en Bolivia por el método K/Ar. *Soc. Geol. Bolív.* 2: 220-246.
- Eulert, C. F. 1994. Evaluación del estado actual del Jucumari (*Tremarctos ornatus* Cuvier), en el Parque Nacional Amboró, Santa Cruz - Bolivia. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz. (No publicado)
- FAN & TNC. 1997. Plan de Manejo Parque Nacional y Area Natural de Manejo Integrado Amboró. Fundación Amigos de la Naturaleza y The Nature Conservancy. Dirección Nacional de Conservación de la Biodiversidad (DNCB), CARE-Bolivia. Santa Cruz. (No publicado)
- FAO. (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1995. Digital soil map of the world. VI. IV South America. UNESCO-Paris.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2003. State of the World's Forests 200. FAO, Rome.
- FAUNMAP. 1996. Spatial response of mammals to late quaternary environmental fluctuations. *Science* 272: 1601-1606.
- Fearnside, P.M. 1990. Deforestation in Brazilian Amazon. In: Woodwell, G.M. (eds.): The earth in transition: patterns and processes of biotic impoverishment. Press Syndicate of the University of Cambridge, Cambridge.
- Feinsinger, P. & R.K. Colwell. 1978. Community organization among neotropical nectar-feeding birds. *The American Naturalist* 18: 779-785.
- Fjeldså, J. & S. Mayer. 1996. Recent ornithological surveys in the Valles region, southern -Bolivia - and the possible role of Valles for the evolution of the Andean Avifauna. Diva Technical Report 1. Ronde.
- Fjeldså, J. & M. Kessler. 1996. Conserving the biological diversity of Polylepis woodlands of the highlands of Peru and Bolivia. NORDECO, Copenhagen, Denmark.
- Fjeldså, J. & N. Krabbe. 1990. Birds of the high Andes. Zoological Museum, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark.
- Fjeldså, J. 1991. The activity of birds during snow-storms on high-level woodlands in Peru. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 111: 4-11.
- Fjeldså, J., M. Kessler & G. Swanson (Eds.). (1999). Cocapata and Saira Pata: People and biodiversity in a Bolivian montane valley. DIVA Technical Report 7, Rønde, Denmark.
- Fjeldså, J. & N. Krabbe. 1989. An unpublished major collection of birds from the Bolivian Andes. *Zool. Scripta*, 18: 321 - 329
- Fleming, T.H. 1979. Do tropical frugivores compete for food? *American Zoologist* 19: 1157-1172.
- Fleming, T.H. 1988. The Short-tailed Fruit Bat - a study in plant-animal interactions. University of Chicago Press, Chicago, Illinois & London, U.K.
- Fleming, T.H. & A. Estrada (ed.). 1993. Frugivory and seed dispersal: evolutionary and ecological aspects. Kluwer Academic Press, Great Britain.
- Fleming, T.H. & P. Eby (in press). Ecology of bat migration. En: T.H. Kunz & M.B. Fenton (ed.): Bat ecology. Plenum Press, New York City, New York.
- Fooden, J. 1986. Taxonomy and evolution of the sinica group of macaques: 5. Overview of natural history [abstract]. *Fieldiana Zoology* 29, i-iii: 1-22.
- Fossa, L. 1999. Los agentes de la representación del mundo andino en el S XVI [1]: autores, intérpretes e informantes. Coloquio Internacional sobre el discurso colonial "La construcción de una diferencia americana". Universidad de Montreal (<http://www.coh.arizona.edu/spanish/FossaLydia/PonMont.html>).
- Foster, M.S. 1990. Factors influencing bird foraging preferences among conspecific fruit trees. *The Condor* 92: 844-854.
- Foster, R.B., J. Arce & T.S. Wachter. 1986. Dispersal and the sequential plant communities in Amazonian Peru. In: A. Estrada & T.H. Fleming (eds.): Frugivores and seed dispersal. Dr. W. Junk, Dordrecht, Netherlands. Pp. 357-370.
- Fowler, C.W. & J.A. Macmahon. 1982. Selective extinction and speciation: their influence on the structure and functioning of communities and ecosystems. *American Naturalist* 119: 480-498.
- Frankham, R., Jonathan D. Ballou, David A. Briscoe. 2004. An introduction to conservation genetics. Cambridge University Press, Cambridge.
- Frodin, D.G. 1995. Neotropical montane Araliaceae: an overview. In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. The New York Botanical Garden. Pp. 421-431.
- Galindo-González, J., S. Guevara & V.J. Sosa 2000. Bat- and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology* 14: 1693-1703.
- Garrott, R.A., P.J. White & C.A.V. White. 1993. Overabundance: an issue for conservation biologists? *Conservation Biology* 7: 946-949.

- Gentry, A.H. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, pleistocene climatic fluctuations, or accident of the Andean orogeny. *Annals of Missouri Botanical Garden* 69: 557-593.
- Gentry, A.H. 1986. Endemism in tropical versus temperate plant communities. In: M. Soulé (ed.): *Conservation biology: The science of scarcity and diversity*. Sin. Ass. Inc. Sunderland, Massachusetts. Pp. 153-181.
- Gentry, A.H. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forests. In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests*. The New York Botanical Garden. Pp. 103-126.
- Gentry, A.H. & C.H. Dodson. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 205-233.
- Gilbert, L.E. 1980. Food web organization and conservation of neotropical diversity. In: M.E. Soulé & B.A. Wilcox (eds.): *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. Pp. 11-34.
- Giller, P., H. Hillebrand, U. Berninger, M. Gessner, P. Inchausti, et al. 2004. Biodiversity effects on ecosystem function: emerging issues and their experimental test in aquatic communities. *Oikos* 104: 423-436.
- Gisbert, T. 2000. Historia de Bolivia. En: Ministerio de Hacienda & INE. 2001. Anuario Estadístico 2000. http://www.ine.gov.bo/PDF/Anuario_2000/103.pdf. Pp 39-66.
- GLCF. 2003: Hansen, M.; DeFries, R.; Townshend, J.R.; Carroll, M.; Dimiceli, C.; Sohlberg, R. 2003. 500m MODIS Vegetation Continuous Fields. College Park, Maryland: The Global Land Cover Facility.
- Gómez de Silva, H. 1996. The conservation importance of semiendemic species. *Conservation Biology* 10: 674-675.
- González Holguín, D. (1608): *Vocabulario de la lengua Qquichua o del Ynga*, 1ª Ed. 1608, Francisco del Canto, Lima, 2ª Ed fac 1952, Ed. UNMSM, Lima, 3ª Ed. Fac.1986, UNMSM, Lima.
- González, R. 1997. Estudio de Ecoetología de la londra (*Pteronura brasiliensis*) en la Reserva Forestal de Producción Bajo Paraguá. Santa Cruz, Bolivia.
- Gradstein, S.G. 1995. Diversity of Hepaticae and Anthocerotae in montane forests of the tropical Andes. In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests*. The New York Botanical Garden. Pp. 321-334.
- Gradstein, S.G. & J.P. Frahm. 1987. Die floristische Höhengliederung der Moose entlang des BRYOTROP-Transektes in NO-Peru. *Beih. z. Nova Hedwigia* 88: 105-113.
- Gradstein, S., S. Churchill & N. Salazar Allen. 2001. A Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Mem. The New York Botanical Garden*.
- Graf, K. 1981. Palynological investigations of two post-glacial peat bogs near the boundary of Bolivia and Peru. *Journal of Biogeography* 8: 353-368.
- Graf, K. 1987. Aspectos biogeográficos, geomorfológicos y paleoclimáticos de los valles de Pelechuco y Amarete (Dpto. La Paz, Bolivia). En: IV. Congreso Latinoamericano de Paleontología, Bolivia, I: 548-564.
- Graf, K. 1992. Pollendiagramme aus den Anden. Eine Synthese zur Klimageschichte und Vegetationsentwicklung seit der letzten Eiszeit. *Physische Geographie* 34: 1-138.
- Graf, K. 1994. Vegetación y clima de los Andes bolivianos durante la última época glacial. *Ecología en Bolivia* 23: 1-20
- Graves, G. R. 1985. Elevational correlates of speciation and intraspecific geographic variation in plumage of Andean forest birds. *Auk* 102: 556-579.
- Graves, G.R. 1988. Linearity of geographic range and its possible effect on the population structure of Andean birds. *The Auk* 105: 47-52.
- Greenberg, R. 1981. Frugivory in some migrant tropical forest wood warblers. *Biotropica* 13: 215-223.
- Greenberg, R. 1983. The role of neophobia in determining the degree of foraging specialization in some migrant warblers. *The American Naturalist* 122: 444-53.
- Greenberg, R. 1986. Competition in migrant birds in the nonbreeding season. *Current Ornithology* 3: 281-307.
- Groves, C., L. Valutis, D. Vosick, B. Neely, K. Wheaton, J. Touval & B. Runnels. 2000. *Diseño de una geografía de la esperanza: Manual para la planificación de la conservación ecorregional*. The Nature Conservancy. 2ª Ed.
- Groves, C.R. 2003. *Drafting a conservation blueprint. A practitioner's guide to planning for biodiversity*. The Nature Conservancy.
- Gruell, G. 1958. Results from four years of trapping and tagging deer in northeastern Nevada [abstract]. *Proc. 38th Ann. Conf. W. Assn. State Game & Fish Comms*. Pp. 179-183.
- Guo, Z., X. Xiao, Y. Gran & Y. Zheng. 2001. Ecosystem functions, services and their values - a case study in Xingshan County of China. *Ecological Economics* 38: 141-154.
- Gutiérrez, T., J. Ledezma & F. Guerra. 2003. Invertebrados. En: P. L. Ibisch & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación*. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra-Bolivia. Pp. 112-126.

- Haber, W.A. & R.D. Stevenson (in press). Diversity, migration, and conservation of butterflies in northern Costa Rica. In: G. Frankie, A. Mata & S.B. Vinson (eds.): Biodiversity conservation in Costa Rica, learning the lesson in the seasonal dry forest. University of California Press.
- Haber, W.A. 1993. Seasonal migration of monarchs and other butterflies in Costa Rica: Biology and conservation of the monarch butterfly. Los Angeles County Museum of Natural History, Los Angeles, California. Pp. 201-217.
- Haffer, J. 1990. Avian species richness in tropical South America. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 25: 157-183.
- Hagan, J.M. & D.W. Johnston (eds.). 1992. Ecology and conservation of neotropical migrant landbirds. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Hammond, D.S. & V.K. Brown. 1996. Disturbance, phenology and life-history characteristics: factors influencing distance/density-dependent attack on tropical seeds and seedlings. En: D.M. Newberry, H.H. Prins & N.D. Brown (eds.): Dynamics of tropical communities. Blackwell Science, Oxford, U.K. Pp. 51-78.
- Hanagarth, W. 1993. Acerca de la geología de las sabanas del Beni en el noreste de Bolivia. Instituto de Ecología, La Paz.
- Hannah, L., G.F. Midgley, T. Lovejoy, W.J. Bond, M. Bush, J.C. Lovett, D. Scott & F.I. Woodward. 2002. Conservation of biodiversity in a changing climate. *Conservation Biology* 16: 264-268.
- Hansen, A.J, R.P. Neilson, V.H. Dale, C.H. Flather, L.R. Iverson et al. 2001. Global Change in Forests: Responses of Species, Communities, and Biomes. *BioScience* 51: 765-779.
- Hansen, L.J. & J. Biringer. 2003. Building resistance and resilience to climate change. In: Hansen, L.J., J.L. Biringer and J.R. Hoffman (eds.): Buying time: A user's manual for building resistance and resilience to climate change on protected areas. WWF, Gland. Pp. 9-14.
- Hansen, L.J., J.L. Biringer and J.R. Hoffman (eds.). Buying time: A user's manual for building resistance and resilience to climate change on protected areas. WWF, Gland.
- Harms, K.E., S.J. Wright, O. Calderón, A. Hernández & E.A. Herrera. 2000. Pervasive density-dependent recruitment enhances seedling diversity in a tropical forest. *Nature* 404: 493-495.
- Harvey, M. B. 1994. A new species of montane pit viper (Serpentes: Viperidae: *Bothrops*) from Cochabamba, Bolivia. *Proc. Biol. Soc. Washington*, 107(1): 60-66.
- Harvey, M. B. 1999. Revision of Bolivian *Apostolepis* (Squamata: Colubridae). *Copeia* (2): 388-409.
- Hauman, L. (1931): Esquisse phytogéographique de l'Argentine subtropical et de ses relations avec la géobotanique sudaméricaine. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique* 64: 20-80.
- Hauthal, R. 1911. Reisen in Perú und Bolivien; ausgeführt 1908. *Wissenschaftliche Veröffentlichungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Leipzig* 7: 247.
- Hayes, F.E., P.A. Scharf & R.S. Ridgely. 1994. Austral bird migrants in Paraguay. *The Condor* 96: 83-97.
- Hebert, D.M. 1973. Altitudinal migration as a factor in the nutrition of bighorn sheep [abstract]. University of British Columbia, Vancouver, Canada. Ph.D. Diss.
- Hengeveld, R. 1994. Biodiversity: the diversification of life in a non-equilibrium world. *Biodiversity Letters* 2: 1-10.
- Hennessey, A.B. 2002. First Bolivian observation of swallow-tailed cotinga *Phibalura flavirostris boliviana* in 98 years. *Cotinga* 17: 54-55.
- Hennessey, A.B., S.K. Herzog & F. Sagot (eds.). 2003. Lista anotada de las aves de Bolivia. Quinta edición. Asociación Armonía/BirdLife International, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Herencia 2003. Biodiversidad de la Reserva Nacional de Vida Silvestre Amazónica Manuripi. Cobija, Bolivia. LIDEMA/KAS/WWF
- Herrero, J., I. Garin, A. García-Serrano & R. García-González. 1996. Habitat use in a *Rupicapra pyrenaica pyrenaica* forest population. *Forest Ecology and Management* 88: 25-29.
- Herzog, T. 1916. Die Bryophyten meiner zweiten Reise durch Bolivia. *Bibliotheca Botanica* 87: 1-347.
- Herzog, T. 1923. Die Pflanzenwelt der bolivischen Anden und ihres östlichen Vorlandes. Verlag von Wilhelm Engelmann. Leipzig.
- Herzog, S.K., J. Fjeldså, M. Kessler & J.A. Balderrama. 1999. Ornithological surveys in the Cordillera Cocapata, Dpto. Cochabamba, Bolivia, a transition zone between humid and dry intermontane Andean habitats. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 119: 162-177.
- Herzog, S.K. & M. Kessler. 2002. Biogeography and composition of dry forest bird communities in Bolivia. *Journal für Ornithologie* 143: 171-204.
- Herzog, S.K. 2003. Aves. En: P.L. Ibsch & G. Mérida (eds.): Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible/Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra-Bolivia. Pp. 141-145.
- Hess, G.R. 1994. Conservation corridors and contagious disease: a cautionary note. *Conservation Biology* 8: 256-62.
- Hess, G. R. & R. A. Fischer. 2001. Communicating clearly about conservation corridors. *Landscape and Urban Planning* 55: 195-208.
- Hettterscheid, W.L.A., P.L. Ibsch, E.G. Goncalves. 2003. Two new species of Araceae tribe Spathicarpeae from Bolivia. *Brittonia* 55(1): 37-41 (2003)

- Heyer, W.R., A.S. Rand, C.A.G. da Cruz & O.L. Peixoto. 1988: Decimations, extinctions, and colonizations of frog populations in southeast Brazil and their evolutionary implications. *Biotropica* 20: 230-235
- Hill, C.J. 1995. Linear strips of rain forest vegetation as potential dispersal corridors for rain forest insects. *Conservation Biology* 9: 1559-1566.
- Hilty, S.L. & W.L. Brown. 1986. A guide to the birds of Colombia. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Hinkelmann, C. 1999. *Eutoxeres condamini*. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.): Handbook of the Birds of the World. Vol. 5. Barn-owls to hummingbirds. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
- Hobson, K.A., L.I. Wassenaar, B. Mila, I. Lovette, C. Dingle & T.B. Smith. 2003. Stable isotopes as indicators of altitudinal distributions and movements in an Ecuadorean hummingbird community. *Oecologia* 136: 302-308.
- Holmes, R.T., T.W. Sherry & L. Reitsma. 1989. Population structure, territoriality and overwinter survival of two migrant warbler species in Jamaica. *The Condor* 91: 545- 561.
- Holt, R.D. 2003: On the evolutionary ecology of species ranges. *Evolutionary Ecology Research* 5: 159-178.
- Howe, H.F. 1979. Fear and frugivory. *The American Naturalist* 114: 925-931.
- Howe, H.F. 1993. Specialized and generalized dispersal systems: where does 'the paradigm' stand? In: T. Fleming & A. Estrada (eds.): *Frugivory and Seed Dispersal: Ecological and Evolutionary Aspects*. Kluwer Academic, Dordrecht, The Netherlands. 3-13.
- Del Hoyo, J., Elliot, A. & Sargatal, J. (eds.). 1992-2003. Handbook of the birds of the World. Vol. 1. Lynx Edicions, Barcelona.
- Hueck, K. 1978. Los bosques de Sudamérica. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica. Eschborn, Alemania.
- Hunt, J.H., R.J. Brodie, T.P. Carithers, P.Z. Goldstein & D.H. Janzen. 1999. Dry season migration by Costa Rican lowland paper wasps to high elevation cold dormancy sites. *Biotropica* 31: 192-196.
- Ibisch, P.L. 1996a. Neotropische Epiphytendiversität -das Beispiel Bolivien. Martina-Galunder-Verlag, Wiehl.
- Ibisch, P.L. 1998. Estado de conservación de las especies bolivianas del género *Puya* (Bromeliaceae) aplicando un nuevo método de evaluación (Valor Nacional de Conservación). *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 2(1): 26-30.
- Ibisch, P.L. 2003a. Desplazamiento acelerado o desaparición de hábitats de especies silvestres como consecuencia de cambios climáticos antropogénicos a nivel local, regional y/o global. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación*. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 256-263.
- Ibisch, P.L. 2003b. Diferencias de sensibilidad de los ecosistemas y de las especies en relación a la degradación. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación*. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 292-294.
- Ibisch, P.L. 2003. Actores que tienen impactos sobre la biodiversidad sin aprovecharla. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación*. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación / Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 204- 212.
- Ibisch, P.L. 2004. Orquídeas y la biodiversidad de Bolivia: nuevos datos e ideas acerca de la diversidad sobresaliente/Bolivian orchids and biodiversity: new data and ideas on outstanding diversity. En: Vásquez Ch., R. & P.L. Ibisch (eds.): *Orquídeas de Bolivia/ Orchids of Bolivia. Diversidad y estado de conservación/Diversity and conservation status*. Vol. 2. Laeliinae, Polystachyinae, Sobraliinae con actualización y complementación de/with update and complementation of the Pleurothallidinae. Editorial F.A.N., Santa Cruz de la Sierra. Pp. 14-29
- Ibisch, P.L. & W. Böhme. 1993. Zur Kenntnis der innerandinen Herpetofauna Boliviens (Provincia Arque, Departamento de Cochabamba). *Herpetofauna* 15(84): 15-26.
- Ibisch, P.L., P. Rojas N., N. De la Barra, E. Fernández, M. Mercado, L. Ovando & G. Vargas. 1996. Un "lugar de encuentro": Flora de la zona arqueológica "El Fuerte", Samaipata (Provincia Florida, Departamento Santa Cruz, Bolivia). *Ecología en Bolivia* 28: 1-28. (Ibisch et al. 1996a)
- Ibisch, P.L., A. Boegner, J. Nieder & W. Barthlott. 1996. How diverse are neotropical epiphytes? An analysis based on the "Catalogue of flowering plants and gymnosperms of Peru". *Ecotropica* 2: 13-28. (Ibisch et al. 1996b)
- Ibisch, P.L., R. Gonzáles, T. Oberfrank, C. Nowicki & C. Specht (con contribuciones de S. Lötters, J. Köhler, S. Reichle, S. Davis, J. Ledezma, L. Correa da Silva, K. Minkowski, E. Armijo). 1999. *Conservación Basada en Ecorregiones en el "Sudoeste de la Amazonía" (Subdivisión Bolivia). Análisis Biológico-socioeconómico de la Situación de la Biodiversidad, Visión de Biodiversidad y Base para un Plan de Conservación Ecorregional. Primer Borrador para la revisión nacional. Producto de consultoría para WWF-Bolivia no publicado (difundido en CD-ROM)*.
- Ibisch, P.L., S. Reichle & C. Nowicki. 2000. Conceptos y enfoques fundamentales. En: Araujo, N. & P.L. Ibisch (eds.): *Hacia un Plan de Conservación para el Bio-Corredor Amoro-Madidi, Bolivia/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. (CD-ROM; ISBN 99905-801-7-0)*.
- Ibisch, P.L., M. Kessler, C. Nowicki & W. Barthlott. 2000. On the ecology, biogeography and diversity of the Bolivian epiphytic cacti. *Bradleya* 18: 2-30.
- Ibisch, P.L. & R. Vásquez. 2000. *Illustrated catalogue of the Bromeliaceae of Bolivia. Illustrated biodiversity of Bolivia Vol. 1. Editorial F.A.N. Santa Cruz (CD-ROM, Version 1.0)*.

- Ibisch, P.L., R. Müller & C. Nowicki. 2001. El bio-corredor Amboró-Madidi -primeros insumos botánicos para un Plan de Conservación. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 3 (1/2): 64-103. (Ibisch et al. 2001a)
- Ibisch, P.L., C. Nowicki, & R. Vásquez. 2001. Towards an understanding of diversity patterns and conservation requirements of the Bolivian Bromeliaceae. *Journal of the Bromeliad Society* 51(3): 99-113. (Ibisch et al. 2001b)
- Ibisch, P.L., R. Darius, I. Vargas & E. Camacho. 2001. El bosque de neblina “Laguna Verde” en las vecindades del Parque Nacional Amboró (Provincia M.M. Caballero, Departamento Santa Cruz, Bolivia): diversidad florística, relaciones biogeográficas y conclusiones preliminares acerca de su conservación. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 3(1): 157-178. (Ibisch et al. 2001c)
- Ibisch, P.L., C. Nowicki, & N. Araujo. 2002. Regional biodiversity conservation in the Bolivian Amazon -Do the current protected areas cover the priority areas? -In: S. Bondrup-Nielsen, N. Munro, G. Nelson, J.H.M. Willison, T.B. Herman & P. Eagles (eds.): *Managing protected areas in a changing world. Proceedings of the Fourth International Conference of Science and the Management of Protected Areas.* SAMPAA, Canada. 553-576. (Ibisch et al. 2002a)
- Ibisch, P.L., R. Vasquez, E. Gross, T. Kromer & M. Rex. 2002. Novelties in Bolivian *Fosterella* (Bromeliaceae). *Selbyana* 23(2): 204-219 (2002)
- Ibisch, P.L., K. Columba & S. Reichle (eds.). 2002. Plan de Conservación y Desarrollo Sostenible para el Bosque Seco Chiquitano, Cerrado y Pantanal Boliviano. Editorial FAN, Santa Cruz. (Ibisch et al. 2002c)
- Ibisch, P.L., R. Vásquez & W. Till. 2003. *Tillandsia dorisdaltoniae* (Bromeliaceae) -a new species from an isolated dry inter-Andean valley in central Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 4(1): 45-49. (Ibisch et al. 2003a)
- Ibisch, P.L., S.G. Beck, B. Gerkmann & A. Carretero. 2003. Ecorregiones y ecosistemas. En Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación.* Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/ Editorial FAN, Santa Cruz. Pp. 47-88. Ibisch, P.L., B. Gerkmann, S. Kreft, S.G. Beck, S.K. Herzog, J. Köhler, R. Müller, S. Reichle & R. Vásquez. 2003. Consideraciones comparativas de patrones intercoregionales de diversidad de especies y endemismo. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación.* Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 148-161. (Ibisch et al. 2003b)
- Ibisch, P.L. & S.G. Beck. 2003. Espermatófitas. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación.* Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación / Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 103-112.
- Ibisch P.L. & N. Araujo. 2003. Conservación regional y corredores biológicos. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación.* Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 417-427.
- Ibisch, P.L., S.G. Beck, B. Gerkmann & A. Carretero. 2003b. Ecorregiones y ecosistemas. En: P. Ibisch & G. Mérida (eds.), *Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación.* Ministerio de Desarrollo Sostenible/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 47-88.
- Ibisch, P.L., A. Carretero & N. Araujo (Eds.). 2003a. Mapa de los Bosques Nativos Andinos. PROBONA. La Paz.
- Ibisch, P.L. & J. Choquehuanca. 2003. Uso de la biodiversidad en el contexto de servicios ambientales. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación.* Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 324-331.
- Ibisch, P.L., & R. Vasquez. 2003. Die Bromelien Boliviens: 2. *Billbergia jandebrahanderi* sp. nov. *Bromelie* no.2: 32-35 (2003)
- Ibisch, P.L. & C. Nowicki. 2004. Biodiversity patterns, conservation planning and science-general reflections and examples from the tropical developing country Bolivia In: S.W. Breckle, B. Schweizer & A. Fangmeier (eds.): *Results of worldwide ecological studies.* Verlag Günter Heimbach, Stuttgart. Pp. 181-197.
- Ibisch, P.L., A. Ley, C. Nowicki & R. Vásquez. 2004. Estadística de la diversidad taxonómica/Statistics on taxonomical diversity. En: Vásquez Ch., R. & P.L. Ibisch (eds.) (2004): *Orquídeas de Bolivia/Orchids of Bolivia. Diversidad y estado de conservación/ Diversity and conservation status.* Vol. 2. Laeliinae, Polystachinae, Sobraliinae con actualización y complementación de / with update and complementation of the Pleurothallidinae/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 488-491. (Ibisch et al. 2004a)
- Ibisch, P.L., A. Ley, C. Nowicki & R. Vásquez: Conservación/Conservation. En: Vásquez Ch., R. & P.L. Ibisch (eds.). 2004. *Orquídeas de Bolivia/Orchids of Bolivia. Diversidad y estado de conservación/Diversity and conservation status.* Vol. 2. Laeliinae, Polystachinae, Sobraliinae con actualización y complementación de/with update and complementation of the Pleurothallidinae. Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 572-593. (Ibisch et al. 2004b)
- Instituto Geográfico Militar (IGM). 1993. Mapa Hidrológico de Bolivia. 1:1.000.000. La Paz. Bolivia.
- Instituto Geográfico Militar (IGM). 1998. Mapa Físico de Bolivia. 1:1.000.000. Tercera edición. La Paz. Bolivia.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). 2003. Resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2001. La Paz, Bolivia.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). 2002: Censo nacional de población y vivienda 2001. La Paz. Bolivia
- Instituto Nacional de Estadística (INE), Ministerio de Desarrollo Sostenible (MDS), Agencia para la Cooperación (COSUDE). 1999. *Bolivia un Mundo de Potencialidades. Atlas Estadísticos de Municipios.* La Paz, Bolivia
- IPCC 2001a. Third Assessment Report (of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climatic Change)-Climate change 2001:

-
- the scientific basis (Summary for Policymakers, <http://www.ipcc.ch/pub/spm22-01.pdf>).
- IPCC 2001b. Third Assessment Report (of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climatic Change)-Climate change 2001: impacts, adaptation and vulnerability (Summary for Policymakers, <http://www.ipcc.ch/pub/wg2SPMfinal.pdf>).
- Isler, M.L. & P.R. Isler. 1999. The tanagers: natural history, distribution, and identification. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Ives, A.R. & B.J. Cardinale. 2004. Food-web interactions govern the resistance of communities after non-random extinctions. *Nature* 429: 174-177.
- Jenkins, W.D. 1990. Neotropical Nymphalidae VIII. Revision of *Eunica*. Florida Museum of Natural History 131: 7.
- Jiménez, I. 1996. Limitaciones de la reintroducción y cría en cautiverio como herramientas de conservación. *Vida Silvestre Neotropical* 5: 89-100.
- Johnson, R.A., M.F. Willson, J.N. Thompson & R.I. Bertin 1985. Nutritional values of wild fruits and consumption by migrant frugivorous birds. *Ecology* 66: 819-827.
- Jones. P. 1991. The CIAT Climate Database. Version 3.41. Machine Readable Dataset. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
- Jordan, E. 1991. Die Gletscher der bolivianischen Anden. *Erdwissenschaftliche Forschung*, Bd.23, Franz Steiner Verlag, Stuttgart.
- Joseph, L. 1997. Towards a broader view of Neotropical migrants: consequences of a re-examination of austral migration. *Ornitología Neotropical* 8: 31-36.
- Josse, C., G. Navarro, P. Comer, R. Evans, D. Faber-Lagendoen, M. Fellows, G. Kittel, S. Menard, M. Pyne, M. Reid, K. Schulz, K. Snow, & J. Teague. 2003. Ecological Systems of Latin America and the Caribbean: A Working Classification of Terrestrial Systems. NatureServe, Arlington, VA.
- Josse, C., G. Navarro, F. Encarnación, A. Tovar, P. Comer, W. Ferreira, F. Rodríguez, J. Saito, J. Sanjurjo, J. Dyson, E. Rubin de Celis, R. Zárate, J. Chang, M. Ahuite, C. Vargas, F. Paredes, W. Castro, J. Maco y F. Reátegui. 2007. Sistemas Ecológicos de la Cuenca Amazónica de Perú y Bolivia. Clasificación y mapeo. NatureServe. Arlington, Virginia.
- Judd, W.S., C.S. Campbell, E.A. Kellogg & P.F. Stevens. 1999. Plant systematics. A phylogenetic approach. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Kantak, G. 1981. Temporal feeding patterns of some tropical frugivores. *The Condor* 83: 185-187.
- Kareiva, P. & M. Marvier. 2003. Conserving biodiversity coldspots: recent calls to direct conservation funding to the world's biodiversity hotspots may be bad investment advice. *American Scientist* July-August 2003 v91 i4 p 344(8): 1-6.
- Karr, J.R. 1971. Wintering Kentucky Warblers (*Oporornis formosus*) and a warning to banders. *Bird Banding* 42: 299.
- Karr, J.R. & K.E. Freemark. 1983. Habitat selection and environmental gradients: dynamics in the "stable" tropics. *Ecology* 64: 1481-1494.
- Keast, A. 1980. Synthesis: ecological basis and evolution of the Nearctic-Neotropical bird migration system. In: A. Keast & E.S. Morton (ed.): *Migrant birds in the Neotropics: ecology, behaviour, distribution, and conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pp. 559-576.
- Keast, A. & E.S. Morton (ed.). 1980. *Migrant birds in the Neotropics: ecology, behavior, distribution and conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Kessler, M. 2000. Observations on a human-induced fire event at a humid timberline in the Bolivian Andes. *Ecotropica* 6: 89-93.
- Kessler, M. 2000a. Altitudinal zonation of Andean cryptogam communities. *Journal of Biogeography* 27: 275-282.
- Kessler, M. 2000b. Elevational gradients in species richness and endemism of selected plant groups in the central Bolivian Andes. *Plant Ecology* 149: 181-193.
- Kessler, M. 2001a. Maximum plant community endemism at intermediate intensities of anthropogenic disturbance in Bolivian montane forests. *Conservation Biology* 15: 634-641.
- Kessler, M. 2001b. Pteridophyte species richness in Andean forests in Bolivia. *Biodiversity and Conservation* 10: 1473-1495.
- Kessler, M. 2001c. Patterns of diversity and range size of selected plant groups along an elevational transect in the Bolivian Andes. *Biodiversity and Conservation* 10: 1897-1920.
- Kessler, M. 2001d. Diversidad y endemismo de grupos selectos de plantas en la Serranía de Pílon Lajas, Dpto. Beni, Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 3: 124-145.
- Kessler, M. 2001e. Diversidad y endemismo de grupos selectos de plantas en la Serranía de Pílon Lajas, Dpto. Beni, Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 3(1): 124-145.
- Kessler, M. 2002. Range size and its ecological correlates among the pteridophytes of Carrasco National Park, Bolivia. *Global Ecology and Biodiversity*. Pp. 89-102.
- Kessler, M. 2002a. Species richness and ecophysiological type among Bolivian bromeliad communities. *Biodiversity and Conservation* 11: 987-1010.
- Kessler, M. 2002b. Environmental patterns and ecological correlates of range-size among bromeliad communities of Andean forests in Bolivia. *The Botanical Review* 68: 100-127.

- Kessler, M. 2002c. The elevational gradient of Andean plant endemism: varying influences of taxon-specific traits and topography at different taxonomic levels. *J. Biogeogr.* 29(9): 1159-1165 (2002).
- Kessler, M. 2003. Pteridófitas. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 100-103.
- Kessler, M. & S.K. Herzog. 1998. Conservation status in Bolivia of timberline habitats, elfin forest and their birds. *Cotinga* 10: 50-54.
- Kessler, M. & T.B. Croat. 1999. State of knowledge of Bolivian Araceae. *Selbyana* 20(2): 224-234.
- Kessler, M., A.R. Smith & J. Gonzales. 1999. Inventario de pteridófitas en una transecta altitudinal del Parque Nacional Carrasco, Dpto. Cochabamba, Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 2: 227-250.
- Kessler, M. & T. Krömer. 2000. Patterns and ecological correlates of pollination modes among bromeliad communities of Andean forests in Bolivia. *Plant Biology* 2: 659-669.
- Kessler, M., B.S. Parris & E. Kessler. 2001. A comparison of the tropical montane pteridophyte communities of Mount Kinabalu, Borneo, and Parque Nacional Carrasco, Bolivia. *Journal of Biogeography* 28: 611-622. (Kessler et al. 2001b)
- Kessler, M., A.R. Smith, A. Acebey & J. Gonzales. 2001. Registros adicionales de pteridófitas del Parque Nacional Carrasco, Dpto. Cochabamba, Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 3: 146-150. (Kessler et al. 2001c)
- Kessler, M., S.K. Herzog, J. Fjeldså & K. Bach. 2001. Species richness and endemism of plant and bird communities along two gradients of elevation, humidity, and human land-use in the Bolivian Andes. *Diversity and Distributions* 7: 61-77.
- Kessler, M. & A. N. Schmidt-Lebuhn. 2005. Taxonomical and distributional notes on *Polylepis* (Rosaceae). *Org. Divers. Evol.* 5, Electr. Suppl. 13: 1-10.
- Kier, G. & Barthlott W. 2001. Measuring and mapping endemism and species richness: a new methodological approach and its application on the flora of Africa. *Biodiversity and Conservation* 10: 1513-1529.
- Killeen, T.J., B.T. Louman & T. Grimwood. 1990. La ecología paisajística de la región de Concepción y Lomerío en la provincia Ñufflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 16: 1-46.
- Killeen, T., E. Garcia & S.G. Beck (eds.). 1993. Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Botanical Garden, La Paz.
- Kitching, I.J., J. Ledezma & J. Baixeras. 2001. Una lista comentada de los Sphingidae de Bolivia (Insecta: Lepidoptera). *Gayana (Concepc.)* Vol.65, No.2. Pp. 79-111.
- Klopfer, P.H. & J.U. Ganzhorn. 1985. Habitat selection: Behavioral aspects. *In* Habitat selection in birds. In: Cody M.L., Academy press, New York, New York, USA. Pp. 435-453.
- Köhler, J. 2000. Amphibian diversity in Bolivia a study with special reference to montane forest regions. Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Bonn.
- Köhler, J., S. Lötters & S. Reichle. 1998. Amphibian species diversity in Bolivia. In: W. Barthlott & M. Winiger (eds.): Biodiversity -A Challenge for development research and policy. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. Pp. 329-335.
- Köhler, J. & S. Lötters 2001. Description of small tree frog, genus *Hyla* (Anura: Hylidae) from humid Andean slopes of Bolivia. *Salamandra* 37 (3): 175-184.
- Konvicka, M., M. Maradova, J. Benes, Z. Fric & P. Kepka. 2003. Uphill shifts in distribution of butterflies in the Czech Republic: effects of changing climate detected on a regional scale. *Global Ecology & Biogeography* 12: 403-410.
- Kreft, S. 1998. Artenvielfalt und Struktur von Vogelmenschen in Primär- und Sekundärhabitaten eines Nebelwaldes in Südwestkolumbien. Universidad de Hamburgo, Hamburgo, Alemania. Tesis de Maestría.
- Kremen, C. & T. Ricketts. 2000. Global perspectives on pollination disruptions. *Conservation Biology* 14: 1226-1228.
- Krijger, C.L., M. Opdam, M. Théry & F. Bongers. 1997. Courtship behavior of manakins and seed bank composition in a French Guianan rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 13: 631-636.
- Krömer, T. 2003. Diversität und Ökologie der vaskulären Epiphyten im primären und sekundären Bergwäldern Boliviens. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Krömer, T., M. Kessler, B.K. Holst, H.E. Luther, E.J. Gouda, P.L. Ibisch, W. Till & R. Vásquez. 1999. Checklist of Bolivian Bromeliaceae with notes on species distribution and levels of endemism. *Selbyana* 20(2): 201-223.
- Krömer, T., & E. Gross. 2001. Neubeschreibung von *Billbergia issingiana*: die zehnte Billbergia- Art aus Bolivien! *Bromelie* no.1: 4-7 (2001)
- Kubitzki, K. & A. Ziburski. 1994. Seed dispersal in flood plain forests of Amazonia. *Biotropica* 26: 30-43.
- Kullander, S. 1986. Cichlid fishes of the Amazon river drainage of Peru. Swedish Museum of Natural History, Estocolmo.
- La Marca, E. & H. P. Reinhaller (1991): Population changes in *Atelopus* species in the Cordillera de Mérida, Venezuela. *Herpetological Review* 22: 125-128.
- Lauer, W. 1975. Vom Wesen der Tropen-Klimatologische Studien zum Inhalt und zur Abgrenzung eines irdischen Landschaftsgürtels. *Abhandlungen der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse, Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz, Jg. 1975, Nr. 3.*

-
- Lauer, W. & Rafiqpoor, M.D. 1986. Die jungpleistozäne Vergletscherung im Vorland der Apolobamba-Kordillere (Bolivien). *Erdkunde* 40: 125-145.
- Lauer, W. & W. Erlenbach. 1987. Die tropischen Anden. *Geoökologische Raumgliederung und ihre Bedeutung für den Menschen. Geographische Rundschau* 39: 86-95.
- Lauer, W. & Rafiqpoor, M.D. 1989. Zum Stand der Pleistozänforschung in der nordöstlichen Kordillere von Bolivien. Anmerkung zu einer Kartenskizze. *Erdkunde* 43, H. 3: 228-231.
- Lauer, W. & Rafiqpoor, M.D. 1990. Topographische Karte des Berglandes von Charazani (Bolivien) 1:50.000. *Erdkunde* 44, H. 1: 37-46.
- Laurance, W.F., A.A. Oliveira, S.G. Laurance, R. Condit, H.E.M. Nascimento, A.C. Sanchez-Thorin, T.E. Lovejoy, A. Andrade, S. D'Angelo, J.E. Ribeiro & C.W. Dick. 2004. Pervasive alteration of tree communities in undisturbed Amazonian forests. *Nature* 428: 171-175.
- Lauzanne, L., G. Loubens & B. Le Guennec. 1991. Lista de los peces de la cuenca amazónica boliviana. ORSTOM-CORDEBENI-UTB.
- Lavorel, S. 1999. Guest Editorial: Global change effects on landscape and regional patterns of plant diversity. *Diversity & Distributions* 5: 239-240.
- Lawton, J.H. 1996. Population abundances, geographic ranges and conservation: 1994 Witherby lecture. *Bird Study* 43: 3-19.
- Lawton, R.O. 2000. Baird's tapir. In: N.M. Nadkarni & N.T. Wheelwright (eds.): *Monteverde: Ecology and conservation of a tropical cloud forest*. Oxford University Press, Oxford, U.K., and New York City, New York. Pp. 242-243.
- Lawton, R.O., U.S. Nair, R.A. Pielke Sr., R.M. Welch. 2001. Climatic Impact of Tropical Lowland Deforestation on Nearby Montane Cloud Forests. *Science* 294: 584-587.
- Leck, C.F. 1969. Observations of birds exploiting a Central American fruit tree. *The Wilson Bulletin* 81: 264-269.
- Leck, C.F. 1972. The impact of some North American migrants at fruiting trees in Panama. *The Auk* 89: 842-850.
- Leck, C.F. 1980. Establishment of new population centers with changes in migration patterns. *Journal of Field Ornithology* 51: 168-173.
- Ledezma, J. 1998. Guía de campo de mariposas (Insecta-Lepidoptera) del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Departamento de Entomología. Santa Cruz-Bolivia.
- León, M.E. 2004. Balance del Sector Turismo. Nueva Economía, La Paz.
- Levey, D.J. & F.G. Stiles. 1992. Evolutionary precursors of long-distance migration: resource availability and movement patterns in neotropical landbirds. *The American Naturalist* 140: 447-476.
- Levey, D.J. & C. Martínez, del Rio 2001. It takes guts (and more) to eat fruit: lessons from avian nutritional ecology. *The Auk* 118: 819-831.
- Levey, D.J., W. Silva & M. Galetti (ed.). 2001. Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation. CABI.
- Levin, D.A. 2000. The origin, expansion and demise of plant species. *Oxford Series in Ecology and Evolution*. Oxford University Press, Oxford.
- Ley, A., C. Nowicki, W. Barthlott & P.L. Ibsch. 2004. Biogeografía y diversidad espacial/Biogeography and spatial diversity. En: Vásquez Ch., R. & P.L. Ibsch (eds.) (2004): *Orquídeas de Bolivia/Orchids of Bolivia. Diversidad y estado de conservación/Diversity and conservation status*. Vol. 2. Laeliinae, Polystachinae, Sobraliinae con actualización y complementación de/with update and complementation of the Pleurothallidinae/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 492-571.
- Ling, S., N. Kämpel & L. Albrechtsen. 2002. No new recipes for bushmeat. *Oryx* 36: 330.
- Lips, K.R. 1998. Decline of a tropical montane amphibian fauna. *Conserv. Biol.* 12:106-117.
- Lockwood, J.L., T.M. Brooks & M.L. McKinnney. 2000. Taxonomic homogenization of the global avifauna. *Animal Conservation* 3: 27-35.
- Logan, K.A. & L.L. Irwin. 1984. Mountain lion population and habitat characteristics in the Bighorn Mountains, Wyoming [abstract]. En: J. Roberson & F. Lindzey (eds.): *Proc. of the Second Mountain Lion Workshop*. Utah Div. Wildl. Res. and Utah Coop. Wildl. Res. Unit. Zion National Park, Utah. Pp. 189-190.
- Loiselle, B.A. & J.G. Blake. 1990. Diets of understory fruit-eating birds in Costa Rica: seasonality and resource abundance. *Studies in Avian Biology* 13: 91-103.
- Loiselle, B.A. & J.G. Blake. 1992. Population variation in a tropical bird community: implications for conservation. *BioScience* 42: 838-845.
- Loiselle, B.A. & J.G. Blake. 1994. Annual variation in birds and plants of a tropical second-growth woodland. *The Condor* 96: 368-380.
- Loreau M., A. Downing, J. Hughes, P. Inchausti, et al. 2002. A new look at the relationship between stability and diversity. In: M. Loreau, S. Naem & P. Inchausti (eds.): *Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives*. Oxford University Press. Pp. 79-91.

- Loreau M., S. Naeem & P. Inchausti (eds.). 2002. Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives. Oxford University Press.
- Loreau M., S. Naeem, P. Inchausti, J. Bengtsson, J. Grime, D. Hooper, M. Huston, D. Raffaelli, B. Schmid, D. Tilman, D. Wardle. 2001. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science* 284: 510-514.
- Loreau, M. 2000 Biodiversity and ecosystem functioning: recent theoretical advances. *Oikos* 91: 3-17.
- Loreau, M., N. Mouquet & R.D. Holt. 2003. Meta-ecosystems: a theoretical framework for a spatial ecosystem ecology. *Ecology Letters* 6: 673-679.
- Loubens, G. & J. Panfili. 1997. Biologie de *Colossoma macropomum* (Teleostei: Serrasalminae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie bolivienne). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 8(1): 1-22.
- Luteyn, J.L. 2002. Key to the species of Ericaceae of Bolivia, including two new species. *Sida, Contrib. Bot.* 20(1): 1-20 (2002)
- Lynch, J., E.S. Morton & M. van der Voort. 1985. Habitat segregation between the sexes of wintering Hooded Warblers. *The Auk* 102: 714-721.
- Maijer, S. & J. Fjeldså. 1997. Description of a new *Cranioleuca spinetail* from Bolivia and a “leapfrog pattern” of geographic variation in the genus. *The Ibis* 139: 606-616.
- Major, J. 1988. Endemism: a botanical perspective. In: A.A. Myers & P.S. Giller (eds.): *Analytical biogeography*. London. Pp. 117-146.
- Maldonado, F., P.V. Damme, J. Rojas, R. Sanabria, C. Creemers y C. Vandecasteele. 2000. El impacto de contaminación por hidrocarburos sobre la calidad de aguas y sobre macroinvertebrados bentónicos del Río Hondo (Carrasco, Cochabamba, Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología* 7: 115-128.
- Marconi, M. & C. Miranda. 2000. Las áreas protegidas del Beni y el desarrollo departamental. La Paz.
- Margules, C.R. & R.L. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253.
- Martin, T.E. & J.R. Karr. 1986. Temporal dynamics of neotropical birds with special reference to frugivores in second-growth woods. *The Wilson Bulletin* 98: 38-60.
- Martin, T.E. 1985. Resource selection by tropical frugivorous birds: integrating multiple interactions. *Oecologia* 66: 563-573.
- Martin, T.E. 1985. Selection of second-growth woodlands by frugivorous migrating birds in Panama: an effect of fruit size and plant density? *Journal of Tropical Ecology* 1: 157-170.
- Martinez, C. 1980. Géologie de Andes Boliviennes. Structure et évolution de la chaîne hercynienne et de la chaîne andine dans le nord de la Cordillère des Andes de Bolivie. *Travaux et Documents de l'ORSTOM*, N 119, Paris.
- Mayer, S. 1995. Notes on the occurrence and natural history of Berlepsch's canastero *Asthenes berlepschi*. *Cotinga* 3: 15-16.
- Mayer, S. 2000. Birds of Bolivia 2.0. Birdsongs International, Westernieland, Netherlands. (CD-ROM.)
- McCarthy, T.J., J.O. Matson, B. Rodriguez H & C.O. Handley (in prep). Distribution, morphometrics, and identification of the Talamancan epaulette bat (*Sturnira mordax*) of Costa Rica and Panama.
- McCarty, J.P. 2001. Ecological consequences of recent climate change. *Conservation Biology* 15: 320-331.
- McClanahan, T.R. & R.W. Wolfe 1993. Accelerating forest succession in a fragmented landscape: the role of birds and perches. *Conservation Biology* 7: 279-288.
- McCracken, G.F., J.P. Hayes, J. Cevallos, S.Z. Guppy & F.C. Romero. 1997. Observations on the distribution, ecology, and behaviour of bats on the Galapagos Islands. *Journal of Zoology (London)* 243: 757-770.
- Mc. Donald, D.W. & D.D.P. Johnson. 2001. Dispersal in theory and practice: consequences for conservation biology. In: J. Clobert, E. Danchin, A.A. Dhondt & J.D. Nichols (eds.) 2001: *Dispersal*. Oxford University Press, Oxford, U.K. Pp. 358-372.
- Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación (MDSMA). 1994. Plan Departamental de Ordenamiento Territorial del Beni. Trinidad-Bolivia, GTZ-PROADE.
- Meffe, G. & C.R. Carroll. 1994. Principles of conservation biology. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts.
- Mercado, M. 1998. Vegetación de la Ceja de Monte yungueña en el Parque Nacional Carrasco (Cochabamba-Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología* 4: 55-75.
- Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación (MDSP). 2002. Análisis de la implementación de las estrategias de desarrollo sostenible en Bolivia. La Paz. Mapa de Inundación de Bolivia. 1:1.000.000. La Paz. Bolivia.
- Miranda, C. 2000. La Reserva de la Biosfera Estación Biológica del Beni, Bolivia. En: Herrera-MacBryde, O., F. Dallmeier, B. MacBryde, J.A. Comiskey & C. Miranda (eds): *Biodiversidad, Conservación y Manejo en la región de la Reserva de la Biosfera Estación Biológica del Beni, Bolivia*. SI/MAB Series, No.4, Smithsonian Institution, Washington, DC. Pp. 21-25.
- Miranda, G. 2000. Adaptaciones biológicas y ecológicas de peces del género *Trichomycterus* al ambiente cavernícola en el Parque Nacional Torotoro. Tesis de Licenciatura, UMSA, La Paz.
- Moermond, T.C. & J.S. Denslow. 1985. Neotropical avian frugivores: patterns of behavior, morphology, and nutrition with consequences for fruit selection. *Ornithological Monographs* 36: 865-897.
- Moisan, G. 1958. The caribou of Gaspé [abstract]. *Trans. NE. Wildl. Conf.* 1: 201-217.

- Montalvo, L.G. 1997. Evidence of altitudinal movements of *Leptonycteris* [Leptonycteris] *curasoeae* (Chiroptera: Phyllostomidae) in central Mexico [abstract]. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2: 116-118.
- Montero, R., I. F. Sáfadez & L. G. Alvarez. 1997. A new species of *Amphisbaena* from Bolivia. *J. Herpetol.* 31(2): 218-220
- Montes de Oca, I. 1989. Geografía y recursos naturales de Bolivia. Editorial Educacional del Ministerio de Educación y Cultura. La Paz, Bolivia.
- Moraes, M. & S.B. Beck 1992. Diversidad florística de Bolivia. En: M. Marconi (ed.): Conservación de la diversidad biológica en Bolivia. Centro de Datos para la Conservación-Bolivia, United States Aid Mission to Bolivia, USAID/Bolivia. La Paz. Pp. 73-112.
- Moraes, M. 1996. Palmeras de Bolivia: distribución y taxonomía. *Ecología en Bolivia* 27: 55-87.
- Moraes, M. 1998. Richness and utilization of palms in Bolivia -some essential criteria for their management. In: W. Barthlott & M. Winiger (eds.): Biodiversity -a challenge for development research and policy. Springer-Verlag. Berlin. Pp. 269-278.
- Moraes, M., G. Galeano, R. Bernal, H. Balslev & A. Henderson. 1995. Tropical andean palms (Arecaceae). In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. The New York Botanical Garden. Pp. 473-487.
- Morgantini, L.E. & R.J. Hudson. 1983. Nutritional significance of altitudinal migrations for wapiti [abstract]. University of Alberta. Agriculture and Forestry Bulletin (special issue), Notes: Prepared for the 62nd Annual Feeders' Day Report, June 17, 1983: 109-112.
- Morton, E.S. 1977. Intratropical migration in the yellow-green vireo and piratic flycatcher. *Auk* 94: 97-106
- Morton, E.S. 1971. Food and migration habits of the Eastern Kingbird in Panama. *The Auk* 88: 925-926.
- Morton, E.S. 1980. Adaptations to seasonal changes by migrant landbirds in the Panama canal zone: present and future. En: A. Keast & E.S. Morton (eds.): Migrant birds in the Neotropics: ecology, behavior, distribution, and conservation. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pp. 437-453.
- Morton, E.S. & R. Greenberg. 1989. The outlook for migratory songbirds: "future shock" for birders. *American Birds* 43: 178-183.
- Müller, P. 1973. The dispersal centres of terrestrial vertebrates in the neotropical realm. *Biogeographica* 2: 1-243.
- Müller, J. & J. Heinrichs. 1999. Two poorly known *Plagiochila* species (Plagiochilaceae, Hepaticae) from Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 2(2): 157-164.
- Müller, R., S. Beck & R. Lara et al. 2002. Vegetación potencial de los bosques de Yungas en Bolivia, basado en datos climáticos. *Ecología en Bolivia* 37(2): 5-14.
- Müller, R., C. Nowicki, W. Barthlott & P.L. Ibsch. 2003. Biodiversity and endemism mapping as a tool for regional conservation planning -case study of the Pleurothallidinae (Orchidaceae) of the Andean rain forests in Bolivia. *Biodiversity and Conservation* 12: 2005-2024.
- Mulligan, M. 2000. Downscaled climate change scenaria for Colombia and their hydrological consequences. *Advances in Environmental Monitoring and Modelling* 1: 3-35.
- Munn, C.A. 1985. Permanent canopy and understory flocks in Amazonia: species composition and population density. *Ornithological Monographs* 36: 683-712.
- Muñoz, A. & M.B. Harvey. (en revisión). Una nueva especie del género *Tomodon*.
- Museo HNNKM. 2000. Análisis de la situación social e institucional y sistema de información geográfico de las áreas protegidas de la Amazonia boliviana. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado/Agroecología Sierra & Selva, Santa Cruz.
- Mysterud, A. 1999. Seasonal migration pattern and home range of roe deer (*Capreolus capreolus*) in an altitudinal gradient in southern Norway. *Journal of Zoology* (London) 247: 479-486.
- Nabhan, G.P. & T.H. Fleming. 1993. The conservation of New World mutualisms. *Conservation Biology* 7: 457-459.
- Naeem S., M. Loreau, P. Inchausti. 2002. Biodiversity and ecosystem functioning: the emergence of a synthetic ecological framework. In: M. Loreau, S. Naeem & P. Inchausti (eds.): Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives. Oxford University Press. Pp. 3-11.
- Naiman, R.J., H. Decamps & M. Pollock. 1993. "The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity", *Ecological Applications* 3 (2): 209-212.
- Nair, U.S., R.O. Lawton, R.M. Welch, R.A. Pielke. 2003. Impact of land use on Costa Rican tropical montane cloud forests: sensitivity of cumulus cloud field characteristics to lowland deforestation. *Journal of Geophysical Research* 108, 10.1029/2001JD001135.
- National Aeronautics and Space Administration (NASA) & National Geospatial -Intelligence Agency (NIMA). 2003. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). USGS EROS Data Center. Resolution: 3 arc second (90m.) <http://srtm.usgs.gov>.
- Natureserve. 2003. International Ecological Classification Standard: Terrestrial Ecological Systems of Latin America and the Caribbean. Natural Heritage Central Databases. NatureServe, Arlington, VA.
- Navarro, G. 1997. Contribución a la clasificación ecológica y florística de los bosques de Bolivia. *Revista Boliv. Ecol.* 2: 3-37.
- Navarro, G. 2002. Vegetación y unidades biogeográficas de Bolivia. En: Navarro, G. & M. Maldonado 2002. Geografía ecológica de Bolivia. Vegetación y ambientes acuáticas. Fundación Simón I. Patiño, Cochabamba. Pp. 1-500.

- Navarro, G., I. Vargas, A. Jardim, M. Toledo & N. De La Barra. 1996. Clasificación y diagnóstico para la conservación de la vegetación del Parque Nacional Amboró (Santa Cruz, Bolivia). Memoria y Mapa de Vegetación. Plan de Manejo del Parque Nacional Amboró. FAN-DNCB-WCS. Santa Cruz de la Sierra.
- Navarro, G. & W. Ferreira. 2000. Caracterización ecológica y biodiversidad de la cuenca oeste del Río Ichilo (Cochabamba, Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología* 7: 3-23.
- Navarro, G & W. Ferreira. 2002. Mapa de vegetación del corredor Amboró-Madidi. Elaborado por CISTEL, en colaboración por WWF y financiamiento de USAID. Producto acuerdo WWF/CISTEL (QZ74).
- Navarro, G. & M. Maldonado. 2002. Geografía Ecológica de Bolivia. Vegetación y Ambientes Acuáticos. Editorial Centro de Ecología Simón I. Patiño-Departamento de Difusión. Cochabamba.
- Navarro, G., W. Ferreira, C. Antezana, S. Arrazola & R. Vargas. 2004. Bio-Corredor Amboró-Madidi. Zonificación Ecológica. CISTEL-WWF/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia.
- Nee, M. 2004. Flora de la region del Parque Nacional Amboró, Bolivia. <http://www.botanypages.org/Nee/ambo/List.html>
- Newell, N.D. 1949. The Geology of the Titicaca-Region. Geological Society of America, Memoir 36, New York.
- Noss, R.F. 1991. Landscape connectivity: different functions at different scales. In: Hudson, W.E. (ed.): *Landscape linkages and biodiversity*. Island Press, Washington. Pp. 27-39.
- Noss, R. E. 1991. Landscape connectivity: different functions at different scales. In: W. E. Hudson (ed.): *Landscape linkages and biodiversity*. Island Press. Washington, DC. Pp. 27-39.
- Nowicki, C. 2004. Naturschutzgebiete in Raum und Zeit. Biodiversitätsextrapolationen, Klimaszenarien und soziodemographische Analysen als Instrumente der Naturschutzplanung am Beispiel Boliviens. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Eschborn.
- Nowicki, C., A. Ley, R. Caballero, J.H. Sommer, W. Barthlott & P.L. Ibsch. 2004. Extrapolating distribution ranges - BIOM 1.1., a computerized bio-climatic model for the extrapolation of species ranges and diversity patterns. Pp. 39-68. In: R. Vasquez Ch. & P.L. Ibsch (eds.): *Orchids of Bolivia. Diversity and conservation status*. Vol. 2. Laeliinae, Polystachinae, Sobraliinae with update and complementation of the Pleurothallidinae/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia.
- Oatley, T.B. 1966. Competition and local migration in some African Turdidae. *Ostrich Supplement* 6: 409-418.
- OECD (ed.) (2001): *Valuation of biodiversity benefits. Selected studies*. OECD.
- Oetting, I. 1999. Monitoreo Ambiental -Una Introducción a la temática, preparada para las V jornadas internacionales de capacitación para agentes de protección de la naturaleza, 17-21 Mayo de 1999, Tarija, Bolivia. (No publicado).
- Olivera, M. 1999. Algunos elementos de la ecología de la polinización por picaflores en el valle de La Paz y su posible efecto en los desplazamientos poblacionales de *Sappho sparganura* y *Patagona gigas*. Tesis de grado, Carrera Biología, UMSA, La Paz.
- Olson, D.N. & E. Dinerstein. 1998. The global 200: a representation approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions. *Conservation Biology* 12: 502-515.
- O'Neill, J.P. & T.A. Parker, III. 1978. Responses of birds to a snowstorm in the Andes of southern Peru. *The Wilson Bulletin* 90: 446-9.
- Oosenbrug, S.M. & J.B. Theberge. 1980. Altitudinal movements and summer habitat preferences of woodland caribou in the Kluane Ranges, Yukon Territory [abstract]. *Arctic* 33: 59-72.
- Pacheco, L.F. & J.A. Simonetti. 1998. Consecuencia demográfica para *Inga ingoides* (Mimosoideae) por la pérdida de *Ateles paniscus* (Cebidae), uno de sus dispersores de semillas. *Ecología en Bolivia* 31: 67-90.
- Pacheco, L.F. & J.A. Simonetti 2000. Genetic structure of a mimosoid tree deprived of its seed disperser, the spider monkey. *Conservation Biology* 14: 1766-1775.
- Pagiola, S., J. Bishop & N. Landell-Mills (eds.). 2002. *Selling forest environmental services. Market-based mechanisms for conservation and development*. Earthscan.
- Paine, R.T. 1995. A conversation on refining the concept of keystone species. *Conservation Biology* 9: 962-964.
- Painter, R.L., R.B. Wallace & D. Pickford. 1995. Relative abundances of peccaries in areas of different human pressure within the Beni Biosphere Reserve, Bolivia. *IBEX Journal of Mountain Ecology* 3: 49-52.
- Painter, R.L. & D. Rumiz. 1999. ¿Porque son importantes los herbívoros terrestres para los bosques de producción forestal? *Revista Boliviana de Ecología* 5: 61-74.
- Paisley, 2001. Andean bears and people in Apolobamba, Bolivia: culture, conflict and conservation. Doctoral Thesis, Durrell Institute of Conservation and Ecology, Kent University, Canterbury, Inglaterra.
- Paniagua, L. 1997. Diversidad ictica en los ríos Semayo y Mataracú del Parque Nacional Amboró Santa Cruz-Bolivia. Resúmenes del III Congreso Internacional sobre Manejo de fauna Silvestre de la Amazonía. Santa Cruz. (No publicado).
- Paredes, L.. 1998. Evaluación de especies ornamentales de los ríos Macuñucú y Pitasama del Parque Nacional Amboró. Resúmenes III Congreso Internacional sobre Manejo de fauna Silvestre de la Amazonía. Santa Cruz. (No publicado).
- Parker, T.A., III, D.F. Stotz & J.W. Fitzpatrick. 1996. *Ecological and distributional databases for Neotropical birds*. University of Chicago, Chicago, Illinois. (Disquette.)

- Parmesan, C. & G. Yohe. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421: 37-42.
- Parrini, F., S. Grignolio, S. Luccarini, B. Bassano & M. Apollonio. 2003. Spatial behaviour of adult male *Alpine ibex*, *Capra ibex ibex* in the Gran Paradiso National Park, Italy. *Acta Theriologica* 48: 411-423.
- Paton, D.C. 2000. Disruption of bird-plant pollination systems in southern Australia. *Conservation Biology* 14: 1232-1234.
- Patterson, B.D., D.F. Stotz, S. Solari, J.W. Fitzpatrick & V. Pacheco. 1998. Contrasting patterns of elevational zonation for birds and mammals in the Andes of southeastern Peru. *Journal of Biogeography* 25: 593-607.
- Patton, J. L., P. Myers, M.F. Smith. 1990. Vicariant versus gradient models of diversification: The small mammal fauna of eastern slopes of Peru. En: G. Peters & R. Hutterer (eds.): *Vertebrates in the tropics*. Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Bonn. Pp. 355-371.
- Pearce, D. & D. Moran 1994. *The economic value of biodiversity*. IUCN -Earthscan Publications Ltd., London.
- Pearson D. L., F. Guerra & D. Brzoska. 1999. The tiger beetles of Bolivia: Their identification, distribution and natural history (Coleoptera:Cicindelidae). *Contributions on entomology, International* 3(4).
- Pelatt, M.G. 2002. The role of paleoecology in understanding ecological integrity: an example from highly fragmented landscape in the strait of Georgia lowlands. In: S. Bondrup-Nielsen, N. Munro, G. Nelson, J.H.M. Willison, T.B. Herman & P. Eagles (eds.): *Managing protected areas in a changing world*. Proceedings of the Fourth International Conference of Science and the Management of Protected Areas. SAMPAA, Canada. Pp. 384-397.
- Peñuelas, Josep & M. Boada. 2003. A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain). *Global Change Biology* 9: 131-140.
- Perry, A., M. Kessler & N. Helme. 1997. Birds of the central Río Tuichi valley, with special emphasis on dry forest, Parque Nacional Madidi, Dpto. La Paz, Bolivia. *Ornithological Monographs* 48: 557-576.
- Pestalozzi, H.U. & M.A. Torrez. 1998. Flora ilustrada altoandina. La relación entre hombre, planta y medio ambiente en el Ayllu Majasaya Mujlli (Provincia Tapacari, Dpto. Cochabamba, Bolivia). Herbario Nacional de Bolivia, Universität Bern, Herbario Forestal Nacional "Martín Cárdenas", Cochabamba.
- Peters, R.L. & T.E. Lovejoy. 1992. *Global warming and biological diversity*. New Haven, Connecticut, USA, Yale University Press.
- Phillips, O.L., R. Vasquez M., L. Arroyo, T.R. Baker, Killeen, S.L. Lewis, Y. Malhi, A. Monteagudo Mendoza, D. Neill, P. Nunez Vargas, M. Alexiades, C. Ceron, A. Di Fiore, T. Erwin, A. Jardim, W. Palacios, M. Saldias, B. Vinceti. 2002. Increasing dominance of large lianas in Amazonian forests. *Nature* 418: 770-774.
- Pinto, J. 2006. Evolución del paisaje y estado de conservación de la Reserva Forestal El Choré. *Kempffiana* 2(1):45-56.
- Pitelka, L. and the Plant Migration Workshop. (1997) Plant migration and climatic change. *American Scientist* 85: 464-473.
- Plän, T. 1999. Enfoques económicos para la valoración de la diversidad biológica. Programa de Apoyo Ecológico (Begleitprogramm Tropenökologie-TÖB), GTZ, Eschborn.
- Programa de las Naciones Unidas (PNUD-Bolivia). 2004. Índice de Desarrollo Humano en los Municipios de Bolivia. Una publicación del Informe Nacional de Desarrollo Humano 2004. INE UDAPE-ASDI. La Paz, Bolivia.
- Poiani, K. & B. Richter. 1999. Functional landscapes and the conservation of biodiversity. Working papers in Conservation Science 1, The Nature Conservancy.
- Poulsen, B.O. 1994. Movements of single birds and mixed-species flocks between isolated fragments of cloud forest in Ecuador. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 29: 149-160.
- Pounds, A., M.P.L. Fogden & J.H. Campbell. 1999. Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature* 398: 611-615.
- Powell, G.V.N. & R. Bjork. 1995. Implications of intratropical migration on reserve design: a case study using *Pharomachrus mocinno*. *Conservation Biology* 9: 354-362.
- Powell, G.V.N. 1980. Migrant participation in Neotropical species flocks. In: A. Keast & E.S. Morton (ed.): *Migrant birds in the Neotropics: ecology, behaviour, distribution, and conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pp. 477-483.
- Powell, G.V.N. 1985. Sociobiology and adaptive significance of heterospecific foraging in the Neotropics. *Ornithological Monographs* 36: 713-732.
- Prance, G. T. 1989. American Tropical Forests. In: H. Lieth & M. J. A. Werger (eds.) *Tropical Rainforest Ecosystems*. Biogeographical and ecological studies. *Ecosystems of the World Vol. 14 B*. Elsevier, Amsterdam. Pp. 99-132.
- Pressey R.L., R.M. Cowling & M. Rougetc. 2003. Formulating conservation targets for biodiversity pattern and process in the Cape Floristic Region, South Africa. *Biological conservation* 112: 99-127.
- Price, M.F. & G.R. Neville. 2003. Designing strategies to increase the resilience of alpine/montane systems to climate change. In: Hansen, L.J., J.L. Biringer and J.R. Hoffman (eds.): *Buying time: A user's manual for building resistance and resilience to climate change on protected areas*. WWF, Gland. Pp. 73-94
- PSRS. 2003. Pacific Southwest Research Station 2003. Climate Change. Detecting Climate's Imprint on California Forests. *Science Perspectives*. Spring 2003.
- Rahbek, C. 1997. The relationship among area, elevation, and regional species richness in Neotropical birds. *The American Naturalist* 149: 875-902.

- Ramos, M.A. 1988. Eco-evolutionary aspects of bird movements in the northern Neotropical region. En: H. Ouellet (ed.): Acta XIX Congressus Internationalis Ornithologici. University of Ottawa Press, Ottawa, Canada. Pp. 251-293.
- Rappole, J.H. & D.W. Warner. 1980. Ecological aspects of migrant bird behavior in Veracruz, Mexico. In: A. Keast & E.S. Morton (eds.): Migrant birds in the Neotropics. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pp. 353-393.
- Rappole, J.H., E.S. Morton, T.E. Lovejoy, III & J.L. Ruos. 1983. Nearctic avian migrants in the Neotropics. U.S. Dpto. Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C.
- Rappole, J.H., M.A. Ramos & K. Winker. 1989. Wintering wood thrush movements and mortality in southern Veracruz. *The Auk* 106: 402-410.
- Redford, K.H. & G. de Fonseca. 1986. The role of gallery forests in the zoogeography of the Cerrado's non-volant mammal fauna. *Biotropica* 18: 126-135.
- Redford, K.H. 1992. The empty forest. *BioScience* 42: 412-422.
- Reed, M.J. 1999. The role of behavior in recent avian extinctions and endangerments. *Conservation Biology* 13: 232-241.
- Reichle, S. 2003. Anfíbios. En: P.L. Ibisch & G. Mérida (eds.): Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 33-137.
- Reichle, S., C. Eulert, N. Acheson, D. Rumiz, L. Gozales, V. Fuentes, T. Gutierrez & P.L. Ibisch 2001. Fauna. En: P.L. Ibisch, K. Columba & S. Reichle (eds.): Plan de Conservación y Desarrollo Sostenible para el Bosque Seco Chiquitano, Cerrado y Pantanal Boliviano. Tomo II: Diagnóstico y evaluación integral. Consorcio FAN/APCOB/IE/FUNDECO/IP.
- Remsen, J.V., Jr., M.A. Traylor, Jr. & K.C. Parkes. 1987. Range extensions for some Bolivian birds, 3 (Tyrannidae to Passeridae). *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 107: 6-16.
- Remsen, J.V., Jr. & M.A. Traylor. 1989. An annotated list of the birds of Bolivia. Buteo Books, Vermillion, South Dakota.
- Remsen, J.V., Jr. & T.A. Parker, III. 1990. Seasonal distribution of the Azure Gallinule (*Porphyryla flavirostris*) with comments on vagrancy in rails and gallinules. *The Wilson Bulletin* 102: 380-399.
- Remsen, J.V., Jr., O. Rocha, C.G. Schmitt & D.C. Schmitt. 1991. Zoogeography and geographic variation of *Platyrinchus mystaceus* in Bolivia and Peru, and the circum-Amazonian distribution pattern. *Ornitología Neotropical* 2: 77-83.
- Remsen, J.V., Jr., M.A. Hyde & A. Chapman. 1993. The diets of neotropical trogons, motmots, barbets and toucans. *The Condor* 95: 178-192.
- Remsen, J.V., Jr. & T.A. Parker, III. 1995. Bolivia has the opportunity to create the planet's richest park for terrestrial biota. *Birds Cons. Int.* 5: 181-199.
- Renjifo, L.M. 1999. Composition changes in a Subandean avifauna after long-term forest fragmentation. *Conservation Biology* 13: 1124-1139.
- Renner, S. & S.G. Beck. 2003. A new *Miconia* (Melastomataceae) from Bolivia, with remarks on angular-branched species in the Andes. *Novon* 13(1): 110-112 (2003).
- Renner, S.S. 1995. Bestäubungs- und Reproduktionssysteme tropischer Blütenpflanzen der Alten und Neuen Welt -ein quantitativer Vergleich [abstract]. 8. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Tropenökologie, Hamburg, 02.-05.02.1995: V17.
- Renner, S.S. 1996. Effects of habitat fragmentation on plant pollinator interactions in the tropics. In: D.M. Newberry, H.H. Prins & N.D. Brown (ed.): Dynamics of tropical communities. Blackwell Science, Oxford, U.K. Pp. 339-360.
- Renvoize, S.A. 1998. Gramíneas de Bolivia. The Royal Botanic Gardens. Kew.
- Reynolds, R. P. & M. S. Foster. 1992. Four new species of frogs and one new species of snake from the Chapare region of Bolivia, with notes on other species. *Herpetol. Monogr.* 6: 83-104.
- Ribera Arismendi, M.O. 1992. Regiones ecológicas. Pp. 9-71. En: Marconi (ed.). Conservación de la Diversidad Biológica en Bolivia. Centro de Datos para la Conservación de Bolivia (CDC-Bolivia), La Paz.
- Ribera, M.O. 2003. El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). En: P.L. Ibisch & G. Mérida (eds.): Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo.
- Ribera, M.O. & M. Liberman. 2006. El uso de la tierra y los recursos de la biodiversidad en las áreas protegidas de Bolivia. Un análisis crítico con propuestas para su conservación y manejo sostenible. SERNAP-GEF II. La Paz-Bolivia.
- Richardson, A.D., E.G. Denny, T.G. Siccamo & D.X. Lee. 2003. Evidence for a rising cloud ceiling in eastern North America. *Journal of Climate* 16: 2093-2098.
- Ridgely, R.S. & G. Tudor. 1989. The Birds of South America: the Oscine Passerines. University of Texas Press, Austin, Texas.
- Ridgely, R.S. & G. Tudor. 1994. The Birds of South America: the Suboscine Passerines. University of Texas Press, Austin, Texas.
- Riede, K. 2004. Global register of migratory species. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. CD-ROM.
- Rivas, S. 1968. Geología de la región Norte del Lago Titicaca. Servicio Geológico de Bolivia, 2, La Paz.
- Rivas-Martinez, S. & G. Navarro. 1994. Ensayo bioclimático y biogeográfico de América del Sur. Comunicación al VI Congreso Latinoamericano de Botánica. Mar del Plata, Argentina.
- Rivas-Martinez, S., D. Sanchez-Mata, & M. Costa. 1999. North American Boreal and Western Temperate Forest Vegetation. *Itinera Geobot.* 12: 5-316.

- Robel, R.J. 1960. Detection of elk migration through hunter interviews. *Journal of Wildlife Management* 24: 337-338.
- Robinson, J.G. & E.L. Bennett. 2002. Will alleviating poverty solve the bushmeat crisis? *Oryx* 36: 332.
- Rocabado, G. & J. G. Wasson. 1999. Regionalización de la fauna bentónica en la cuenca andina del río Beni (Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental-Memorias del Congreso Boliviano de Limnología y Recursos Acuáticos* 6: 121-132.
- Rocha & Rocha 1989.
- Rochat, N. 1996. Bouquetin des Alpes: niche spatio-temporelle. *Alpine ibex: spatio-temporal distribution within the Swiss National Park* [abstract]. *Cratschla* 4: 56-59.
- Roldán, A.I. & J.A. Simonetti. 2001. Plant-mammal interactions in tropical Bolivian forests with different hunting pressures. *Conservation Biology* 15: 617-623.
- Root, T.L., J.T. Price, K.R. Hall, S.H. Schneider, C. Rosenzweig & J.A. Pounds. 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421: 57-60.
- Roubik, D.W. 1995. Pollination of cultivated plants in the tropics. *Agricultural Services Bulletin* 118. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Roubik, D.W. 2000. Pollination system stability in tropical America. *Conservation Biology* 14: 1235-1236.
- Rouget, M., D.M. Richardson & R.M. Cowling. 2003. The current configuration of protected areas in the Cape Floristic Region, South Africa -reservation bias and representation of biodiversity patterns and processes. *Biological Conservation* 112: 129-145.
- Rouget, M., R.M. Cowling, R.L. Pressey & D. M. Richardson. 2003. Identifying spatial components of ecological and evolutionary processes for regional conservation planning in the Cape Floristic Region, South Africa. *Diversity and Distributions* 9: 191-210.
- Ruiz de Centurión, T. 1993. Caesalpinoideae. En: T. Killeen, E. Garcia & S.G. Beck (eds.): *Guía de árboles de Bolivia*. Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Botanical Garden, La Paz. Pp. 395-419.
- Sagot, F. 1998. Aves endémicas, amenazadas y mal protegidas. En: *Aves y conservación en Bolivia 1*. Armonía, Santa Cruz, Bolivia. 65-67.
- Salazar-Bravo, J. & L. Emmons. 2003. Mamíferos. En: P.L. Ibisch & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia*. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN. Santa Cruz, Bolivia. Pp. 146-148.
- Salazar-Bravo, J., E. Yensen, T. Tarifa & T.L. Yates. 2002. Distributional records of bolivian mammals. *J. Neotrop. Mammal.*; 9(1):70-78
- Salazar-Bravo, J., T. Tarifa, L.F. Aguirre, E. Yensen & T.L. Yates. 2003. Revised checklist of Bolivian mammals. *Occasional Papers Museum Texas Tech University*. No. 220
- Saldias, M. 1993. Mimosioideae. En: T. Killeen, E. Garcia & S.G. Beck (eds.): *Guía de árboles de Bolivia-Herbario Nacional de Bolivia*, *Miss. Bot. Gard.*, La Paz. Pp. 420-456.
- Salinas, G., R. Marin, C. Hery, O. Fossati y J.G. Wasson. 1999. Efecto de la material en suspensión sobre los invertebrados bénticos de los ríos de aguas claras en los yungas de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología*. 6: 183-189.
- Sanborn, C.C. & J.A. Crespo. 1957. El murciélago blanquizco (*Lasiurus cinereus*) y sus subespecies [abstract]. *Bol. Mus. Argentino Ciencias Naturales 'Bernardino Rivadavia'* 4: 1-13.
- Sarkar, M., B.C. Das, D.N. Das, D.B. Mondal, A. Chatterjee & B.P.S. Yadav. 1999. Studies on thermoadaptability of yaks. *Indian Journal of Animal Sciences* 69: 963-964.
- Sarmiento, J & S. Barrera. 2003. Peces. En: P.L. Ibisch & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia*. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 126-132.
- Sarmiento, J & S. Barrera. 1997. Observaciones preliminares sobre la ictiofauna de la vertiente oriental Andina de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 2: 77-99.
- Sarmiento, J. 2000. Observaciones preliminares sobre la composición y distribución de la ictiofauna de la Estación Biológica del Beni, Bolivia. En: O. Herrera-Macbride, F. Dallmeier, B. Macbride, J. A. Comiskey & C. Miranda (eds.): *Biodiversidad, conservación y manejo en la región de la Reserva de la Biosfera Estación Biológica del Beni, Bolivia/Biodiversity, conservation, and management in the region of the Beni Biological Station Biosphere Reserve, Bolivia*. SI/MAB Serier N° 4, Washington, D.C. Pp. 129-150.
- Sarmiento, J. 1996. Bases para la elaboración del plan de manejo del Parque Nacional Amboró: Ictiofauna. La Paz. (No publicado).
- Sarmiento, J. 1996a. Evaluación faunística del Valle de Zongo, Provincia Murillo, Dpto. La Paz; como base para el estudio de Impacto Ambiental de la ampliación de la planta generadora de energía eléctrica. Centro de Datos para la Conservación. La Paz-Bolivia. (No publicado).
- Saxon, E. 2003. Adapting ecoregional plans to anticipate the impact of climate change. In: Groves, C.R. 2003. *Drafting a conservation blueprint. A practitioner's guide to planning for biodiversity*. The Nature Conservancy. Pp. 345-365.
- Schär, C., P.L. Vidale, D. Lüth, C. Frei, C. Häberli, M.A. Liniger & C. Appenzeller. 2004. The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves *Nature* 427: 332-336.
- Scherzinger, W. 1996. *Naturschutz im Wald. Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung*. Ulmer, Stuttgart, Germany.
- Schneider, S.H. & T.L. Root (eds.). 2002. *Wildlife responses to climate change*. Washington, DC, Island Press.

- Schuchmann, K.-L. 1999. Family Trochilidae (Hummingbirds). In: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.): Handbook of the Birds of the World. Vol. 5. Barn-owls to hummingbirds. Lynx Edicions, Barcelona, Spain. Pp. 468-535.
- Schulte, A. & G. Mérida. 1991. Posibilidades y necesidades del desarrollo forestal en los Andes-Especies nativas versus especies exóticas. Revista de Agricultura. Cochabamba-Bolivia. Pp. 8-26.
- Scott, G.A.J. 1978. Grassland development in the Grand Pajonal of Eastern Peru: a study of soil-vegetation nutrient systems. Hawaii Monographs in Geography, No. 1.
- Seidel, R. 1995. Inventario de los árboles en tres parcelas de bosque primario en la Serranía de Marimóns, Alto Beni. Ecología en Bolivia 25: 1-36.
- Servant, M. 1977. El cuadro estratigráfico del plio-cuaternario del Altiplano de los Andes tropicales de Bolivia. In: Revista de Facultad de Ciencias Puras y Naturales, UMSA, La Paz, 1: 23-29.
- Servant, M. & Fontes, J. C. 1978. Les lacs quaternaires des hauts plateaux des Andes Boliviennes premières interprétations paléoclimatiques. In: ORSTOM, Sér. Geól. 10: 9-23.
- Servicio Nacional de Areas protegidas (SERNAP). 2001. Información Técnica del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia. 2da. Edición. La Paz-Bolivia. GTZ/MAPZA
- Servicio Nacional de Areas protegidas SERNAP/MAPZA 2001: Guía para la elaboración de Planes de manejo en Áreas Protegidas de Bolivia. Servicio Nacional de Áreas Protegidas/PROYECTO DE Manejo de Areas Protegidas y Zonas de Amortiguamiento.
- Servicio Nacional de Areas protegidas (SERNAP). 2002. Areas Protegidas de Bolivia. Conservando la biodiversidad. Memoria 1998 -2002. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. GTZ. Banco Mundial. La Paz. Bolivia.
- Servicio Nacional de Areas protegidas (SERNAP). 2004. Sistematización y Aplicación de la Metodología de Medición de la Efectividad de Manejo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas MEMS-2003. La Paz (No publicado)
- Shapiro, A.M. 1986. Seasonal phenology and possible migration of the mourning cloak butterfly *Nymphalis antiopa* (Lepidoptera: Nymphalidae) in California [abstract]. Great Basin Naturalist 46: 112-116.
- Shaw, W. 1958. Status and hunting of mountain goats in Idaho. Idaho Wildlife Review 11: 10-12.
- Sick, H. 1985. Observations on the Andean-Patagonian component of southeastern Brazil's avifauna. Ornithological Monographs 36: 233-237.
- SIE. 2003. Dossier de Indicadores Educativos. Ministerio de Educación. La Paz, Bolivia.
- Sieving, K.E., M.F. Willson & T.L. De Santo. 1996. Habitat barriers to movement of understory birds in fragmented south-temperate rainforest. The Auk 113: 944-949.
- Sieving, K.E., M.F. Willson & T.L. De Santo. 2000. Defining corridor functions for endemic birds in fragmented south-temperate rainforest. Conservation Biology 14: 1120-1132.
- Sigle, M. 1988. Observación de malezas en sistemas tradicionales de producción agrícola, en las regiones de Aiquile y Rakaypampa, Dpto. de Cochabamba. Ecología en Bolivia 11: 1-24.
- Silva, J.M.C. & M. Tabarelli. 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. Nature 404: 72-74.
- Silva, J.M.C. & M. Tabarelli. 2001. The future of the Atlantic forest in northeast Brazil. Conservation Biology 15: 819-820.
- Silva, J.M.C., C. Uhl & G. Murray. 1996. Plant succession, landscape management, and the ecology of frugivorous birds in abandoned pastures. Conservation Biology 10: 491-503.
- Smith, A.R., M. Kessler & J. Gonzales. 1999. New records of pteridophytes from Bolivia. American Fern Journal 89: 244-266.
- Snow, D.W. & B.K. Snow. 1980. Relationships between hummingbirds and flowers in the Andes of Colombia. Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.), Zool. 103: 38.
- Snow, D.W. 1962a. A field study of the black and white manakin, *Manacus manacus*, in Trinidad. Zoologica 47: 65-104.
- Snow, D.W. 1962b. A field study of the golden-headed manakin, *Pipra erythrocephala*, in Trinidad. Zoologica 47: 183-198.
- Snow, D.W. 1971. Evolutionary aspects of fruit-eating by birds. The Ibis 113: 194-202.
- Snow, D.W. 1981. Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. Biotropica 13: 1-14.
- Soliz, L. & S. Aguilar (compiladores). 2005. Producción y economía campesino-indígena: experiencias en seis ecorregiones de Bolivia 2001-2003. CIPCA. La Paz.
- Solomon, J.C. 1983. Investigación de la flora en los Yungas. Academia Nacional de Ciencias de Bolivia, Museo Nacional de Historia Natural. La Paz, Comunicación 2:13.
- Solomon, J.C. 1989. Bolivia. In: D.G. Campbell & H.D. Hammond (eds.): Floristic inventory of tropical countries. The New York Botanical Garden, New York. Pp. 455-463.
- Sommer, J.H., C. Nowicki, L. Rios, W. Barthlott & P.L. Ibsch. 2003. Extrapolating species ranges and biodiversity in data-poor countries: The computerized model BIOM. Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica 4(1): 171-190.
- Soria, R. & B. Hennessey. 2005. Áreas importantes para la conservación de aves en Bolivia. In: Birdlife International & Conservación International. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: sitios prioritarios para la conservación

- de la biodiversidad. Quito, Ecuador: BirdLife Internacional (Serie de Conservación de BirdLife No. 14). Pp. 57-116.
- Sperling F. 2000. Tropical montane cloud forests-Ecosystems under the threat of climate change. Unpublished report prepared for the World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, U.K.
- Spruce, R. 1890. Hepaticae bolivianae. *Memoirs of Torrey Botanical Club* 1: 113-140.
- Ståhl, B. 1995. Diversity and distribution of andean Symplocaceae. In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests*. The New York Botanical Garden. Pp. 397-405.
- Stattersfield, A.J., M.J. Crosby, A.J. Long & D.C. Wege. 1998. *Endemic bird areas of the world: priorities for biodiversity conservation*. The Burlington Press, Cambridge, U.K.
- Steinmann, G. 1929. *Geologie von Perú*. Heidelberg.
- Stenseth, N.C., A. Mysterud, G. Ottersen, J.W. Hurrell, K.S. Chan & M. Lima. 2002. Ecological effects of climate fluctuations. *Science* 297: 1292.
- Stevenson, R.D. & W.A. Haber. 2000. Altitudinal migrations of butterflies and other insects in northwestern Costa Rica: ecology and conservation [abstract]. XXI International Congress of Entomology, Iguacu Falls, Brazil.
- Stiles, F.G. & D.A. Clark. 1989. Conservation of tropical rain forest birds: a case study from Costa Rica. *American Birds* 43: 420-428.
- Stiles, F.G. 1981. Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 68: 323-351.
- Stiles, F.G. 1983. Birds. In: D.H. Janzen (ed.): *Costa Rican natural history*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. Pp. 502-618.
- Stiles, F.G. 1985a. Conservation of forest birds in Costa Rica: problems and perspectives. In: A.W. Diamond & T.E. Lovejoy (ed.): *Conservation of tropical forest birds*. International Council Bird Preservation, Cambridge, U.K. Pp. 141-168.
- Stiles, F.G. 1985b. On the role of birds in the dynamics of neotropical forests. In: A.W. Diamond & T.E. Lovejoy (eds.): *Conservation of tropical forest birds*. International Council Bird Preservation, Cambridge, U.K. Pp.49-59.
- Stiles, F.G. 1988. Altitudinal movements of birds on the Caribbean slope of Costa Rica: implications for conservation. *Mem. Calif. Acad. Sci.* 12: 243-258.
- Stiles, F.G. 1999. *Chrysuronia oenone*. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.): *Handbook of the Birds of the World*. Vol. 5. Barn-owls to hummingbirds. Lynx Edicions, Barcelona, Spain. Pp. 590-591.
- Still, C.J., P.N. Foster & S.H. Schneider. 1999. Simulating the effects of climate change on tropical montane cloud forests. *Nature* 398: 608-610.
- Stotz, D.F. 1998. Endemism and species-turnover with elevation in montane avifaunas in the Neotropics: implications for conservation. In: G.M. Mace, A. Balmford & J.R. Ginsberg (eds.): *Conservation in a changing world*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. Pp. 161-180.
- Stotz, D.F., J.W. Fitzpatrick, T.A. Parker, III & D.K. Moskovits. 1996. *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Stouffer, P.C. & R.O. Bierregaard, Jr. 1995. Use of Amazonian forest fragments by understory insectivorous birds: effects of fragment size, surrounding secondary vegetation, and time since isolation. *Ecology* 76: 2429-2445.
- Strewe, R. 1999. *Arealstrukturen und -dynamiken von Tangaren (Thraupinae) im südwestlichen Kolumbien*. Universität des Saarlandes, Saarbrücken. Dissertation phil.
- Strewe, R. 2003. New distributional records and conservation importance of the San Salvador Valley, Sierra Nevada de Santa Marta, northern Colombia. *Ornitología Colombiana* 1: 29-41.
- Suárez, R. 2000. Compendio de la geología de Bolivia. En: R. Suárez (ed.): *Compendio de la geología de Bolivia*. Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos 18: 1-144.
- Superintendencia Agraria (SIA). 2001. *Mapa de Cobertura y Uso Actual de la Tierra*. Mapa y Memoria. La Paz, Bolivia.
- Takatsuki, S., K. Suzuki & H. Higashi. 2000. Seasonal elevational movements of sika deer on Mt. Goyo, northern Japan [abstract]. *Mammal Study* 25: 107-114.
- Taylor, H., K. Brown & K. Wilson. 1994. *Swallowtail Butterflies of the Americas. A study in Biological Dynamics, Ecological, Diversity, Biosystematics, and Conservation*. Scientific Publishers, Inc. E.E: U.U.
- Terborgh, J. & C.P. van Schaik. 1997. Minimizing species losses: the imperative of protection. In: Kramer, R., C.P. van Schaik & J. Johnson (eds.): *Last stand. Protected areas and the defense of tropical biodiversity*. Oxford University Press, New York. Pp. 15-35.
- Terborgh, J. 1968. Bird species diversity on an elevational gradient in a Neotropical forest. *American Philosophical Society Yearbook* 1967. Pp. 298-302.
- Terborgh, J. 1980. The conservation status of Neotropical migrants: present and future. In: A. Keast & E.S. Morton (eds.): *Migrant birds in the Neotropics: ecology, behaviour, distribution, and conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pp. 21-30.
- Terborgh, J. 1983. *Five New World primates: a study in comparative ecology*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Terborgh, J. 1986. Keystone plant resources in the tropical forest. In: M.E. Soulé (ed.): *Conservation biology: The science of scarcity*

- and diversity. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. Pp. 330-344.
- Terborgh, J. 1988. The big things that run the world -a sequel to E.O. Wilson. *Conservation Biology* 2: 402-403.
- Terborgh, J. 1999. *Requiem for nature*. Island Press/Shearwater Books, Washington.
- Terborgh, J., L. Lopez, P. Nuñez V, M. Rao, G. Shahabuddin, G. Orihuela, M. Riveros, R. Ascanio, G.H. Adler, T.D. Lambert & L. Balbas. 2001. Ecological meltdown in predator-free forest fragments. *Science* 294: 1923-1926.
- Terborgh, T. 1985. Habitat selection in Amazonian birds. In: M. Cody (ed.): *Habitat selection in Birds*. Academic Press, Orlando, Florida. Pp. 311-338.
- Terceros, Elva. 2004. De la utopía indígena al desencanto. Reconocimiento estatal de los derechos territoriales indígenas. CEJIS-PIEB-IWGIA. Santa Cruz de la Sierra.
- The Nature Conservancy (TNC). 2000. *Diseño de una geografía de la esperanza: manual para la planificación de la conservación eco-regional*. TNC. Vol I y II. 2º Edición.
- Thomas, C.D., A. Cameron, R.E. Green, M. Bakkenes, L.J. Beaumont, Y.C. Collingham, B.F.N. Erasmus, M. Ferreira de Siquera, A. Grainger, L. Hannah, L. Hughes, B. Huntley, A.S. Van Jaarsveld, G.F. Midgley, L. Miles, M. Ortega-Huerta, A. Townsend Peterson, O.L. Phillips & S.E. Williams. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427: 145-148
- Thomas, C.D. & J.J. Lennon. 1999. Birds extend their ranges northwards. *Nature* 399: 213.
- Tilman, D., K. Cassman, P.A. Matsons, R. Naylor & S. Polasky. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418: 671-677.
- Timm, R.M. & R.K. LaVal. 2000. Mammals. In: N.M. Nadkarni & N.T. Wheelwright (eds.): *Monteverde: Ecology and conservation of a tropical cloud forest*. Oxford University Press, Oxford, U.K., and New York City, New York. Pp. 223-234.
- TNC & USAID. 1999. *Parques en Peligro. Medición de Logros. El Scorecard de Consolidación (Tabla de Puntuación) de Parques en Peligro*, Washington, EEUU.
- TNC 1998: *Ecological Processes at the Ecoregional Scale: Considerations for Portfolio Design. Guidelines for Ecoregional Team Leaders from the Stewardship Expert Team. Draft. (Conserveonline 5/21/04, <http://www.conserveonline.org/2000/12/b/Updat e5b;internal&action=buildframes.action>).*
- Tomono, T. & T. Sota. 1997. The life history and pollination ecology of bumblebees in the alpine zone of central Japan [abstract]. *Japanese Journal of Entomology* 65: 237-255. (En japonés.)
- Trajano, E. 1996. Movements of cave bats in southeastern Brazil, with emphasis on the population ecology of the common vampire bat, *Desmodus rotundus* (Chiroptera). *Biotropica* 28: 121-129.
- Troll, C. 1929. Die Cordillera Real. Vorläufiger Bericht über die wissenschaftlichen Arbeiten der Anden-Expedition des Deutsch-Österreichischen Alpenvereins 1928. *Zeit. der Ges. f. Erdkunde zu Berlin*: 279-312.
- Troll, C. 1943. Thermische Klimatypen der Erde. *Petermanns Geographische Mitteilungen*. Pp. 81-89.
- Troll, C. & Finsterwalder, R. 1935. Die Karten der Cordillera Real und des Talkessels von La Paz. *Petermanns Mitteilungen* 81: 393-399 y 454-455.
- Troll, W. 1964. Die Infloreszenzen, Typologie und Stellung im Aufbau des Vegetationskörpers I. Gustav Fischer, Jena.
- Tustin, K.G. & J.P. Parkes. 1988. Daily movement and activity of female and juvenile Himalayan thar (*Hemiragrus jemlahicus*) in the eastern Southern Alps, New Zealand [abstract]. *New Zealand Journal of Ecology* 11: 51-59.
- Tyler, H., K. S. Brown & K. Wilson. 1994. *Swallowtail Butterflies of the Americas*. Scientific Publishers, Inc., Gainesville, Florida.
- UDAPE. 2003. *Pobreza y desigualdad en municipios de Bolivia. Estimación del gasto de consumo combinando el censo 2001 y las encuestas de hogares. UDAPE e INE con la asistencia del Banco Mundial*. La Paz, Bolivia.
- UDAPE. 2005. *Estructura del sector hidrocarburos*.
- UDAPSO, INE, UPP, UDAPE. 1995. *Mapa de Pobreza. Una guía para la acción social*. 2º Edición. Ministerio de Desarrollo Humano. La Paz, Bolivia.
- UICN. 2004. *Red List of Threatened Species*. <http://www.redlist.org>
- UN/ISDR (ed.: P.J. Pilon). 2004a. *Guidelines for reducing flood losses*. Inter-Agency Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR). World Meteorological Organization, Geneva.
- UN/ISDR. 2004b. *Living with Risk A global review of disaster reduction initiatives 2004 version* Inter-Agency Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR). World Meteorological Organization, Geneva.
- UN/ISDR. 2004c. *Water and disasters. Be informed and prepared*. Inter-Agency Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR). World Meteorological Organization, Geneva.
- USGS. 2004. USGS. Reprocessing by the GLCF. 2004. (1, 3, 30) Arc Second SRTM Elevation, Reprocessed to GeoTIFF. College Park, Maryland: The Global Land Cover Facility. Version 1.0.
- Valburg, L.K. 1992. Flocking and frugivory: the effect of social groupings on resource use in the Common Bush-Tanager. *The Condor* 94: 358-363.
- Van Damme, P.A., F. Maldonado, R. Sanabria, F. Carvajal, C. Vandecasteele y J. Rojas. 2000. Diversidad acuática en la zona de influencia de un campo de gas y petróleo en la provincial Carrasco (Cochabamba, Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología* 7: 81-92.

- Van Damme, P.A. 2002. Disponibilidad, uso y calidad de los recursos hídricos en Bolivia. CONIAG & CGIAB.
- Van der Hammen, T. 1995. Global change, biodiversity, and conservation of neotropical montane forests. En: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. The New York Botanical Garden. Pp. 603-607.
- Vander Wall, S.B. & W.S. Longland. 2004. Diplochory: are two seed dispersers better than one? *Trends in Ecology and Evolution* 19: 155-161.
- Vargas, I. & P. L. Ibsch (eds.). 1999. Establecimiento de una base para el monitoreo ambiental en el Parque Nacional y ANMIA. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. (No publicado).
- Vargas, E. 1993. Papilionoideae. En: T. Killeen, E. García & S.G. Beck (eds.): Guía de árboles de Bolivia-Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Botanical Garden. La Paz. Pp. 457-485.
- Vargas, I. 1993. Euphorbiaceae. En: T. Killeen, E. García & S.G. Beck (eds.): Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Botanical Garden. La Paz. Pp. 288-315.
- Vargas, I. 1995. Estructura y composición de cuatro sitios boscosos en el Parque Nacional Amboró. Tesis de Grado no publicada. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz de la Sierra.
- Vásquez Ch., R. & P.L. Ibsch (eds.). 2004. Orquídeas de Bolivia/Orchids of Bolivia. Diversidad y estado de conservación/Diversity and conservation status. Vol. 2. Laeliinae, Polystachinae, Sobraliinae con actualización y complementación de/with update and complementation of the Pleurothallidinae. Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia.
- Vasquez, Ch.R. & P.L. Ibsch. 2003a. The genus *Bromelia* (Bromeliaceae) in Bolivia with the description of two new species from the Santa Cruz department. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica*. 4(1): 51-65 (2003)
- Vasquez, Ch.R. & P.L. Ibsch. 2004a. Nuevas especies de orquídeas de Bolivia: 4. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica*. 4(1): 31-39 (2003)
- Vasquez, Ch.R. 2003. *Zygostates riefenstahliae* (Orchidaceae): a new species from an isolated dry inter-Andean valley in Bolivia. *Rev. Soc. Boliviana Bot.* 4(1): 41-44 (2003)
- Vasquez, Ch.R., P.L. Ibsch & S.G. Beck. 2003. A new *Puya* from the upper cloud forest limit in Bolivia. *J. Bromeliad Soc.* 53(3): 122-125 (2003)
- Vásquez, R. & P.L. Ibsch. 2000. Orquídeas de Bolivia/Orchids of Bolivia. Diversidad y estado de conservación/Diversity and conservation status. Vol. 1 Pleurothallidinae. Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia.
- Vásquez, R., A. Ley, C. Nowicki & P.L. Ibsch 2004. Elaboración del listado de especies y el estado actual de conocimiento de las Laeliinae, Polystachyinae, Sobraliinae y Pleurothallidinae en Bolivia/Preparation of the species checklist and the current state of knowledge of the Laeliinae, Polystachyinae, Sobraliinae and Pleurothallidinae in Bolivia. En: Vásquez Ch., R. & P.L. Ibsch (eds.) (2004, en prensa): Orquídeas de Bolivia/Orchids of Bolivia. Diversidad y estado de conservación/Diversity and conservation status. Vol. 2. Laeliinae, Polystachyinae, Sobraliinae con actualización y complementación de/with update and complementation of the Pleurothallidinae. Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 69-74.
- VSF (Veterinarios sin Fronteras). 1995. Diagnóstico para la implementación de la Reserva de Biósfera-Territorio Indígena Pilon Lajas. La Paz.
- Wallace, R., Gomez H., Felton A. & A. Felton. 2006. On a New Species of Titi Monkey, Genus *Callicebus* Thomas (Primates, Pitheciidae), from Western Bolivia with Preliminary Notes on Distribution and Abundance
- Walter, K. S. & H. J. Gillett (eds.). 1998. 1997 IUCN Red List of threatened plants. IUCN. Gland, Switzerland & Cambridge, UK.
- Walter, H.S. 2004. The mismeasure of islands: implications for biogeographical theory and the conservation of nature. *Journal of Biogeography* 31: 177-197.
- Walters, J.R. 2000. Dispersal behavior: an ornithological frontier. *The Condor* 102: 479-81.
- Wang, B.C. & T.B. Smith. 2002. Closing the seed dispersal loop. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 379-386.
- Wasson, J.G. & B. Barrere. 1999. Regionalización de la cuenca amazónica boliviana: Las hidro-ecoregiones de la zona Andina. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 6: 111-120.
- Watson, R.T., M.C. Zinyowera, R.H. Moss & D.J. Dokken (eds.). 1997. The regional impacts of climate change: an assessment of vulnerability. A special report of IPCC Working Group II. Intergovernmental Panel on Climate Change. UNEP/WMO.
- Webster, G.L. 1995. The panorama of neotropical cloud forests. In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. The New York Botanical Garden. Pp. 53-77.
- Weitzman, A.L. 1995. Diversity of Theaceae and Bonelliaceae in the montane Neotropics. In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. The New York Botanical Garden. Pp. 365-375.
- Werner, F. 1909. Über neue oder seltene Reptilien des Naturhistorischen Museums in Hamburg. *Jahrb. Hamb. wiss. Anst. suppl.* 2 (Mitt. Naturhist. Mus. Hamb. 1908) 26: 205-247
- Wheelwright, N.T., W.A. Haber, K.G. Murray & C. Guindon. 1984. Tropical fruit-eating birds and their food plants: a survey of a Costa Rican lower montane forest. *Biotropica* 16: 173-192.
- WCS. 2006. Experiencias en la crianza de abejas nativas en dos comunidades Tacanas Tierra comunitaria de origen Tacana: Comunidades de San Pedro y Santa Fe Ixiamas 2006. Ed. Greco. La Paz, Bolivia.

- Wiedenfeld, D.A. 1991. Tropical bird species numbers in second-growth vs. primary forest habitats at large scales. *Ornitología Neotropical* 2: 40-43.
- Wiens, J.A. 1989. *The ecology of bird communities. Foundations and patterns.* Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Willis, E.O. & Y. Oniki. 1978. Birds and army ants. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 9: 243-263.
- Willis, E.O. 1966. Competitive exclusion and birds at fruiting trees in western Colombia. *The Auk* 83: 479-480.
- Willis, E.O. 1976. Effects of a cold wave on an Amazonian avifauna, and suggestions on oscine-suboscine relationships. *Acta Amazonica* 6: 379-94.
- Willis, E.O. 1979. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. *Papéis Avulsos* 33: 1-25.
- Winker, K. 1998. The concept of floater. *Ornitología Neotropical* 8: 111-119.
- Winker, K., J.H. Rappole & M.A. Ramos. 1990. Population dynamics of the wood thrush in southern Veracruz, Mexico. *The Condor* 92: 444-460.
- Winker, K., P. Escalante, J.H. Rappole, M.A. Ramos, R.J. Oehlenschlager & D.W. Warner. 1997. Periodic migration and lowland forest refugia in a 'sedentary' neotropical bird, Wetmore's bush-tanager. *Conservation Biology* 11: 692-697.
- Winker, K., S. Arriaga Weiss, J. Lourdes Trejo P & P. Escalante P. 1999. Notes on the avifauna of Tabasco. *The Wilson Bulletin* 111: 229-235.
- Withgott, J. 1999. Pollination migrates to top of conservation agenda: a collaborative effort on migratory pollinators aims to increase research, education, and conservation efforts. *BioScience* 49: 857-862.
- Wolf, L.L. 1970. The impact of seasonal flowering on the biology of some tropical hummingbirds. *The Condor* 72: 1-14.
- Wunderle, J.M., Jr., D.J. Lodge & R.B. Waide. 1992. Short-term effects of Hurricane Gilbert on terrestrial bird populations on Jamaica. *The Auk* 109: 148-166.
- Xu, R. & H. Liu. 1998. Studies on vertical migration of rice leaf roller in the mountain area [abstract]. *Fujian Nongye Xuebao* 13: 41-44. (En chino.)
- Zeil, W. 1986. *Südamerika. Geologie der Erde, Bd. 1.* Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Zolezzi, G. S. Martinez, D. Quiroga, S. Acebey, S. Espinoza, A. Miranda, N. Araujo & C. Oliver. 2006. Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera y Estación Biológica del Beni. Gestión 2006. FAN/FAUNAGUA/RB-EBB/SERNAP/GEFII. Santa Cruz-Bolivia.

Anexos



Pterochroza ocellata. Los insectos muestran una interesante diversidad de formas y colores.
(Foto: A. Bartschi / CI)

Anexo 1. Datos socioeconómicos de los municipios del Corredor Amboró-Madidi: Población
ZONA 1: Amboró

Departamento	Provincia	Municipios	Población 1992	Población 2001	TIC	Superficie Km2	Densidad 2001 Hab./Km2	% Urbana	% Rural	Pob. en el CAM	Densidad Pob CAM	% de Superficie CAM
Santa Cruz	Andrés Ibañez	Santa Cruz de la Sierra	709.584	1.135.526	5,08	1.407	807,05	98,29	1,71	0	0,00	7,49
Santa Cruz	Andrés Ibañez	3ra. Sec. - Porongu	8.272	11.085	3,16	905	12,25	0,00	100,00	4.902	8,28	65,39
Santa Cruz	Andrés Ibañez	4ta. Sec. - La Guardia	21.988	39.552	6,22	1.244	31,79	64,40	35,60	26.155	260,91	8,06
Santa Cruz	Andrés Ibañez	5ta. Sec. - El Torno	23.582	37.961	5,26	659	57,60	49,88	50,12	24.523	34,60	107,55
Santa Cruz	Warnes	Ira. - Warnes	29.623	41.570	0,89	1.216	34,19	42,99	57,01	193	2,85	5,57
Santa Cruz	Ichilo	Ira. - Buena Vista	10.784	13.273	2,24	2.047	6,48	28,72	71,28	7.254	3,01	117,61
Santa Cruz	Ichilo	2da. - San Carlos	18.347	25.633	3,61	3.998	6,41	50,80	49,20	12.623	5,43	58,12
Santa Cruz	Ichilo	3ra. Sec. - Yacani	20.353	31.538	4,73	8.187	3,85	46,26	53,74	20.475	2,67	93,55
Santa Cruz	Sara	Ira. - Portachuelo	20.359	22.681	1,17	2.077	10,92	72,17	27,83	38	0,14	12,95
Santa Cruz	Sara	2da. - Santa Rosa del Sara	9.248	15.052	5,26	4.809	3,13	27,37	72,63	11.842	4,29	57,40
Santa Cruz	Florida	Ira. - Samai-pata	9.142	9.739	0,68	1.670	5,83	30,04	69,96	233	0,59	23,85
Santa Cruz	Florida	2da. - Pampa Grande	5.660	7.933	3,46	1.765	4,49	33,04	66,96	0	0,00	8,08
Santa Cruz	Florida	3ra. Sec. - Maiana	6.441	7.747	2,17	505	15,34	50,14	49,86	498	2,45	40,31
Santa Cruz	O. Santiesteban	Ira. - Montero	58.569	80.341	3,41	238	337,57	97,45	2,55	885	485,68	0,77
Santa Cruz	O. Santiesteban	2da. - Gral. Saavedra	11.639	16.592	3,83	243	68,28	22,08	77,92	1.899	6,48	120,61
Santa Cruz	O. Santiesteban	3ra. Sec. - Mironeros	34.452	45.853	3,09	3.192	14,36	58,62	41,38	19.768	17,83	34,73

Santa Cruz	Manuel M. Caballero	Ira. - Comarapa	11.846	14.660	2,30	1.854	7,91	27,91	72,09	775	0,42	100,47
------------	---------------------	-----------------	--------	--------	------	-------	------	-------	-------	-----	------	--------

ZONA 2: Carrasco-Isiboro-Cocapata

Departamento	Provincia	Municipios	Población 1992	Población 2001	TIC	Superficie Km2	Densidad 2001 Hab./Km2	% Urbana	% Rural	Pob. en el CAM	Desidad Pob CAM	% de Superficie CAM
Beni	Moxos	Ira. - San Ignacio	17.602	21.643	2,23	33.616	0,64	41,09	58,91	2.800	0,25	33,11
Beni	Marbán	Ira. - Loreto	3.679	3.859	0,52	6.876	0,56	0,00	100,00	34	0,09	5,70
Cochabamba	Ayopaya	2da. - Morochata	26.049	34.134	2,92	7.877	4,33		100,00	13.267	2,09	80,53
Cochabamba	Quillacollo	3ra. - Tiquipaya	13.371	37.791	11,23	344,13	257,08	70,74	29,26	99	30,77	0,94
Cochabamba	Chapare	Ira. - Sacaba	57.353	117.100	5,62	567	206,53	79,06	20,94	0	0,00	3,61
Cochabamba	Chapare	2da. - Colomi	15.489	16.262	1,90	339	47,97	22,75	77,25	1.939	6,17	92,73
Cochabamba	Chapare	3ra. Sec. - Villa Tunari	48.111	53.996	1,16	1.675	32,24	8,35	91,65	25.498	3,03	502,24
Cochabamba	Carrasco	Ira. - Totorá	13.995	12.961	(0,83)	3.497	3,71		100,00	557	0,59	27,08
Cochabamba	Carrasco	2da. - Pojo	17.828	34.974	7,28	4.934	7,09	17,68	82,32	10.011	2,33	87,05
Cochabamba	Carrasco	3ra. - Pocona	12.799	13.488	0,57	1.397	9,65		100,00	0	0,00	0,34
Cochabamba	Carrasco	4ta. - Chimoré	8.555	15.264	6,36	3.416	4,47	25,38	74,62	5.677	2,96	56,17
Cochabamba	Carrasco	5ta. - Puerto Villarroel	24.637	39.518	5,07	1.801	21,94	16,11	83,89	18.159	9,12	110,58
Cochabamba	Tiraque	Ira. - Tiraque	31.315	35.017	1,21	287	122,01	12,25	87,75	10.987	6,49	590,02

ZONA 3: Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui

Departamento	Provincia	Municipios	Población 1992	Población 2001	TIC	Superficie Km2	Densidad 2001 Hab./Km2	% Urbana	% Rural	Pob. en el CAM	Desidad Pob CAM	% de Superficie CAM
Beni	José Ballivián	Ira. - Reyes	6.892	11.127	5,18	13.380	0,83	55,92	44,08	863	0,22	28,68
Beni	José Ballivián	2da. - San Borja	24.251	34.363	3,77	11.321	3,04	56,35	43,65	10.778	1,92	49,56
Beni	José Ballivián	3ra. - Santa Rosa	7.212	9.016	2,41	13.016	0,69	44,61	55,39	378	5,50	0,53
Beni	José Ballivián	4ta. - Rurrenabaque	9.065	13.668	4,44	2.727	5,01	61,90	38,10	11.170	3,95	103,77
Beni	Yacuma	1ra. - Santa Ana	21.101	18.654	(1,33)	18.763	0,99	69,03	30,97	127	0,02	29,00
Cochabamba	Ayopaya	1ra. - Independencia	28.548	26.825	(0,67)	1.743	15,39	7,51	92,49	13.429	10,68	72,14
Cochabamba	Tapacarí	1ra. - Tapacarí	19.202	25.919	3,24	502	51,63	0,00	100,00	943	16,26	11,55
La Paz	Murillo	1ra. - La Paz	715.900	794.061	1,11	2.772	286,46	99,53	0,47	714	0,70	36,99
La Paz	Murillo	2da. - Palca	12.360	14.185	1,49	593	23,92	0,00	100,00	2.426	9,48	43,15
La Paz	Murillo	3ra. - Mecapaca	9.566	11.782	2,25	654	18,02	0,00	100,00	4.192	27,68	23,16
La Paz	Larecaja	1ra. - Sorata	16.073	19.204	1,77	1.430	13,43	11,71	88,29	6.720	5,01	93,74
La Paz	Larecaja	2da. - Guanay	27.319	28.365	0,41	5.206	5,45	22,74	77,26	20.159	3,26	118,77
La Paz	Larecaja	6ta. - Tipuani	13.708	9.321	(4,17)	280	33,29	27,50	72,50	9.059	32,72	98,87
La Paz	Loayza	1ra. - Luribay	9.144	9.004	(0,17)	673	13,38	0,00	100,00	434	5,10	12,65
La Paz	Loayza	2da. - Saha-paqui	8.318	11.790	3,77	541	21,79	0,00	100,00	1.342	9,29	26,71
La Paz	Loayza	5ta. - Cairoma	9.653	11.338	1,74	1.373	8,26	0,00	100,00	1.993	8,43	17,22
La Paz	Inquisivi	1ra. - Inquisivi	15.195	16.143	0,65	3.876	4,16	0,00	100,00	5.059	1,61	80,84
La Paz	Inquisivi	2da. - Quime	7.395	7.338	(0,08)	466	15,75	33,24	66,76	3.850	6,47	127,67
La Paz	Inquisivi	3ra. - Cajuta	8.681	7.601	(1,22)	399	19,05	0,00	100,00	5.160	7,38	175,23
La Paz	Inquisivi	4ta. - Colquiri	17.052	18.679	0,98	766	24,39	21,44	78,56	445	4,01	14,48
La Paz	Inquisivi	5ta. - Ichoca	6.685	6.839	0,25	771	8,87	0,00	100,00	85	0,69	15,87

La Paz	Inquisivi	6ta. - Licoma Pampa	2.337	2.895	1,71	152	19,05	0,00	100,00	1.840	12,18	99,41
La Paz	Sur Yungas	1ra. - Chulumani	11.101	13.204	1,87	319	41,39	20,63	79,37	5.607	19,66	89,42
La Paz	Sur Yungas	2da. - Irupana	11.929	11.383 (0,51)	0,50	995	11,44	0,00	100,00	4.334	4,00	108,94
La Paz	Sur Yungas	3ra. - Yanacachi	4.059	4.250	0,50	528	8,05	0,00	100,00	2.175	6,25	65,93
La Paz	Sur Yungas	4ta. - Palos Blancos	12.643	16.691	3,00	2.960	5,64	17,74	82,26	9.308	2,70	116,33
La Paz	Sur Yungas	5ta. - La Asunta	12.198	18.016	4,21	968	18,61	0,00	100,00	8.125	2,84	295,12
La Paz	Nor Yungas	1ra. - Coroico	10.157	12.237	2,01	864	14,16	17,95	82,05	5.091	4,88	120,82
La Paz	Nor Yungas	2da. - Coripata	10.276	11.444	1,16	1.318	8,68	19,27	80,73	7.564	10,94	52,48
La Paz	Caranavi	1ra. - Caranavi	43.093	51.153	1,85	2.938	17,41	23,62	76,38	28.726	11,86	82,42

ZONA 4: Apolobamba Madidi

Departamento	Provincia	Municipios	Población 1992	Población 2001	TIC	Superficie Km2	Densidad 2001 Hab./Km2	% Urbana	% Rural	Pob. en el CAM	Desidad Pob CAM	% de Superficie CAM
La Paz	Omasuyos	1ra. - Achacachi	60.050	70.503	1,73	1.735	40,64	10,69	89,31	0	0,00	0,92
La Paz	Omasuyos	2da. - Anco-raines	13.653	14.005	1,16	330	42,44	0,00	100,00	0	0,00	0,02
La Paz	Camacho	1ra. - Puerto Acosta	26.965	28.288	0,13	981	28,84	0,00	100,00	0	0,00	1,20
La Paz	Camacho	2da. - Mocomoco	13.694	12.177	0,34	412	29,56	0,00	100,00	1.202	5,82	50,10
La Paz	Camacho	3ra. - Puerto Carabuco	12.828	17.517	2,57	686	25,53	0,00	100,00	656	19,70	4,86
La Paz	Muñecas	1ra. - Chuma	8.605	13.559	4,35	2.555	5,31	0,00	100,00	4.529	6,63	26,74

La Paz	Muñecas	2da. - Ayata	5.140	8.143	4,97	1.229	6,63	0,00	100,00	2.549	5,11	40,59
La Paz	Muñecas	3ra. - Auca-pata	4.075	4.146	0,19	1.181	3,51	0,00	100,00	994	6,58	12,79
La Paz	Larecaja	3ra. - Taca-coma	6.881	6.269	(1,01)	984	6,37	0,00	100,00	2.699	3,38	81,21
La Paz	Larecaja	4ta. - Quiabaya	2.212	2.580	1,66	74	34,86	0,00	100,00	686	6,77	136,99
La Paz	Larecaja	5ta. - Com-baya	2.569	2.559	(0,04)	136	18,82	0,00	100,00	1.193	19,12	45,88
La Paz	Franz Ta-mayo	1ra. - Apolo	12.877	13.271	0,33	12.205	1,09	16,00	84,00	7.036	0,49	117,17
La Paz	Franz Ta-mayo	2da. - Pele-chuco	4.742	5.115	0,82	3.695	1,38	0,00	100,00	1.181	1,22	26,23
La Paz	Abel Iturralde	1ra. - Ixiamas	3.618	5.625	4,77	41.390	0,14	0,00	100,00	666	0,04	39,43
La Paz	Abel Iturralde	2da. - San Buenaventura	4.608	6.203	3,21	1.425	4,35	36,50	63,50	4.617	1,67	194,30
La Paz	Bautista Saavedra	1ra. - Gral Pérez (Charazani)	8.406	9.262	1,05	1.616	5,73	0,00	100,00	2.386	1,24	118,89
La Paz	Bautista Saavedra	2da. - Curva	1.589	2.213	3,58	909	2,43	0,00	100,00	559	2,21	27,79

Anexo 2. Datos socioeconómicos de los municipios del Corredor Amboró - Madidi: Pobreza

ZONA 1: Amboró

Departamento	Provincia	Municipios	Porcentaje de pobres por NBI	Pob. en hogares particulares	No pobres		Pobres		
					necesidades básicas satisfechas	Umbral de la pobreza	Pobreza moderada	Indigencia	Marginalidad
Santa Cruz	Andrés Ibañez	Santa Cruz de la Sierra	19,1	1.103.637	378.893	514.175	200.863	9.691	15
Santa Cruz	Andrés Ibañez	3ra. Sec. - Porongo	79,4	10.919	438	1.810	5.852	2.811	8

Santa Cruz	Andrés Ibañez	4ta. Sec. - La Guardia	41,9	38.414	5.400	16.929	14.164	1.921	0
Santa Cruz	Andrés Ibañez	5ta. Sec. - El Torno	61,7	37.126	1.728	12.497	17.332	5.569	0
Santa Cruz	Warnes	1ra. - Warnes	53,5	39.794	3.957	14.542	18.317	2.978	0
Santa Cruz	Ichilo	1ra. - Buena Vista	71,6	13.044	872	2.826	6.946	2.400	0
Santa Cruz	Ichilo	2da. - San Carlos	64,9	24.689	1.689	6.978	12.939	3.083	0
Santa Cruz	Ichilo	3ra. Sec. - Yapa-caní	71	29.057	771	7.651	16.132	4.503	0
Santa Cruz	Sara	1ra. - Portachuelo	44,6	22.141	3.816	8.457	8.344	1.524	0
Santa Cruz	Sara	2da. - Santa Rosa del Sara	85,2	14.667	401	1.763	7.606	4.897	0
Santa Cruz	Florida	1ra. - Samaipata	55,9	9.408	1.416	2.731	3.871	1.390	0
Santa Cruz	Florida	2da. - Pampa Grande	70,1	7.707	374	1.949	4.033	1.407	7
Santa Cruz	Florida	3ra. Sec. - Mairana	55,8	7.593	588	2.767	3.307	931	0
Santa Cruz	O. Santieste-ban	1ra. - Montero	29	77.732	19.112	36.106	21.040	1.474	0
Santa Cruz	O. Santieste-ban	2da. - Gral. Saave-dra	70,9	13.860	1.178	2.857	7.985	1.840	0
Santa Cruz	O. Santieste-ban	3ra. Sec. - Mineros	66,8	41.857	2.085	11.810	23.366	4.596	0
Santa Cruz	Manuel M. Caballero	1ra. - Comarapa	75,8	14.075	555	2.851	6.807	3.848	14

ZONA 2: Carrasco-Isiboro-Cocapata

Departamento	Provincia	Municipios	Porcentaje de pobres de pobres por NBI	Pob. en hogares particulares	No pobres		Pobres		
					necesidades básicas satisfechas	Umbral de la pobreza	Pobreza moderada	Indigencia	Marginalidad
Beni	Moxos	1ra. - San Ignacio	92,5	20.431	160	1.382	9.192	9.248	449
Beni	Marbán	1ra. - Loreto	96,4	3.577	5	125	1.549	1.704	194
Cochabamba	Ayopaya	2da. - Morochata	98,2	33.817	65	539	5.429	21.782	6.002

Cochabamba	Quillacollo	3ra. - Tiquipaya	41,2	36.130	5.286	15.961	13.016	1.865	2
Cochabamba	Chapare	1ra. - Sacaba	44,2	114.320	24.343	39.425	43.906	6.569	77
Cochabamba	Chapare	2da. - Colomi	85,2	15.790	97	2.237	9.925	3.514	17
Cochabamba	Chapare	3ra. Sec. - Villa Tunari	87,2	51.142	970	5.557	26.589	17.792	235
Cochabamba	Carrasco	1ra. - Totora	92,7	12.662	172	751	3.192	8.265	282
Cochabamba	Carrasco	2da. - Pojo	87,5	33.849	189	4.026	17.495	12.057	82
Cochabamba	Carrasco	3ra. - Pocona	93,5	13.338	69	796	7.119	5.022	332
Cochabamba	Carrasco	4ta. - Chimoré	82,7	13.965	198	2.213	7.809	3.735	10
Cochabamba	Carrasco	5ta. - Puerto Villaruel	81,7	38.176	824	6.165	22.571	8.602	14
Cochabamba	Tiraque	1ra. - Tiraque	84,1	33.962	492	4.895	19.992	8.581	2

ZONA 3: Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui

Departamento	Provincia	Municipios	Porcentaje de pobres por NBI	Pob. en hogares particulares	No pobres		Pobres		
					necesidades básicas satisfechas	Umbral de la pobreza	Pobreza moderada	Indigencia	Marginalidad
Beni	José Ballivian	1ra. - Reyes	84,3	10.936	184	1.535	6.079	3.052	86
Beni	José Ballivian	2da. - San Borja	86,3	32.638	500	3.956	12.459	12.300	3.423
Beni	José Ballivian	3ra. - Santa Rosa	89,8	8.846	79	819	5.902	2.035	11
Beni	José Ballivian	4ta. - Rurrenabaque	82,5	12.904	385	1.874	7.058	3.310	277
Beni	Yacuma	1ra. - Santa Ana	68,3	18.101	1.111	4.634	9.060	3.239	57
Cochabamba	Ayopaya	1ra. - Independencia	97,5	26.564	52	615	3.391	15.765	6.741
Cochabamba	Tapacari	1ra. - Tapacari	99,4	25.639	25	129	1.561	13.976	9.948
La Paz	Murillo	1ra. - La Paz	34,5	765.237	297.482	203.972	201.346	61.430	1.007
La Paz	Murillo	2da. - Palca	98,7	13.892	23	157	2.698	10.198	816
La Paz	Murillo	3ra. - Mecapaca	81,7	11.442	358	1.740	4.421	4.437	486
La Paz	Larecaja	1ra. - Sorata	96,6	18.831	39	602	5.476	11.908	806
La Paz	Larecaja	2da. - Guanay	87,3	27.700	319	3.188	13.497	9.662	1.034

La Paz	Larecaja	6ta. - Tipuani	73,3	8.900	176	2.224	5.934	656	0
La Paz	Loayza	1ra. - Luribay	96,5	8.879	33	278	4.493	3.949	126
La Paz	Loayza	2da. - Sahapaqui	99,1	11.672	9	100	3.556	7.887	120
La Paz	Loayza	5ta. - Cairoma	96,2	11.236	10	418	4.728	5.877	203
La Paz	Inquisivi	1ra. - Inquisivi	98	16.035	83	241	2.327	11.264	2.120
La Paz	Inquisivi	2da. - Quime	88,4	7.298	90	756	3.675	2.753	24
La Paz	Inquisivi	3ra. - Cajuata	95	7.622	29	352	3.912	3.293	36
La Paz	Inquisivi	4ta. - Colquiri	91,1	18.451	141	1.497	3.083	10.586	3.144
La Paz	Inquisivi	5ta. - Ichoca	98,7	6.773	5	82	1.056	5.063	567
La Paz	Inquisivi	6ta. - Licoma Pampa	87,5	2.706	59	279	1.332	1.027	9
La Paz	Sur Yungas	1ra. - Chulumani	73,6	12.580	497	2.825	8.340	918	0
La Paz	Sur Yungas	2da. - Irupana	83,8	11.150	263	1.543	5.414	3.910	20
La Paz	Sur Yungas	3ra. - Yanacachi	64,8	3.852	369	986	1.888	609	0
La Paz	Sur Yungas	4ta. - Palos Blancos	90,5	15.974	93	1.431	9.413	4.951	86
La Paz	Sur Yungas	5ta. - La Asunta	94,9	17.695	65	846	7.785	8.442	557
La Paz	Nor Yungas	1ra. - Coroico	75,6	10.845	491	2.158	6.019	1.974	203
La Paz	Nor Yungas	2da. - Coripata	88,8	11.138	52	1.193	8.257	1.631	5
La Paz	Caranavi	1ra. - Caranavi	86,6	49.540	526	6.116	20.249	22.138	511

ZONA 4: Apolobamba Madidi

Departamento	Provincia	Municipios	Porcentaje de pobres por NBI	Pob. en hogares particulares	No pobres		Pobres		
					necesidades básicas satisfechas	Umbral de la pobreza	Pobreza moderada	Indigencia	Marginalidad
La Paz	Omasuyos	1ra. - Achacachi	93,3	69.100	448	4.205	28.851	33.179	2.417
La Paz	Omasuyos	2da. - Ancoraimes	98,3	13.888	47	193	4.146	8.934	568
La Paz	Camacho	1ra. - Puerto Acosta	97,1	27.902	111	686	4.914	18.514	3.677
La Paz	Camacho	2da. - Mocomoco	98,7	12.038	22	132	1.404	8.979	1.501

La Paz	Camacho	3ra. - Puerto Ca- rabuco	96,1	17.163	130	535	4.747	10.973	778
La Paz	Muñecas	Ira. - Chuma	98,9	13.245	24	117	1.359	10.535	1.210
La Paz	Muñecas	2da. - Ayata	99,8	8.065	0	13	148	4.741	3.163
La Paz	Muñecas	3ra. - Aucapata	99,8	4.032	2	5	212	2.604	1.209
La Paz	Larecaja	3ra. - Tacacoma	95,2	6.113	27	265	2.124	3.279	418
La Paz	Larecaja	4ta- Quiabaya	99,2	2.544	2	18	172	1.931	421
La Paz	Larecaja	5ta. - Combaya	99,6	2.503	1	8	423	2.021	50
La Paz	Franz Tamayo	Ira. - Apolo	98,1	12.768	10	229	1.532	7.765	3.232
La Paz	Franz Tamayo	2da. - Pelechuco	99	5.001	9	41	1.347	3.279	325
La Paz	Abel Iturralde	Ira. - Ixiamas	90,6	5.156	36	450	2.666	1.902	102
La Paz	Abel Iturralde	2da. - San Buena- ventura	84,9	5.912	52	840	3.692	1.058	0
La Paz	Bautista Saavedra	Ira. - Gral Pérez (Charazani)	98,4	9.170	33	115	900	6.737	1.385
La Paz	Bautista Saavedra	2da. - Curva	99,5	2.191	2	30	364	1.318	477

Anexo 3. Datos socioeconómicos de los municipios del Corredor Amboró-Madidi: Índice de Desarrollo Humano

ZONA 1: Amboró

Departamento	Provincia	Municipios	Esperanza de Vida al Nacer (años) (1) 2001	Tasa de Alfabetismo de adultos (% de 15 y más años de edad) (2) 2001	Años promedio de escolaridad (3) 2001	Tasa de matriculación neta combinada inicial, primaria y secundaria (4) (%)	Consumo Percápita (PPA en \$us/Año) (5) 2001	Desigualdad (6)	Índice de esperanza de vida	Índice de educación	Índice del consumo (ajustado al PIB per cápita)	Valor del Índice de desarrollo humano (IDH) 2001
Santa Cruz	Andrés Ibañez	Santa Cruz de la Sierra	68,8	96,1	9,5	82	2.418	0,211	0,73	0,84	0,64	0,739
Santa Cruz	Andrés Ibañez	3ra. Sec. - Porongong	62,7	86,0	5,4	65	780	0,222	0,63	0,68	0,42	0,576
Santa Cruz	Andrés Ibañez	4ta. Sec. - La Guardia	65,8	89,4	6,8	70	1.434	0,217	0,68	0,74	0,54	0,652
Santa Cruz	Andrés Ibañez	5ta. Sec. - El Torno	64,1	83,2	5,3	79	1.076	0,226	0,65	0,70	0,48	0,611
Santa Cruz	Warmes	Ira. - Warmes	64,8	89,1	6,3	80	1.303	0,254	0,66	0,75	0,52	0,644
Santa Cruz	Ichilo	Ira. - Buena Vista	64,6	83,5	5,3	80	961	0,255	0,66	0,71	0,46	0,608
Santa Cruz	Ichilo	2da. - San Carlos	64,9	86,8	5,8	73	1.016	0,217	0,67	0,71	0,47	0,616
Santa Cruz	Ichilo	3ra. Sec. - Yacapaní	65,3	84,5	5,6	78	1.072	0,243	0,67	0,71	0,48	0,621
Santa Cruz	Sara	Ira. - Portachuelo	69,4	91,0	7,3	78	1.504	0,231	0,74	0,77	0,55	0,687
Santa Cruz	Sara	2da. - Santa Rosa del Sara	63,7	85,1	5,1	82	798	0,202	0,65	0,71	0,42	0,593
Santa Cruz	Florida	Ira. - Samaipata	66,4	83,1	5,5	79	1.075	0,426	0,69	0,71	0,48	0,626
Santa Cruz	Florida	2da. - Pampa Grande	63,2	84,7	5,1	73	830	0,225	0,64	0,69	0,43	0,585
Santa Cruz	Florida	3ra. Sec. - Mairana	67,1	87,3	6,0	97	1.284	0,337	0,70	0,78	0,52	0,665
Santa Cruz	O. Santiesteban	Ira. - Montero	68,3	92,2	7,8	89	1.863	0,203	0,72	0,81	0,59	0,709

Santa Cruz	O. Santesteban	2da. - Gral. Saavedra	59,3	84,2	4,7	69	881	0,242	0,57	0,67	0,44	0,561
Santa Cruz	O. Santesteban	3ra. Sec. - Mineros	63,5	85,8	5,5	69	1.063	0,204	0,64	0,69	0,48	0,605
Santa Cruz	Manuel M. Cabaillero	1ra. - Comarapa	58,5	81,8	5,0	76	942	0,275	0,56	0,68	0,45	0,565

ZONA 2: Carrasco - Isiboro-Cocapata

Departamento	Provincia	Municipios	Esperanza de Vida al Nacer (años) (1) 2001	Tasa de Alfabetismo (% de adultos 15 y más años de edad) (2) 2001	Años promedio de escolaridad (3) 2001	Tasa de matriculación neta combinada inicial, primaria y secundaria (4) (%)	Consumo Percápita (PPA en \$us/Año) (5) 2001	Desigualdad (6)	Índice de esperanza de vida	Índice de educación	Índice del consumo (ajustado al PIB per cápita)	Valor del índice de desarrollo humano (IDH) 2001
Beni	Moxos	1ra. - San Ignacio	63,6	82,0	5,6	70	911	0,144	0,64	0,68	0,45	0,590
Beni	Marbán	1ra. - Loreto	60,5	81,9	4,9	71	910	0,091	0,59	0,67	0,45	0,569
Cochabamba	Ayopaya	2da. - Morochata	56,0	68,6	2,9	58	308	0,141	0,52	0,54	0,23	0,427
Cochabamba	Quillacollo	3ra. - Tiquipaya	65,5	90,5	8,0	85	1.575	0,241	0,68	0,80	0,56	0,677
Cochabamba	Chapare	1ra. - Sacaba	64,3	89,4	7,9	56	1.801	0,275	0,66	0,72	0,59	0,653
Cochabamba	Chapare	2da. - Colomi	58,3	77,8	3,7	86	731	0,218	0,56	0,67	0,40	0,542
Cochabamba	Chapare	3ra. Sec. - Villa Tunari	57,4	81,0	4,4	60	662	0,260	0,54	0,63	0,38	0,517
Cochabamba	Carrasco	1ra. - Totorá	58,5	68,4	3,2	61	447	0,177	0,56	0,55	0,30	0,469
Cochabamba	Carrasco	2da. - Pojo	59,0	80,0	4,2	64	661	0,220	0,57	0,63	0,38	0,526
Cochabamba	Carrasco	3ra. - Pocona	56,6	72,0	3,3	64	490	0,128	0,53	0,58	0,32	0,475
Cochabamba	Carrasco	4ta. - Chimoré	57,8	85,4	5,7	78	801	0,262	0,55	0,72	0,42	0,561
Cochabamba	Carrasco	5ta. - Puerto Villarroel	59,7	82,4	4,8	72	791	0,222	0,58	0,67	0,42	0,555
Cochabamba	Tiraque	1ra. - Tiraque	56,6	77,4	4,1	68	690	0,229	0,53	0,63	0,39	0,514

ZONA 3: Yungas de La Paz-Alto Beni-Maniqui

Departamento	Provincia	Municipios	Esperanza de Vida al Nacer (años) (1) 2001	Tasa de Alfabetismo de adultos (15 y más años de edad) (2) 2001	Años promedio de escolaridad (3) 2001	Tasa de matriculación combinada inicial, primaria y secundaria (4) (%)	Consumo Percápita (PPA en \$us/Año) (5) 2001	Desigualdad (6)	Índice de esperanza de vida	Índice de educación	Índice del consumo (ajustado al PIB per cápita)	Valor del índice de desarrollo humano (IDH) 2001
Beni	José Ballivián	Ira. - Reyes	66,3	90,7	6,8	42	1.061	0,184	0,69	0,67	0,48	0,613
Beni	José Ballivián	2da. - San Borja	66,4	81,3	5,8	65	1.079	0,180	0,69	0,67	0,48	0,613
Beni	José Ballivián	3ra. - Santa Rosa	66,1	89,3	6,1	61	847	0,116	0,68	0,70	0,43	0,606
Beni	José Ballivián	4ta. - Rurrenabaque	64,3	88,9	7,0	74	1.075	0,162	0,65	0,75	0,48	0,627
Beni	Yacuma	Ira. - Santa Ana	66,9	90,3	7,0	67	1.069	0,168	0,70	0,73	0,48	0,637
Cochabamba	Ayopaya	Ira. - Independencia	53,6	58,4	2,8	67	362	0,237	0,48	0,51	0,26	0,414
Cochabamba	Tapacarí	Ira. - Tapacarí	52,4	55,8	2,3	58	283	0,118	0,46	0,46	0,21	0,376
La Paz	Murillo	Ira. - La Paz	64,6	95,1	10,6	84	2.119	0,255	0,66	0,86	0,62	0,714
La Paz	Murillo	2da. - Palca	61,4	77,8	3,9	81	575	0,135	0,61	0,66	0,35	0,539
La Paz	Murillo	3ra. - Mecapaca	60,0	82,1	5,3	87	931	0,230	0,58	0,72	0,45	0,583
La Paz	Larecaja	Ira. - Sorata	59,3	73,5	4,3	62	703	0,176	0,57	0,59	0,39	0,521
La Paz	Larecaja	2da. - Guanay	59,0	86,9	5,7	72	835	0,183	0,57	0,71	0,43	0,568
La Paz	Larecaja	6ta. - Tipuani	57,8	90,2	6,5	73	1.203	0,164	0,55	0,74	0,50	0,597
La Paz	Loayza	Ira. - Luribay	59,8	80,9	4,8	90	719	0,147	0,58	0,71	0,40	0,563
La Paz	Loayza	2da. - Saha-paqui	61,1	78,4	4,5	72	640	0,129	0,60	0,65	0,38	0,541

La Paz	Loayza	5ta. - Cairoma	54,7	81,8	5,1	67	666	0,134	0,49	0,66	0,38	0,513
La Paz	Inquisivi	1ra. - Inquisivi	58,1	81,0	4,5	69	578	0,182	0,55	0,65	0,36	0,519
La Paz	Inquisivi	2da. - Quime	58,4	81,7	5,2	67	938	0,178	0,56	0,66	0,45	0,557
La Paz	Inquisivi	3ra. - Cajuatea	61,5	81,5	5,0	76	799	0,142	0,61	0,68	0,42	0,570
La Paz	Inquisivi	4ta. - Colquiri	55,1	76,9	4,4	62	604	0,182	0,50	0,61	0,36	0,493
La Paz	Inquisivi	5ta. - Ichoca	52,0	84,8	4,9	63	591	0,178	0,45	0,66	0,36	0,491
La Paz	Inquisivi	6ta. - Licoma Pampa	55,7	80,0	4,8	60	849	0,168	0,51	0,63	0,43	0,526
La Paz	Sur Yun-gas	1ra. - Chullu-mani	63,5	86,3	6,1	82	1.030	0,157	0,64	0,74	0,47	0,618
La Paz	Sur Yun-gas	2da. - Irupana	61,6	81,9	5,1	76	1.003	0,221	0,61	0,68	0,47	0,587
La Paz	Sur Yun-gas	3ra. - Yana-cachi	62,7	87,6	6,4	67	1.187	0,231	0,63	0,71	0,50	0,614
La Paz	Sur Yun-gas	4ta. - Palos Blancos	61,5	88,6	6,2	78	983	0,222	0,61	0,74	0,46	0,604
La Paz	Sur Yun-gas	5ta. - La Asunta	59,7	88,5	5,4	59	797	0,161	0,58	0,68	0,42	0,560
La Paz	Nor Yun-gas	1ra. - Coroico	62,0	86,6	6,2	76	1.051	0,201	0,62	0,72	0,48	0,606
La Paz	Nor Yun-gas	2da. - Coripata	60,4	84,3	5,4	85	875	0,133	0,59	0,72	0,44	0,584
La Paz	Caranavi	1ra. - Caranavi	59,2	88,6	6,0	72	1.058	0,170	0,57	0,72	0,48	0,590

ZONA 4: Apolobamba Madidi

Departamento	Provincia	Municipios	Esperanza de Vida al Nacer (años) (1) 2001	Tasa de Alfabetismo de adultos (15 y más años de edad) (2) 2001	Años promedio de escolaridad (3) 2001	Tasa de matriculación combinada inicial, primaria y secundaria (4) (%)	Consumo Percápita (PPA en \$us/Año) (5) 2001	Desigualdad (6)	Índice de esperanza de vida	Índice de educación	Índice del consumo (ajustado al PIB per cápita)	Valor del índice de desarrollo humano (IDH) 2001
La Paz	Omasuyos	Ira. - Achacachi	59,4	74,9	5,3	80	768	0,161	0,57	0,66	0,41	0,549
La Paz	Omasuyos	2da. - Ancoraimes	60,6	70,0	3,9	79	658	0,142	0,59	0,61	0,38	0,529
La Paz	Camacho	Ira. - Puerto Acosta	59,8	64,8	3,5	68	619	0,159	0,58	0,55	0,37	0,501
La Paz	Camacho	2da. - Mocomoco	60,7	61,8	3,0	89	587	0,152	0,60	0,58	0,36	0,512
La Paz	Camacho	3ra. - Puerto Carabuco	61,7	70,0	3,9	63	662	0,166	0,61	0,57	0,38	0,522
La Paz	Muñecas	Ira. - Chuma	60,3	66,3	3,7	56	528	0,129	0,59	0,53	0,34	0,487
La Paz	Muñecas	2da. - Ayata	54,5	54,5	2,5	61	466	0,138	0,49	0,47	0,31	0,423
La Paz	Muñecas	3ra. - Aucapata	52,3	57,6	2,7	71	508	0,161	0,45	0,51	0,33	0,432
La Paz	Larecaja	3ra. - Tacacoma	63,1	76,1	4,6	61	736	0,181	0,64	0,61	0,40	0,549
La Paz	Larecaja	4ta. - Quiabaya	54,1	65,9	3,5	65	510	0,147	0,49	0,55	0,33	0,455
La Paz	Larecaja	5ta. - Combaya	59,2	67,9	3,6	96	578	0,134	0,57	0,64	0,36	0,521
La Paz	Franz Tamayo	Ira. - Apolo	65,4	73,0	4,4	72	605	0,207	0,67	0,62	0,36	0,552
La Paz	Franz Tamayo	2da. - Pelechuco	52,5	73,3	4,0	65	677	0,180	0,46	0,59	0,39	0,480
La Paz	Abel Iturralde	Ira. - Ixiamas	61,5	88,3	6,4	63	871	0,224	0,61	0,71	0,44	0,584
La Paz	Abel Iturralde	2da. - San Buenaventura	64,4	86,7	6,2	72	867	0,216	0,66	0,72	0,44	0,603
La Paz	Bautista Saavedra	Ira. - Giral Pérez (Charazani)	55,9	62,4	3,5	60	523	0,156	0,52	0,52	0,34	0,457
La Paz	Bautista Saavedra	2da. - Curva	55,8	64,0	3,4	40	523	0,150	0,51	0,48	0,33	0,442

Anexo 4. Lista de Anfibios amenazados presentes en el Corredor Amboró-Madidi

Especie amenazada	Distribución en ecorregiones			UICN*	Tipo de amenaza	Presencia en área protegida**
	Yungas	Amazonía	Valles			
BUFONIDAE						
<i>Atelopus tricolor</i>	x			VU	DAG	CA, AP
<i>Bufo amboroensis</i>	x			DD	Pérdida de hábitat, DAG	AM
<i>Bufo justianoi</i>	x			CA	DAG	CA, AM
<i>Bufo quechua</i>	x			CA	DAG	CA, AM
<i>Bufo stanlani</i>	x	x		MR	DAG	CA, CO, PI
CENTROLENIDAE						
<i>Cochranella bejaranoi</i>	x			CA	DAG	CA, AM
<i>Cochranella nola</i>	x	x	x	CA	DAG	AM
DENDROBATIDAE						
<i>Colostethus mcdiarmidi</i>	x			VU	DAG	CA, AP
<i>Epipedobates bolivianus</i>	x			MR	DAG	PI, AP
HYLIDAE						
<i>Gastrotheca laururicae</i>	x			CR	Pérdida de hábitat, DAG	-
<i>Gastrotheca splendens</i>	x			EN	DAG	AM
<i>Hyla albonigra</i>			x	CA	DAG	-
<i>Hyla charazani</i>			x	EN	Contaminación, pérdida de hábitat, DAG	-
<i>Hyla chlorostea</i>	x			CR	Pérdida de hábitat, DAG	-
LEPTODACTYLIDAE						
<i>Eleutherodactylus ashkapara</i>	x			VU	DAG	CA
<i>Eleutherodactylus bisignatus</i>	x			EN	Pérdida de hábitat, DAG	CO
<i>Eleutherodactylus fraudator</i>	x			MR	DAG	CA
<i>Eleutherodactylus ibischi</i>			x	MR	DAG	-
<i>Eleutherodactylus llojsintuta</i>	x			MR	DAG	CA
<i>Eleutherodactylus mercedesae</i>	x			DD	DAG	CA, CO
<i>Eleutherodactylus pluvicanorus</i>	x			MR	DAG	CA, AM
<i>Eleutherodactylus samaipatae</i>		x	x	MR	DAG	-
<i>Eleutherodactylus zongoensis</i>	x			CR	Pérdida de hábitat, DAG	-
<i>Ischnocnema sanctaecrucis</i>	x			MR	DAG	CA, AM
<i>Phrynopus adenopleurus</i>	x			DD	DAG	CA
<i>Phrynopus iatamasi</i>	x			MR	DAG	CA
<i>Phrynopus kempffi</i>	x			VU	Pérdida de hábitat, DAG	-
<i>Phrynopus laplacai</i>	x			MR	DAG	CO
<i>Phrynopus pinguis</i>	x			VU	Pérdida de hábitat, DAG	-

DAG = Declinaciones de anfibios globales

* **Categoría de Amenaza:** EX - Extincta en vida silvestre; CR - En peligro crítico; EN - En peligro; VU - Vulnerable; CA - Casi amenazada; MR - Menor riesgo (sin amenazas críticas); DD - Datos deficientes

** **Áreas Protegidas:** MA - Madidi; AP - Apolobamba; PI - Pílon Lajas; CO - Cotapata; EBB - Estación Biológica del Beni; TIPNIS - Isiboro Sécore; ALT - Altamachi; CA - Carrasco; AM - Amboró

Anexo 5. Lista de reptiles amenazados presentes en el Corredor Amboró-Madidi

Especie amenazada	Distribución en ecorregiones			UICN*	Tipo de amenaza	Presencia en área protegida**
	Yungas	Amazonía	Valles			
ALLIGATORIDAE						
<i>Melanosuchus niger</i>		x		MR ver.2.3 (1994)	Cacería y pérdida de hábitat	MA, EBB, TIPNIS, AP
AMPHISBAENIDAE						
<i>Amphisbaena cegei (e)</i>			x	-	Pérdida de hábitat	
GYMNOPTHALMIDAE						
<i>Neusticurus ocellatus (e)</i>		x		-	Pérdida de hábitat	MA, PI
<i>Proctoporus bolivianus</i>				-		
TEIIDAE						
<i>Ameiva vittata</i>	x			-		
COLUBRIDAE						
<i>Apostolepis multicincta (e)</i>			x	-	Pérdida de hábitat	
<i>Apostolepis tenuis (e)</i>		x		-	Pérdida de hábitat	
<i>Atractus balzani (e)</i>		x		-	Pérdida de hábitat	
<i>Atractus bocki (e)</i>				-	Pérdida de hábitat	
<i>Atractus boettgeri (e)</i>	x			-	Pérdida de hábitat	
<i>Atractus emmeli</i>	x			-		
<i>Oxyrhopus sp nov</i>	x			-		AM, ALT
<i>Tachymenis attenuata</i>				-		CA?
ELAPIDAE						
<i>Micrurus serranus (e)</i>			x	-	Pérdida de hábitat	
VIPERIDAE						
<i>Bothrops jonathani (e)</i>	x			-		AM, CA

(e) Especie endémica de Bolivia

* **Categoría de Amenaza:** EX - Extincta en vida silvestre; CR - En peligro crítico; EN - En peligro; VU - Vulnerable; CA - Casi amenazada; MR - Menor riesgo (sin amenazas críticas); DD - Datos deficientes

** **Áreas Protegidas:** MA - Madidi; AP - Apolobamba; PI - Pilón Lajas; CO - Cotapata; EBB - Estación Biológica del Beni; TIPNIS - Isiboro Sécure; ALT - Altamachi; CA - Carrasco; AM - Amboró

Anexo 6. Lista de Aves amenazadas presentes en el Corredor Amboró-Madidi

Especie amenazada	Distribución en ecorregiones			UICN*	Tipo de amenaza	Presencia en área protegida**
	Yungas	Amazonía	Valles			
TINAMIDAE						
<i>Nothoprocta taczanowskii</i>	x			VU	Pérdida de hábitat	AP
CRACIDAE						
<i>Pauxi unicornis</i>	x	x		VU	Pérdida de hábitat y cacería	CA, AM
<i>Crax globulosa</i>		x		VU	Pérdida de hábitat y cacería	-
PSITTACIDAE						
<i>Ara militaris</i>	x	x		VU	Pérdida de hábitat	PI, AP, MA, CA, AM
<i>Ara rubrogenys</i>			x	EN	Pérdida de hábitat y captura como mascota	AM
FURNARIIDAE						
<i>Cinclodes aricomae</i>	x			CR	Pérdida de hábitat	MA, CO
<i>Cranioleuca henricae</i>			x	EN	Pérdida de hábitat	-
<i>Simoxenops striatus</i>	x	x		VU	Pérdida de hábitat	PI, AP, MA, CA, AM
THAMNOPHILIDAE						
<i>Myrmotherula grisea</i>	x	x		VU	Pérdida de hábitat	AP, MA, CA, TIPNIS, AM
<i>Terenura sharpei</i>	x			EN	Pérdida de hábitat	AP, CA?
TYRANNIDAE						
<i>Anairetes alpinus</i>	x			EN	Pérdida de hábitat	CO
<i>Hemitriccus rufigularis</i>	x	x		CA	Pérdida de hábitat	PI, AP, MA, AM
COTINGIDAE						
<i>Phibalura (flavirostris) boliviana</i>	x			CA	Pérdida de hábitat	MA
<i>Lipaugus uropygialis</i>	x			VU	Pérdida de hábitat	CO, MA, CA
THRAUPIDAE						
<i>Oreomanes fraseri</i>	x		x	CA	Pérdida de hábitat	AP, TU
<i>Tangara meyerdeschauenseei</i>	x			VU	Pérdida de hábitat	MA
PARULIDAE						
<i>Dendroica cerulea</i>	x	x		VU	Pérdida de hábitat	-

* **Categoría de Amenaza:** EX - Extincta en vida silvestre; CR - En peligro crítico; EN - En peligro; VU - Vulnerable; CA - Casi amenazada; MR - Menor riesgo (sin amenazas críticas); DD - Datos deficientes

** **Áreas Protegidas:** MA - Madidi; AP - Apolobamba; PI - Pílon Lajas; CO - Cotapata; EBB - Estación Biológica del Beni; TIPNIS - Isiboro Sécuré; TU - Tunari, ALT - Altamachi; CA - Carrasco; AM - Amboró

Anexo 7. Lista de mamíferos amenazados presentes en el Corredor Amboró-Madidi

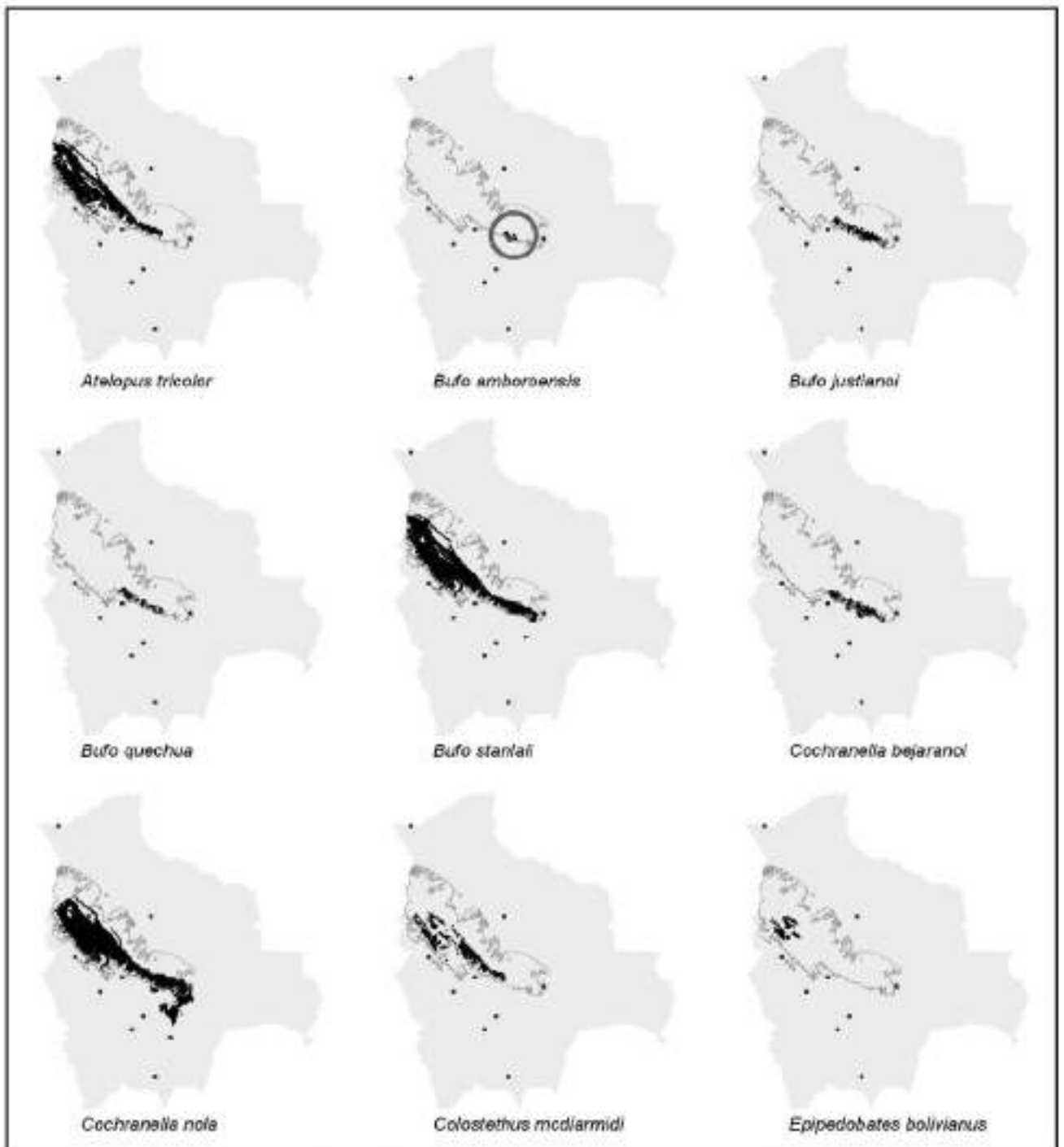
Especie amenazada	Distribución en ecorregiones			UICN*	Tipo de amenaza	Presencia en área protegida**
	Yungas	Amazonía	Valles			
DIDELPHIDAE						
<i>Glironia venusta</i>		x		VU	Pérdida de hábitat	
<i>Gracilinanus aceramarcae</i>	x	x		CR	Pérdida de hábitat	
<i>Monodelphis osgoodi</i>				VU	Pérdida de hábitat	
PHYLLOSTOMIDAE						
<i>Lichonycteris obscura</i>		x		VU	Pérdida de hábitat	
<i>Platyrrhinus vittatus</i>	x	x		VU	Pérdida de hábitat	MA (posiblemente CO, TIPNIS CA, AM, PI)
<i>Sturnira magna</i>		x		VU	Pérdida de hábitat	MA
PITHECIDAE						
* <i>Callicebus ollalae</i>		x		VU		MA
* <i>Callicebus modestus</i>		x		VU		MA
MUSTELIDAE						
<i>Pteronura brasiliensis</i>		x		EN	Pérdida de hábitat	
URSIDAE						
<i>Tremarctos ornatus</i>	x			EN	Pérdida de hábitat	PN, CA, AM, AP, CO, MA, TIPNIS, PI
CERVIDAE						
<i>Mazama chunyi</i>	x		x	EN	Cacería, pérdida de hábitat	PN, CA, AP, CO
MURIDAE						
<i>Akodon siberiae (e)</i>	x			VU	Pérdida de hábitat	
<i>Oxymycterus huchuca (e)</i>	x			VU	Pérdida de hábitat	
DINOMYIDAE						
<i>Dinomys branickii</i>	x	x		EN	Cacería, pérdida de hábitat	
ABROCOMIDAE						
<i>Abrocoma boliviensis (e)</i>	x			VU	Pérdida de hábitat	

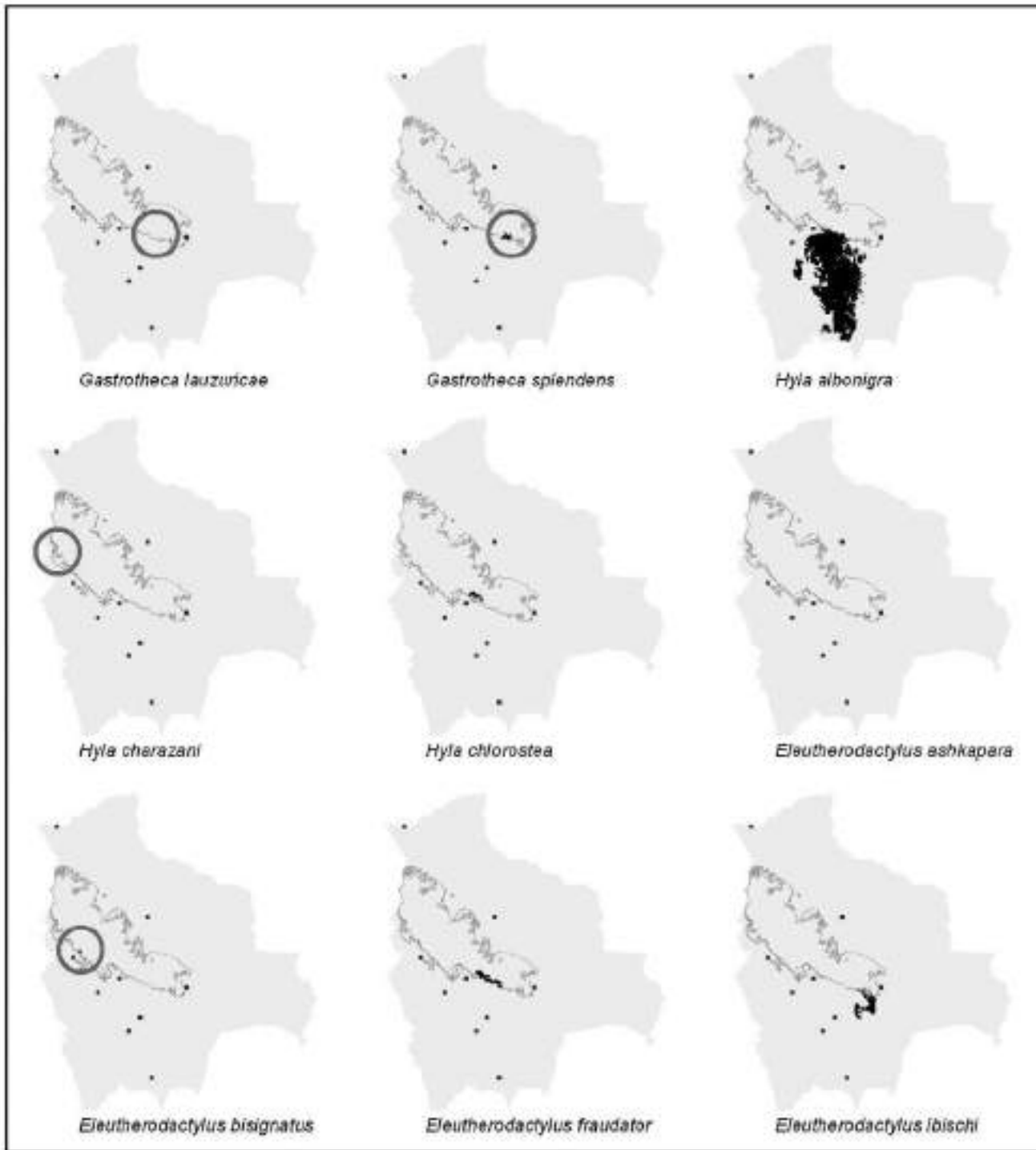
(e) Especie endémica de Bolivia

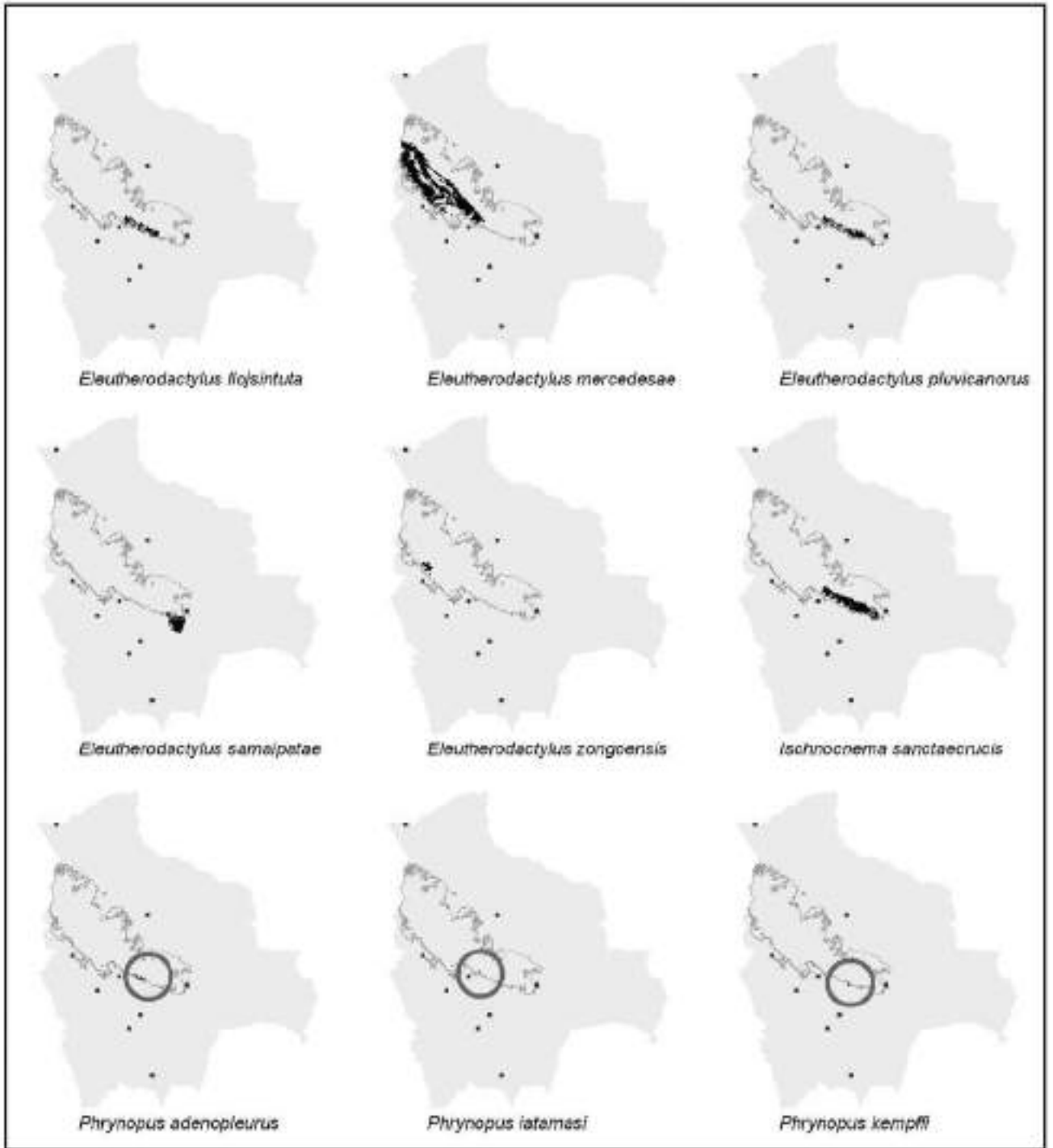
* **Categoría de Amenaza:** EX - Extincta en vida silvestre; CR - En peligro crítico; EN - En peligro; VU - Vulnerable; CA - Casi amenazada; MR - Menor riesgo (sin amenazas críticas); DD - Datos deficientes

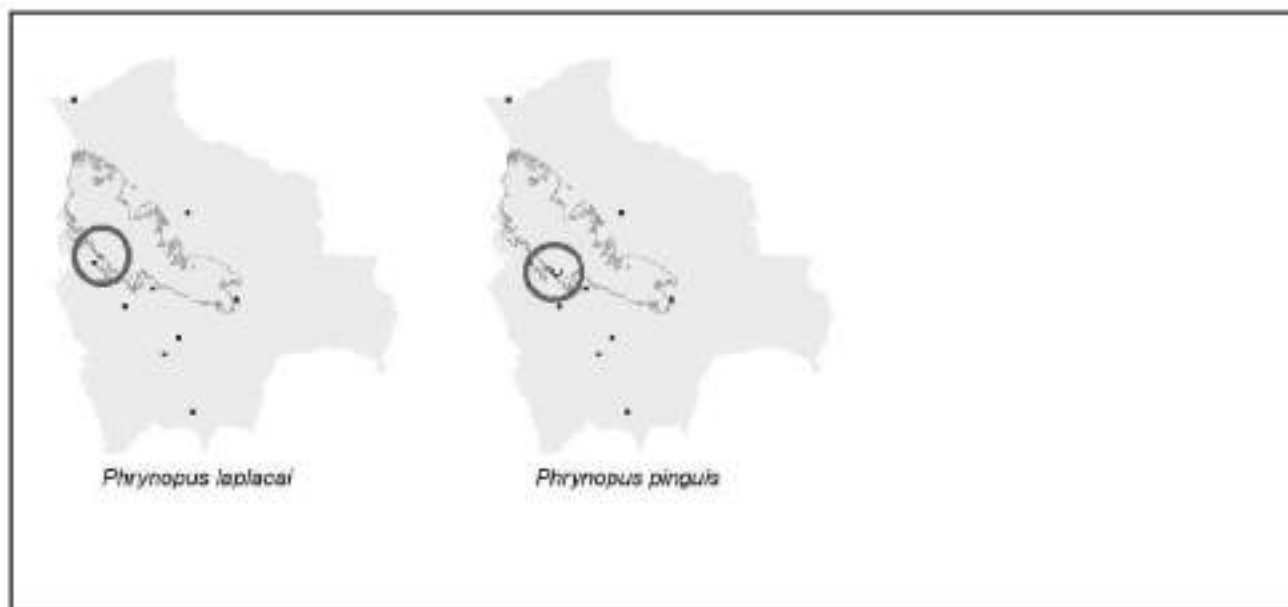
** **Areas Protegidas:** MA - Madidi; AP - Apolobamba; PI - Pílon Lajas; CO - Cotapata; EBB - Estación Biológica del Beni; TIPNIS - Isiboro Séure; ALT - Altamachi; CA - Carrasco; AM - Amboró.

Anexo 8. Patrón de distribución de especies de anfibios amenazados del Corredor Amboró-Madidi

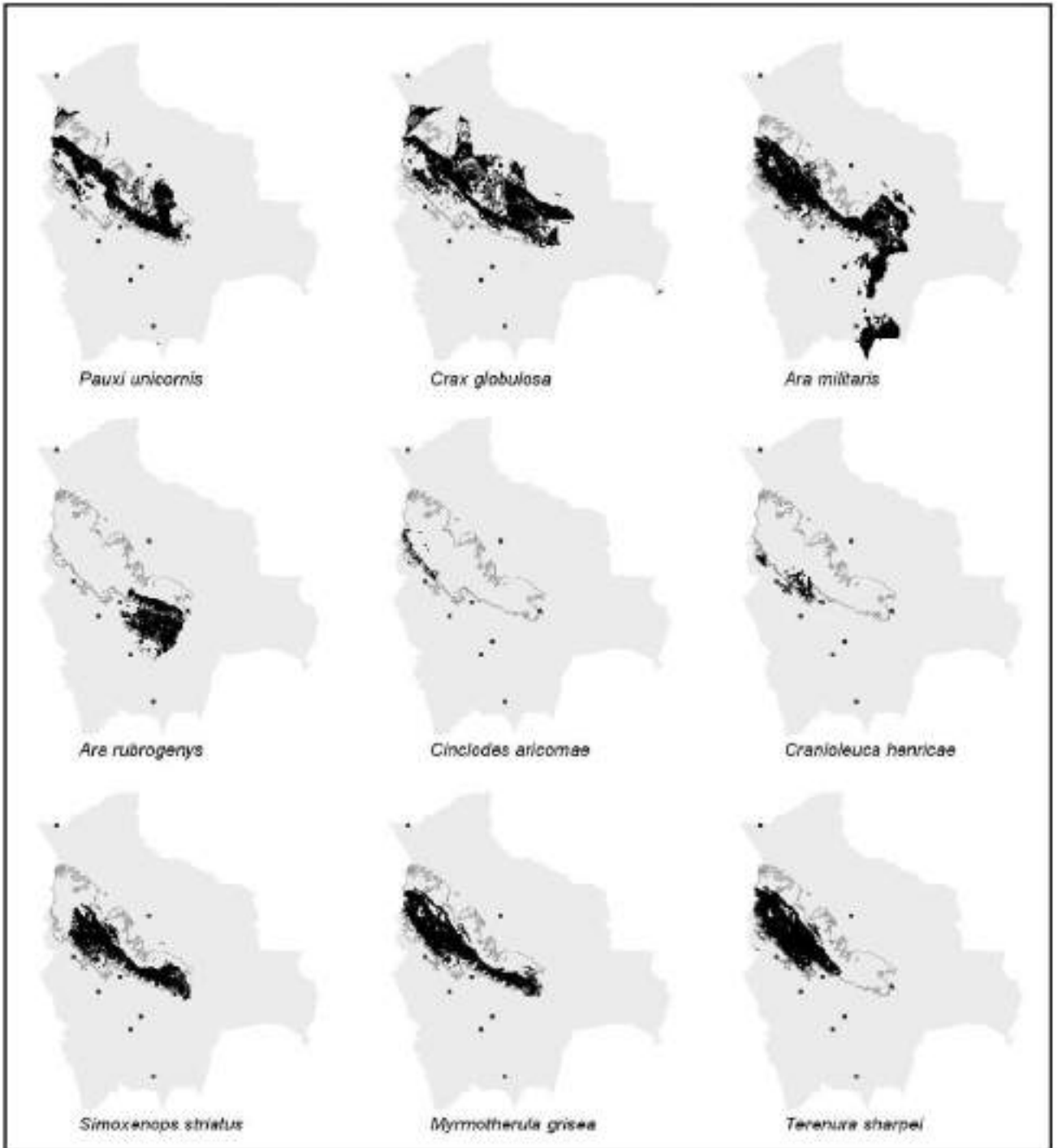


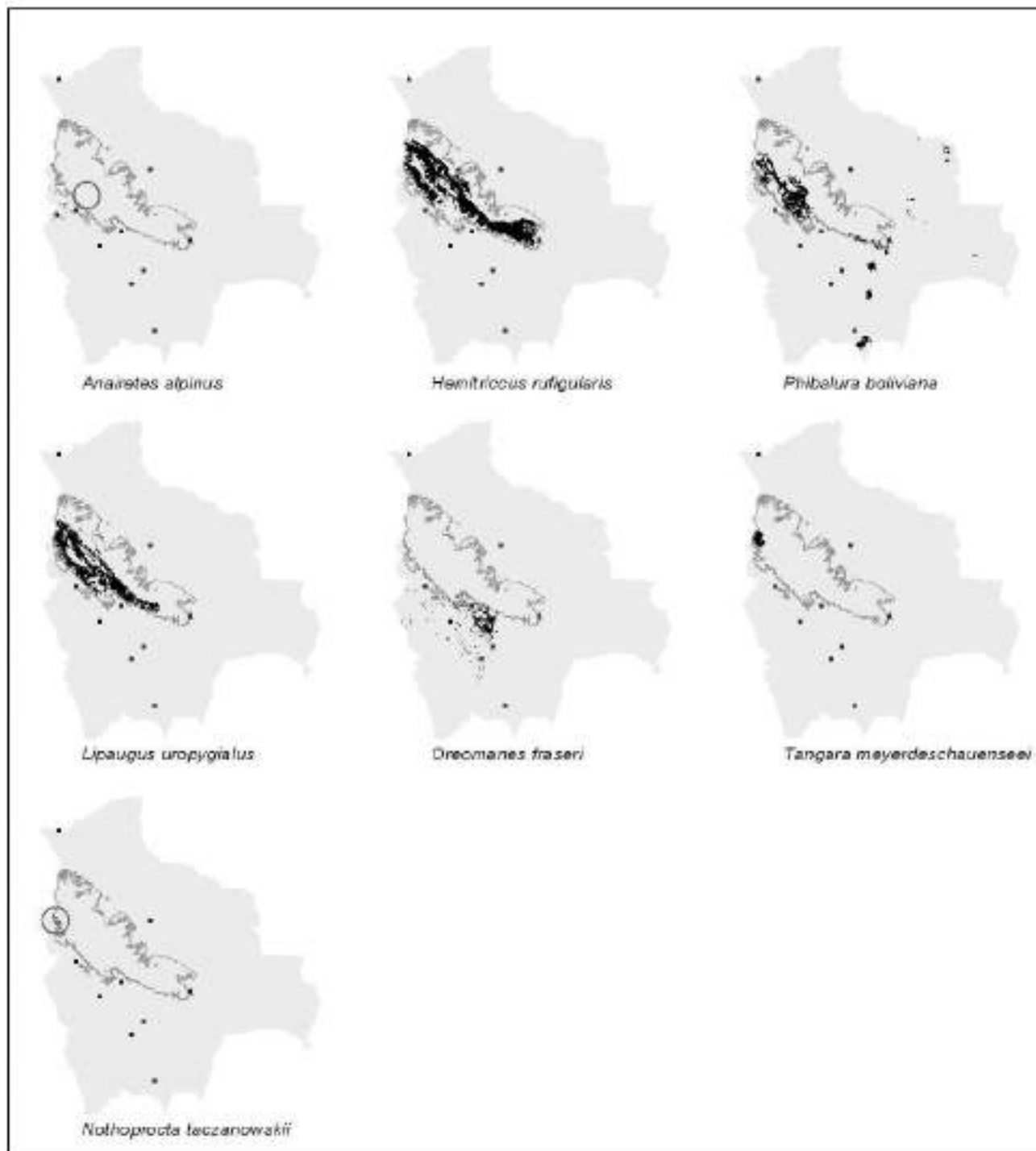






Anexo 9. Patrón de distribución de especies de aves amenazadas del Corredor Amboró-Madidi





Anexo 10. Representatividad en áreas protegidas de anfibios amenazados del Corredor Amboró-Madidi

Especie amenazada	Superficie área de distribución total (ha)	Superficie área de distribución en el CAM (ha)	Distribución de la especie en el CAM (%)	Superficie bajo protección en el CAM (ha)	Representación en el CAM (%)
BUFONIDAE					
<i>Atelopus tricolor</i>	4.673.376	4.673.376	100,00	2.045.403	43,77
<i>Bufo amboroensis</i>	136.080	117.936	86,67	37.582	27,62
<i>Bufo justianoi</i>	765.936	736.128	96,11	301.139	39,32
<i>Bufo quechua</i>	436.752	436.752	100,00	147.998	33,89
<i>Bufo stanlaidi</i>	6.244.128	6.189.696	99,13	2.017.139	32,30
CENTROLENIDAE					
<i>Cochranella bejaranoi</i>	894.240	728.352	81,45	220.780	24,69
<i>Cochranella nola</i>	7.312.032	6.350.400	86,85	1.623.335	22,20
DENDROBATIDAE					
<i>Colostethus mediarmidi</i>	1.846.800	1.846.800	100,00	593.701	32,15
<i>Epipedobates bolivianus</i>	545.616	545.616	100,00	164.461	30,14
HYLIDAE					
<i>Gastrotheca laururicae</i>	2.592	2.592	100,00	0	0,00
<i>Gastrotheca splendens</i>	101.088	95.904	94,87	10.365	10,25
<i>Hyla albonigra</i>	8.259.408	50.544	0,61	0	0,00
<i>Hyla charazani</i>	1.296	1.296	100,00	0	0,00
<i>Hyla chlorostea</i>	111.456	111.456	100,00	29.963	26,88
LEPTODACTYLIDAE					
<i>Eleutherodactylus ashkapara</i>	sin dato	-	-	-	-
<i>Eleutherodactylus bisignatus</i>	14.256	14.256	100,00	9.980	70,01
<i>Eleutherodactylus fraudator</i>	282.528	281.232	99,54	110.691	39,18
<i>Eleutherodactylus ibischi</i>	570.240	45.360	7,95	0	0,00
<i>Eleutherodactylus llojsintuta</i>	353.808	353.808	100,00	185.772	52,51
<i>Eleutherodactylus mercedesae</i>	3.192.048	3.192.048	100,00	1.115.032	34,93
<i>Eleutherodactylus pluvicanus</i>	482.112	448.416	93,01	149.259	30,96
<i>Eleutherodactylus samaipatae</i>	491.184	120.528	24,54	0	0,00
<i>Eleutherodactylus zongoensis</i>	107.568	107.568	100,00	7.776	7,23
<i>Ischnocnema sanctaecrucis</i>	1.014.768	978.480	96,42	986.256	97,19
<i>Phrynopus adenopleurus</i>	67.392	104.976	155,77	3.890	5,77
<i>Phrynopus iatamasi</i>	7.776	7.776	100,00	0	0,00
<i>Phrynopus kempffi</i>	14.256	5.184	36,36	0	0,00
<i>Phrynopus laplacai</i>	19.440	16.848	86,67	2.604	13,40
<i>Phrynopus pinguis</i>	76.464	75.168	98,31	0	0,00
<i>Phyllonastes carrascoicola</i>	382.320	381.024	99,66	237.656	62,16
<i>Phyllonastes ritarasquinae</i>	461.376	461.376	100,00	354.765	76,89
<i>Telmatobius bolivianus</i>	1.302.480	1.276.560	98,01	78.439	6,02
<i>Telmatobius edaphonastes</i>	81.648	81.648	100,00	45.372	55,57
<i>Telmatobius marmoratus</i>	10.636.272	983.664	9,25	2.045.403	19,23
<i>Telmatobius sibiricus</i>	73.872	68.688	92,98	1.295	1,75
<i>Telmatobius verrucosus</i>	sin dato	-	-	-	-
<i>Telmatobius yuracare</i>	250.128	250.128	100,00	115.999	46,38

Especie amenazada	Representatividad en áreas protegidas del área potencial de distribución de la especie en el CAM (ha) (MA - Madidi; AP - Apolobamba; PL - Pilón Lajas; CO - Cotapata; EBB - Estación Biológica del Beni; TIPNIS - Isiboro Sécure; TN - Tunari; CA - Carrasco; AM - Amorbó)								
	AM	AP	CA	CO	TIPNIS	MA	PL	TN	EBB
BUFONIDAE									
<i>Atelopus tricolor</i>	23.611	149.481	372.377	25.139	210.580	1.096.284	167.903	29	
<i>Bufo amboroensis</i>	10.365	0	27.217	0	0	0	0	0	0
<i>Bufo justianoi</i>	22.933	0	278.206	0	0	0	0	0	0
<i>Bufo quechua</i>	12.956	0	135.013	0	0	0	0	29	
<i>Bufo stanlaidi</i>	23.611	135.164	372.377	25.139	210.580	1.082.336	167.903	29	
CENTROLENIDAE									
<i>Cochranella bejaranoi</i>	22.177	0	198.602	0	0	0	0	0	
<i>Cochranella nola</i>	23.611	139.680	372.377	25.139	210.580	684.016	167.903	29	
DENDROBATIDAE									
<i>Colostethus mcdiarmidi</i>	0	72.332	201.761	18.408	129.696	127.027	44.478	0	0
<i>Epipedobates bolivianus</i>	0	34.995	0	0	0	94.772	34.694	0	0
HYLIDAE									
<i>Gastrotheca lazuricae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gastrotheca splendens</i>	10.365	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyla albonigra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyla charazani</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyla chlorostea</i>	0	0	29.963	0	0	0	0	0	0
LEPTODACTYLIDAE									
<i>Eleutherodactylus ashkapara</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eleutherodactylus bisignatus</i>	0	0	0	9.980	0	0	0	0	0
<i>Eleutherodactylus fraudator</i>	0	0	110.691	0	0	0	0	0	0
<i>Eleutherodactylus ibischi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eleutherodactylus llojsintuta</i>	12.956	0	172.816	0	0	0	0	0	0
<i>Eleutherodactylus mercedesae</i>	0	118.199	24.958	25.139	97.799	801.797	47.111	29	0
<i>Eleutherodactylus pluvicanorus</i>	16.748	0	132.511	0	0	0	0	0	0
<i>Eleutherodactylus samaipatae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eleutherodactylus zongoensis</i>	0	0	0	0	7.776	0	0	0	0
<i>Ischnocnema sanctaerucis</i>	557.280	0	427.680	0	0	1.296	0	0	0
<i>Phrynopus adenopleurus</i>	0	0	3.890	0	0	0	0	0	0
<i>Phrynopus iatamasi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phrynopus kempffi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phrynopus laplakai</i>	0	0	0	2.604		0	0	0	0
<i>Phrynopus pinguis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phyllonastes carrascoicola</i>	11.485	0	226.172	0	0	0	0	0	0
<i>Phyllonastes ritarasquinae</i>	20.274	0	334.491	0	0	0	0	0	0
<i>Telmatobius bolivianus</i>	0	47.789	0	22.541		8.109	0	0	0
<i>Telmatobius edaphonastes</i>	2.592	0	42.780	0	0	0	0	0	0
<i>Telmatobius marmoratus</i>	23.611	149.481	372.377	25.139	210.580	1.096.284	167.903	29	
<i>Telmatobius sibiricus</i>	0	0	1.295	0	0	0	0	0	0
<i>Telmatobius verrucosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Telmatobius yuracare</i>	1.295	0	110.816	0	0	0	0	0	

Anexo 11. Representatividad en áreas protegidas de aves amenazadas del Corredor Amboró-Madidi

Especie amenazada	Superficie área de distribución total (ha)	Superficie área de distribución en el CAM (ha)	Distribución de la especie en el CAM (%)	Superficie bajo protección en el CAM (ha)	Representación en el CAM (%)
TINAMIDAE					
<i>Nothoprocta taczanowskii</i>	115.344	112.752	97,75	0	0,00
CRACIDAE					
<i>Pauxi unicornis</i>	8.024.832	6.785.856	84,56	2.928.076	36,49
<i>Crax globulosa</i>	13.212.720	7.672.320	58,07	2.416.660	18,29
PSITTACIDAE					
<i>Ara militaris</i>	13.935.888	8.483.616	60,88	3.195.951	22,93
<i>Ara rubrogenys</i>	4.196.448	1.188.432	28,32	935.456	22,29
FURNARIIDAE					
<i>Cinclodes aricomae</i>	555.984	555.984	100,00	225.013	40,47
<i>Cranioleuca henricae</i>	1.056.240	1.009.584	95,58	44.418	4,21
<i>Simoxenops striatus</i>	5.999.184	5.749.056	95,83	1.881.289	31,36
THAMNOPHILIDAE					
<i>Myrmotherula grisea</i>	6.849.360	6.731.424	98,28	2.920.125	42,63
<i>Terenura sharpei</i>	6.538.320	6.527.952	99,84	2.335.880	35,73
TYRANNIDAE					
<i>Anairetes alpinus</i>	120.528	44.064	36,56	7.077	5,87
<i>Hemitriccus rufigularis</i>	6.084.720	5.997.888	98,57	2.856.908	46,95
COTINGIDAE					
<i>Phibalura boliviana</i>	2.926.368	2.354.832	80,47	555.652	18,99
<i>Lipaugus uropygialis</i>	3.941.136	3.941.136	100,00	1.601.389	40,63
TRAUPIDAE					
<i>Oreomanes fraseri</i>	1.168.992	132.192	11,31	10.886	0,93
<i>Tangara meyerdeschauenseei</i>	278.640	278.640	100,00	241.064	86,51
PARULIDAE					
<i>Dendroica cerulea</i>	Sin dato	-	-	-	-

Especie amenazada	Representatividad en áreas protegidas del área potencial de distribución de la especie en el CAM (ha) (MA - Madidi; AP - Apolobamba; PL - Pilón Lajas; CO - Cotapata; EBB - Estación Biológica del Beni; TIPNIS - Isiboro Sécuré; TN - Tunari; CA - Carrasco; AM - Amboró)								
	AM	AP	CA	CO	TIPNIS	MA	PL	TN	EBB
TINAMIDAE									
<i>Nothoprocta taczanowskii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CRACIDAE									
<i>Pauxi unicornis</i>	375.077	65.950	446.660	16.918	491.902	1.189.955	341.615	0	0
<i>Crax globulosa</i>	188.976	108.957	269.707	0	518.199	932.601	367.135	0	31.085
PSITTACIDAE									
<i>Ara militaris</i>	465.729	171.362	464.642	24.348	323.497	1.363.050	376.534	1.260	5.528
<i>Ara rubrogenys</i>	465.002	0	470.454	0	0	0	0	0	0
FURNARIIDAE									
<i>Cinclodes aricomae</i>		76.953	0	33.916	0	114.145	0	0	0
<i>Cranioleuca henricae</i>	0	6.174	0	7.075	0	0	0	31.169	0
<i>Simoxenops striatus</i>	463.523	14.691	469.268	24.218	306.380	258.130	345.079	0	0
THAMNOPHILIDAE									
<i>Myrmotherula grisea</i>	480.991	146.223	477.477	27.801	278.927	1.204.426	304.279	1	0
<i>Terenura sharpei</i>		212.533	81.508	37.845	248.708	1.408.311	338.501	8.473	0
TYRANNIDAE									
<i>Anairetes alpinus</i>		2.332	0	4.023		722	0	0	0
<i>Hemitriccus rufigularis</i>	417.493	125.014	459.919	23.295	2.587	308.994	1.188.174	331.431	0
COTINGIDAE									
<i>Phibalura boliviana</i>	104.189	108.795	35.870	8.435	0	250.983	47.272	109	0
<i>Lipaugus uropygialis</i>	4.390	110.427	377.566	36.489	83.384	876.965	108.042	4.126	0
TRAUPIDAE									
<i>Oreomanes fraseri</i>	0	0	228		0	0	0	10.658	0
<i>Tangara meyerdeschauenseei</i>		12.862	0	0	0	228.201	0	0	0
PARULIDAE									
<i>Dendroica cerulea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Elaborado por:



Financiado por:



Contribuciones de:



TÖB/GTZ



El Instituto de Ecología es miembro de la UICN



Impresión con apoyo financiero de:



PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE PAISAJES

El Corredor Amboró - Madidi es un área prioritaria para la conservación en Bolivia

- El área de estudio abarca los Bosques Preandinos y Subandinos de la parte boliviana de la ecorregión Sudoeste de la Amazonía, así como la ecorregión de los Yungas y parte de los Bosques Secos Interandinos.
- Se caracteriza por ser el centro de diversidad y endemismo de especies en Bolivia.
- Tiene importancia local y regional para el mantenimiento de procesos ecológicos, especialmente para el ciclo hidrológico de la Amazonía.
- Cerca del 5% de la población boliviana habita en el área del corredor y el 37% en su área de influencia.
- Alrededor de 31.322 km² de superficie en el área del corredor están cubiertos por concesiones forestales, mineras y petroleras.
- La Visión de Conservación integra lo deseable desde la perspectiva de la biodiversidad con lo factible desde la perspectiva del desarrollo humano.



1.



2.



3.



1. Parque Nacional Amboró - Campamento Mataracú/J. C. Montero.
2. *Epidendrum secundum*/P. Ibisch.
3. *Saimiri sciureus*/P. Ibisch.
4. Uso de flora en la localidad del Chapare/J. C. Montero.

Bibliografía

- Aber, John; Neilson, Ronald P.; McNulty, Steve; Lenihan, James M.; Bachelet, Dominique; Drapek, Raymond J. 2001. Forest processes and global environmental change: predicting the effects of individual and multiple stressors. *BioScience* 51(9): 735-751.
- Acebey, A. & T. Krömer. 2001. Diversidad y zonación vertical de epifitas en los alrededores del campamento río Eslabón y de la laguna Chalalán, Parque Nacional Madidi, Dpto. La Paz. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 3(1): 104-123.
- Ackerman, J.D. 1998. Evolutionary potential in orchids: patterns and strategies for conservation. *Selbyana* 19: 8-14.
- Aguayo, F. 2000. Diversidad de anfibios en diferentes pisos altitudinales del Parque Nacional Carrasco, Cochabamba. Tesis de Licenciatura en Biología.
- Aguayo, C.R. & M. Harvey 2001. Dos nuevas especies de *Phrynopus* (Anura: Leptodactylidae) de los bosques nublados de Bolivia. *Revista Biología Tropical* 49(1): 333-345.
- Aguirre, L.F., X. Vélez-Liendo, A. Muñoz & A. Selaya. 2003. Patrones de distribución y zoogeografía de los murciélagos de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología* 14 (3): 3-17.
- Aizen, M.A. & P. Feinsinger. 1994. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. *Ecology* 75: 330-351.
- Ahlfeld, F. 1970. Zur Tektonik des andinen Boliviens. *Geologische Rundschau* 59: 1124-1140.
- Albon, S.D. & R. Langvatn. 1992. Plant phenology and the benefits of migration in a temperate ungulate. *Oikos* 65: 502-513.
- Allen-Wardell, G. & collaborators. 1998. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology* 12: 8-17.
- Altamirano, S. & E. Fernández. 2003. Diversidad y distribución vertical de epifitas en bosques amazónicos de tierra firme del TIPNIS (Territorio Indígena y Parque Nacional Isiboro-Sécure), Cochabamba, Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología* 14: 67-80.
- Anderson, L. 1995. Diversity and origins of Andean Rubiaceae. In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests*. The New York Botanical Garden. 441-450.
- Anderson, S. 1997. Mammals of Bolivia, taxonomy and distribution. *Bulletin of the American Museum of Natural History*.
- Anderson, S. & T. Tarifa. 1996. Mamíferos endémicos de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 28: 45-63.
- Andresen, E. 2003. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. *Ecography* 26: 87-97.
- Antezana, C. & G. Navarro. 2002. Contribución al análisis biogeográfico y catálogo preliminar de la flora de los valles secos interandinos del centro de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 12: 3-38.
- Aparicio, J. 1999. Herpetofauna de la Reserva Nacional de Fauna Altoandina Ulla Ulla, departamento La Paz (Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 5: 13-23.
- Aparicio, J. En: Flores, E. & C. Miranda, (eds.) 2003. *Fauna Amenazada de Bolivia*. Ministerio de Desarrollo Sostenible BID ATR 929/SF-BO
- Araujo, N. 2000. Insectos. En: Araujo, N. & P.L. Ibsch (eds.) 2000. *Hacia un Plan de Conservación para el Bio-Corredor Amboró-Madidi, Bolivia*. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia (CD-ROM).
- Araujo, N. & P.L. Ibsch (eds.). 2000. *Hacia un Plan de Conservación para el Bio-Corredor Amboró-Madidi, Bolivia*. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia (CD-ROM).
- Arispe, R. & C. Eulert. 1999. Mamíferos. En: Vargas, I. & P. L. Ibsch (eds.): *Establecimiento de una base para el monitoreo ambiental en el Parque Nacional Amboró y ANMIA*. Santa Cruz. Pp. 140-158. (No publicado).
- Arribas, M.A., L. Jammes & F. Sagot. 1995. Lista de las aves de Bolivia. Cuarta edición. *Armonía*, Santa Cruz, Bolivia.
- Awodey, L. 1978. Vertical migrations of butterflies on Mt. Kenya [abstract]. *EANHS Bulletin*. Pp. 79-81
- Ayala et al. 2005. Rango de hogar y uso del espacio por chanchos de tropa (*Tayassu pecari*) en un bosque amazónico subandino (Área Natural de Manejo Integrado Madidi, La Paz, Bolivia). *Memorias del I Congreso de Mastozoología, Cochabamba, Bolivia*
- Aylward, B. 2000. Economic analysis of land-use change in a watershed context. Paper presented at a UNESCO symposium/workshop on forest-water-people in the humid tropics. Kuala Lumpur, Malaysia (July 31-August 4).
- Baker, P.A., C.A. Rigsby, G.O. Seltzer, S.C. Fritz, T.K. Lowenstein, N.P. Bacher & C. Veliz. 2001. Tropical climate changes at millennial and orbital timescales on the Bolivian Altiplano. *Nature* 409: 698-701.
- Ballou, R., J.D. & D.A. Briscoe. 2002. *Introduction to conservation genetics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Balmford, A., G. Mace, & J.R. Ginsberg, (1998). The challenges to conservation in a changing world: putting processes on the map. In: G. Mace, A. Balmford and J. R. Ginsberg (eds.): *Conservation in a Changing World*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. Pp. 1-28.
- Barthlott, W., W. Lauer & A. Placke. 1996. Globale distribution of species diversity in vascular plants: towards a world map of phytodiversity. *Erdkunde* 50: 317-327.
- Baudrey, J. & H. Merriam. 1988. Connectivity and connectedness: functional versus structural patterns in landscapes. In: Schreiber K.F.

- (ed.) Connectivity in Landscape Ecology. *Münstersche Geographische Arbeiten* 29, Münster. Pp. 23-28.
- Beck, S.G. 1998. Floristic inventory of Bolivia -an indispensable contribution to sustainable development. In: W. Barthlott & M. Winiger (eds.): Biodiversity -a challenge for development research and policy. Springer-Verlag, Berlin. Pp. 243-268.
- Beck, S.G., T.J. Killeen & E. García. 1993. Vegetación de Bolivia. En: T.J. Killeen, E. García & S.G. Beck (eds.): Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Botanical Garden. La Paz. Pp. 6-24.
- Beier, P. & R.F. Noss. 1998. Do habitat corridors provide connectivity? *Conservation Biology* 12: 1241-1252.
- Bennett, A.F. 1999. Linkages in the landscape. The role of corridors and connectivity in wildlife conservation. IUCN, Gland/Cambridge.
- Bennett, E.L., E.J. Milner-Gulland, M. Bakarr, H.E. Eves, J.G. Robinson & D.S. Wilkie. 2002. Hunting the world's wildlife to extinction. *Oryx* 36: 328-329.
- Benning, T.L. D. LaPointe, C.T. Atkinson & P.M. Vitousek. 2002. Interactions of climate change with biological invasions and land use in the Hawaiian Islands: Modeling the fate of endemic birds using a geographic information system. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 99 (22): 14246-14249.
- Benzing, D.H. 1981. Mycotrophy: its occurrence and possible significance among epiphytic Orchidaceae-Selbyana 5: 243-247.
- Benzing, D.H. 1987. Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptive diversity -*Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 183-204.
- Berg, C.C., X. Villavicencio. 2003a. A new species of *Ficus* and a new species of *Pseudolmedia* (Moraceae) from Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica*. 4(1): 75-79 (2003)
- Berg, C.C., X. Villavicencio. 2003b. El genero *Ficus* (Moraceae) en Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica*. 4(1): 81-129 (2003)
- Bierregaard, R.O., Jr., T.E. Lovejoy, V. Kapos, A.A. dos Santos & R.W. Hutchings. 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. *BioScience* 42: 859-866.
- Biringer, J. 2003. Forest ecosystems threatened by climate change: promoting long-term forest resilience. In: Hansen, L.J., J.L. Biringer and J.R. Hoffman (eds.): *Buying time: A user's manual for building resistance and resilience to climate change on protected areas*. WWF, Gland. Pp. 43-71.
- Blackburn, T.M. & K.J. Gaston. 2001. Local avian assemblages as random draws from regional pools. *Ecography* 24: 50-58.
- Blake, J.G. & B.A. Loiselle. 1992. Fruits in the diets of Neotropical migrant birds in Costa Rica. *Biotropica* 24: 200-210.
- Blake, J.G., F.G. Stiles & B.A. Loiselle 1990. Birds of La Selva Biological Station: habitat use, trophic composition, and migrants. In: A.W. Gentry (ed.): *Four neotropical rainforests*. Yale University Press, New Haven, Connecticut. Pp. 161-182.
- Boulenger, G. A. 1896. *Catalogue of the snakes in the British Museum*, Vol. 3. London (Taylor & Francis).
- Boulenger, G. A. 1902. Descriptions of new batrachians and reptiles from the Andes of Peru and Bolivia. *Annals and Magazine of Natural History* (ser. 7) 10 (59): 394-402.
- Bowman, D. M. J. S. 1998. Death of biodiversity - the urgent need for global ecology. *Global Ecology and Biogeography* 7: 237-240.
- Brako, L. & J.L. Zarucchi. 1993. *Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru - Catálogo de las angiospermas del Perú*. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
- Bromfield, G., W.N. Ritchie, V. Bromfield, J. Ritchie & A.B. Hennessey. 2004. New information on plumage, nesting, behaviour and vocalizations of the Bolivian swallow-tailed cotinga *Phibalura flavirostris boliviana* from the Apolo area of Madidi National Park, Bolivia. *Cotinga* 21: 63-67.
- Brooks, K.N., P.F. Follitt, H.M. Gregersen, & L.F. DeBano. 1997. *Hydrology and the management of watersheds*. 2nd edition. Ames, Iowa, USA, Iowa State University Press.
- Bruijnzeel, L.A. & J. Proctor. 1993. Hydrology and biogeochemistry of tropical montane cloud forests: what do we really know? In L.S. Hamilton, J.O. Juvik & F.N. Scatena (eds.) *Tropical montane cloud forests*. New York, Springer-Verlag. Pp. 38-78.
- Bruijnzeel, L.A. 2001. Hydrology of tropical montane cloud forests: a reassessment. *Land Use and Water Resources Research* 1: 1.1-1.18
- Bruijnzeel, L.A. 2004. Hydrological functions of tropical forests, not seeing the soil for the trees? In: Tomich, T.P., van Noordwijk, M, & Thomas, D.E. (eds.): *Environmental services and land use change: bridging the gap between policy and research in Southeast Asia*. A special issue of *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 104/1 (September). Pp. 185-228.
- Bubb, P., I. May, L. Miles & J. Sayer 2004. *Cloud forest agenda*. UNEP-WCMC. Cambridge.
- Buij, R., S.A. Wich, A.H. Lubis & E.H.M. Sterck 2002. Seasonal movements in the Sumatran orangutan (*Pongo pygmaeus abelii*) and consequences for conservation. *Biological Conservation* 107: 83-87.
- Burgess, N.D. & C.O.F. Mlingwa. 2000. Evidence for altitudinal migration of forest birds between montane Eastern Arc and lowland forests in East Africa. *Ostrich* 71: 184-190.
- Bush, M.B. 1994. Amazonian speciation: a necessary complex model.- *Journal of Biogeography* 21: 5-17.
- Bush, M.B., M.R. Silman, D.H. Urrego. 2004. 48.000 years of climate and forest change in a biodiversity hot spot. *Science* 303: 827-829.

- Cabrera, A.L. 1994. Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Primera reimpression (Tomo II, fascículo 1), Buenos Aires.
- Cabrera, A.L. & A. Willink. 1973. Biogeografía de América Latina. Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C.
- Cámara Nacional de Hidrocarburos (CNH). 2000. Concesiones Petroleras. La Paz-Bolivia
- Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE). (En preparación) 2005. Características sociodemográficas de la población boliviana por condición étnico-lingüística. CELADE-BID.
- Caro, T.M. & G. O'Doherty. 1999. On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology* 13: 805-814.
- Cartagena, J. 2003. Cochabamba, un potencial turístico aún dormido. Premio Reportaje Anaconda. Periódico Los Tiempos.
- Caussimont, G., J. Herrero & A. García-Serrano. 1993. El oso pardo en Aragón y Navarra [abstract]. En: J. Naves & G. Palomero (ed.): El oso pardo (*Ursus arctos*) en España. ICONA, Madrid, Spain. Pp. 323-338.
- Chapin III, F. S., E. S. Zavaleta, V. T. Eviner, R. L. Naylor, P. M. Vitousek, H. L. Reynolds, D. U. Hooper, S. Lavorel, O. E. Sala, S. E. Hobbie, M. C. Mack & S. Diaz. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.
- Chesser, R.T. & D.J. Levey 1998. Austral migrants and the evolution of migration in New World birds: diet, habitat, and migration revisited. *The American Naturalist* 152: 311-319.
- Chesser, R.T. 1994. Migration in South America: an overview of the austral system. In: E.S. Morton, K. Young & M.A. Ramos (eds.): Growing points in neotropical migratory bird conservation. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. Pp. 91-108.
- Chesser, R.T. 1997. Patterns of seasonal and geographical distribution of austral migrant flycatchers (Tyrannidae) in Bolivia. *Ornithological Monographs* 48: 171-204.
- Churchill, S.P. 2003. Briofitas. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.). 2003. Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz. Pp. 96-99.
- Churchill, S.P., D. Griffin III & M. Lewis. 1995. Moss diversity of the tropical Andes. In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. The New York Botanical Garden. Pp. 335-346.
- CI-CEPF. 2003. "Corredor de Conservación Vilcabamba-Amboró: Estrategia Básica de Implementación del Corredor de Conservación Vilcabamba-Amboró" Conservation. International & Critical Ecosystem Partnership Fund, Perú-Bolivia. SERNAP, Bolivia -INRENA, Perú. Informe Borrador
- CIDOB-CPTI. 2000. Atlas, Territorios Indígenas en Bolivia. Situación de las Tierras Comunitarias de Origen (TCO) y Proceso de Titulación. Santa Cruz, Bolivia
- CIMAR. 1996. Comunidades, Territorios Indígenas y Biodiversidad en Bolivia. Santa Cruz, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno.
- Clapperton, C.M. 1972. The pleistocene moraine stages of West-Central Perú. *Journal of Glaciology* 11: 255-263.
- Clapperton, C.M. 1979. Glaciation in Bolivia before 3,27 Myr. *Nature* 277: 375-377.
- Clapperton, C.M. 1981. Quaternary glaciation in the Cordillera Blanca, Perú and the Cordillera Real, Bolivia. *Revista Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF)*, Bogotá, Colombia, 6: 93-111.
- Clapperton, C. M. 1983. The Glaciation of the Andes. *Quaternary Science Reviews* 2: 83-155.
- Clark, L.G. 1995. Diversity and distribution of the Andean woody bamboos (Poaceae: Bambuseae). In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. The New York Botanical Garden. Pp. 501-512.
- Clarke, R.O. & F. Sagot. 1996. A guide to the world's best bird-watching place: Amboró Protected Area, Bolivia. Armonia, Santa Cruz.
- Clobert, J., E. Danchin, A.A. Dhondt & J.D. Nichols (eds.). 2001. Dispersal. Oxford University Press, Oxford, U.K.
- Collar, N. J., L. P. Gonzaga, N. Krabe, A. Madroño Nieto, L. G. Naranjo, T. A. Parquer & D. C. Wege. 1992. Threatened birds of the americas: The ICPB/IUCN Red Data Book. 3° ed, part 2. Smithsonian Institution Press, Washington and London. International Council for Bird Preservation, Cambridge, U.K.
- Collar, N.J. 1999. Risk indicators and status assessment in birds. In: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.): Handbook of the birds of the world. Vol. 5. Barn-owls to hummingbirds. Lynx Edicions, Barcelona, Spain. Pp. 13-28.
- Corbet 2000. Conserving compartments in pollination webs. *Conservation Biology* 14: 1229-1231.
- CORDECRUZ/ KFW - Consorcio IP/CES/KWC. 1995. Plan de Uso del Suelo (PLUS) para el Dpto. de Santa Cruz. Anexo II. Reglas de Intervención y Recomendaciones de Manejo (Memoria Explicativa). Santa Cruz. Bolivia.
- Cortéz, C. 2000. Variación de la diversidad de anuros en cinco pisos altitudinales durante la estación de lluvias en el PNANMI-Cotapata. Tesis de grado para optar al título de Licenciada en Ciencias Biológicas, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. O'Neill, J. Paruelo, R. Raskin, P. Sutton & M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF). 2001. Ecosistema forestal de Vilcabamba Amboró del área prioritaria de conservación de la biodiversidad en los andes tropicales Perú y Bolivia

- Crooks, K.R. & M.E. Soulé. 1999. Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system. *Nature* 400: 563-566.
- Daily, G.C., S. Alexander, P.R. Ehrlich, L. Goulder, J. Lubchenco, P.A. Matson, H.A. Mooney, S. Postel, S.H. Schneider, D. Tilman, and G.M. Woodwell. 1997. Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. *Issues in Ecology* 2. Ecological Society of America, Washington DC.
- Dale VH, L.A. Joyce, S. McNulty, R.P. Neilson, M.P. Ayres, M.D. Flannigan, P.J. Hanson, L.C. Irland, A.E. Lugo, C.J. Peterson, D. Simberloff, F.J. Swanson, B.J. Stocks & B.M. Wotton .2001. Climate change and forest disturbances. *BioScience* 51:723–734.
- Danielsen, F. & C.G. Treadway. 2004. Priority conservation areas for butterflies (Lepidoptera: Rhopalocera) in the Philippine islands. *Animal Conservation* 7: 79-92.
- Daszak, P., L. Berger, A. A. Cunningham, A. D. Hyatt, D. E. Green & R. Speare (1999): Emerging infectious diseases and amphibian population declines. *Emerging Infectious Diseases* 5: 735-748.
- Davic, R.D. 2003. Linking keystone species and functional groups: a new operational definition of the keystone species concept. *Conservation Ecology* 7: r11 [online] URL: <http://www.consecol/vol7/iss1/resp11>.
- Davis, M.B. & R.G. Shaw. 2001. Range Shifts and Adaptive Responses to Quaternary Climate Change. *Science* 292: 673-679.
- Davis, S.E. 1993. Seasonal status, relative abundance, and behavior of the birds of Concepción, Departamento Santa Cruz, Bolivia. *Fieldiana Zoology N.S.*, No. 171: 1-33.
- De la Riva, I. 2002. Rediscovery and taxonomic status of *Telmatobius marmoratus gigas* Vellard 1969 “1968” (Anura: Leptodactylidae). *Herpetologica* 57 (2): 220-228
- De la Riva, I., J. Kholer, S. Lotter & S. Reichle. 2000. Ten years of research on Bolivian amphibians: Updated checklist, distribution, taxonomic problems, literatura and ecography. *Rev. Esp. Herp.* 14: 19-164.
- De Lima, M.G, C. Gascon & W.F. Laurance. 1999. The conservation value of linear forest remnants in central Amazonia. *Ecology and Management of Fragmented Tropical Landscapes*. *Biological Conservation*, 91: 241-247.
- DeFries, R.S., J.R.G. Townshend & M. Hansen. 1999. Continuous fields of vegetation characteristics at the global scale at 1km resolution. *Journal of Biophysical Research* 104: 16911-16925.
- Del Hoyo, J., A. Elliott & J. Sargatal (ed.). 1992. Handbook of the birds of the world. Vol. 5. Barn-owls to hummingbirds. Lynx Edicions, Barcelona, Spain. Pp. 13-28.
- DesGranges, J.L. & P.R. Grant. 1980. Migrant hummingbird's accommodation into tropical communities. En: A. Keast & E.S. Morton (ed.): *Migrant birds in the Neotropics: ecology, behaviour, distribution, and conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pp. 395-410.
- Diamond, J.M. 1973. Distributional ecology of New Guinea birds. *Science* 179: 759-769.
- Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Pimm, M.P. Bookbinder & G. Ledec. 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. World Bank/WWF. Washington D.C.
- Dobson, A., K. Ralls, M. Foster, M.E. Soulé, D. Simberloff, D. Doak, J.A. Estes, L.S. Mills, D. Mattson, R. Dirzo, H. Arita, S. Ryan, E.A. Norse, R.F. Noss & D. Johns. 1999. Connectivity: maintaining flows in fragmented landscapes. In: Soulé, M.E. & J. Terborgh (eds.): *Continental conservation. Scientific foundations of regional reserve networks*. Island Press, Washington, D.C. Pp. 129-170.
- Dobrovolny, E. 1962. Geología del Valle de La Paz. Departamento Nacional de Geología (GEOBOL), La Paz, Informe 3 (Especial).
- Dudley, N. & S. Stolton. 2003. Ecological and socioeconomic benefits of protected areas in dealing with climate change. In: Hansen, L.J., J.L. Biringer & J.R. Hoffman (eds.): *Buying time: A user's manual for building resistance and resilience to climate change on protected areas*. WWF, Gland. Pp. 217-233.
- Dudley, N. 2003. No place to hide. Effects of climate change on protected areas. WWF Climate Change Program.
- Eitschberger, U. & T. Racheli. 1998. *Catantacta* studies (Lepidoptera: Pieridae): I. Considerations for Reissinger's and Robert's collections of *Catantacta*. *Neue Entomologische Nachrichten*, 41: 5-94.
- Ellsworth, J.W. & B.C. McComb. 2003. Potential effects of passenger pigeon flocks on the structure and composition of presettlement forests of eastern North America. *Conservation Biology* 17: 1548-1558.
- Embert, D. 2002. Reptilien der Provinz Florida. Tesis de maestría, no publicado. Rheinische Friedrich Wilhelms Universität Bonn, Alemania.
- Embert, D., M. Di Bernardo & S. Reichle. Una nueva especie del género *Echinanthera* de Bolivia.
- Embert, D., S. Reichle & L. Gonzales. (en revision). Una nueva especie del género *Oxyrhopus* de Bolivia.
- Emmons, L.H. & F. Feer. 1999. Mamíferos de los bosques húmedos de América Tropical. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- England, M.C. 2000. A review of bird responses to El Niño-Southern Oscillation conditions in the Neotropics. *Cotinga* 13: 83-88.
- Ergueta, P. & M.B. Harvey. 1996. Anfíbios: En P. Ergueta & C. Morales (eds.) *Libro Rojo de los vertebrados de Bolivia*. Centro de Datos para la Conservación, La Paz: Pp. 67-72.
- Escobari, J. 2003. Problemática Ambiental en Bolivia. UDAPE. La Paz.

- Estes, J.A. & J.F. Palmesano. 1974. Sea otters: their role in structuring nearshore communities. *Science* 185: 1058-1060.
- Estrada, A. & T.H. Fleming (eds.). 1986. Frugivores and seed dispersal. Dr. W. Junk, Dordrecht, Netherlands.
- EUROCONSULT & Consultores Galindo Ltda. 1999a. Zonificación Agroecológica y propuesta técnica del Plan de Uso del Suelo de la Región Amazónica del Departamento de Cochabamba (MDSP).
- EUROCONSULT & Consultores Galindo Ltda. 1999b. Zonificación Agroecológica y propuesta técnica del Plan de Uso del Suelo de la Región Amazónica del Departamento de La Paz (MDSP).
- Everden, J.F. 1961. Edades absolutas de algunas rocas ígneas en Bolivia por el método K/Ar. *Soc. Geol. Bolív.* 2: 220-246.
- Eulert, C. F. 1994. Evaluación del estado actual del Jucumari (*Tremarctos ornatus* Cuvier), en el Parque Nacional Amboró, Santa Cruz - Bolivia. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz. (No publicado)
- FAN & TNC. 1997. Plan de Manejo Parque Nacional y Area Natural de Manejo Integrado Amboró. Fundación Amigos de la Naturaleza y The Nature Conservancy. Dirección Nacional de Conservación de la Biodiversidad (DNCB), CARE-Bolivia. Santa Cruz. (No publicado)
- FAO. (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1995. Digital soil map of the world. VI. IV South America. UNESCO-Paris.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2003. State of the World's Forests 200. FAO, Rome.
- FAUNMAP. 1996. Spatial response of mammals to late quaternary environmental fluctuations. *Science* 272: 1601-1606.
- Fearnside, P.M. 1990. Deforestation in Brazilian Amazon. In: Woodwell, G.M. (eds.): The earth in transition: patterns and processes of biotic impoverishment. Press Syndicate of the University of Cambridge, Cambridge.
- Feinsinger, P. & R.K. Colwell. 1978. Community organization among neotropical nectar-feeding birds. *The American Naturalist* 18: 779-785.
- Fjeldså, J. & S. Mayer. 1996. Recent ornithological surveys in the Valles region, southern -Bolivia - and the possible role of Valles for the evolution of the Andean Avifauna. Diva Technical Report 1. Ronde.
- Fjeldså, J. & M. Kessler. 1996. Conserving the biological diversity of Polylepis woodlands of the highlands of Peru and Bolivia. NORDECO, Copenhagen, Denmark.
- Fjeldså, J. & N. Krabbe. 1990. Birds of the high Andes. Zoological Museum, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark.
- Fjeldså, J. 1991. The activity of birds during snow-storms on high-level woodlands in Peru. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 111: 4-11.
- Fjeldså, J., M. Kessler & G. Swanson (Eds.). (1999). Cocapata and Salla Pata: People and biodiversity in a Bolivian montane valley. DIVA Technical Report 7, Rønde, Denmark.
- Fjeldså, J. & N. Krabbe. 1989. An unpublished major collection of birds from the Bolivian Andes. *Zool. Scripta*, 18: 321 - 329
- Fleming, T.H. 1979. Do tropical frugivores compete for food? *American Zoologist* 19: 1157-1172.
- Fleming, T.H. 1988. The Short-tailed Fruit Bat - a study in plant-animal interactions. University of Chicago Press, Chicago, Illinois & London, U.K.
- Fleming, T.H. & A. Estrada (ed.). 1993. Frugivory and seed dispersal: evolutionary and ecological aspects. Kluwer Academic Press, Great Britain.
- Fleming, T.H. & P. Eby (in press). Ecology of bat migration. En: T.H. Kunz & M.B. Fenton (ed.): Bat ecology. Plenum Press, New York City, New York.
- Fooden, J. 1986. Taxonomy and evolution of the sinica group of macaques: 5. Overview of natural history [abstract]. *Fieldiana Zoology* 29, i-iii: 1-22.
- Fossa, L. 1999. Los agentes de la representación del mundo andino en el S XVI [1]: autores, intérpretes e informantes. Coloquio Internacional sobre el discurso colonial "La construcción de una diferencia americana". Universidad de Montreal (<http://www.coh.arizona.edu/spanish/FossaLydia/PonMont.html>).
- Foster, M.S. 1990. Factors influencing bird foraging preferences among conspecific fruit trees. *The Condor* 92: 844-854.
- Foster, R.B., J. Arce & T.S. Wachter. 1986. Dispersal and the sequential plant communities in Amazonian Peru. In: A. Estrada & T.H. Fleming (eds.): Frugivores and seed dispersal. Dr. W. Junk, Dordrecht, Netherlands. Pp. 357-370.
- Fowler, C.W. & J.A. Macmahon. 1982. Selective extinction and speciation: their influence on the structure and functioning of communities and ecosystems. *American Naturalist* 119: 480-498.
- Frankham, R., Jonathan D. Ballou, David A. Briscoe. 2004. An introduction to conservation genetics. Cambridge University Press, Cambridge.
- Frodin, D.G. 1995. Neotropical montane Araliaceae: an overview. In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. The New York Botanical Garden. Pp. 421-431.
- Galindo-González, J., S. Guevara & V.J. Sosa 2000. Bat- and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology* 14: 1693-1703.
- Garrott, R.A., P.J. White & C.A.V. White. 1993. Overabundance: an issue for conservation biologists? *Conservation Biology* 7: 946-949.

- Gentry, A.H. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, pleistocene climatic fluctuations, or accident of the Andean orogeny. *Annals of Missouri Botanical Garden* 69: 557-593.
- Gentry, A.H. 1986. Endemism in tropical versus temperate plant communities. In: M. Soulé (ed.): *Conservation biology: The science of scarcity and diversity*. Sin. Ass. Inc. Sunderland, Massachusetts. Pp. 153-181.
- Gentry, A.H. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forests. In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests*. The New York Botanical Garden. Pp. 103-126.
- Gentry, A.H. & C.H. Dodson. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 205-233.
- Gilbert, L.E. 1980. Food web organization and conservation of neotropical diversity. In: M.E. Soulé & B.A. Wilcox (eds.): *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. Pp. 11-34.
- Giller, P., H. Hillebrand, U. Berninger, M. Gessner, P. Inchausti, et al. 2004. Biodiversity effects on ecosystem function: emerging issues and their experimental test in aquatic communities. *Oikos* 104: 423-436.
- Gisbert, T. 2000. Historia de Bolivia. En: Ministerio de Hacienda & INE. 2001. Anuario Estadístico 2000. http://www.ine.gov.bo/PDF/Anuario_2000/103.pdf. Pp 39-66.
- GLCF. 2003: Hansen, M.; DeFries, R.; Townshend, J.R.; Carroll, M.; Dimiceli, C.; Sohlberg, R. 2003. 500m MODIS Vegetation Continuous Fields. College Park, Maryland: The Global Land Cover Facility.
- Gómez de Silva, H. 1996. The conservation importance of semiendemic species. *Conservation Biology* 10: 674-675.
- González Holguín, D. (1608): *Vocabulario de la lengua Qquichua o del Ynga*, 1ª Ed. 1608, Francisco del Canto, Lima, 2ª Ed fac 1952, Ed. UNMSM, Lima, 3ª Ed. Fac.1986, UNMSM, Lima.
- González, R. 1997. Estudio de Ecoetología de la londra (*Pteronura brasiliensis*) en la Reserva Forestal de Producción Bajo Paraguá. Santa Cruz, Bolivia.
- Gradstein, S.G. 1995. Diversity of Hepaticae and Anthocerotae in montane forests of the tropical Andes. In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests*. The New York Botanical Garden. Pp. 321-334.
- Gradstein, S.G. & J.P. Frahm. 1987. Die floristische Höhengliederung der Moose entlang des BRYOTROP-Transektes in NO-Peru. *Beih. z. Nova Hedwigia* 88: 105-113.
- Gradstein, S., S. Churchill & N. Salazar Allen. 2001. A Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Mem. The New York Botanical Garden*.
- Graf, K. 1981. Palynological investigations of two post-glacial peat bogs near the boundary of Bolivia and Peru. *Journal of Biogeography* 8: 353-368.
- Graf, K. 1987. Aspectos biogeográficos, geomorfológicos y paleoclimáticos de los valles de Pelechuco y Amarete (Dpto. La Paz, Bolivia). En: IV. Congreso Latinoamericano de Paleontología, Bolivia, I: 548-564.
- Graf, K. 1992. Pollendiagramme aus den Anden. Eine Synthese zur Klimageschichte und Vegetationsentwicklung seit der letzten Eiszeit. *Physische Geographie* 34: 1-138.
- Graf, K. 1994. Vegetación y clima de los Andes bolivianos durante la última época glacial. *Ecología en Bolivia* 23: 1-20
- Graves, G. R. 1985. Elevational correlates of speciation and intraspecific geographic variation in plumage of Andean forest birds. *Auk* 102: 556-579.
- Graves, G.R. 1988. Linearity of geographic range and its possible effect on the population structure of Andean birds. *The Auk* 105: 47-52.
- Greenberg, R. 1981. Frugivory in some migrant tropical forest wood warblers. *Biotropica* 13: 215-223.
- Greenberg, R. 1983. The role of neophobia in determining the degree of foraging specialization in some migrant warblers. *The American Naturalist* 122: 444-53.
- Greenberg, R. 1986. Competition in migrant birds in the nonbreeding season. *Current Ornithology* 3: 281-307.
- Groves, C., L. Valutis, D. Vosick, B. Neely, K. Wheaton, J. Touval & B. Runnels. 2000. *Diseño de una geografía de la esperanza: Manual para la planificación de la conservación ecorregional*. The Nature Conservancy. 2º Ed.
- Groves, C.R. 2003. *Drafting a conservation blueprint. A practitioner's guide to planning for biodiversity*. The Nature Conservancy.
- Gruell, G. 1958. Results from four years of trapping and tagging deer in northeastern Nevada [abstract]. *Proc. 38th Ann. Conf. W. Assn. State Game & Fish Comms*. Pp. 179-183.
- Guo, Z., X. Xiao, Y. Gran & Y. Zheng. 2001. Ecosystem functions, services and their values - a case study in Xingshan County of China. *Ecological Economics* 38: 141-154.
- Gutiérrez, T., J. Ledezma & F. Guerra. 2003. Invertebrados. En: P. L. Ibisch & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación*. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra-Bolivia. Pp. 112-126.

- Haber, W.A. & R.D. Stevenson (in press). Diversity, migration, and conservation of butterflies in northern Costa Rica. In: G. Frankie, A. Mata & S.B. Vinson (eds.): Biodiversity conservation in Costa Rica, learning the lesson in the seasonal dry forest. University of California Press.
- Haber, W.A. 1993. Seasonal migration of monarchs and other butterflies in Costa Rica: Biology and conservation of the monarch butterfly. Los Angeles County Museum of Natural History, Los Angeles, California. Pp. 201-217.
- Haffer, J. 1990. Avian species richness in tropical South America. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 25: 157-183.
- Hagan, J.M. & D.W. Johnston (eds.). 1992. Ecology and conservation of neotropical migrant landbirds. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Hammond, D.S. & V.K. Brown. 1996. Disturbance, phenology and life-history characteristics: factors influencing distance/density-dependent attack on tropical seeds and seedlings. En: D.M. Newberry, H.H. Prins & N.D. Brown (eds.): Dynamics of tropical communities. Blackwell Science, Oxford, U.K. Pp. 51-78.
- Hanagarth, W. 1993. Acerca de la geocología de las sabanas del Beni en el noreste de Bolivia. Instituto de Ecología, La Paz.
- Hannah, L., G.F. Midgley, T. Lovejoy, W.J. Bond, M. Bush, J.C. Lovett, D. Scott & F.I. Woodward. 2002. Conservation of biodiversity in a changing climate. *Conservation Biology* 16: 264-268.
- Hansen, A.J, R.P. Neilson, V.H. Dale, C.H. Flather, L.R. Iverson et al. 2001. Global Change in Forests: Responses of Species, Communities, and Biomes. *BioScience* 51: 765-779.
- Hansen, L.J. & J. Biringer. 2003. Building resistance and resilience to climate change. In: Hansen, L.J., J.L. Biringer and J.R. Hoffman (eds.): Buying time: A user's manual for building resistance and resilience to climate change on protected areas. WWF, Gland. Pp. 9-14.
- Hansen, L.J., J.L. Biringer and J.R. Hoffman (eds.). Buying time: A user's manual for building resistance and resilience to climate change on protected areas. WWF, Gland.
- Harms, K.E., S.J. Wright, O. Calderón, A. Hernández & E.A. Herrera. 2000. Pervasive density-dependent recruitment enhances seedling diversity in a tropical forest. *Nature* 404: 493-495.
- Harvey, M. B. 1994. A new species of montane pit viper (Serpentes: Viperidae: *Bothrops*) from Cochabamba, Bolivia. *Proc. Biol. Soc. Washington*, 107(1): 60-66.
- Harvey, M. B. 1999. Revision of Bolivian *Apostolepis* (Squamata: Colubridae). *Copeia* (2): 388-409.
- Hauman, L. (1931): Esquisse phytogéographique de l'Argentine subtropical et de ses relations avec la géobotanique sudaméricaine. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique* 64: 20-80.
- Hauthal, R. 1911. Reisen in Perú und Bolivien; ausgeführt 1908. *Wissenschaftliche Veröffentlichungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Leipzig* 7: 247.
- Hayes, F.E., P.A. Scharf & R.S. Ridgely. 1994. Austral bird migrants in Paraguay. *The Condor* 96: 83-97.
- Hebert, D.M. 1973. Altitudinal migration as a factor in the nutrition of bighorn sheep [abstract]. University of British Columbia, Vancouver, Canada. Ph.D. Diss.
- Hengeveld, R. 1994. Biodiversity: the diversification of life in a non-equilibrium world. *Biodiversity Letters* 2: 1-10.
- Hennessey, A.B. 2002. First Bolivian observation of swallow-tailed cotinga *Phibalura flavirostris boliviana* in 98 years. *Cotinga* 17: 54-55.
- Hennessey, A.B., S.K. Herzog & F. Sagot (eds.). 2003. Lista anotada de las aves de Bolivia. Quinta edición. Asociación Armonía/BirdLife International, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Herencia 2003. Biodiversidad de la Reserva Nacional de Vida Silvestre Amazónica Manuripi. Cobija, Bolivia. LIDEMA/KAS/WWF
- Herrero, J., I. Garin, A. García-Serrano & R. García-González. 1996. Habitat use in a *Rupicapra pyrenaica pyrenaica* forest population. *Forest Ecology and Management* 88: 25-29.
- Herzog, T. 1916. Die Bryophyten meiner zweiten Reise durch Bolivia. *Bibliotheca Botanica* 87: 1-347.
- Herzog, T. 1923. Die Pflanzenwelt der bolivischen Anden und ihres östlichen Vorlandes. Verlag von Wilhelm Engelmann. Leipzig.
- Herzog, S.K., J. Fjeldså, M. Kessler & J.A. Balderrama. 1999. Ornithological surveys in the Cordillera Cocapata, Dpto. Cochabamba, Bolivia, a transition zone between humid and dry intermontane Andean habitats. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 119: 162-177.
- Herzog, S.K. & M. Kessler. 2002. Biogeography and composition of dry forest bird communities in Bolivia. *Journal für Ornithologie* 143: 171-204.
- Herzog, S.K. 2003. Aves. En: P.L. Ibisch & G. Mérida (eds.): Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible/Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra-Bolivia. Pp. 141-145.
- Hess, G.R. 1994. Conservation corridors and contagious disease: a cautionary note. *Conservation Biology* 8: 256-62.
- Hess, G. R. & R. A. Fischer. 2001. Communicating clearly about conservation corridors. *Landscape and Urban Planning* 55: 195-208.
- Hettterscheid, W.L.A., P.L. Ibisch, E.G. Goncalves. 2003. Two new species of Araceae tribe Spathicarpeae from Bolivia. *Brittonia* 55(1): 37-41 (2003)

- Heyer, W.R., A.S. Rand, C.A.G. da Cruz & O.L. Peixoto. 1988: Decimations, extinctions, and colonizations of frog populations in southeast Brazil and their evolutionary implications. *Biotropica* 20: 230-235
- Hill, C.J. 1995. Linear strips of rain forest vegetation as potential dispersal corridors for rain forest insects. *Conservation Biology* 9: 1559-1566.
- Hilty, S.L. & W.L. Brown. 1986. A guide to the birds of Colombia. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Hinkelmann, C. 1999. *Eutoxeres condamini*. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.): Handbook of the Birds of the World. Vol. 5. Barn-owls to hummingbirds. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
- Hobson, K.A., L.I. Wassenaar, B. Mila, I. Lovette, C. Dingle & T.B. Smith. 2003. Stable isotopes as indicators of altitudinal distributions and movements in an Ecuadorean hummingbird community. *Oecologia* 136: 302-308.
- Holmes, R.T., T.W. Sherry & L. Reitsma. 1989. Population structure, territoriality and overwinter survival of two migrant warbler species in Jamaica. *The Condor* 91: 545- 561.
- Holt, R.D. 2003: On the evolutionary ecology of species ranges. *Evolutionary Ecology Research* 5: 159-178.
- Howe, H.F. 1979. Fear and frugivory. *The American Naturalist* 114: 925-931.
- Howe, H.F. 1993. Specialized and generalized dispersal systems: where does 'the paradigm' stand? In: T. Fleming & A. Estrada (eds.): *Frugivory and Seed Dispersal: Ecological and Evolutionary Aspects*. Kluwer Academic, Dordrecht, The Netherlands. 3-13.
- Del Hoyo, J., Elliot, A. & Sargatal, J. (eds.). 1992-2003. Handbook of the birds of the World. Vol. 1. Lynx Edicions, Barcelona.
- Hueck, K. 1978. Los bosques de Sudamérica. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica. Eschborn, Alemania.
- Hunt, J.H., R.J. Brodie, T.P. Carithers, P.Z. Goldstein & D.H. Janzen. 1999. Dry season migration by Costa Rican lowland paper wasps to high elevation cold dormancy sites. *Biotropica* 31: 192-196.
- Ibisch, P.L. 1996a. Neotropische Epiphytendiversität -das Beispiel Bolivien. Martina-Galunder-Verlag, Wiehl.
- Ibisch, P.L. 1998. Estado de conservación de las especies bolivianas del género *Puya* (Bromeliaceae) aplicando un nuevo método de evaluación (Valor Nacional de Conservación). *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 2(1): 26-30.
- Ibisch, P.L. 2003a. Desplazamiento acelerado o desaparición de hábitats de especies silvestres como consecuencia de cambios climáticos antropogénicos a nivel local, regional y/o global. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación*. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 256-263.
- Ibisch, P.L. 2003b. Diferencias de sensibilidad de los ecosistemas y de las especies en relación a la degradación. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación*. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 292-294.
- Ibisch, P.L. 2003. Actores que tienen impactos sobre la biodiversidad sin aprovecharla. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación*. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación / Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 204- 212.
- Ibisch, P.L. 2004. Orquídeas y la biodiversidad de Bolivia: nuevos datos e ideas acerca de la diversidad sobresaliente/Bolivian orchids and biodiversity: new data and ideas on outstanding diversity. En: Vásquez Ch., R. & P.L. Ibisch (eds.): *Orquídeas de Bolivia/ Orchids of Bolivia. Diversidad y estado de conservación/Diversity and conservation status*. Vol. 2. Laeliinae, Polystachyinae, Sobraliinae con actualización y complementación de/with update and complementation of the Pleurothallidinae. Editorial F.A.N., Santa Cruz de la Sierra. Pp. 14-29
- Ibisch, P.L. & W. Böhme. 1993. Zur Kenntnis der innerandinen Herpetofauna Boliviens (Provincia Arque, Departamento de Cochabamba). *Herpetofauna* 15(84): 15-26.
- Ibisch, P.L., P. Rojas N., N. De la Barra, E. Fernández, M. Mercado, L. Ovando & G. Vargas. 1996. Un "lugar de encuentro": Flora de la zona arqueológica "El Fuerte", Samaipata (Provincia Florida, Departamento Santa Cruz, Bolivia). *Ecología en Bolivia* 28: 1-28. (Ibisch et al. 1996a)
- Ibisch, P.L., A. Boegner, J. Nieder & W. Barthlott. 1996. How diverse are neotropical epiphytes? An analysis based on the "Catalogue of flowering plants and gymnosperms of Peru". *Ecotropica* 2: 13-28. (Ibisch et al. 1996b)
- Ibisch, P.L., R. Gonzáles, T. Oberfrank, C. Nowicki & C. Specht (con contribuciones de S. Lötters, J. Köhler, S. Reichle, S. Davis, J. Ledezma, L. Correa da Silva, K. Minkowski, E. Armijo). 1999. Conservación Basada en Ecorregiones en el "Sudoeste de la Amazonía" (Subdivisión Bolivia). Análisis Biológico-socioeconómico de la Situación de la Biodiversidad, Visión de Biodiversidad y Base para un Plan de Conservación Ecorregional. Primer Borrador para la revisión nacional. Producto de consultoría para WWF-Bolivia no publicado (difundido en CD-ROM).
- Ibisch, P.L., S. Reichle & C. Nowicki. 2000. Conceptos y enfoques fundamentales. En: Araujo, N. & P.L. Ibisch (eds.): *Hacia un Plan de Conservación para el Bio-Corredor Ambaró-Madidi, Bolivia/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia*. (CD-ROM; ISBN 99905-801-7-0).
- Ibisch, P.L., M. Kessler, C. Nowicki & W. Barthlott. 2000. On the ecology, biogeography and diversity of the Bolivian epiphytic cacti. *Bradleya* 18: 2-30.
- Ibisch, P.L. & R. Vásquez. 2000. Illustrated catalogue of the Bromeliaceae of Bolivia. Illustrated biodiversity of Bolivia Vol. 1. Editorial F.A.N. Santa Cruz (CD-ROM, Version 1.0).

- Ibisch, P.L., R. Müller & C. Nowicki. 2001. El bio-corredor Amboró-Madidi -primeros insumos botánicos para un Plan de Conservación. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 3 (1/2): 64-103. (Ibisch et al. 2001a)
- Ibisch, P.L., C. Nowicki, & R. Vásquez. 2001. Towards an understanding of diversity patterns and conservation requirements of the Bolivian Bromeliaceae. *Journal of the Bromeliad Society* 51(3): 99-113. (Ibisch et al. 2001b)
- Ibisch, P.L., R. Darius, I. Vargas & E. Camacho. 2001. El bosque de neblina “Laguna Verde” en las vecindades del Parque Nacional Amboró (Provincia M.M. Caballero, Departamento Santa Cruz, Bolivia): diversidad florística, relaciones biogeográficas y conclusiones preliminares acerca de su conservación. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 3(1): 157-178. (Ibisch et al. 2001c)
- Ibisch, P.L., C. Nowicki, & N. Araujo. 2002. Regional biodiversity conservation in the Bolivian Amazon -Do the current protected areas cover the priority areas? -In: S. Bondrup-Nielsen, N. Munro, G. Nelson, J.H.M. Willison, T.B. Herman & P. Eagles (eds.): *Managing protected areas in a changing world. Proceedings of the Fourth International Conference of Science and the Management of Protected Areas.* SAMPAA, Canada. 553-576. (Ibisch et al. 2002a)
- Ibisch, P.L., R. Vasquez, E. Gross, T. Kromer & M. Rex. 2002. Novelties in Bolivian *Fosterella* (Bromeliaceae). *Selbyana* 23(2): 204-219 (2002)
- Ibisch, P.L., K. Columba & S. Reichle (eds.). 2002. Plan de Conservación y Desarrollo Sostenible para el Bosque Seco Chiquitano, Cerrado y Pantanal Boliviano. Editorial FAN, Santa Cruz. (Ibisch et al. 2002c)
- Ibisch, P.L., R. Vásquez & W. Till. 2003. *Tillandsia dorisdaltoniae* (Bromeliaceae) -a new species from an isolated dry inter-Andean valley in central Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 4(1): 45-49. (Ibisch et al. 2003a)
- Ibisch, P.L., S.G. Beck, B. Gerkmann & A. Carretero. 2003. Ecorregiones y ecosistemas. En Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación.* Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/ Editorial FAN, Santa Cruz. Pp. 47-88. Ibisch, P.L., B. Gerkmann, S. Kreft, S.G. Beck, S.K. Herzog, J. Köhler, R. Müller, S. Reichle & R. Vásquez. 2003. Consideraciones comparativas de patrones intercoregionales de diversidad de especies y endemismo. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación.* Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 148-161. (Ibisch et al. 2003b)
- Ibisch, P.L. & S.G. Beck. 2003. Espermatófitas. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación.* Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación / Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 103-112.
- Ibisch P.L. & N. Araujo. 2003. Conservación regional y corredores biológicos. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación.* Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 417-427.
- Ibisch, P.L., S.G. Beck, B. Gerkmann & A. Carretero. 2003b. Ecorregiones y ecosistemas. En: P. Ibisch & G. Mérida (eds.), *Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación.* Ministerio de Desarrollo Sostenible/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 47-88.
- Ibisch, P.L., A. Carretero & N. Araujo (Eds.). 2003a. Mapa de los Bosques Nativos Andinos. PROBONA. La Paz.
- Ibisch, P.L. & J. Choquehuanca. 2003. Uso de la biodiversidad en el contexto de servicios ambientales. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación.* Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 324-331.
- Ibisch, P.L., & R. Vasquez. 2003. Die Bromelien Boliviens: 2. *Billbergia jandrabanderi* sp. nov. *Bromelie* no.2: 32-35 (2003)
- Ibisch, P.L. & C. Nowicki. 2004. Biodiversity patterns, conservation planning and science-general reflections and examples from the tropical developing country Bolivia In: S.W. Breckle, B. Schweizer & A. Fangmeier (eds.): *Results of worldwide ecological studies.* Verlag Günter Heimbach, Stuttgart. Pp. 181-197.
- Ibisch, P.L., A. Ley, C. Nowicki & R. Vásquez. 2004. Estadística de la diversidad taxonómica/Statistics on taxonomical diversity. En: Vásquez Ch., R. & P.L. Ibisch (eds.) (2004): *Orquídeas de Bolivia/Orchids of Bolivia. Diversidad y estado de conservación/ Diversity and conservation status.* Vol. 2. Laeliinae, Polystachinae, Sobraliinae con actualización y complementación de / with update and complementation of the Pleurothallidinae/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 488-491. (Ibisch et al. 2004a)
- Ibisch, P.L., A. Ley, C. Nowicki & R. Vásquez: Conservación/Conservation. En: Vásquez Ch., R. & P.L. Ibisch (eds.). 2004. *Orquídeas de Bolivia/Orchids of Bolivia. Diversidad y estado de conservación/Diversity and conservation status.* Vol. 2. Laeliinae, Polystachinae, Sobraliinae con actualización y complementación de/with update and complementation of the Pleurothallidinae. Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 572-593. (Ibisch et al. 2004b)
- Instituto Geográfico Militar (IGM). 1993. Mapa Hidrológico de Bolivia. 1:1.000.000. La Paz. Bolivia.
- Instituto Geográfico Militar (IGM). 1998. Mapa Físico de Bolivia. 1:1.000.000. Tercera edición. La Paz. Bolivia.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). 2003. Resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2001. La Paz, Bolivia.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). 2002: Censo nacional de población y vivienda 2001. La Paz. Bolivia
- Instituto Nacional de Estadística (INE), Ministerio de Desarrollo Sostenible (MDS), Agencia para la Cooperación (COSUDE). 1999. *Bolivia un Mundo de Potencialidades. Atlas Estadísticos de Municipios.* La Paz, Bolivia
- IPCC 2001a. Third Assessment Report (of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climatic Change)-Climate change 2001:

-
- the scientific basis (Summary for Policymakers, <http://www.ipcc.ch/pub/spm22-01.pdf>).
- IPCC 2001b. Third Assessment Report (of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climatic Change)-Climate change 2001: impacts, adaptation and vulnerability (Summary for Policymakers, <http://www.ipcc.ch/pub/wg2SPMfinal.pdf>).
- Isler, M.L. & P.R. Isler. 1999. The tanagers: natural history, distribution, and identification. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Ives, A.R. & B.J. Cardinale. 2004. Food-web interactions govern the resistance of communities after non-random extinctions. *Nature* 429: 174-177.
- Jenkins, W.D. 1990. Neotropical Nymphalidae VIII. Revision of *Eunica*. Florida Museum of Natural History 131: 7.
- Jiménez, I. 1996. Limitaciones de la reintroducción y cría en cautiverio como herramientas de conservación. *Vida Silvestre Neotropical* 5: 89-100.
- Johnson, R.A., M.F. Willson, J.N. Thompson & R.I. Bertin 1985. Nutritional values of wild fruits and consumption by migrant frugivorous birds. *Ecology* 66: 819-827.
- Jones. P. 1991. The CIAT Climate Database. Version 3.41. Machine Readable Dataset. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
- Jordan, E. 1991. Die Gletscher der bolivianischen Anden. *Erdwissenschaftliche Forschung*, Bd.23, Franz Steiner Verlag, Stuttgart.
- Joseph, L. 1997. Towards a broader view of Neotropical migrants: consequences of a re-examination of austral migration. *Ornitología Neotropical* 8: 31-36.
- Josse, C., G. Navarro, P. Comer, R. Evans, D. Faber-Lagendoen, M. Fellows, G. Kittel, S. Menard, M. Pyne, M. Reid, K. Schulz, K. Snow, & J. Teague. 2003. Ecological Systems of Latin America and the Caribbean: A Working Classification of Terrestrial Systems. NatureServe, Arlington, VA.
- Josse, C., G. Navarro, F. Encarnación, A. Tovar, P. Comer, W. Ferreira, F. Rodríguez, J. Saito, J. Sanjurjo, J. Dyson, E. Rubin de Celis, R. Zárate, J. Chang, M. Ahuite, C. Vargas, F. Paredes, W. Castro, J. Maco y F. Reátegui. 2007. Sistemas Ecológicos de la Cuenca Amazónica de Perú y Bolivia. Clasificación y mapeo. NatureServe. Arlington, Virginia.
- Judd, W.S., C.S. Campbell, E.A. Kellogg & P.F. Stevens. 1999. Plant systematics. A phylogenetic approach. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Kantak, G. 1981. Temporal feeding patterns of some tropical frugivores. *The Condor* 83: 185-187.
- Kareiva, P. & M. Marvier. 2003. Conserving biodiversity coldspots: recent calls to direct conservation funding to the world's biodiversity hotspots may be bad investment advice. *American Scientist* July-August 2003 v91 i4 p 344(8): 1-6.
- Karr, J.R. 1971. Wintering Kentucky Warblers (*Oporornis formosus*) and a warning to banders. *Bird Banding* 42: 299.
- Karr, J.R. & K.E. Freemark. 1983. Habitat selection and environmental gradients: dynamics in the "stable" tropics. *Ecology* 64: 1481-1494.
- Keast, A. 1980. Synthesis: ecological basis and evolution of the Nearctic-Neotropical bird migration system. In: A. Keast & E.S. Morton (ed.): *Migrant birds in the Neotropics: ecology, behaviour, distribution, and conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pp. 559-576.
- Keast, A. & E.S. Morton (ed.). 1980. *Migrant birds in the Neotropics: ecology, behavior, distribution and conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Kessler, M. 2000. Observations on a human-induced fire event at a humid timberline in the Bolivian Andes. *Ecotropica* 6: 89-93.
- Kessler, M. 2000a. Altitudinal zonation of Andean cryptogam communities. *Journal of Biogeography* 27: 275-282.
- Kessler, M. 2000b. Elevational gradients in species richness and endemism of selected plant groups in the central Bolivian Andes. *Plant Ecology* 149: 181-193.
- Kessler, M. 2001a. Maximum plant community endemism at intermediate intensities of anthropogenic disturbance in Bolivian montane forests. *Conservation Biology* 15: 634-641.
- Kessler, M. 2001b. Pteridophyte species richness in Andean forests in Bolivia. *Biodiversity and Conservation* 10: 1473-1495.
- Kessler, M. 2001c. Patterns of diversity and range size of selected plant groups along an elevational transect in the Bolivian Andes. *Biodiversity and Conservation* 10: 1897-1920.
- Kessler, M. 2001d. Diversidad y endemismo de grupos selectos de plantas en la Serranía de Pílon Lajas, Dpto. Beni, Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 3: 124-145.
- Kessler, M. 2001e. Diversidad y endemismo de grupos selectos de plantas en la Serranía de Pílon Lajas, Dpto. Beni, Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 3(1): 124-145.
- Kessler, M. 2002. Range size and its ecological correlates among the pteridophytes of Carrasco National Park, Bolivia. *Global Ecology and Biodiversity*. Pp. 89-102.
- Kessler, M. 2002a. Species richness and ecophysiological type among Bolivian bromeliad communities. *Biodiversity and Conservation* 11: 987-1010.
- Kessler, M. 2002b. Environmental patterns and ecological correlates of range-size among bromeliad communities of Andean forests in Bolivia. *The Botanical Review* 68: 100-127.

- Kessler, M. 2002c. The elevational gradient of Andean plant endemism: varying influences of taxon-specific traits and topography at different taxonomic levels. *J. Biogeogr.* 29(9): 1159-1165 (2002).
- Kessler, M. 2003. Pteridófitas. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.): Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 100-103.
- Kessler, M. & S.K. Herzog. 1998. Conservation status in Bolivia of timberline habitats, elfin forest and their birds. *Cotinga* 10: 50-54.
- Kessler, M. & T.B. Croat. 1999. State of knowledge of Bolivian Araceae. *Selbyana* 20(2): 224-234.
- Kessler, M., A.R. Smith & J. Gonzales. 1999. Inventario de pteridófitas en una transecta altitudinal del Parque Nacional Carrasco, Dpto. Cochabamba, Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 2: 227-250.
- Kessler, M. & T. Krömer. 2000. Patterns and ecological correlates of pollination modes among bromeliad communities of Andean forests in Bolivia. *Plant Biology* 2: 659-669.
- Kessler, M., B.S. Parris & E. Kessler. 2001. A comparison of the tropical montane pteridophyte communities of Mount Kinabalu, Borneo, and Parque Nacional Carrasco, Bolivia. *Journal of Biogeography* 28: 611-622. (Kessler et al. 2001b)
- Kessler, M., A.R. Smith, A. Acebey & J. Gonzales. 2001. Registros adicionales de pteridófitas del Parque Nacional Carrasco, Dpto. Cochabamba, Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 3: 146-150. (Kessler et al. 2001c)
- Kessler, M., S.K. Herzog, J. Fjeldså & K. Bach. 2001. Species richness and endemism of plant and bird communities along two gradients of elevation, humidity, and human land-use in the Bolivian Andes. *Diversity and Distributions* 7: 61-77.
- Kessler, M. & A. N. Schmidt-Lebuhn. 2005. Taxonomical and distributional notes on *Polylepis* (Rosaceae). *Org. Divers. Evol.* 5, Electr. Suppl. 13: 1-10.
- Kier, G. & Barthlott W. 2001. Measuring and mapping endemism and species richness: a new methodological approach and its application on the flora of Africa. *Biodiversity and Conservation* 10: 1513-1529.
- Killeen, T.J., B.T. Louman & T. Grimwood. 1990. La ecología paisajística de la región de Concepción y Lomerío en la provincia Ñufflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 16: 1-46.
- Killeen, T., E. Garcia & S.G. Beck (eds.). 1993. Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Botanical Garden, La Paz.
- Kitching, I.J., J. Ledezma & J. Baixeras. 2001. Una lista comentada de los Sphingidae de Bolivia (Insecta: Lepidoptera). *Gayana (Concepc.)* Vol.65, No.2. Pp. 79-111.
- Klopfer, P.H. & J.U. Ganzhorn. 1985. Habitat selection: Behavioral aspects. *In* Habitat selection in birds. In: Cody M.L., Academy press, New York, New York, USA. Pp. 435-453.
- Köhler, J. 2000. Amphibian diversity in Bolivia a study with special reference to montane forest regions. Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Bonn.
- Köhler, J., S. Lötters & S. Reichle. 1998. Amphibian species diversity in Bolivia. In: W. Barthlott & M. Winiger (eds.): Biodiversity -A Challenge for development research and policy. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. Pp. 329-335.
- Köhler, J. & S. Lötters 2001. Description of small tree frog, genus *Hyla* (Anura: Hylidae) from humid Andean slopes of Bolivia. *Salamandra* 37 (3): 175-184.
- Konvicka, M., M. Maradova, J. Benes, Z. Fric & P. Kepka. 2003. Uphill shifts in distribution of butterflies in the Czech Republic: effects of changing climate detected on a regional scale. *Global Ecology & Biogeography* 12: 403-410.
- Kreft, S. 1998. Artenvielfalt und Struktur von Vogelmenschen in Primär- und Sekundärhabitaten eines Nebelwaldes in Südwestkolumbien. Universidad de Hamburgo, Hamburgo, Alemania. Tesis de Maestría.
- Kremen, C. & T. Ricketts. 2000. Global perspectives on pollination disruptions. *Conservation Biology* 14: 1226-1228.
- Krijger, C.L., M. Opdam, M. Théry & F. Bongers. 1997. Courtship behavior of manakins and seed bank composition in a French Guianan rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 13: 631-636.
- Krömer, T. 2003. Diversität und Ökologie der vaskulären Epiphyten im primären und sekundären Bergwäldern Boliviens. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Krömer, T., M. Kessler, B.K. Holst, H.E. Luther, E.J. Gouda, P.L. Ibisch, W. Till & R. Vásquez. 1999. Checklist of Bolivian Bromeliaceae with notes on species distribution and levels of endemism. *Selbyana* 20(2): 201-223.
- Krömer, T., & E. Gross. 2001. Neubeschreibung von *Billbergia issingiana*: die zehnte Billbergia- Art aus Bolivien! *Bromelie* no.1: 4-7 (2001)
- Kubitzki, K. & A. Ziburski. 1994. Seed dispersal in flood plain forests of Amazonia. *Biotropica* 26: 30-43.
- Kullander, S. 1986. Cichlid fishes of the Amazon river drainage of Peru. Swedish Museum of Natural History, Estocolmo.
- La Marca, E. & H. P. Reinthaler (1991): Population changes in *Atelopus* species in the Cordillera de Mérida, Venezuela. *Herpetological Review* 22: 125-128.
- Lauer, W. 1975. Vom Wesen der Tropen-Klimatologische Studien zum Inhalt und zur Abgrenzung eines irdischen Landschaftsgürtels. *Abhandlungen der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse, Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz, Jg. 1975, Nr. 3.*

-
- Lauer, W. & Rafiqpoor, M.D. 1986. Die jungpleistozäne Vergletscherung im Vorland der Apolobamba-Kordillere (Bolivien). *Erdkunde* 40: 125-145.
- Lauer, W. & W. Erlenbach. 1987. Die tropischen Anden. *Geoökologische Raumgliederung und ihre Bedeutung für den Menschen. Geographische Rundschau* 39: 86-95.
- Lauer, W. & Rafiqpoor, M.D. 1989. Zum Stand der Pleistozänforschung in der nordöstlichen Kordillere von Bolivien. Anmerkung zu einer Kartenskizze. *Erdkunde* 43, H. 3: 228-231.
- Lauer, W. & Rafiqpoor, M.D. 1990. Topographische Karte des Berglandes von Charazani (Bolivien) 1:50.000. *Erdkunde* 44, H. 1: 37-46.
- Laurance, W.F., A.A. Oliveira, S.G. Laurance, R. Condit, H.E.M. Nascimento, A.C. Sanchez-Thorin, T.E. Lovejoy, A. Andrade, S. D'Angelo, J.E. Ribeiro & C.W. Dick. 2004. Pervasive alteration of tree communities in undisturbed Amazonian forests. *Nature* 428: 171-175.
- Lauzanne, L., G. Loubens & B. Le Guennec. 1991. Lista de los peces de la cuenca amazónica boliviana. ORSTOM-CORDEBENI-UTB.
- Lavorel, S. 1999. Guest Editorial: Global change effects on landscape and regional patterns of plant diversity. *Diversity & Distributions* 5: 239-240.
- Lawton, J.H. 1996. Population abundances, geographic ranges and conservation: 1994 Witherby lecture. *Bird Study* 43: 3-19.
- Lawton, R.O. 2000. Baird's tapir. In: N.M. Nadkarni & N.T. Wheelwright (eds.): *Monteverde: Ecology and conservation of a tropical cloud forest*. Oxford University Press, Oxford, U.K., and New York City, New York. Pp. 242-243.
- Lawton, R.O., U.S. Nair, R.A. Pielke Sr., R.M. Welch. 2001. Climatic Impact of Tropical Lowland Deforestation on Nearby Montane Cloud Forests. *Science* 294: 584-587.
- Leck, C.F. 1969. Observations of birds exploiting a Central American fruit tree. *The Wilson Bulletin* 81: 264-269.
- Leck, C.F. 1972. The impact of some North American migrants at fruiting trees in Panama. *The Auk* 89: 842-850.
- Leck, C.F. 1980. Establishment of new population centers with changes in migration patterns. *Journal of Field Ornithology* 51: 168-173.
- Ledezma, J. 1998. Guía de campo de mariposas (Insecta-Lepidoptera) del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Departamento de Entomología. Santa Cruz-Bolivia.
- León, M.E. 2004. Balance del Sector Turismo. Nueva Economía, La Paz.
- Levey, D.J. & F.G. Stiles. 1992. Evolutionary precursors of long-distance migration: resource availability and movement patterns in neotropical landbirds. *The American Naturalist* 140: 447-476.
- Levey, D.J. & C. Martínez, del Rio 2001. It takes guts (and more) to eat fruit: lessons from avian nutritional ecology. *The Auk* 118: 819-831.
- Levey, D.J., W. Silva & M. Galetti (ed.). 2001. Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation. CABI.
- Levin, D.A. 2000. The origin, expansion and demise of plant species. *Oxford Series in Ecology and Evolution*. Oxford University Press, Oxford.
- Ley, A., C. Nowicki, W. Barthlott & P.L. Ibsch. 2004. Biogeografía y diversidad espacial/Biogeography and spatial diversity. En: Vásquez Ch., R. & P.L. Ibsch (eds.) (2004): *Orquídeas de Bolivia/Orchids of Bolivia. Diversidad y estado de conservación/Diversity and conservation status*. Vol. 2. Laeliinae, Polystachinae, Sobraliinae con actualización y complementación de/with update and complementation of the Pleurothallidinae/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 492-571.
- Ling, S., N. Kämpel & L. Albrechtsen. 2002. No new recipes for bushmeat. *Oryx* 36: 330.
- Lips, K.R. 1998. Decline of a tropical montane amphibian fauna. *Conserv. Biol.* 12:106-117.
- Lockwood, J.L., T.M. Brooks & M.L. McKinnney. 2000. Taxonomic homogenization of the global avifauna. *Animal Conservation* 3: 27-35.
- Logan, K.A. & L.L. Irwin. 1984. Mountain lion population and habitat characteristics in the Bighorn Mountains, Wyoming [abstract]. En: J. Roberson & F. Lindzey (eds.): *Proc. of the Second Mountain Lion Workshop*. Utah Div. Wildl. Res. and Utah Coop. Wildl. Res. Unit. Zion National Park, Utah. Pp. 189-190.
- Loiselle, B.A. & J.G. Blake. 1990. Diets of understory fruit-eating birds in Costa Rica: seasonality and resource abundance. *Studies in Avian Biology* 13: 91-103.
- Loiselle, B.A. & J.G. Blake. 1992. Population variation in a tropical bird community: implications for conservation. *BioScience* 42: 838-845.
- Loiselle, B.A. & J.G. Blake. 1994. Annual variation in birds and plants of a tropical second-growth woodland. *The Condor* 96: 368-380.
- Loreau M., A. Downing, J. Hughes, P. Inchausti, et al. 2002. A new look at the relationship between stability and diversity. In: M. Loreau, S. Naem & P. Inchausti (eds.): *Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives*. Oxford University Press. Pp. 79-91.

- Loreau M., S. Naeem & P. Inchausti (eds.). 2002. Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives. Oxford University Press.
- Loreau M., S. Naeem, P. Inchausti, J. Bengtsson, J. Grime, D. Hooper, M. Huston, D. Raffaelli, B. Schmid, D. Tilman, D. Wardle. 2001. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science* 284: 510-514.
- Loreau, M. 2000 Biodiversity and ecosystem functioning: recent theoretical advances. *Oikos* 91: 3-17.
- Loreau, M., N. Mouquet & R.D. Holt. 2003. Meta-ecosystems: a theoretical framework for a spatial ecosystem ecology. *Ecology Letters* 6: 673-679.
- Loubens, G. & J. Panfili. 1997. Biologie de *Colossoma macropomum* (Teleostei: Serrasalminae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie bolivienne). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 8(1): 1-22.
- Luteyn, J.L. 2002. Key to the species of Ericaceae of Bolivia, including two new species. *Sida, Contrib. Bot.* 20(1): 1-20 (2002)
- Lynch, J., E.S. Morton & M. van der Voort. 1985. Habitat segregation between the sexes of wintering Hooded Warblers. *The Auk* 102: 714-721.
- Maijer, S. & J. Fjeldså. 1997. Description of a new *Cranioleuca spinetail* from Bolivia and a “leapfrog pattern” of geographic variation in the genus. *The Ibis* 139: 606-616.
- Major, J. 1988. Endemism: a botanical perspective. In: A.A. Myers & P.S. Giller (eds.): *Analytical biogeography*. London. Pp. 117-146.
- Maldonado, F., P.V. Damme, J. Rojas, R. Sanabria, C. Creemers y C. Vandecasteele. 2000. El impacto de contaminación por hidrocarburos sobre la calidad de aguas y sobre macroinvertebrados bentónicos del Río Hondo (Carrasco, Cochabamba, Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología* 7: 115-128.
- Marconi, M. & C. Miranda. 2000. Las áreas protegidas del Beni y el desarrollo departamental. La Paz.
- Margules, C.R. & R.L. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253.
- Martin, T.E. & J.R. Karr. 1986. Temporal dynamics of neotropical birds with special reference to frugivores in second-growth woods. *The Wilson Bulletin* 98: 38-60.
- Martin, T.E. 1985. Resource selection by tropical frugivorous birds: integrating multiple interactions. *Oecologia* 66: 563-573.
- Martin, T.E. 1985. Selection of second-growth woodlands by frugivorous migrating birds in Panama: an effect of fruit size and plant density? *Journal of Tropical Ecology* 1: 157-170.
- Martinez, C. 1980. Géologie de Andes Boliviennes. Structure et évolution de la chaîne hercynienne et de la chaîne andine dans le nord de la Cordillère des Andes de Bolivie. *Travaux et Documents de l'ORSTOM*, N 119, Paris.
- Mayer, S. 1995. Notes on the occurrence and natural history of Berlepsch's canastero *Asthenes berlepschi*. *Cotinga* 3: 15-16.
- Mayer, S. 2000. Birds of Bolivia 2.0. Birdsongs International, Westernieland, Netherlands. (CD-ROM.)
- McCarthy, T.J., J.O. Matson, B. Rodriguez H & C.O. Handley (in prep). Distribution, morphometrics, and identification of the Talamancan epaulette bat (*Sturnira mordax*) of Costa Rica and Panama.
- McCarty, J.P. 2001. Ecological consequences of recent climate change. *Conservation Biology* 15: 320-331.
- McClanahan, T.R. & R.W. Wolfe 1993. Accelerating forest succession in a fragmented landscape: the role of birds and perches. *Conservation Biology* 7: 279-288.
- McCracken, G.F., J.P. Hayes, J. Cevallos, S.Z. Guppy & F.C. Romero. 1997. Observations on the distribution, ecology, and behaviour of bats on the Galapagos Islands. *Journal of Zoology (London)* 243: 757-770.
- Mc. Donald, D.W. & D.D.P. Johnson. 2001. Dispersal in theory and practice: consequences for conservation biology. In: J. Clobert, E. Danchin, A.A. Dhondt & J.D. Nichols (eds.) 2001: *Dispersal*. Oxford University Press, Oxford, U.K. Pp. 358-372.
- Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación (MDSMA). 1994. Plan Departamental de Ordenamiento Territorial del Beni. Trinidad-Bolivia, GTZ-PROADE.
- Meffe, G. & C.R. Carroll. 1994. Principles of conservation biology. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts.
- Mercado, M. 1998. Vegetación de la Ceja de Monte yungueña en el Parque Nacional Carrasco (Cochabamba-Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología* 4: 55-75.
- Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación (MDSP). 2002. Análisis de la implementación de las estrategias de desarrollo sostenible en Bolivia. La Paz. Mapa de Inundación de Bolivia. 1:1.000.000. La Paz. Bolivia.
- Miranda, C. 2000. La Reserva de la Biosfera Estación Biológica del Beni, Bolivia. En: Herrera-MacBryde, O., F. Dallmeier, B. MacBryde, J.A. Comiskey & C. Miranda (eds): *Biodiversidad, Conservación y Manejo en la región de la Reserva de la Biosfera Estación Biológica del Beni, Bolivia*. SI/MAB Series, No.4, Smithsonian Institution, Washington, DC. Pp. 21-25.
- Miranda, G. 2000. Adaptaciones biológicas y ecológicas de peces del género *Trichomycterus* al ambiente cavernícola en el Parque Nacional Torotoro. Tesis de Licenciatura, UMSA, La Paz.
- Moermond, T.C. & J.S. Denslow. 1985. Neotropical avian frugivores: patterns of behavior, morphology, and nutrition with consequences for fruit selection. *Ornithological Monographs* 36: 865-897.
- Moisan, G. 1958. The caribou of Gaspé [abstract]. *Trans. NE. Wildl. Conf.* 1: 201-217.

- Montalvo, L.G. 1997. Evidence of altitudinal movements of *Leptonycteris* [Leptonycteris] *curasoeae* (Chiroptera: Phyllostomidae) in central Mexico [abstract]. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2: 116-118.
- Montero, R., I. F. Sáfadez & L. G. Alvarez. 1997. A new species of *Amphisbaena* from Bolivia. *J. Herpetol.* 31(2): 218-220
- Montes de Oca, I. 1989. Geografía y recursos naturales de Bolivia. Editorial Educacional del Ministerio de Educación y Cultura. La Paz, Bolivia.
- Moraes, M. & S.B. Beck 1992. Diversidad florística de Bolivia. En: M. Marconi (ed.): Conservación de la diversidad biológica en Bolivia. Centro de Datos para la Conservación-Bolivia, United States Aid Mission to Bolivia, USAID/Bolivia. La Paz. Pp. 73-112.
- Moraes, M. 1996. Palmeras de Bolivia: distribución y taxonomía. *Ecología en Bolivia* 27: 55-87.
- Moraes, M. 1998. Richness and utilization of palms in Bolivia -some essential criteria for their management. In: W. Barthlott & M. Winiger (eds.): Biodiversity -a challenge for development research and policy. Springer-Verlag. Berlin. Pp. 269-278.
- Moraes, M., G. Galeano, R. Bernal, H. Balslev & A. Henderson. 1995. Tropical andean palms (Arecaceae). In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. The New York Botanical Garden. Pp. 473-487.
- Morgantini, L.E. & R.J. Hudson. 1983. Nutritional significance of altitudinal migrations for wapiti [abstract]. University of Alberta. Agriculture and Forestry Bulletin (special issue), Notes: Prepared for the 62nd Annual Feeders' Day Report, June 17, 1983: 109-112.
- Morton, E.S. 1977. Intratropical migration in the yellow-green vireo and piratic flycatcher. *Auk* 94: 97-106
- Morton, E.S. 1971. Food and migration habits of the Eastern Kingbird in Panama. *The Auk* 88: 925-926.
- Morton, E.S. 1980. Adaptations to seasonal changes by migrant landbirds in the Panama canal zone: present and future. En: A. Keast & E.S. Morton (eds.): Migrant birds in the Neotropics: ecology, behavior, distribution, and conservation. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pp. 437-453.
- Morton, E.S. & R. Greenberg. 1989. The outlook for migratory songbirds: "future shock" for birders. *American Birds* 43: 178-183.
- Müller, P. 1973. The dispersal centres of terrestrial vertebrates in the neotropical realm. *Biogeographica* 2: 1-243.
- Müller, J. & J. Heinrichs. 1999. Two poorly known *Plagiochila* species (Plagiochilaceae, Hepaticae) from Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 2(2): 157-164.
- Müller, R., S. Beck & R. Lara et al. 2002. Vegetación potencial de los bosques de Yungas en Bolivia, basado en datos climáticos. *Ecología en Bolivia* 37(2): 5-14.
- Müller, R., C. Nowicki, W. Barthlott & P.L. Ibsch. 2003. Biodiversity and endemism mapping as a tool for regional conservation planning -case study of the Pleurothallidinae (Orchidaceae) of the Andean rain forests in Bolivia. *Biodiversity and Conservation* 12: 2005-2024.
- Mulligan, M. 2000. Downscaled climate change scenaria for Colombia and their hydrological consequences. *Advances in Environmental Monitoring and Modelling* 1: 3-35.
- Munn, C.A. 1985. Permanent canopy and understory flocks in Amazonia: species composition and population density. *Ornithological Monographs* 36: 683-712.
- Muñoz, A. & M.B. Harvey. (en revisión). Una nueva especie del género *Tomodon*.
- Museo HNNKM. 2000. Análisis de la situación social e institucional y sistema de información geográfico de las áreas protegidas de la Amazonia boliviana. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado/Agroecología Sierra & Selva, Santa Cruz.
- Mysterud, A. 1999. Seasonal migration pattern and home range of roe deer (*Capreolus capreolus*) in an altitudinal gradient in southern Norway. *Journal of Zoology* (London) 247: 479-486.
- Nabhan, G.P. & T.H. Fleming. 1993. The conservation of New World mutualisms. *Conservation Biology* 7: 457-459.
- Naeem S., M. Loreau, P. Inchausti. 2002. Biodiversity and ecosystem functioning: the emergence of a synthetic ecological framework. In: M. Loreau, S. Naeem & P. Inchausti (eds.): Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives. Oxford University Press. Pp. 3-11.
- Naiman, R.J., H. Decamps & M. Pollock. 1993. "The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity", *Ecological Applications* 3 (2): 209-212.
- Nair, U.S., R.O. Lawton, R.M. Welch, R.A. Pielke. 2003. Impact of land use on Costa Rican tropical montane cloud forests: sensitivity of cumulus cloud field characteristics to lowland deforestation. *Journal of Geophysical Research* 108, 10.1029/2001JD001135.
- National Aeronautics and Space Administration (NASA) & National Geospatial -Intelligence Agency (NIMA). 2003. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). USGS EROS Data Center. Resolution: 3 arc second (90m.) <http://srtm.usgs.gov>.
- Natureserve. 2003. International Ecological Classification Standard: Terrestrial Ecological Systems of Latin America and the Caribbean. Natural Heritage Central Databases. NatureServe, Arlington, VA.
- Navarro, G. 1997. Contribución a la clasificación ecológica y florística de los bosques de Bolivia. *Revista Boliv. Ecol.* 2: 3-37.
- Navarro, G. 2002. Vegetación y unidades biogeográficas de Bolivia. En: Navarro, G. & M. Maldonado 2002. Geografía ecológica de Bolivia. Vegetación y ambientes acuáticas. Fundación Simón I. Patiño, Cochabamba. Pp. 1-500.

- Navarro, G., I. Vargas, A. Jardim, M. Toledo & N. De La Barra. 1996. Clasificación y diagnóstico para la conservación de la vegetación del Parque Nacional Amboró (Santa Cruz, Bolivia). Memoria y Mapa de Vegetación. Plan de Manejo del Parque Nacional Amboró. FAN-DNCB-WCS. Santa Cruz de la Sierra.
- Navarro, G. & W. Ferreira. 2000. Caracterización ecológica y biodiversidad de la cuenca oeste del Río Ichilo (Cochabamba, Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología* 7: 3-23.
- Navarro, G. & W. Ferreira. 2002. Mapa de vegetación del corredor Amboró-Madidi. Elaborado por CISTEL, en colaboración por WWF y financiamiento de USAID. Producto acuerdo WWF/CISTEL (QZ74).
- Navarro, G. & M. Maldonado. 2002. Geografía Ecológica de Bolivia. Vegetación y Ambientes Acuáticos. Editorial Centro de Ecología Simón I. Patiño-Departamento de Difusión. Cochabamba.
- Navarro, G., W. Ferreira, C. Antezana, S. Arrazola & R. Vargas. 2004. Bio-Corredor Amboró-Madidi. Zonificación Ecológica. CISTEL-WWF/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia.
- Nee, M. 2004. Flora de la region del Parque Nacional Amboró, Bolivia. <http://www.botanypages.org/Nee/ambo/List.html>
- Newell, N.D. 1949. The Geology of the Titicaca-Region. Geological Society of America, Memoir 36, New York.
- Noss, R.F. 1991. Landscape connectivity: different functions at different scales. In: Hudson, W.E. (ed.): *Landscape linkages and biodiversity*. Island Press, Washington. Pp. 27-39.
- Noss, R. E. 1991. Landscape connectivity: different functions at different scales. In: W. E. Hudson (ed.): *Landscape linkages and biodiversity*. Island Press. Washington, DC. Pp. 27-39.
- Nowicki, C. 2004. Naturschutzgebiete in Raum und Zeit. Biodiversitätsextrapolationen, Klimaszenarien und soziodemographische Analysen als Instrumente der Naturschutzplanung am Beispiel Boliviens. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Eschborn.
- Nowicki, C., A. Ley, R. Caballero, J.H. Sommer, W. Barthlott & P.L. Ibsch. 2004. Extrapolating distribution ranges - BIOM 1.1., a computerized bio-climatic model for the extrapolation of species ranges and diversity patterns. Pp. 39-68. In: R. Vasquez Ch. & P.L. Ibsch (eds.): *Orchids of Bolivia. Diversity and conservation status*. Vol. 2. Laeliinae, Polystachinae, Sobraliinae with update and complementation of the Pleurothallidinae/Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia.
- Oatley, T.B. 1966. Competition and local migration in some African Turdidae. *Ostrich Supplement* 6: 409-418.
- OECD (ed.) (2001): *Valuation of biodiversity benefits. Selected studies*. OECD.
- Oetting, I. 1999. Monitoreo Ambiental -Una Introducción a la temática, preparada para las V jornadas internacionales de capacitación para agentes de protección de la naturaleza, 17-21 Mayo de 1999, Tarija, Bolivia. (No publicado).
- Olivera, M. 1999. Algunos elementos de la ecología de la polinización por picaflores en el valle de La Paz y su posible efecto en los desplazamientos poblacionales de *Sappho sparganura* y *Patagona gigas*. Tesis de grado, Carrera Biología, UMSA, La Paz.
- Olson, D.N. & E. Dinerstein. 1998. The global 200: a representation approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions. *Conservation Biology* 12: 502-515.
- O'Neill, J.P. & T.A. Parker, III. 1978. Responses of birds to a snowstorm in the Andes of southern Peru. *The Wilson Bulletin* 90: 446-9.
- Oosenbrug, S.M. & J.B. Theberge. 1980. Altitudinal movements and summer habitat preferences of woodland caribou in the Kluane Ranges, Yukon Territory [abstract]. *Arctic* 33: 59-72.
- Pacheco, L.F. & J.A. Simonetti. 1998. Consecuencia demográfica para *Inga ingoides* (Mimosoideae) por la pérdida de *Ateles paniscus* (Cebidae), uno de sus dispersores de semillas. *Ecología en Bolivia* 31: 67-90.
- Pacheco, L.F. & J.A. Simonetti 2000. Genetic structure of a mimosoid tree deprived of its seed disperser, the spider monkey. *Conservation Biology* 14: 1766-1775.
- Pagiola, S., J. Bishop & N. Landell-Mills (eds.). 2002. *Selling forest environmental services. Market-based mechanisms for conservation and development*. Earthscan.
- Paine, R.T. 1995. A conversation on refining the concept of keystone species. *Conservation Biology* 9: 962-964.
- Painter, R.L., R.B. Wallace & D. Pickford. 1995. Relative abundances of peccaries in areas of different human pressure within the Beni Biosphere Reserve, Bolivia. *IBEX Journal of Mountain Ecology* 3: 49-52.
- Painter, R.L. & D. Rumiz. 1999. ¿Porque son importantes los herbívoros terrestres para los bosques de producción forestal? *Revista Boliviana de Ecología* 5: 61-74.
- Paisley, 2001. Andean bears and people in Apolobamba, Bolivia: culture, conflict and conservation. Doctoral Thesis, Durrell Institute of Conservation and Ecology, Kent University, Canterbury, Inglaterra.
- Paniagua, L. 1997. Diversidad ictica en los ríos Semayo y Mataracú del Parque Nacional Amboró Santa Cruz-Bolivia. Resúmenes del III Congreso Internacional sobre Manejo de fauna Silvestre de la Amazonía. Santa Cruz. (No publicado).
- Paredes, L.. 1998. Evaluación de especies ornamentales de los ríos Macuñucú y Pitasama del Parque Nacional Amboró. Resúmenes III Congreso Internacional sobre Manejo de fauna Silvestre de la Amazonía. Santa Cruz. (No publicado).
- Parker, T.A., III, D.F. Stotz & J.W. Fitzpatrick. 1996. *Ecological and distributional databases for Neotropical birds*. University of Chicago, Chicago, Illinois. (Disquette.)

- Parmesan, C. & G. Yohe. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421: 37-42.
- Parrini, F., S. Grignolio, S. Luccarini, B. Bassano & M. Apollonio. 2003. Spatial behaviour of adult male *Alpine ibex*, *Capra ibex ibex* in the Gran Paradiso National Park, Italy. *Acta Theriologica* 48: 411-423.
- Paton, D.C. 2000. Disruption of bird-plant pollination systems in southern Australia. *Conservation Biology* 14: 1232-1234.
- Patterson, B.D., D.F. Stotz, S. Solari, J.W. Fitzpatrick & V. Pacheco. 1998. Contrasting patterns of elevational zonation for birds and mammals in the Andes of southeastern Peru. *Journal of Biogeography* 25: 593-607.
- Patton, J. L., P. Myers, M.F. Smith. 1990. Vicariant versus gradient models of diversification: The small mammal fauna of eastern slopes of Peru. En: G. Peters & R. Hutterer (eds.): *Vertebrates in the tropics*. Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Bonn. Pp. 355-371.
- Pearce, D. & D. Moran 1994. *The economic value of biodiversity*. IUCN -Earthscan Publications Ltd., London.
- Pearson D. L., F. Guerra & D. Brzoska. 1999. The tiger beetles of Bolivia: Their identification, distribution and natural history (Coleoptera:Cicindelidae). *Contributions on entomology, International* 3(4).
- Pelatt, M.G. 2002. The role of paleoecology in understanding ecological integrity: an example from highly fragmented landscape in the strait of Georgia lowlands. In: S. Bondrup-Nielsen, N. Munro, G. Nelson, J.H.M. Willison, T.B. Herman & P. Eagles (eds.): *Managing protected areas in a changing world*. Proceedings of the Fourth International Conference of Science and the Management of Protected Areas. SAMPAA, Canada. Pp. 384-397.
- Peñuelas, Josep & M. Boada. 2003. A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain). *Global Change Biology* 9: 131-140.
- Perry, A., M. Kessler & N. Helme. 1997. Birds of the central Río Tuichi valley, with special emphasis on dry forest, Parque Nacional Madidi, Dpto. La Paz, Bolivia. *Ornithological Monographs* 48: 557-576.
- Pestalozzi, H.U. & M.A. Torrez. 1998. Flora ilustrada altoandina. La relación entre hombre, planta y medio ambiente en el Ayllu Majasaya Mujlli (Provincia Tapacari, Dpto. Cochabamba, Bolivia). Herbario Nacional de Bolivia, Universität Bern, Herbario Forestal Nacional "Martín Cárdenas", Cochabamba.
- Peters, R.L. & T.E. Lovejoy. 1992. *Global warming and biological diversity*. New Haven, Connecticut, USA, Yale University Press.
- Phillips, O.L., R. Vasquez M., L. Arroyo, T.R. Baker, Killeen, S.L. Lewis, Y. Malhi, A. Monteagudo Mendoza, D. Neill, P. Nunez Vargas, M. Alexiades, C. Ceron, A. Di Fiore, T. Erwin, A. Jardim, W. Palacios, M. Saldias, B. Vinceti. 2002. Increasing dominance of large lianas in Amazonian forests. *Nature* 418: 770-774.
- Pinto, J. 2006. Evolución del paisaje y estado de conservación de la Reserva Forestal El Choré. *Kempffiana* 2(1):45-56.
- Pitelka, L. and the Plant Migration Workshop. (1997) Plant migration and climatic change. *American Scientist* 85: 464-473.
- Plän, T. 1999. Enfoques económicos para la valoración de la diversidad biológica. Programa de Apoyo Ecológico (Begleitprogramm Tropenökologie-TÖB), GTZ, Eschborn.
- Programa de las Naciones Unidas (PNUD-Bolivia). 2004. Índice de Desarrollo Humano en los Municipios de Bolivia. Una publicación del Informe Nacional de Desarrollo Humano 2004. INE UDAPE-ASDI. La Paz, Bolivia.
- Poiani, K. & B. Richter. 1999. Functional landscapes and the conservation of biodiversity. Working papers in Conservation Science 1, The Nature Conservancy.
- Poulsen, B.O. 1994. Movements of single birds and mixed-species flocks between isolated fragments of cloud forest in Ecuador. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 29: 149-160.
- Pounds, A., M.P.L. Fogden & J.H. Campbell. 1999. Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature* 398: 611-615.
- Powell, G.V.N. & R. Bjork. 1995. Implications of intratropical migration on reserve design: a case study using *Pharomachrus mocinno*. *Conservation Biology* 9: 354-362.
- Powell, G.V.N. 1980. Migrant participation in Neotropical species flocks. In: A. Keast & E.S. Morton (ed.): *Migrant birds in the Neotropics: ecology, behaviour, distribution, and conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pp. 477-483.
- Powell, G.V.N. 1985. Sociobiology and adaptive significance of heterospecific foraging in the Neotropics. *Ornithological Monographs* 36: 713-732.
- Prance, G. T. 1989. American Tropical Forests. In: H. Lieth & M. J. A. Werger (eds.) *Tropical Rainforest Ecosystems*. Biogeographical and ecological studies. *Ecosystems of the World Vol. 14 B*. Elsevier, Amsterdam. Pp. 99-132.
- Pressey R.L., R.M. Cowling & M. Rougetc. 2003. Formulating conservation targets for biodiversity pattern and process in the Cape Floristic Region, South Africa. *Biological conservation* 112: 99-127.
- Price, M.F. & G.R. Neville. 2003. Designing strategies to increase the resilience of alpine/montane systems to climate change. In: Hansen, L.J., J.L. Biringer and J.R. Hoffman (eds.): *Buying time: A user's manual for building resistance and resilience to climate change on protected areas*. WWF, Gland. Pp. 73-94
- PSRS. 2003. Pacific Southwest Research Station 2003. Climate Change. Detecting Climate's Imprint on California Forests. *Science Perspectives*. Spring 2003.
- Rahbek, C. 1997. The relationship among area, elevation, and regional species richness in Neotropical birds. *The American Naturalist* 149: 875-902.

- Ramos, M.A. 1988. Eco-evolutionary aspects of bird movements in the northern Neotropical region. En: H. Ouellet (ed.): Acta XIX Congressus Internationalis Ornithologici. University of Ottawa Press, Ottawa, Canada. Pp. 251-293.
- Rappole, J.H. & D.W. Warner. 1980. Ecological aspects of migrant bird behavior in Veracruz, Mexico. In: A. Keast & E.S. Morton (eds.): Migrant birds in the Neotropics. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pp. 353-393.
- Rappole, J.H., E.S. Morton, T.E. Lovejoy, III & J.L. Ruos. 1983. Nearctic avian migrants in the Neotropics. U.S. Dpto. Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C.
- Rappole, J.H., M.A. Ramos & K. Winker. 1989. Wintering wood thrush movements and mortality in southern Veracruz. *The Auk* 106: 402-410.
- Redford, K.H. & G. de Fonseca. 1986. The role of gallery forests in the zoogeography of the Cerrado's non-volant mammal fauna. *Biotropica* 18: 126-135.
- Redford, K.H. 1992. The empty forest. *BioScience* 42: 412-422.
- Reed, M.J. 1999. The role of behavior in recent avian extinctions and endangerments. *Conservation Biology* 13: 232-241.
- Reichle, S. 2003. Anfíbios. En: P.L. Ibisch & G. Mérida (eds.): Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 33-137.
- Reichle, S., C. Eulert, N. Acheson, D. Rumiz, L. Gozales, V. Fuentes, T. Gutierrez & P.L. Ibisch 2001. Fauna. En: P.L. Ibisch, K. Columba & S. Reichle (eds.): Plan de Conservación y Desarrollo Sostenible para el Bosque Seco Chiquitano, Cerrado y Pantanal Boliviano. Tomo II: Diagnóstico y evaluación integral. Consorcio FAN/APCOB/IE/FUNDECO/IP.
- Remsen, J.V., Jr., M.A. Traylor, Jr. & K.C. Parkes. 1987. Range extensions for some Bolivian birds, 3 (Tyrannidae to Passeridae). *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 107: 6-16.
- Remsen, J.V., Jr. & M.A. Traylor. 1989. An annotated list of the birds of Bolivia. Buteo Books, Vermillion, South Dakota.
- Remsen, J.V., Jr. & T.A. Parker, III. 1990. Seasonal distribution of the Azure Gallinule (*Porphyryla flavirostris*) with comments on vagrancy in rails and gallinules. *The Wilson Bulletin* 102: 380-399.
- Remsen, J.V., Jr., O. Rocha, C.G. Schmitt & D.C. Schmitt. 1991. Zoogeography and geographic variation of *Platyrinchus mystaceus* in Bolivia and Peru, and the circum-Amazonian distribution pattern. *Ornitología Neotropical* 2: 77-83.
- Remsen, J.V., Jr., M.A. Hyde & A. Chapman. 1993. The diets of neotropical trogons, motmots, barbets and toucans. *The Condor* 95: 178-192.
- Remsen, J.V., Jr. & T.A. Parker, III. 1995. Bolivia has the opportunity to create the planet's richest park for terrestrial biota. *Birds Cons. Int.* 5: 181-199.
- Renjifo, L.M. 1999. Composition changes in a Subandean avifauna after long-term forest fragmentation. *Conservation Biology* 13: 1124-1139.
- Renner, S. & S.G. Beck. 2003. A new *Miconia* (Melastomataceae) from Bolivia, with remarks on angular-branched species in the Andes. *Novon* 13(1): 110-112 (2003).
- Renner, S.S. 1995. Bestäubungs- und Reproduktionssysteme tropischer Blütenpflanzen der Alten und Neuen Welt -ein quantitativer Vergleich [abstract]. 8. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Tropenökologie, Hamburg, 02.-05.02.1995: V17.
- Renner, S.S. 1996. Effects of habitat fragmentation on plant pollinator interactions in the tropics. In: D.M. Newberry, H.H. Prins & N.D. Brown (ed.): Dynamics of tropical communities. Blackwell Science, Oxford, U.K. Pp. 339-360.
- Renvoize, S.A. 1998. Gramíneas de Bolivia. The Royal Botanic Gardens. Kew.
- Reynolds, R. P. & M. S. Foster. 1992. Four new species of frogs and one new species of snake from the Chapare region of Bolivia, with notes on other species. *Herpetol. Monogr.* 6: 83-104.
- Ribera Arismendi, M.O. 1992. Regiones ecológicas. Pp. 9-71. En: Marconi (ed.). Conservación de la Diversidad Biológica en Bolivia. Centro de Datos para la Conservación de Bolivia (CDC-Bolivia), La Paz.
- Ribera, M.O. 2003. El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). En: P.L. Ibisch & G. Mérida (eds.): Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo.
- Ribera, M.O. & M. Liberman. 2006. El uso de la tierra y los recursos de la biodiversidad en las áreas protegidas de Bolivia. Un análisis crítico con propuestas para su conservación y manejo sostenible. SERNAP-GEF II. La Paz-Bolivia.
- Richardson, A.D., E.G. Denny, T.G. Siccamo & D.X. Lee. 2003. Evidence for a rising cloud ceiling in eastern North America. *Journal of Climate* 16: 2093-2098.
- Ridgely, R.S. & G. Tudor. 1989. The Birds of South America: the Oscine Passerines. University of Texas Press, Austin, Texas.
- Ridgely, R.S. & G. Tudor. 1994. The Birds of South America: the Suboscine Passerines. University of Texas Press, Austin, Texas.
- Riede, K. 2004. Global register of migratory species. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. CD-ROM.
- Rivas, S. 1968. Geología de la región Norte del Lago Titicaca. Servicio Geológico de Bolivia, 2, La Paz.
- Rivas-Martinez, S. & G. Navarro. 1994. Ensayo bioclimático y biogeográfico de América del Sur. Comunicación al VI Congreso Latinoamericano de Botánica. Mar del Plata, Argentina.
- Rivas-Martinez, S., D. Sanchez-Mata, & M. Costa. 1999. North American Boreal and Western Temperate Forest Vegetation. *Itinera Geobot.* 12: 5-316.

- Robel, R.J. 1960. Detection of elk migration through hunter interviews. *Journal of Wildlife Management* 24: 337-338.
- Robinson, J.G. & E.L. Bennett. 2002. Will alleviating poverty solve the bushmeat crisis? *Oryx* 36: 332.
- Rocabado, G. & J. G. Wasson. 1999. Regionalización de la fauna bentónica en la cuenca andina del río Beni (Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental-Memorias del Congreso Boliviano de Limnología y Recursos Acuáticos* 6: 121-132.
- Rocha & Rocha 1989.
- Rochat, N. 1996. Bouquetin des Alpes: niche spatio-temporelle. *Alpine ibex: spatio-temporal distribution within the Swiss National Park* [abstract]. *Cratschla* 4: 56-59.
- Roldán, A.I. & J.A. Simonetti. 2001. Plant-mammal interactions in tropical Bolivian forests with different hunting pressures. *Conservation Biology* 15: 617-623.
- Root, T.L., J.T. Price, K.R. Hall, S.H. Schneider, C. Rosenzweig & J.A. Pounds. 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421: 57-60.
- Roubik, D.W. 1995. Pollination of cultivated plants in the tropics. *Agricultural Services Bulletin* 118. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Roubik, D.W. 2000. Pollination system stability in tropical America. *Conservation Biology* 14: 1235-1236.
- Rouget, M., D.M. Richardson & R.M. Cowling. 2003. The current configuration of protected areas in the Cape Floristic Region, South Africa -reservation bias and representation of biodiversity patterns and processes. *Biological Conservation* 112: 129-145.
- Rouget, M., R.M. Cowling, R.L. Pressey & D. M. Richardson. 2003. Identifying spatial components of ecological and evolutionary processes for regional conservation planning in the Cape Floristic Region, South Africa. *Diversity and Distributions* 9: 191-210.
- Ruiz de Centurión, T. 1993. Caesalpinoideae. En: T. Killeen, E. Garcia & S.G. Beck (eds.): *Guía de árboles de Bolivia*. Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Botanical Garden, La Paz. Pp. 395-419.
- Sagot, F. 1998. Aves endémicas, amenazadas y mal protegidas. En: *Aves y conservación en Bolivia 1*. Armonía, Santa Cruz, Bolivia. 65-67.
- Salazar-Bravo, J. & L. Emmons. 2003. Mamíferos. En: P.L. Ibisch & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia*. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN. Santa Cruz, Bolivia. Pp. 146-148.
- Salazar-Bravo, J., E. Yensen, T. Tarifa & T.L. Yates. 2002. Distributional records of bolivian mammals. *J. Neotrop. Mammal.*; 9(1):70-78
- Salazar-Bravo, J., T. Tarifa, L.F. Aguirre, E. Yensen & T.L. Yates. 2003. Revised checklist of Bolivian mammals. *Occasional Papers Museum Texas Tech University*. No. 220
- Saldias, M. 1993. Mimosioideae. En: T. Killeen, E. Garcia & S.G. Beck (eds.): *Guía de árboles de Bolivia-Herbario Nacional de Bolivia*, *Miss. Bot. Gard.*, La Paz. Pp. 420-456.
- Salinas, G., R. Marin, C. Hery, O. Fossati y J.G. Wasson. 1999. Efecto de la material en suspensión sobre los invertebrados bénticos de los ríos de aguas claras en los yungas de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología*. 6: 183-189.
- Sanborn, C.C. & J.A. Crespo. 1957. El murciélago blanquizco (*Lasiurus cinereus*) y sus subespecies [abstract]. *Bol. Mus. Argentino Ciencias Naturales 'Bernardino Rivadavia'* 4: 1-13.
- Sarkar, M., B.C. Das, D.N. Das, D.B. Mondal, A. Chatterjee & B.P.S. Yadav. 1999. Studies on thermoadaptability of yaks. *Indian Journal of Animal Sciences* 69: 963-964.
- Sarmiento, J & S. Barrera. 2003. Peces. En: P.L. Ibisch & G. Mérida (eds.): *Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia*. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 126-132.
- Sarmiento, J & S. Barrera. 1997. Observaciones preliminares sobre la ictiofauna de la vertiente oriental Andina de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 2: 77-99.
- Sarmiento, J. 2000. Observaciones preliminares sobre la composición y distribución de la ictiofauna de la Estación Biológica del Beni, Bolivia. En: O. Herrera-Macbride, F. Dallmeier, B. Macbride, J. A. Comiskey & C. Miranda (eds.): *Biodiversidad, conservación y manejo en la región de la Reserva de la Biosfera Estación Biológica del Beni, Bolivia/Biodiversity, conservation, and management in the region of the Beni Biological Station Biosphere Reserve, Bolivia*. SI/MAB Serier N° 4, Washington, D.C. Pp. 129-150.
- Sarmiento, J. 1996. Bases para la elaboración del plan de manejo del Parque Nacional Amboró: Ictiofauna. La Paz. (No publicado).
- Sarmiento, J. 1996a. Evaluación faunística del Valle de Zongo, Provincia Murillo, Dpto. La Paz; como base para el estudio de Impacto Ambiental de la ampliación de la planta generadora de energía eléctrica. Centro de Datos para la Conservación. La Paz-Bolivia. (No publicado).
- Saxon, E. 2003. Adapting ecoregional plans to anticipate the impact of climate change. In: Groves, C.R. 2003. *Drafting a conservation blueprint. A practitioner's guide to planning for biodiversity*. The Nature Conservancy. Pp. 345-365.
- Schär, C., P.L. Vidale, D. Lüth, C. Frei, C. Häberli, M.A. Liniger & C. Appenzeller. 2004. The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves *Nature* 427: 332-336.
- Scherzinger, W. 1996. *Naturschutz im Wald. Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung*. Ulmer, Stuttgart, Germany.
- Schneider, S.H. & T.L. Root (eds.). 2002. *Wildlife responses to climate change*. Washington, DC, Island Press.

- Schuchmann, K.-L. 1999. Family Trochilidae (Hummingbirds). In: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.): Handbook of the Birds of the World. Vol. 5. Barn-owls to hummingbirds. Lynx Edicions, Barcelona, Spain. Pp. 468-535.
- Schulte, A. & G. Mérida. 1991. Posibilidades y necesidades del desarrollo forestal en los Andes-Especies nativas versus especies exóticas. Revista de Agricultura. Cochabamba-Bolivia. Pp. 8-26.
- Scott, G.A.J. 1978. Grassland development in the Grand Pajonal of Eastern Peru: a study of soil-vegetation nutrient systems. Hawaii Monographs in Geography, No. 1.
- Seidel, R. 1995. Inventario de los árboles en tres parcelas de bosque primario en la Serranía de Marimonos, Alto Beni. Ecología en Bolivia 25: 1-36.
- Servant, M. 1977. El cuadro estratigráfico del plio-cuaternario del Altiplano de los Andes tropicales de Bolivia. In: Revista de Facultad de Ciencias Puras y Naturales, UMSA, La Paz, 1: 23-29.
- Servant, M. & Fontes, J. C. 1978. Les lacs quaternaires des hauts plateaux des Andes Boliviennes premières interprétations paléoclimatiques. In: ORSTOM, Sér. Géol. 10: 9-23.
- Servicio Nacional de Areas protegidas (SERNAP). 2001. Información Técnica del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia. 2da. Edición. La Paz-Bolivia. GTZ/MAPZA
- Servicio Nacional de Areas protegidas SERNAP/MAPZA 2001: Guía para la elaboración de Planes de manejo en Áreas Protegidas de Bolivia. Servicio Nacional de Áreas Protegidas/PROYECTO DE Manejo de Areas Protegidas y Zonas de Amortiguamiento.
- Servicio Nacional de Areas protegidas (SERNAP). 2002. Areas Protegidas de Bolivia. Conservando la biodiversidad. Memoria 1998 -2002. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. GTZ. Banco Mundial. La Paz. Bolivia.
- Servicio Nacional de Areas protegidas (SERNAP). 2004. Sistematización y Aplicación de la Metodología de Medición de la Efectividad de Manejo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas MEMS-2003. La Paz (No publicado)
- Shapiro, A.M. 1986. Seasonal phenology and possible migration of the mourning cloak butterfly *Nymphalis antiopa* (Lepidoptera: Nymphalidae) in California [abstract]. Great Basin Naturalist 46: 112-116.
- Shaw, W. 1958. Status and hunting of mountain goats in Idaho. Idaho Wildlife Review 11: 10-12.
- Sick, H. 1985. Observations on the Andean-Patagonian component of southeastern Brazil's avifauna. Ornithological Monographs 36: 233-237.
- SIE. 2003. Dossier de Indicadores Educativos. Ministerio de Educación. La Paz, Bolivia.
- Sieving, K.E., M.F. Willson & T.L. De Santo. 1996. Habitat barriers to movement of understory birds in fragmented south-temperate rainforest. The Auk 113: 944-949.
- Sieving, K.E., M.F. Willson & T.L. De Santo. 2000. Defining corridor functions for endemic birds in fragmented south-temperate rainforest. Conservation Biology 14: 1120-1132.
- Sigle, M. 1988. Observación de malezas en sistemas tradicionales de producción agrícola, en las regiones de Aiquile y Rakaypampa, Dpto. de Cochabamba. Ecología en Bolivia 11: 1-24.
- Silva, J.M.C. & M. Tabarelli. 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. Nature 404: 72-74.
- Silva, J.M.C. & M. Tabarelli. 2001. The future of the Atlantic forest in northeast Brazil. Conservation Biology 15: 819-820.
- Silva, J.M.C., C. Uhl & G. Murray. 1996. Plant succession, landscape management, and the ecology of frugivorous birds in abandoned pastures. Conservation Biology 10: 491-503.
- Smith, A.R., M. Kessler & J. Gonzales. 1999. New records of pteridophytes from Bolivia. American Fern Journal 89: 244-266.
- Snow, D.W. & B.K. Snow. 1980. Relationships between hummingbirds and flowers in the Andes of Colombia. Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.), Zool. 103: 38.
- Snow, D.W. 1962a. A field study of the black and white manakin, *Manacus manacus*, in Trinidad. Zoologica 47: 65-104.
- Snow, D.W. 1962b. A field study of the golden-headed manakin, *Pipra erythrocephala*, in Trinidad. Zoologica 47: 183-198.
- Snow, D.W. 1971. Evolutionary aspects of fruit-eating by birds. The Ibis 113: 194-202.
- Snow, D.W. 1981. Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. Biotropica 13: 1-14.
- Soliz, L. & S. Aguilar (compiladores). 2005. Producción y economía campesino-indígena: experiencias en seis ecorregiones de Bolivia 2001-2003. CIPCA. La Paz.
- Solomon, J.C. 1983. Investigación de la flora en los Yungas. Academia Nacional de Ciencias de Bolivia, Museo Nacional de Historia Natural. La Paz, Comunicación 2:13.
- Solomon, J.C. 1989. Bolivia. In: D.G. Campbell & H.D. Hammond (eds.): Floristic inventory of tropical countries. The New York Botanical Garden, New York. Pp. 455-463.
- Sommer, J.H., C. Nowicki, L. Rios, W. Barthlott & P.L. Ibsch. 2003. Extrapolating species ranges and biodiversity in data-poor countries: The computerized model BIOM. Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica 4(1): 171-190.
- Soria, R. & B. Hennessey. 2005. Áreas importantes para la conservación de aves en Bolivia. In: Birdlife International & Conservación International. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: sitios prioritarios para la conservación

- de la biodiversidad. Quito, Ecuador: BirdLife Internacional (Serie de Conservación de BirdLife No. 14). Pp. 57-116.
- Sperling F. 2000. Tropical montane cloud forests-Ecosystems under the threat of climate change. Unpublished report prepared for the World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, U.K.
- Spruce, R. 1890. Hepaticae bolivianae. *Memoirs of Torrey Botanical Club* 1: 113-140.
- Ståhl, B. 1995. Diversity and distribution of andean Symplocaceae. In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests*. The New York Botanical Garden. Pp. 397-405.
- Stattersfield, A.J., M.J. Crosby, A.J. Long & D.C. Wege. 1998. *Endemic bird areas of the world: priorities for biodiversity conservation*. The Burlington Press, Cambridge, U.K.
- Steinmann, G. 1929. *Geologie von Perú*. Heidelberg.
- Stenseth, N.C., A. Mysterud, G. Ottersen, J.W. Hurrell, K.S. Chan & M. Lima. 2002. Ecological effects of climate fluctuations. *Science* 297: 1292.
- Stevenson, R.D. & W.A. Haber. 2000. Altitudinal migrations of butterflies and other insects in northwestern Costa Rica: ecology and conservation [abstract]. XXI International Congress of Entomology, Iguacu Falls, Brazil.
- Stiles, F.G. & D.A. Clark. 1989. Conservation of tropical rain forest birds: a case study from Costa Rica. *American Birds* 43: 420-428.
- Stiles, F.G. 1981. Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 68: 323-351.
- Stiles, F.G. 1983. Birds. In: D.H. Janzen (ed.): *Costa Rican natural history*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. Pp. 502-618.
- Stiles, F.G. 1985a. Conservation of forest birds in Costa Rica: problems and perspectives. In: A.W. Diamond & T.E. Lovejoy (ed.): *Conservation of tropical forest birds*. International Council Bird Preservation, Cambridge, U.K. Pp. 141-168.
- Stiles, F.G. 1985b. On the role of birds in the dynamics of neotropical forests. In: A.W. Diamond & T.E. Lovejoy (eds.): *Conservation of tropical forest birds*. International Council Bird Preservation, Cambridge, U.K. Pp.49-59.
- Stiles, F.G. 1988. Altitudinal movements of birds on the Caribbean slope of Costa Rica: implications for conservation. *Mem. Calif. Acad. Sci.* 12: 243-258.
- Stiles, F.G. 1999. *Chrysuronia oenone*. En: J. del Hoyo, A. Elliott & J. Sargatal (eds.): *Handbook of the Birds of the World*. Vol. 5. Barn-owls to hummingbirds. Lynx Edicions, Barcelona, Spain. Pp. 590-591.
- Still, C.J., P.N. Foster & S.H. Schneider. 1999. Simulating the effects of climate change on tropical montane cloud forests. *Nature* 398: 608-610.
- Stotz, D.F. 1998. Endemism and species-turnover with elevation in montane avifaunas in the Neotropics: implications for conservation. In: G.M. Mace, A. Balmford & J.R. Ginsberg (eds.): *Conservation in a changing world*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. Pp. 161-180.
- Stotz, D.F., J.W. Fitzpatrick, T.A. Parker, III & D.K. Moskovits. 1996. *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Stouffer, P.C. & R.O. Bierregaard, Jr. 1995. Use of Amazonian forest fragments by understory insectivorous birds: effects of fragment size, surrounding secondary vegetation, and time since isolation. *Ecology* 76: 2429-2445.
- Strewe, R. 1999. *Arealstrukturen und -dynamiken von Tangaren (Thraupinae) im südwestlichen Kolumbien*. Universität des Saarlandes, Saarbrücken. Dissertation phil.
- Strewe, R. 2003. New distributional records and conservation importance of the San Salvador Valley, Sierra Nevada de Santa Marta, northern Colombia. *Ornitología Colombiana* 1: 29-41.
- Suárez, R. 2000. Compendio de la geología de Bolivia. En: R. Suárez (ed.): *Compendio de la geología de Bolivia*. Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos 18: 1-144.
- Superintendencia Agraria (SIA). 2001. *Mapa de Cobertura y Uso Actual de la Tierra*. Mapa y Memoria. La Paz, Bolivia.
- Takatsuki, S., K. Suzuki & H. Higashi. 2000. Seasonal elevational movements of sika deer on Mt. Goyo, northern Japan [abstract]. *Mammal Study* 25: 107-114.
- Taylor, H., K. Brown & K. Wilson. 1994. *Swallowtail Butterflies of the Americas. A study in Biological Dynamics, Ecological, Diversity, Biosystematics, and Conservation*. Scientific Publishers, Inc. E.E: U.U.
- Terborgh, J. & C.P. van Schaik. 1997. Minimizing species losses: the imperative of protection. In: Kramer, R., C.P. van Schaik & J. Johnson (eds.): *Last stand. Protected areas and the defense of tropical biodiversity*. Oxford University Press, New York. Pp. 15-35.
- Terborgh, J. 1968. Bird species diversity on an elevational gradient in a Neotropical forest. *American Philosophical Society Yearbook* 1967. Pp. 298-302.
- Terborgh, J. 1980. The conservation status of Neotropical migrants: present and future. In: A. Keast & E.S. Morton (eds.): *Migrant birds in the Neotropics: ecology, behaviour, distribution, and conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pp. 21-30.
- Terborgh, J. 1983. *Five New World primates: a study in comparative ecology*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Terborgh, J. 1986. Keystone plant resources in the tropical forest. In: M.E. Soulé (ed.): *Conservation biology: The science of scarcity*

- and diversity. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. Pp. 330-344.
- Terborgh, J. 1988. The big things that run the world -a sequel to E.O. Wilson. *Conservation Biology* 2: 402-403.
- Terborgh, J. 1999. *Requiem for nature*. Island Press/Shearwater Books, Washington.
- Terborgh, J., L. Lopez, P. Nuñez V, M. Rao, G. Shahabuddin, G. Orihuela, M. Riveros, R. Ascanio, G.H. Adler, T.D. Lambert & L. Balbas. 2001. Ecological meltdown in predator-free forest fragments. *Science* 294: 1923-1926.
- Terborgh, T. 1985. Habitat selection in Amazonian birds. In: M. Cody (ed.): *Habitat selection in Birds*. Academic Press, Orlando, Florida. Pp. 311-338.
- Terceros, Elva. 2004. De la utopía indígena al desencanto. Reconocimiento estatal de los derechos territoriales indígenas. CEJIS-PIEB-IWGIA. Santa Cruz de la Sierra.
- The Nature Conservancy (TNC). 2000. *Diseño de una geografía de la esperanza: manual para la planificación de la conservación eco-regional*. TNC. Vol I y II. 2º Edición.
- Thomas, C.D., A. Cameron, R.E. Green, M. Bakkenes, L.J. Beaumont, Y.C. Collingham, B.F.N. Erasmus, M. Ferreira de Siquera, A. Grainger, L. Hannah, L. Hughes, B. Huntley, A.S. Van Jaarsveld, G.F. Midgley, L. Miles, M. Ortega-Huerta, A. Townsend Peterson, O.L. Phillips & S.E. Williams. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427: 145-148
- Thomas, C.D. & J.J. Lennon. 1999. Birds extend their ranges northwards. *Nature* 399: 213.
- Tilman, D., K. Cassman, P.A. Matsons, R. Naylor & S. Polasky. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418: 671-677.
- Timm, R.M. & R.K. LaVal. 2000. Mammals. In: N.M. Nadkarni & N.T. Wheelwright (eds.): *Monteverde: Ecology and conservation of a tropical cloud forest*. Oxford University Press, Oxford, U.K., and New York City, New York. Pp. 223-234.
- TNC & USAID. 1999. *Parques en Peligro. Medición de Logros. El Scorecard de Consolidación (Tabla de Puntuación) de Parques en Peligro*, Washington, EEUU.
- TNC 1998: *Ecological Processes at the Ecoregional Scale: Considerations for Portfolio Design. Guidelines for Ecoregional Team Leaders from the Stewardship Expert Team. Draft. (Conserveonline 5/21/04, <http://www.conserveonline.org/2000/12/b/Updat e5b;internal&action=buildframes.action>).*
- Tomono, T. & T. Sota. 1997. The life history and pollination ecology of bumblebees in the alpine zone of central Japan [abstract]. *Japanese Journal of Entomology* 65: 237-255. (En japonés.)
- Trajano, E. 1996. Movements of cave bats in southeastern Brazil, with emphasis on the population ecology of the common vampire bat, *Desmodus rotundus* (Chiroptera). *Biotropica* 28: 121-129.
- Troll, C. 1929. Die Cordillera Real. Vorläufiger Bericht über die wissenschaftlichen Arbeiten der Anden-Expedition des Deutsch-Österreichischen Alpenvereins 1928. *Zeit. der Ges. f. Erdkunde zu Berlin*: 279-312.
- Troll, C. 1943. Thermische Klimatypen der Erde. *Petermanns Geographische Mitteilungen*. Pp. 81-89.
- Troll, C. & Finsterwalder, R. 1935. Die Karten der Cordillera Real und des Talkessels von La Paz. *Petermanns Mitteilungen* 81: 393-399 y 454-455.
- Troll, W. 1964. Die Infloreszenzen, Typologie und Stellung im Aufbau des Vegetationskörpers I. Gustav Fischer, Jena.
- Tustin, K.G. & J.P. Parkes. 1988. Daily movement and activity of female and juvenile Himalayan thar (*Hemitragus jemlahicus*) in the eastern Southern Alps, New Zealand [abstract]. *New Zealand Journal of Ecology* 11: 51-59.
- Tyler, H., K. S. Brown & K. Wilson. 1994. *Swallowtail Butterflies of the Americas*. Scientific Publishers, Inc., Gainesville, Florida.
- UDAPE. 2003. *Pobreza y desigualdad en municipios de Bolivia. Estimación del gasto de consumo combinando el censo 2001 y las encuestas de hogares*. UDAPE e INE con la asistencia del Banco Mundial. La Paz, Bolivia.
- UDAPE. 2005. *Estructura del sector hidrocarburos*.
- UDAPSO, INE, UPP, UDAPE. 1995. *Mapa de Pobreza. Una guía para la acción social*. 2º Edición. Ministerio de Desarrollo Humano. La Paz, Bolivia.
- UICN. 2004. *Red List of Threatened Species*. <http://www.redlist.org>
- UN/ISDR (ed.: P.J. Pilon). 2004a. *Guidelines for reducing flood losses*. Inter-Agency Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR). World Meteorological Organization, Geneva.
- UN/ISDR. 2004b. *Living with Risk A global review of disaster reduction initiatives 2004 version* Inter-Agency Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR). World Meteorological Organization, Geneva.
- UN/ISDR. 2004c. *Water and disasters. Be informed and prepared*. Inter-Agency Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR). World Meteorological Organization, Geneva.
- USGS. 2004. USGS. Reprocessing by the GLCF. 2004. (1, 3, 30) Arc Second SRTM Elevation, Reprocessed to GeoTIFF. College Park, Maryland: The Global Land Cover Facility. Version 1.0.
- Valburg, L.K. 1992. Flocking and frugivory: the effect of social groupings on resource use in the Common Bush-Tanager. *The Condor* 94: 358-363.
- Van Damme, P.A., F. Maldonado, R. Sanabria, F. Carvajal, C. Vandecasteele y J. Rojas. 2000. Diversidad acuática en la zona de influencia de un campo de gas y petróleo en la provincial Carrasco (Cochabamba, Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología* 7: 81-92.

- Van Damme, P.A. 2002. Disponibilidad, uso y calidad de los recursos hídricos en Bolivia. CONIAG & CGIAB.
- Van der Hammen, T. 1995. Global change, biodiversity, and conservation of neotropical montane forests. En: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. The New York Botanical Garden. Pp. 603-607.
- Vander Wall, S.B. & W.S. Longland. 2004. Diplochory: are two seed dispersers better than one? *Trends in Ecology and Evolution* 19: 155-161.
- Vargas, I. & P. L. Ibsch (eds.). 1999. Establecimiento de una base para el monitoreo ambiental en el Parque Nacional y ANMIA. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. (No publicado).
- Vargas, E. 1993. Papilionoideae. En: T. Killeen, E. García & S.G. Beck (eds.): Guía de árboles de Bolivia-Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Botanical Garden. La Paz. Pp. 457-485.
- Vargas, I. 1993. Euphorbiaceae. En: T. Killeen, E. García & S.G. Beck (eds.): Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Botanical Garden. La Paz. Pp. 288-315.
- Vargas, I. 1995. Estructura y composición de cuatro sitios boscosos en el Parque Nacional Amboró. Tesis de Grado no publicada. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz de la Sierra.
- Vásquez Ch., R. & P.L. Ibsch (eds.). 2004. Orquídeas de Bolivia/Orchids of Bolivia. Diversidad y estado de conservación/Diversity and conservation status. Vol. 2. Laeliinae, Polystachinae, Sobraliinae con actualización y complementación de/with update and complementation of the Pleurothallidinae. Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia.
- Vasquez, Ch.R. & P.L. Ibsch. 2003a. The genus *Bromelia* (Bromeliaceae) in Bolivia with the description of two new species from the Santa Cruz department. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica*. 4(1): 51-65 (2003)
- Vasquez, Ch.R. & P.L. Ibsch. 2004a. Nuevas especies de orquídeas de Bolivia: 4. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica*. 4(1): 31-39 (2003)
- Vasquez, Ch.R. 2003. *Zygostates riefenstahliae* (Orchidaceae): a new species from an isolated dry inter-Andean valley in Bolivia. *Rev. Soc. Boliviana Bot.* 4(1): 41-44 (2003)
- Vasquez, Ch.R., P.L. Ibsch & S.G. Beck. 2003. A new *Puya* from the upper cloud forest limit in Bolivia. *J. Bromeliad Soc.* 53(3): 122-125 (2003)
- Vásquez, R. & P.L. Ibsch. 2000. Orquídeas de Bolivia/Orchids of Bolivia. Diversidad y estado de conservación/Diversity and conservation status. Vol. 1 Pleurothallidinae. Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia.
- Vásquez, R., A. Ley, C. Nowicki & P.L. Ibsch 2004. Elaboración del listado de especies y el estado actual de conocimiento de las Laeliinae, Polystachyinae, Sobraliinae y Pleurothallidinae en Bolivia/Preparation of the species checklist and the current state of knowledge of the Laeliinae, Polystachyinae, Sobraliinae and Pleurothallidinae in Bolivia. En: Vásquez Ch., R. & P.L. Ibsch (eds.) (2004, en prensa): Orquídeas de Bolivia/Orchids of Bolivia. Diversidad y estado de conservación/Diversity and conservation status. Vol. 2. Laeliinae, Polystachyinae, Sobraliinae con actualización y complementación de/with update and complementation of the Pleurothallidinae. Editorial FAN, Santa Cruz-Bolivia. Pp. 69-74.
- VSF (Veterinarios sin Fronteras). 1995. Diagnóstico para la implementación de la Reserva de Biósfera-Territorio Indígena Pílon Lajas. La Paz.
- Wallace, R., Gomez H., Felton A. & A. Felton. 2006. On a New Species of Titi Monkey, Genus *Callicebus* Thomas (Primates, Pitheciidae), from Western Bolivia with Preliminary Notes on Distribution and Abundance
- Walter, K. S. & H. J. Gillett (eds.). 1998. 1997 IUCN Red List of threatened plants. IUCN. Gland, Switzerland & Cambridge, UK.
- Walter, H.S. 2004. The mismeasure of islands: implications for biogeographical theory and the conservation of nature. *Journal of Biogeography* 31: 177-197.
- Walters, J.R. 2000. Dispersal behavior: an ornithological frontier. *The Condor* 102: 479-81.
- Wang, B.C. & T.B. Smith. 2002. Closing the seed dispersal loop. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 379-386.
- Wasson, J.G. & B. Barrere. 1999. Regionalización de la cuenca amazónica boliviana: Las hidro-ecoregiones de la zona Andina. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 6: 111-120.
- Watson, R.T., M.C. Zinyowera, R.H. Moss & D.J. Dokken (eds.). 1997. The regional impacts of climate change: an assessment of vulnerability. A special report of IPCC Working Group II. Intergovernmental Panel on Climate Change. UNEP/WMO.
- Webster, G.L. 1995. The panorama of neotropical cloud forests. In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. The New York Botanical Garden. Pp. 53-77.
- Weitzman, A.L. 1995. Diversity of Theaceae and Bonelliaceae in the montane Neotropics. In: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.): Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. The New York Botanical Garden. Pp. 365-375.
- Werner, F. 1909. Über neue oder seltene Reptilien des Naturhistorischen Museums in Hamburg. *Jahrb. Hamb. wiss. Anst. suppl.* 2 (Mitt. Naturhist. Mus. Hamb. 1908) 26: 205-247
- Wheelwright, N.T., W.A. Haber, K.G. Murray & C. Guindon. 1984. Tropical fruit-eating birds and their food plants: a survey of a Costa Rican lower montane forest. *Biotropica* 16: 173-192.
- WCS. 2006. Experiencias en la crianza de abejas nativas en dos comunidades Tacanas Tierra comunitaria de origen Tacana: Comunidades de San Pedro y Santa Fe Ixiamas 2006. Ed. Greco. La Paz, Bolivia.

- Wiedenfeld, D.A. 1991. Tropical bird species numbers in second-growth vs. primary forest habitats at large scales. *Ornitología Neotropical* 2: 40-43.
- Wiens, J.A. 1989. *The ecology of bird communities. Foundations and patterns.* Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Willis, E.O. & Y. Oniki. 1978. Birds and army ants. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 9: 243-263.
- Willis, E.O. 1966. Competitive exclusion and birds at fruiting trees in western Colombia. *The Auk* 83: 479-480.
- Willis, E.O. 1976. Effects of a cold wave on an Amazonian avifauna, and suggestions on oscine-suboscine relationships. *Acta Amazonica* 6: 379-94.
- Willis, E.O. 1979. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. *Papéis Avulsos* 33: 1-25.
- Winker, K. 1998. The concept of floater. *Ornitología Neotropical* 8: 111-119.
- Winker, K., J.H. Rappole & M.A. Ramos. 1990. Population dynamics of the wood thrush in southern Veracruz, Mexico. *The Condor* 92: 444-460.
- Winker, K., P. Escalante, J.H. Rappole, M.A. Ramos, R.J. Oehlenschläger & D.W. Warner. 1997. Periodic migration and lowland forest refugia in a 'sedentary' neotropical bird, Wetmore's bush-tanager. *Conservation Biology* 11: 692-697.
- Winker, K., S. Arriaga Weiss, J. Lourdes Trejo P & P. Escalante P. 1999. Notes on the avifauna of Tabasco. *The Wilson Bulletin* 111: 229-235.
- Withgott, J. 1999. Pollination migrates to top of conservation agenda: a collaborative effort on migratory pollinators aims to increase research, education, and conservation efforts. *BioScience* 49: 857-862.
- Wolf, L.L. 1970. The impact of seasonal flowering on the biology of some tropical hummingbirds. *The Condor* 72: 1-14.
- Wunderle, J.M., Jr., D.J. Lodge & R.B. Waide. 1992. Short-term effects of Hurricane Gilbert on terrestrial bird populations on Jamaica. *The Auk* 109: 148-166.
- Xu, R. & H. Liu. 1998. Studies on vertical migration of rice leaf roller in the mountain area [abstract]. *Fujian Nongye Xuebao* 13: 41-44. (En chino.)
- Zeil, W. 1986. *Südamerika. Geologie der Erde, Bd. 1.* Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Zolezzi, G. S. Martínez, D. Quiroga, S. Acebey, S. Espinoza, A. Miranda, N. Araujo & C. Oliver. 2006. Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera y Estación Biológica del Beni. Gestión 2006. FAN/FAUNAGUA/RB-EBB/SERNAP/GEFII. Santa Cruz-Bolivia.