

Avances en el conocimiento
**El impacto del cambio climático en la biodiversidad
(Bolivia)**

Avances en el conocimiento

El impacto del cambio climático en la biodiversidad

(Bolivia)



Depósito legal:
ISBN:

Edición y diagramación: Wilfredo Apaza Torres
Diseño de tapa: Alejandro Salazar R.
Impresión: ABBASE Ltda.
Impreso en Bolivia

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD
Calle 14 esq. Sánchez Bustamante, Calacoto
Edif. Metrobol, piso 5 - Telf. 2-795544
Fax 2-2795820
Sitio web: <http://www.pnud.bo/>

Proyecto Fortalecimiento de las Capacidades Nacionales de Sistematización del Conocimiento,
Información y Difusión sobre el Cambio Climático en Bolivia
Calle 19, Achumani. La Paz, Bolivia
Nº 130 - Telf. 2-971293. Fax 2-111631
Correo electrónico: pnudcambioclimatico@60130.pnud.bo
<http://www.cambioclimatico-pnud.org.bo>
La Paz, febrero de 2013

La responsabilidad del presente documento es de quienes participaron en su elaboración y no compromete necesariamente la línea de pensamiento del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), ni de las entidades que conforman el Comité Institucional.

Serie: Tras las huellas del cambio climático en Bolivia

Avances en el conocimiento
**El impacto del cambio climático en la biodiversidad
(Bolivia)**

Claudio Providas
Representante Residente a.i. del PNUD en Bolivia

Compilación y redacción
Jocelyn Carmen – Thera François
Equipo Proyecto BOL/60130, PNUD-Bolivia

PNUD

Rocío Chaín, Oficial de Programas de la Unidad Política, Económica y Social para Vivir Bien, PNUD
Karen Arleth, Oficial de Programa Junior, PNUD

Equipo Proyecto Fortalecimiento de Capacidades Nacionales de Sistematización de Conocimientos sobre Cambio Climático, Información y Difusión

Mónica Pacheco Sanjinés, Coordinadora del Proyecto y Especialista en Gestión del Conocimiento
Marcelo Carrión Salazar, Especialista en Seguridad Alimentaria y Gestión del Riesgo
Álvaro Moscoso Paravicini, Administrador del Proyecto
Cristian Cadena López, Responsable de Sistemas

Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés
Guillermina Miranda

Investigadores y especialistas que contribuyeron al documento

Nelson Tapia, Zulma Villegas, Erik Arancibia, Alvaro Valverde, Prem Jai Vidaurre, Javier Cahuaya Chura, Guillermina Miranda, Stephan Beck, María René Pinto, Dirk Hoffmann, Teresa Ortúño, Víctor Cortez, Natalia Calderón, Danny Reynoso Sila, José Luis Gutiérrez, Julio A. Rojas, Eduardo Chilón, Carmiña Salinas, Freddy Flores Figueroa, Liset Revollo Cadima, Marcos F. Terán Valenzuela, José Luis Santivañes, Marcelo Garcia, José Luis Lenz, Magali Paz Garcia, David Cruz Choque.

Revisores PNUD-Bolivia

Claudio Providas, Rocío Chaín, Robert Brockmann, Christian Jetté, Karen Arleth y Daniela Sánchez.

Índice de contenido

Abreviaturas, acrónimos y siglas	11
Agradecimientos	15
Presentación	17
Principales conclusiones y recomendaciones	21
Introducción	25
 1. Manifestaciones del impacto del cambio climático	31
1.1. En el mundo	33
1.2. En América Latina	35
1.3. En Bolivia	38
 2. En el contexto climático actual, la biodiversidad es más importante que nunca	47
2.1. Importancia y ubicación	49
2.1.1. El valor de la biodiversidad	50
2.2. Biodiversidad en América Latina	53
2.3. Biodiversidad en Bolivia	55
2.3.1. Los bosques	62
2.3.2. Niveles de deforestación	62
2.3.3. Áreas naturales (protegidas)	65
2.3.4. Áreas modificadas (campos agropecuarios)	68
 3. La amenaza del cambio climático a la biodiversidad	71
3.1. Impactos del cambio climático en la biodiversidad del planeta	73
3.1.1. Áreas modificadas	77
3.2. Impactos del cambio climático en la biodiversidad de América Latina	78
3.3. Impactos del cambio climático en la biodiversidad de Bolivia	80
3.3.1. Áreas naturales	80
3.3.2. Áreas modificadas	83
3.3.3. Vulnerabilidad de los ecosistemas y la biodiversidad de Bolivia frente al cambio climático	85

3.4. Impactos de las actividades humanas sobre la biodiversidad	88
3.4.1. Conservación de la biodiversidad	90
4. Avances en el marco legal e institucional.....	93
4.1. Sobre biodiversidad	95
4.2. Sobre cambio climático.....	100
4.2.1. Las organizaciones e instituciones como actores en biodiversidad y cambio climático	103
5. Intervenciones realizadas en Bolivia para gestionar el riesgo del cambio climático en el ámbito de la biodiversidad.....	105
5.1. Acciones frente al impacto del cambio climático.....	107
5.1.1. Estrategias y políticas	108
5.1.2. Investigaciones	109
5.1.2.1. Sobre la biodiversidad en las áreas modificadas	109
5.1.2.2. Sobre biodiversidad en áreas naturales.....	113
5.1.2.3. Sobre cambio climático y biodiversidad.....	115
5.1.2.4. Sobre los impactos de eventos climáticos extremos en la biodiversidad.....	115
5.1.2.5. Monitoreo de la biodiversidad en el marco del cambio climático	116
5.1.2.6. Redes de investigación e innovación.....	117
5.1.3. Programas y proyectos de conservación de la biodiversidad con relación al cambio climático, gestión del riesgo y de adaptación	117
5.1.3.1. Intervenciones realizadas desde entidades gubernamentales	117
5.1.3.2. Saberes y estrategias campesinas.....	120
5.1.3.3. Estrategias de gestión de riesgo y adaptación.....	120
5.1.3.4. Fortalecimiento de capacidades locales.....	122
5.1.3.5. Programas en áreas protegidas	122
6. Vacíos y limitaciones	125
6.1. En cuanto a investigaciones.....	127
6.2. En cuanto a intervenciones	128
7. Conclusiones y recomendaciones	129
7.1. Conocimientos sobre la biodiversidad en Bolivia en el marco del cambio climático.....	131
7.2. Investigaciones sobre el cambio climático y biodiversidad en el país.....	132
7.3. Intervención de instituciones de asistencia técnica.....	136
7.4. Marco legal e institucional.....	138
Glosario	143
Bibliografía	157
Anexos	167

Índice de figuras

Figura 1:	Tendencia en la temperatura superficial mundial en el siglo XX	28
Figura 2:	Número de familias agropecuarias afectadas por eventos adversos (acumulado 2004-2010).....	39
Figura 3:	Pérdida agropecuaria directa (en millones de dólares por departamento, acumulado 2004-2010)	40
Figura 4:	Bolivia: El Niño/La Niña y episodios neutros (NOAA, 2009).....	42
Figura 5:	Ánálisis histórico del retardo en la precipitación	45
Figura 6:	Deforestación anual en Bolivia	63
Figura 7:	Principales deforestadores en Bolivia (1975-2000)	65
Figura 8:	Organigrama del Ministerio de Medio Ambiente y Agua	96

Índice de tablas

Tabla 1:	Proyecciones de temperatura y precipitaciones en América Latina.....	37
Tabla 2:	Impacto económico y social de episodios El Niño/La Niña en el país.....	38
Tabla 3:	Número de familias agropecuarias afectadas por eventos adversos	39
Tabla 4:	Pérdida agropecuaria directa por fenómenos climáticos (en millones de dólares por departamento)	40
Tabla 5:	Variaciones de temperatura y precipitación para escenarios futuros	43
Tabla 6:	Impactos esperados por regiones debido al cambio climático	43
Tabla 7:	División biogeográfica de América Latina	53
Tabla 8:	Las regiones y provincias biogeográficas de Bolivia	57
Tabla 9:	Deforestación total, en áreas protegidas y en TCO	63
Tabla 10:	Impactos de la deforestación sobre la riqueza de especies (por departamento)	64
Tabla 11:	Magnitud de cambio de los ecosistemas bajo el escenario de cambio climático para el año 2050	87
Tabla 12:	Convenios internacionales firmados y ratificados por Bolivia en el ámbito de biodiversidad	97
Tabla 13:	Marco legal a nivel nacional en el ámbito de biodiversidad	99
Tabla 14:	Convenios internacionales firmados y ratificados por Bolivia en el ámbito de cambio climático.....	102
Tabla 15:	Marco legal a nivel nacional en el ámbito de cambio climático.....	103

Índice de mapas

Mapa 1		
(a, b, c):	Promedio de abundancia de especies	25
Mapa 2:	Riqueza de especies en Bolivia.....	26
Mapa 3:	Conversión del suelo hasta 2026 por expansión errática de la frontera agropecuaria.....	27
Mapa 4:	Cambio de temperatura experimentado a escala mundial y continental	33

Mapa 5:	Potenciales impactos del cambio climático sobre el agua en el mundo (previsiones finales del siglo XXI)	34
Mapa 6:	Focos de impacto del cambio climático en América Latina y el Caribe	35
Mapa 7:	Porcentaje de la variación de precipitación respecto al promedio global pronosticado para los próximos 100 años sobre Sudamérica	37
Mapa 8		
(a, b, c):	Cambios en los regímenes de precipitación y temperatura para fin de siglo XXI, mes de octubre, bajo el escenario A1B de duplicación de concentraciones de CO ₂ atmosféricos.....	43
Mapa 9:	Proceso de desertificación en Bolivia	44
Mapa 10:	Zonas de expansión del cultivo de soya en América Latina al 2020	55
Mapa 11:	Mapa biogeográfico de Bolivia	58
Mapa 12:	Hidroecorregiones de Bolivia	59
Mapa 13:	Endemismo de especies por ecorregión (promedio de los porcentajes ecorregionales de endemismo)	60
Mapa 14:	Riqueza absoluta de especies en Bolivia	61
Mapa 15:	Deforestación	64
Mapa 16:	Áreas protegidas de Bolivia	66
Mapa 17:	Vulnerabilidad de Bolivia	85
Mapa 18:	Zonas afectadas por sequía en Bolivia	86
Mapa 19:	Impacto del cambio climático en el escenario A2 sobre la riqueza absoluta de especies en Bolivia (sin tomar en cuenta la deforestación)	87
Mapa 20:	Concesiones mineras, forestales y petroleras	89
Mapa 21 :	Mapa mineralógico de Bolivia.....	90
Mapa 22:	Actores en conflicto.....	90
Mapa 23:	Áreas prioritarias en el contexto de cambio climático	114

Abreviaturas, acrónimos y siglas

ABECOL	Asociación Boliviana de Ecología
ABT	Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra
AGRECOL Andes	Fundación de promoción de la Agricultura Ecológica
Agrobd	Agrobiodiversidad
AGRUCO	Agroecología Universidad Cochabamba
ALT	Autoridad Binacional del Sistema Hídrico TDPS (lago Titicaca, río Desaguadero, lago Poopó y salar de Coipasa)
ANMI	Área Natural de Manejo Integrado
AP	Área Protegida
Bd	Biodiversidad
BIORENA	Centro de Investigación en Biodiversidad y Recursos Naturales
CAF	Corporación Andina de Fomento
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CAN	Comunidad Andina de Naciones
Cc	Cambio climático
CDB	Convenio sobre Diversidad Biológica
CENDA	Centro de Comunicación y Desarrollo Andino
CEPAC	Centro de Promoción Agropecuaria Campesina
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CER	Certificado de Reducción de Emisiones
CESU	Centro de Estudios Superiores Universitarios
CI	Conservación Internacional
CIAT	Centro de Investigación Agrícola Tropical
CIP	Centro Internacional de la Papa
CIPA	Centro de Investigación y Preservación de la Amazonía
CIPCA	Centro de Investigación y Promoción del Campesinado
CITES	Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CoP	Conferencia de las Partes

COSUDE	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
CPEC	Centro de Postgrado en Ecología y Conservación
CRTM	Consejo Regional T'simane Mosetene
DS	Decreto Supremo
EAE	Evaluación Ambiental Estratégica
ECOSAF	Espacio Compartido en Sistemas Agroforestales
ECV	Estrategia para la Conservación de los Vertebrados
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EMI	Escuela Militar de Ingeniería
EMSB	Estrategia de Manejo Sustentable de la Biodiversidad
ENEA	Estrategia Nacional de Ecosistemas Andinos
ENEAM	Estrategia Nacional de Ecosistemas Amenazadas
ENSO	El Niño Southern Oscillation
ERHA	Estrategia Regional de Humedales Andinos
FAN	Fundación Amigos de la Naturaleza
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial (por sus siglas en inglés)
FOBOMADE	Foro Boliviano de Medio Ambiente y Desarrollo
FONTAGRO	Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
FUNDESNAP	Fundación para el Desarrollo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIZ	Cooperación Alemana (por sus siglas en alemán)
GLORIA Global	Iniciativa para la Investigación y el Seguimiento Global de los Ambientes Alpinos
GTCCJ	Grupo de Trabajo Cambio Climático y Justicia
IAI	Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global
IBM	Instituto Boliviano de la Montaña
ICEA	Instituto para la Conservación de Ecosistemas Acuáticos
IDE	Infraestructura de Datos Espaciales
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INIAF	Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal
INRA	Ley del Servicio Nacional de Reforma Agraria
IPCC	Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
IRD	Instituto de Investigación para el Desarrollo (por sus siglas en francés)
IUCN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (por sus siglas en inglés)
LIDEMA	Liga de Defensa del Medio Ambiente
MDRyT	Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras
MFC	Manejo Forestal Comunitario
MMAYA	Ministerio de Medio Ambiente y Agua
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MDSP	Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación
MNACC	Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático
msnm	Metros sobre el nivel del mar
OCB	Organización Comunitaria de Base
ONG	Organización No Gubernamental
PAN	Programa de Acción Nacional contra la Desertificación

ONU	Organización de las Naciones Unidas
PCI	Project Concern Internacional
PEI	Plan Estratégico Institucional
PGRD	Programa de Gestión de Riesgos y Desastres
PIA	Programa de Investigación Ambiental
PIB	Producto Interno Bruto
PIEB	Programa de Investigación Estratégica en Bolivia
PNBP	Programa Nacional de Bosques de Polylepis
PNCC	Programa Nacional de Cambios Climáticos
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas del Medio Ambiente
PPCR	Programa Piloto de Resiliencia al Cambio Climático
PRECIS	Generando Climas Regionales para Estudios de Impactos (por sus siglas en inglés)
PROBIOMA	Productividad Biosfera y Medio Ambiente
PROINPA	Promoción e Investigación de Productos Andinos
PROSUCO	Promoción de la Sustentabilidad y Conocimientos Compartidos
PSE	Pago por Servicios de los Ecosistemas
RAMSAR	Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional como Hábitat de Aves Acuática
REDD	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degrado de Bosques
REDD+	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degrado de Bosques además de la conservación, el manejo sostenible y el mejoramiento del stock de carbono de los bosques en los países en desarrollo
RIOD	Red Internacional de ONG sobre Desertificación
RRNN	Recursos naturales
SAF	Sistema Agroforestal Multiestrato
SBI	Sistema Boliviano de Innovación
SDM	Modelos de Distribución de Especies (por sus siglas en inglés)
SEB	Sistema Endógeno Biocultural
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SERNAP	Servicio Nacional de Áreas Protegidas
SISRADE	Sistema Nacional para la Reducción de Riesgos y Atención de Desastres y/o Emergencias
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SNIPSC	Sistema Nacional de Información sobre Parientes Silvestres de Cultivos
TCO	Tierra Comunitaria de Origen
TDPS	Cuenca que incluye al lago Titicaca, río Desaguadero, lago Poopó y salar de Coipasa
TNC	The Nature Conservation
UME	Unidad de Monitoreo y Evaluación
UMSA	Universidad Mayor de San Andrés
UMSS	Universidad Mayor de San Simón
UNAPA	Unión de Asociaciones Productivas del Altiplano
UNCBD	Convención de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (por sus siglas en inglés)

UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia, la Educación y la Cultura (por sus siglas en inglés)
UPB	Universidad Privada Boliviana
UTOAF	Unidad Técnica Operativa de Apoyo y Fortalecimiento
VIVE	Vida Verde
VMABCC	Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos
WCS	Wildlife Conservation Society
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza (por sus siglas en inglés)

Agradecimientos

Muchas personas e instituciones han apoyado la construcción del contenido de este documento. Agradecemos a las siguientes instituciones por haber compartido abiertamente con nosotros sus experiencias, información, ideas y comentarios:

Fundación AGRECOL Andes, Centro de Comunicación y Desarrollo Andino (CENDA), Fundación GAIA PACHA, Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable de la Cooperación Técnica Alemana (PRO-AGRO/GIZ), Fundación PROINPA, Instituto Boliviano de la Montaña (IBM), Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA), Asesorías en Desarrollo Rural y Agricultura Ecológica (ECOTOP), Intercooperación, Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD), Liga de Defensa del Medio Ambiente (LIDEMA), Cooperación Alemana (GIZ), Promoción Económica Sostenible con Equidad (PROSUCO), Armonía/Birdlife International, Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN), Fundación Noel Kempff Mercado y Centro de Investigación y Preservación de la Amazonia (CIPA);

Centro universitario Agroecología Universidad Cochabamba (AGRUCO), Centro de Estudios Superiores Universitarios (CESU), Herbario Criptogámico y Departamento de Medio Ambiente de la Universidad Privada de Bolivia (UPB) en Cochabamba, Museo de Historia Alcides d'Orbigny, Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Escuela de Ciencias Forestales (UMSS-ESFOR de Cochabamba); Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Herbario Nacional y la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA);

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC), Viceministerio de Ciencia y Tecnología (Unidad de Biodiversidad), del Ministerio de Educación; Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras; Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP).

Asimismo, expresamos nuestra gratitud a los/as investigadores Alvaro Valverde, Carmiña

Salinas, Danny Reynoso Sila, David Cruz Choque, Dirk Hoffmann, Eduardo Chilón, Erik Arancibia, Freddy Flores Figueroa, Guillermina Miranda, Javier Cahuaya Chura, José Luis Gutiérrez, José Luis Lenz, José Luis Santivañes, Julio A. Rojas, Liset Revollo Cadima, Magali Paz Garcia, Marcelo Garcia, María René Pinto, Marcos F. Terán Valenzuela, Natalia Calderón,

Nelson Tapia, Prem Jai Vidaurre, Stephan Beck, Teresa Ortúño, Víctor Cortez, Zulma Villegas.

Finalmente, al equipo del Proyecto de Fortalecimiento de las Capacidades Nacionales en Sistematización, Información y Difusión sobre Cambio Climático, del PNUD, por el apoyo brindado durante la elaboración del documento.

Presentación

El cambio climático puede constituirse en uno de los riesgos más importantes para el desarrollo de Bolivia en diversas formas, así como las manifestaciones de su impacto. El aumento de las amenazas relacionadas con el incremento de la temperatura, la pérdida de reservorios de agua en los glaciares tropicales de alta montaña y los cambios en las precipitaciones exacerbando situaciones de inundaciones y sequías, así como el incremento en los niveles de vulnerabilidad del país a través de procesos caóticos de ocupación de territorio y procesos acelerados de deforestación y erosión de suelos, entre los más importantes, han evidenciado impactos socioeconómicos considerables para el país.

Se ha registrado la pérdida de vidas y bienes, impactos sobre los recursos hídricos (menos acceso a agua de calidad) y se han identificado daños a casas, campos agropecuarios e infraestructura por eventos extremos. Se han revelado niveles de impacto sobre la seguridad alimentaria por la disminución de la capacidad productiva y una reducción de la población económicamente activa en regiones rurales debido a la carencia de oportunidades y pérdida de la capacidad productiva en sus medios de vida.

A ello se suma un nuevo factor determinante de la calidad de vida y que compromete el futuro de-

sarrollo de nuestra sociedad, se trata del impacto del cambio climático sobre la biodiversidad, que se encuentra seriamente amenazada.

Si se considera que la biodiversidad es uno de los recursos naturales más preciosos del mundo como regulador del clima, de la calidad del suelo y agua, como fuente de una multitud de productos y servicios, se ha pronosticado que los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad a escala mundial son significativos, y sus consecuencias serán irreversibles en los ámbitos económico, social y cultural, lo que afectará seriamente la calidad de vida, sobre todo de la población rural.

Hasta ahora, el avance en el conocimiento sobre la biodiversidad indica que en sí misma ésta se constituye en un potencial válido para procesos de adaptación y para gestionar el riesgo relacionado con el cambio climático, además que puede servir para pronosticar la situación climática a corto, mediano e incluso a largo plazo, facilitando de esta manera la toma de decisiones oportunas con relación al manejo de recursos naturales, sistemas productivos y del entorno donde se vive. Sin embargo, este potencial está sometido a fuertes presiones, como el cambio en el uso del suelo, la deforestación y la contaminación a las cuales se suma últimamente el cambio climático.

Bolivia se encuentra entre los 17 países megadiversos a escala mundial (PNCC, 2010). Su biodiversidad, tanto de especies silvestres como de especies cultivables y domesticables, forma parte de las más grandes riquezas del país y por su gran variedad de productos y servicios, muchas veces no reconocidos, es el sustento de vida para todo el pueblo y también tiene importancia a escala regional e internacional. En Bolivia, los impactos dependen mucho del área, en el altiplano los impactos del cambio climático serán mucho más grandes que en las tierras bajas, donde la deforestación jugará un papel importante en los impactos sobre la biodiversidad; a pesar de ello el avance de la investigación y del conocimiento sobre el potencial de biodiversidad en Bolivia aún es poco estudiado.

La deforestación y la quema de bosques en todo el mundo están en aumento a una velocidad alarmante, y representan una importante amenaza para la estabilidad del clima. Nuestros datos indican que entre 10% y 25% de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero, o su equivalente en 5,5 G-toneladas de CO₂, se producen por la deforestación en países en desarrollo; en segundo lugar, la deforestación destruye los ecosistemas que secuestran dióxido de carbono aportando aún más a la acumulación de éste en la atmósfera; altera las condiciones que moderan los patrones del clima a escala regional y global, sometiendo a su vez a duras pruebas a las personas, organizaciones y gobiernos, lo que reduce los recursos (ya disminuidos) para el desarrollo de los países.

Hay indicios de que a nivel nacional los cambios previstos en la biodiversidad serán causados en su gran mayoría por la deforestación, pero que en la zona andina la influencia del cambio climático sobre la pérdida de la biodiversidad será prácticamente del 100%. Además existen otros impactos negativos de las acciones humanas sobre la biodiversidad como las obras infraestructurales, la

minería, la sobreexplotación de los recursos naturales, la fragmentación de los hábitats y otros. Los que están más directamente relacionados con el manejo y uso de la (agro)biodiversidad, los indígenas y los productores, disponen de conocimientos y experiencias esenciales que se pueden usar como insumo para respuestas adecuadas frente al cambio climático. La academia, las organizaciones de desarrollo, las entidades operativas, los tomadores de decisión han desarrollado y documentado conocimientos, experiencias y acciones (investigaciones, proyectos) dirigidas al fortalecimiento de capacidades para gestionar el riesgo del cambio climático sobre la (agro)biodiversidad, pero estos esfuerzos aún son dispersos, incompletos y poco difundidos.

Existen vacíos en los conocimientos sobre la tendencia climática en el futuro, lo que dificulta hacer pronósticos confiables, a ello se debe sumar una coordinación entre instituciones y otros actores, lo que afecta la calidad de la investigación, experimentación y la ejecución de proyectos de envergadura nacional.

La serie de publicaciones denominada "Tras las huellas del cambio climático en Bolivia", impulsada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), con el principal propósito de aumentar la disponibilidad y acceso a información relevante sobre el cambio climático y sus impactos en los procesos de análisis, evaluación y toma de decisiones en el país, presenta en esta ocasión un nuevo *reporte técnico exploratorio*, que sistematiza el conocimiento que se ha generado sobre el impacto del cambio climático en la biodiversidad, recuperando la información y saberes que las instituciones públicas, privadas, sociales y académicas han producido en los últimos años. Este estudio tiene el objetivo de que una vez obtenido un estado de situación del avance logrado en el conocimiento en cambio climático en Bolivia, se puedan establecer las necesidades y vacíos en áreas identificadas, de manera tal que

sea posible priorizar áreas de intervención como parte de las políticas de adaptación que Bolivia necesita encarar.

Creemos que es momento de visualizar y reflejar el valor de los servicios y productos de la biodiversidad, en el marco de un enfoque de desarrollo económico alternativo que no esté dirigido a una explotación unilateral de la biodiversidad y de los

recursos naturales, sino más bien en el uso sostenible de los mismos, dando un valor agregado a través de la aplicación de criterios ecológicos, de derechos humanos y de integralidad.

Claudio Providas
Representante Residente a.i.
del PNUD en Bolivia

Principales conclusiones y recomendaciones

A la investigación y conocimiento

Los ecosistemas que fueron identificados como más vulnerables son los bosques húmedos templados y subtropicales, los bosques nublados y los sistemas acuáticos, y los que se encuentran en altitudes elevadas. Las especies más vulnerables son las especies endémicas, las especies con un hábitat muy especializado, con baja tolerancia a factores medioambientales o que dependen de recursos medioambientales o interacciones entre especies que son interrumpidos por el cambio climático. Es importante identificar con más precisión las especies, comunidades y ecosistemas vulnerables al cambio climático y sobre esa base definir planes de acción para su conservación priorizada. En este sentido es esencial juntar los conocimientos y esfuerzos de institutos de investigación con los gestores de las áreas protegidas.

Existen conocimientos locales muy válidos sobre la biodiversidad, su manejo y su uso, por ejemplo como indicadores del clima, los cuales se están perdiendo por procesos de migración de jóvenes, cambios de tecnologías, la modernización, el cambio de culto de las personas, división de terrenos y pérdida de pisos ecológicos. Es importante documentar y complementar estos conocimientos y prácticas, y relacionarlos con datos científicos como los informes meteorológicos, modelos de simulación climática, de

las investigaciones para luego fomentar procesos de intercambio e interaprendizaje entre productoras/es e investigadores científicos a través de redes o plataformas de información (incluyendo los datos espaciales y meteorológicos), investigación y capacitación.

La combinación y adecuación de la predicción climática local a corto y mediano plazo a través de bioindicadores con otras a largo plazo, como el análisis de datos climáticos, el modelaje de las tendencias climáticas y tecnologías de información geográfica y espacial para la gestión de riesgos sirve como insumo para la toma de decisiones pertinentes sobre inversiones y políticas estratégicas frente al cambio climático. Además de generar procesos de capacitación en el espacio local, por la misma gente, para que tenga acceso directo a información actualizada y más completa que le ayude a tomar medidas adecuadas frente al nuevo contexto climático.

Aunque los impactos del cambio climático en Bolivia ya son visibles y se profundizarán aún más, los impactos de la deforestación y otras acciones humanas pudieran tener más consecuencias sobre la biodiversidad que el cambio climático, dependiendo del lugar. Hay indicadores de que a escala nacional los cambios previstos en la biodiversidad serán causados en su gran mayoría por la deforestación,

pero que en la zona andina la influencia del cambio climático sobre la pérdida de la biodiversidad será prácticamente del 100%. Además existen otros impactos negativos de las acciones humanas sobre la biodiversidad, como las obras infraestructurales, la minería, la sobreexplotación de los recursos naturales, la fragmentación de los hábitats y otros.

Para medir los impactos del cambio climático es esencial identificar, registrar, monitorear y tomar en cuenta todos los impactos humanos sobre la biodiversidad como la deforestación, la ampliación de la frontera agrícola, la minería, etc., a fin de llegar a una descripción realista de la situación y de esta manera formular estrategias enfocadas más en situaciones reales. Además es importante medir los impactos de la pérdida de la biodiversidad sobre la situación socioeconómica de la población, con el objetivo de visualizar su importancia.

La mayor parte de las investigaciones sobre la biodiversidad de Bolivia se ha realizado en las últimas dos décadas y todavía falta mucha información básica sobre las especies, sus interacciones y comportamientos. Aunque existen avances importantes, sobre todo en cuanto a la identificación de flora en diferentes pisos ecológicos, las investigaciones sobre los impactos del cambio climático en la biodiversidad de Bolivia están todavía en una fase inicial y tienen un sesgo en cuanto a áreas, especies y ecosistemas de estudio.

Especies como los anfibios (particularmente las ranas), los insectos y algas reciben poca atención, como también los sistemas acuáticos como los humedales, que pueden jugar un rol importante en el entendimiento de los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad.

El gradiente altitudinal de Bolivia es un escenario adecuado para el monitoreo e investigación de parcelas permanentes, que puedan aportar datos sobre el cambio climático y su influencia sobre

la biodiversidad. Se aplican varios modelos para medir los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad pero no siempre han sido validados. Se debe realizar un monitoreo de especies y ecosistemas a largo plazo, tomando en cuenta los impactos del cambio del uso de la tierra sobre la biodiversidad, enfocado sobre todo en gradienes altitudinales y a altitudes elevadas donde hay más vulnerabilidad de las especies, y priorizar las que son sensibles al cambio de su hábitat como algas, murciélagos, aves, hormigas y otros.

Es importante desarrollar los procesos de monitoreo con los mismos criterios para poder comparar los resultados en cuanto a la distribución de especies, estatus de la población e integridad de ecosistemas.

A las intervenciones y asistencia técnica

Bolivia es uno de los países megadiversos del mundo. Por su gran variación en topografía, altitud, precipitación y temperatura, cuenta con un sinfín de diferentes tipos de ecosistemas y especies, muchas de ellas endémicas. Esta diversidad genética se constituye en una de las fuentes más importantes de resiliencia y adaptación al cambio climático. Para mantener este potencial es necesario desarrollar acciones destinadas a garantizar la protección de la biodiversidad. Por tanto, es esencial buscar maneras para frenar o por lo menos reducir los procesos de degradación de los recursos naturales y de deforestación, generalmente causados por el aumento de la frontera agrícola, a través de la formulación de un marco legal adecuado, la concienciación y educación de los actores involucrados y el desarrollo de actividades alternativas como el manejo adaptivo de los recursos naturales a nivel comunitario.

En este marco, es relevante mantener las áreas protegidas existentes y crear nuevas sobre la base de criterios de priorización de especies y ecosistemas, como áreas clave para mitigar los riesgos y

promover procesos de adaptación, áreas de transición y monitoreo. Sin embargo, en el proceso de priorización hay que tomar en cuenta también factores como funcionalidad y procesos ecológicos. En este sentido, se recomienda mantener o crear áreas de conservación grandes que abarcan diferentes pisos altitudinales y tipos de vegetación, la conservación o creación de bloques de bosques lo más grandes posibles, priorizando zonas que representan corredores biológicos y así como especies relevantes –como los mamíferos carnívoros grandes y medianos– para mantener la salud de los ecosistemas.

La agrobiodiversidad y su manejo, que forma parte de los sistemas productivos ancestrales y a pequeña escala, se constituye en una de las formas más eficientes para mantener una alta resiliencia y adaptar los sistemas productivos a los impactos del cambio climático. En las áreas modificadas con la agricultura a pequeña escala como base, básicamente en la región andina y la Amazonía, se debe investigar, documentar y utilizar tecnologías apropiadas, tradicionales o contemporáneas para hacer frente al nuevo contexto climático en el desarrollo de capacidades para la adaptación al cambio climático.

Se deben generar procesos de intercambio de conocimientos tradicionales y experiencias de agrobiodiversidad entre productores/as, según el ecosistema en el que se encuentran, para fortalecer las capacidades locales en el manejo del riesgo climático.

Al marco legal e institucional para enfrentar los riesgos del cambio climático sobre la biodiversidad

El marco legal en el ámbito de cambio climático y biodiversidad todavía es incompleto, ineficiente y débil. Falta complementar y actualizar las leyes existentes en el marco de la nueva CPE. Sobre todo, en todos los niveles hay ausencia de una aplicación consecuente y eficiente de las normas y un buen funcionamiento de mecanismos de monitoreo y control, debido a la falta de una voluntad política, escasa coordinación y la priorización de otros sectores.

Se debe actualizar, complementar y fortalecer el marco legal en cuanto a la biodiversidad y el cambio climático, finalizando leyes en proceso de desarrollo (por ejemplo, la Ley de la Madre Tierra), actualizar leyes desactualizadas (por ejemplo, la Ley Forestal), considerando acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, y desarrollando leyes que complementan el marco legal actual (Ley de Biodiversidad, Ley de Áreas Protegidas, Ley específica sobre el cambio climático) sobre la base del nuevo marco legal y datos actuales que han generado las investigaciones. Además, se deben desarrollar procesos y fortalecer las instancias pertinentes, tanto con capacidades como con recursos, para garantizar el monitoreo y control de la aplicación consecuente del marco legal. Asimismo, se debe buscar la inclusión de los aspectos de conservación en los Planes de Ordenamiento Territorial y en el Sistema Nacional de Planificación.

Introducción

Existen estudios que demuestran que el cambio climático ya ha causado –y puede generar aún más– impactos irreversibles sobre la biodiversidad en el planeta. Estas consecuencias varían entre cambios fisiológicos y fenológicos a nivel de especies, a transformaciones de todo

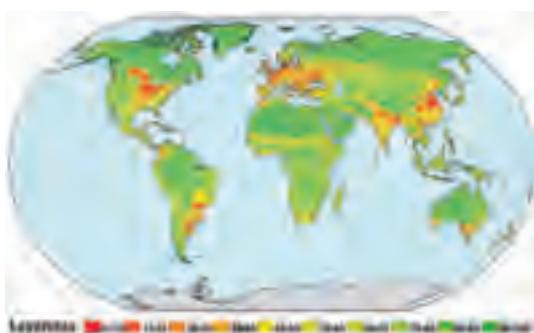
un ecosistema en la composición, funcionamiento, etc. (Inzunza, 2009; Comunidades Europeas, 2008; IPCC, 2002). El mapa 1 (a, b, c) muestra lo que ocurre en la actualidad y las tendencias esperadas respecto a la riqueza de especies a escala mundial.

**Mapa 1 (a, b, c):
Promedio de abundancia de especies**

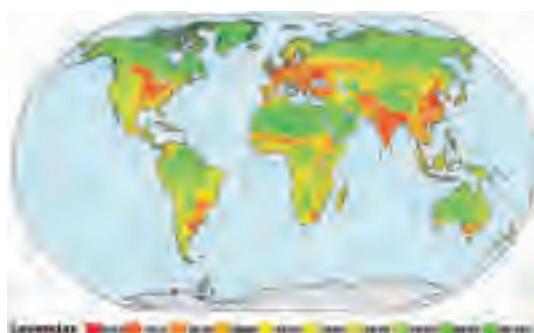
a) 1970



b) 2000



c) 2050



Fuente: Comunidades Europeas, 2008. En: MNP/OCDE, 2007.

El avance en el conocimiento a través de los estudios desarrollados hasta ahora sobre la biodiversidad indica que en sí misma ésta se constituye en un potencial válido para gestionar el riesgo relacionado con el cambio climático.

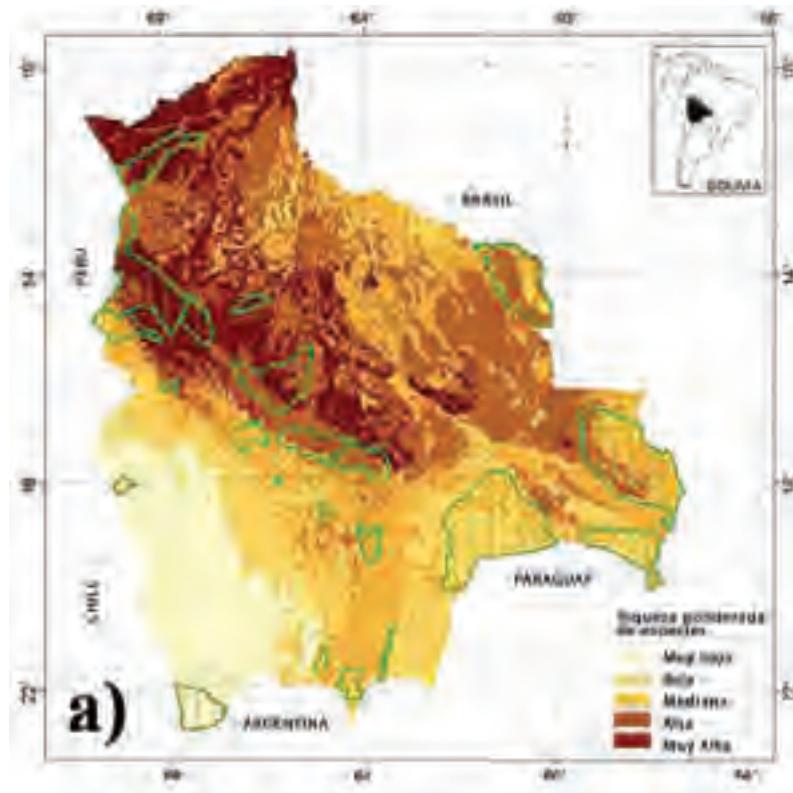
En primer lugar, dada la capacidad de adaptación a nuevas condiciones que tienen las especies, comunidades e incluso ecosistemas que forman parte de la biodiversidad, es que contienen soluciones para nuevos contextos.

En segundo lugar, los componentes que forman parte de la biodiversidad pueden servir para pronosticar la situación climática a corto, mediano e incluso a largo plazo, facilitando, de esta manera, la toma de decisiones oportunas con relación al manejo de recursos naturales, sistemas productivos y del entorno donde se vive (los llamados bioindicadores).

Las investigaciones han determinado que los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad pueden ser los más impactantes de todos para los seres humanos y la vida en la tierra en general (Herzog *et al.*, 2011), los cuales a su vez traerán consecuencias importantes en el ámbito económico, social y cultural, y afectarán seriamente la calidad de vida, sobre todo de la población rural (Piepenstock & Maldonado, 2010; Andersen, 2009).

Bolivia es uno de los 17 países megadiversos del mundo (PNCC, 2010). Su biodiversidad, tanto de especies silvestres como de especies cultivables y domesticables, forma parte de las más grandes riquezas del país, y por su gran variedad de productos y servicios –muchas veces no reconocidos– es el sustento de vida para todo el pueblo y también tiene importancia a escala regional e internacional.

Mapa 2: Riqueza de especies en Bolivia

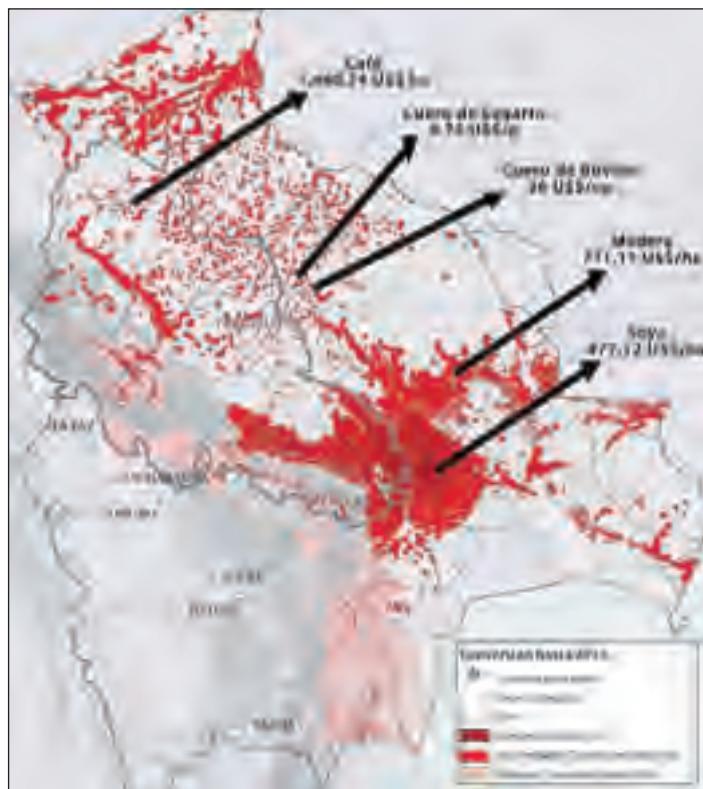


Fuente: FAN, 2011.

Esta misma biodiversidad actualmente recibe fuertes presiones, por ejemplo: el cambio en el uso del

suelo, la deforestación y la contaminación, a lo que ahora se agrega el cambio climático (ver mapa 3).

Mapa 3: Conversión del suelo hasta 2026 por expansión errática de la frontera agropecuaria



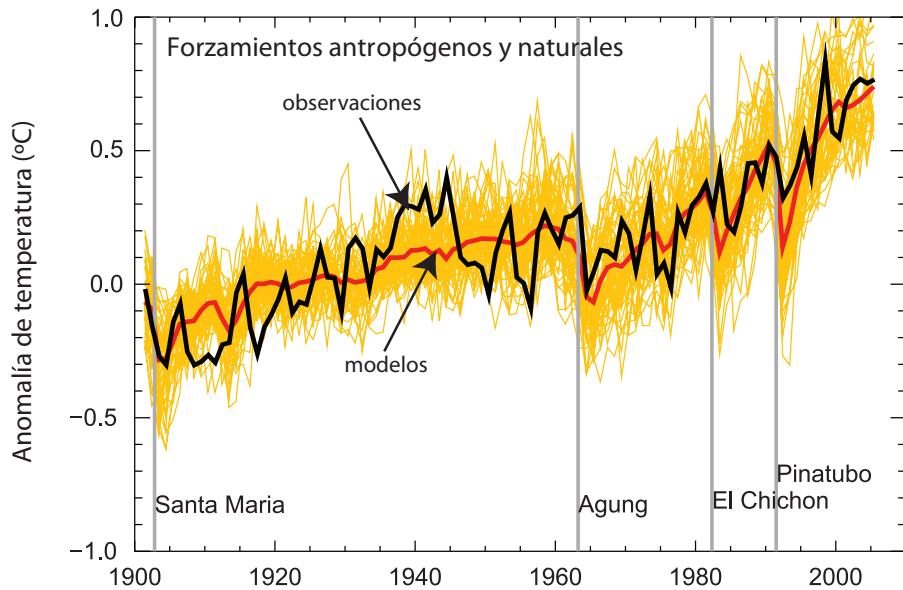
Se observa un primer escenario construido para reflejar una política de desarrollo agresiva¹. Las áreas de color naranja oscuro representan el 7,6% del corredor (Amboró-Madidi), que ha sido convertido antes de 2001. Las áreas de color naranja representan otro 8%, que con muy alta probabilidad será convertido entre 2001 y 2026. Éstas son las áreas con más presión demográfica, mejor acceso y menor pendiente. Fuente: PNUD, 2009.

El cambio climático como efecto de las actividades humanas es un hecho reconocido en el ámbito científico (PNCC, 2007). Los estudios indican aumentos de temperatura (ver figura 1) y debido a ello cambios en el régimen de precipitación y eventos climáticos extremos, que según los pronósticos se profundizarán aún más si no se realizan acciones para frenar este proceso (IPCC, 2007a).

Por su parte, la población boliviana también percibe las nuevas tendencias climáticas y cada vez sufre más sus impactos en la forma de desastres que perjudican su sistema productivo y alimenticio, los recursos naturales y el ambiente donde vive (Araujo, 2011; Nordgren, 2011; PRAIA, 2010, Gruberg *et al.*, 2009).

1 Para este propósito se ha simulado sobre experiencias observadas en un grupo de municipios que en las últimas décadas ha seguido una estrategia muy agresiva en términos de conversión de áreas naturales. Específicamente, se simuló sobre los 11 municipios del corredor Amboró-Madidi, que han convertido más del 30% de su área municipal hasta el año 2001. Se trata de: Santa Cruz de la Sierra, Porongo, La Guardia, Warnes, San Carlos, Portachuelo, Montero, Saavedra y Mineros (Santa Cruz); Puerto Villarreal (Cochabamba) y Caranavi (La Paz). En: *La otra frontera*. PNUD, 2009.

Figura 1: Tendencia en la temperatura superficial mundial en el siglo XX



Anomalías en la temperatura superficial media mundial relativas al periodo 1901-1950, según observaciones (línea negra), y como resultado de simulaciones con forzamientos antropogénicos y naturales. La línea gruesa curva, en rojo, muestra la media del conjunto de varios modelos. Las líneas grises verticales indican importantes fenómenos volcánicos. Fuente: IPCC, 2007a.

La deforestación y la quema de bosques en todo el mundo están en aumento a una velocidad alarmante. Según recientes estimaciones del Panel Intergubernamental de la ONU sobre el Cambio Climático (IPCC), la deforestación y la descomposición causan cerca del 17% de la contaminación global por gases de efecto invernadero generados por la actividad humana. (IPCC, 2007).

La deforestación representa una triple amenaza para la estabilidad del clima. Primero, entre 10% y 25% de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero, o su equivalente en 5,5 G-toneladas de CO₂, se producen por la deforestación en países en desarrollo. Segundo, la deforestación destruye los ecosistemas que secuestran dióxido de carbono, aportando aún más a la acumulación de éste en la atmósfera. Tercero, la deforestación altera las condiciones que moderan los patrones del clima a escala regional y global. Estos cam-

bios climatológicos ya visibles (más sequías, más inundaciones, tormentas más fuertes y mayores olas de calor, entre otras) someterán a su vez a duras pruebas a las personas, organizaciones y gobiernos, hecho que generará una reducción de recursos (ya disminuidos) para el desarrollo de los países (PNUD, 2009).

El impacto del cambio climático, a su vez, pone en peligro los esfuerzos por mejorar los niveles de vida de la población y alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio en varios escenarios. En un primer escenario, relacionado con el crecimiento económico, los estudios realizados por el Banco Mundial estiman que éste no sea lo suficientemente rápido y equitativo para responder a las amenazas derivadas del cambio climático. Se considera que los efectos del cambio climático supondrán grandes ajustes en el diseño y ejecución de la política de desarrollo, en las formas de

vivir y ganarse la vida, y en los peligros y oportunidades que se deben tener en cuenta (Banco Mundial, 2010).

Las investigaciones establecen que “los países en desarrollo soportarán la carga principal de los efectos del cambio climático, al mismo tiempo que se esfuerzan por superar la pobreza y promover el crecimiento económico. Para estos países, el cambio climático representa la amenaza de multiplicar sus vulnerabilidades, erosionar los progresos conseguidos con tanto esfuerzo y perjudicar gravemente las perspectivas de desarrollo. Resultará todavía más difícil alcanzar los objetivos de desarrollo del milenio, y garantizar un futuro seguro y sostenible después de 2015. Al mismo tiempo, muchos países en desarrollo temen los límites que puedan imponerse a su llamamiento decisivo en favor del desarrollo de la energía o las nuevas normas que puedan impedirles atender sus muchas necesidades, desde la infraestructura hasta el espíritu empresarial” (Banco Mundial, 2010).

Según el estudio mencionado, los países en desarrollo son los más vulnerables. “Las estimaciones indican que éstos soportarán aproximadamente entre el 75% y el 80% del costo de los daños provocados por la variación del clima. La mayor parte de los países en desarrollo carecen de la capacidad financiera y técnica suficiente para manejar el creciente riesgo climático. Asimismo, dependen en forma más directa de recursos naturales sensibles al clima para generar sus ingresos y su bienestar” (Banco Mundial (b), 2010).

En el segundo escenario, relacionado con el desarrollo sostenible, los analistas afirman que éste puede reducir la vulnerabilidad al cambio climático, promoviendo la adaptación, aumentando la capacidad adaptativa y elevando la resistencia. Sin embargo, es muy probable que el cambio climático pueda hacer más lento el ritmo de avance hacia un desarrollo sostenible, disminuyendo la

capacidad de los países para alcanzar vías de desarrollo sostenible (IPCCb, 2007).

El Estado Plurinacional de Bolivia ha reivindicado las recomendaciones de la Agenda 21 como base del enfoque de desarrollo sostenible y considera, por ende, como política central, entre otras, la plena integración de las cuestiones ambientales y de desarrollo en la adopción de decisiones del Gobierno en materia de políticas económicas, sociales, fiscales, energéticas, agrícolas, de transportes, de comercio y de otra índole. A su vez, el informe precisa que la integración de las cuestiones ambientales en la formulación de políticas exigirá *una recopilación de información* más amplia y el mejoramiento de los métodos de evaluación de los riesgos y beneficios ambientales (Agenda 21. www.unep.org/documents).

El 29 de diciembre de 1993 entró en vigor el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), después de su ratificación por 30 países. El Convenio tiene como objetivo la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios resultantes de la utilización de los recursos genéticos. En el marco de este convenio, los países firmantes están obligados, entre otros, a desarrollar estrategias para la conservación y el uso sustentable de la diversidad biológica, identificar y monitorear componentes de la biodiversidad esenciales para su conservación, promover la conservación *in situ* y *ex situ* de la biodiversidad y desarrollar acciones para incentivar la investigación, educación e información (CDB, <http://www.cbd.int/>).

Bolivia está entre los países que ha firmado y ratificado el CDB, en ese marco el Gobierno está trabajando en el desarrollo de una estructura institucional, un marco legal y acciones para cumplir con las pautas del Convenio. Además, inspiradas por la gran riqueza en flora y fauna del país y todas las posibilidades que ofrece, hay

muchas organizaciones, pequeñas y grandes, gubernamentales y de la sociedad civil, que trabajan en el ámbito de la biodiversidad y poco a poco son cada vez más organizaciones que incluyen el aspecto del cambio climático a nivel de su organización (como eje temático), en sus estudios e investigaciones (por ejemplo, el impacto del cambio climático sobre la biodiversidad) o en sus actividades de campo (proyectos que desarrollan intervenciones de adaptación al cambio climático). El marco legal actual es débil y los proyectos, estudios e investigaciones se encuentran todavía de forma dispersa e incipiente.

El PNUD (2011) ha determinado, a través de la sistematización de la información y conocimientos generados en torno al cambio climático, que la sociedad boliviana tiene la necesidad de contar con información acerca de los diferentes aspectos y temas estratégicos acerca del cambio climático.

Existen avances importantes en el ámbito institucional, se han desarrollado conocimientos y prácticas ancestrales de adaptación válidos, que tienen que ser reconocidos, fortalecidos y complementados con estudios estratégicos sobre el riesgo climático y herramientas de gestión pública y financiamiento para la gestión del mismo.

En este marco, se desprenden cuestiones centrales tales como: ¿Bolivia puede desarrollar capacidades resilientes frente a los impactos del cambio climático esperados, considerando sus altos niveles de biodiversidad? ¿Se cuenta con los conocimientos suficientes sobre la biodiversidad en Bolivia, de manera que le permita considerar sus potencialidades en las prácticas de adaptación y de respuesta al impacto de cambio climático?

Se ha identificado la necesidad de sistematizar el estado del arte del cambio climático en Bolivia en el ámbito de biodiversidad, y el presente estudio pretende presentar una vista sobre los conocimientos, datos y experiencias disponibles sobre la base de estudios, investigaciones, proyectos y otros, que se han desarrollado en el ámbito de la biodiversidad y el cambio climático en Bolivia.

En este nuevo contexto climático, a Bolivia le espera el enorme reto de reconocer, juntar y complementar los conocimientos ancestrales y académicos existentes sobre la biodiversidad en el contexto del cambio climático, para que sobre esa base sea posible enfocar acciones coordinadas entre los diferentes actores hacia un manejo y uso sostenible de la biodiversidad, como base para la gestión del riesgo climático.

1. Manifestaciones del impacto del cambio climático

1.1. En el mundo

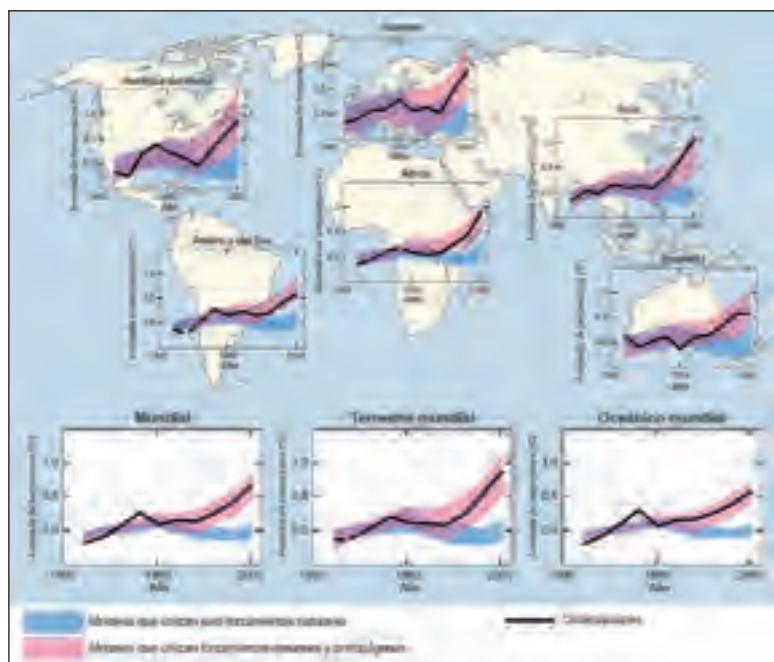
El cambio climático se manifiesta a escala mundial a través de variaciones de temperatura, que a su vez tienen impactos sobre los regímenes de precipitación y la frecuencia, y el grado de eventos climáticos extremos (IPCC, 2007). Ibisch & Mérida (2003) señalan que aparte de los factores humanos, el cambio climático también es influido por factores naturales, por ejemplo, por ciertos cambios astronómicos como la variación de la inclinación del eje azimutal de la Tierra.

Además, Miranda & Ledezma (2007) indican que es importante tomar en cuenta los ciclos climáticos a largo plazo, que aún no se comprenden bien. Sin embargo, según IPCC (2007), la causa principal del incremento de temperatura está en el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por los seres humanos. El 25% de las emisiones del CO₂, el GEI más importante, proviene del aprovechamiento

de los recursos naturales, principalmente del sector forestal y agrícola (Piepenstock & Maldonado, 2010 citan la FAO y el IPCC). El 50% de las emisiones de metano (CH₄) se debe a la producción de arroz (inundado) y la ganadería, y más del 75% del óxido nitroso (N₂O) a la aplicación de fertilizantes nitrogenados. Estos datos demuestran que la forestería y la agricultura tienen un alto potencial para actividades de mitigación y adaptación al cambio climático (Piepenstock & Maldonado, 2010).

La temperatura superficial media mundial aumentó a partir de 1950 en 0,76 ± 0,19°C. La tendencia lineal del calentamiento global demuestra que este fenómeno se ha acelerado en los últimos 50 años (ver mapa 4) (IPCC, 2007). Otros cambios señalados son el aumento del promedio mundial de temperatura del aire y del océano, la disminución de las capas de nieves y hielos, el aumento del promedio mundial del nivel del mar, cambios en la variabilidad climática y en la presencia de fenómenos climáticos extremos (IPCC, 2002).

Mapa 4: Cambio de temperatura experimentado a escala mundial y continental

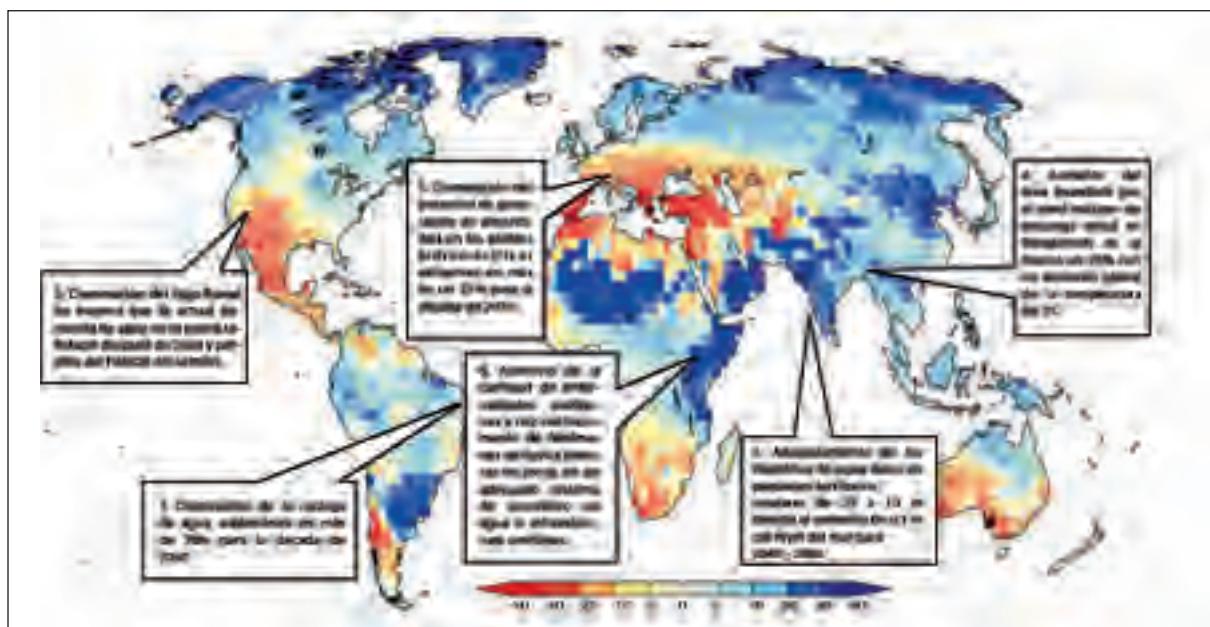


Cambios observados en la temperatura superficial a escala continental y mundial, comparados con los resultados simulados mediante modelos del clima que contemplan forzamientos naturales o forzamientos naturales y antropogénicos. Los promedios decenales de las observaciones correspondientes al periodo 1906-2005 (línea de trazo negro) aparecen representados gráficamente respecto del punto central del decenio y respecto del promedio correspondiente al periodo 1901-1950. Las líneas de trazos denotan una cobertura espacial inferior a 50%. Las franjas azules indican el intervalo comprendido entre el 5% y el 95%, con base en 19 simulaciones efectuadas mediante cinco modelos climáticos que incorporaban únicamente los forzamientos naturales originados por la actividad solar y por los volcanes. Las franjas rojas denotan el intervalo comprendido entre el 5% y el 95%, con base en 58 simulaciones obtenidas de 14 modelos climáticos que incorporan tanto los forzamientos naturales como los antropogénicos (IPCC, 2007).

Estos cambios a su vez tienen impactos sobre las reservas hídricas, fenómenos de erosión y salinización, salud, productividad agropecuaria, el desplazamiento de las especies y la biodiversidad en general (Herzog *et al.*, 2011). Según las observaciones obtenidas en todos los continentes y en la

mayoría de los océanos, muchos sistemas naturales están siendo afectados por el cambio regional, particularmente por el aumento de la temperatura (IPCC, 2007). El IPCC ha realizado un análisis de los potenciales impactos del cambio climático en el mundo, que se pueden observar en el mapa 5.

Mapa 5: Potenciales impactos del cambio climático sobre el agua en el mundo (previsiones finales del siglo XXI)



Mapa representativo de los efectos del cambio climático futuro en el agua dulce, que amenazan el desarrollo sostenible de las regiones afectadas. Los antecedentes muestran el cambio en la media de la escorrentía anual, reflejada en porcentaje, entre el presente (1981-2000) y 2081-2100 para el escenario de emisiones A1B; el color azul indica aumento de la escorrentía y el rojo disminución de la escorrentía. Fuente: IPCC, 2007.

1. La capa de agua dulce de islas pequeñas disminuye de 25 a 10 m por el aumento del nivel del mar de 0,1 m en el periodo de 2040-2080.
2. Debido a la disminución de flujos de agua, se espera que la demanda de este recurso no se pueda satisfacer después del año 2020, además hay pérdida de hábitat de salmón.
3. La capacidad de recargo de agua del suelo disminuye más de 70% hasta el 2050.
4. Inundaciones debido a descargas de tierra en Bangladesh incrementan con por lo menos 25% en el caso de un aumento de la temperatura global de 2°C.
5. La capacidad de producción de electricidad en estaciones hidroeléctricas disminuye en más de 25% hasta 2070.
6. Incremento de patógenos debido a precipitaciones fuertes en áreas sin buena infraestructura hídrica y de sanidad.

Recuadro 1: Captura de carbón

El calentamiento tiene como efecto que el dióxido de carbono se incorpora en menor grado a nivel terrestre y oceánico, lo que a su vez produce una cantidad más alta de dióxido de carbono en la atmósfera y una intensificación del cambio climático. Fonticiella (2010) confirma que los océanos y el *permafrost* juegan un papel importante en la captura de CO₂. Según este autor, una parte del CO₂ es absorbida por los primeros 400 m de los océanos a través de procesos de fotosíntesis, que en este sentido funcionan como un sumidero. Esta capacidad se reduce con el aumento de la temperatura y con avalanchas de agua dulce al océano. El *permafrost* (turberas congeladas alrededor del círculo Polar Ártico) contiene de forma inmovilizada unos 1,67 billones de toneladas de CO₂ que a través de procesos de descongelación puede significar un aumento de 1.000 millones de toneladas de CO₂ al año.

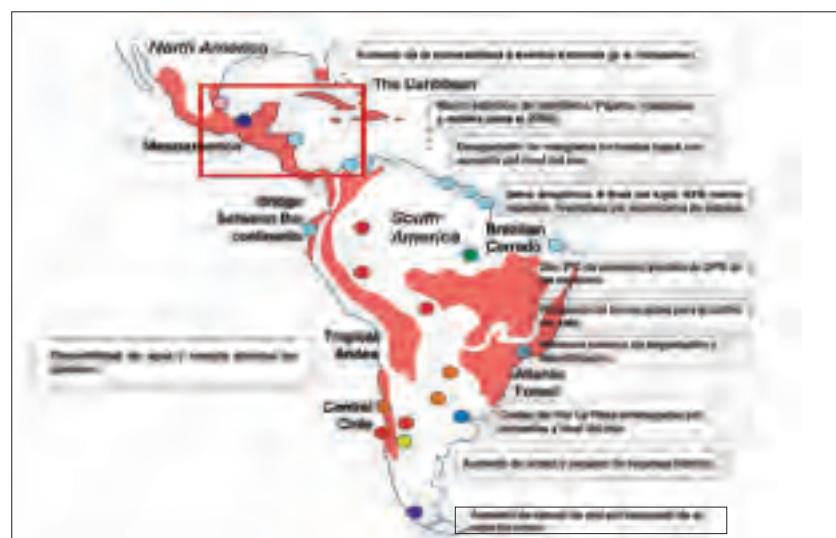
1.2. En América Latina

Según información del IPCC (2007, cap. 13), América Latina es responsable del 4,3% de todas las emisiones globales de los GEI, que son causadas mayormente por el cambio del uso de suelos a través de la deforestación y ampliación de la frontera agrícola en favor de cultivos como la soya (Piepenstock & Maldonado, 2010).

América Latina y el Caribe sufren de varias maneras los impactos del cambio climático. Piepenstock & Maldonado (2010) identifican partes de

la región andina, el extremo sur de Chile y Argentina, y el noreste de Brasil como las zonas más afectadas por el cambio climático (ver mapa 6). Establecen que habrá procesos de salinización y de desertificación en las áreas áridas y semiáridas en esta región, lo que afectará hasta el 50% de las tierras agrícolas. Además se disminuirá la accesibilidad de agua para el consumo humano y riego (Piepenstock & Maldonado, 2010. En: IPCC, 2007, cap. 13). Se estima que la creciente escasez de agua llevará a un incremento en número de personas viviendo con estrés por agua de 22,2 millones (1995) a 79-178 millones (2050), lo que significa una fuente potencial de conflictos.

Mapa 6: Focos de impacto del cambio climático en América Latina y el Caribe



Fuente: Magrin, 2007. En: Piepenstock & Maldonado, 2010.

Piepenstock & Maldonado (2010) mencionan como efectos principales del cambio climático en la región de América Latina y el Caribe el aumento de la temperatura, incremento de la precipitación intensa y eventos climáticos extremos, pérdida económica, pérdida de vidas humanas por

desastres, retroceso de los glaciares y con ello una escasez cada vez más inminente de agua potable y para riego, pérdidas en la agricultura y en la biodiversidad, y degradación de los suelos. Los efectos del cambio climático se estiman mayores en países de zonas tropicales semiáridas hasta húmedas.

Recuadro 2: Efectos del cambio climático en América Latina y el Caribe

Temperatura

En las últimas décadas del siglo XX se ha presentado un calentamiento de 0,5 °C a 0,8 °C en América Latina.

Precipitación

Se han registrado tendencias positivas en la ocurrencia de lluvias intensas, seguidas por días secos en América Latina.

Eventos climáticos

El número de eventos hidrometeorológicos por año entre los períodos de 1970-1999 y 2000-2005 se ha incrementado en 2,4 veces, siguiendo las tendencias observadas en la década de los 90 (Informe Stern, 2006).

Economía

Se estiman pérdidas de 10% del PIB que deben asumir los países CAN por los grandes desastres que afectan su territorio, especialmente la ocurrencia de El Niño y La Niña (Informe Stern, 2006).

Glaciares

Todos los glaciares de los Andes centrales han acelerado su retroceso en los últimos 25 años, siendo la pérdida de masa 25% mayor para los glaciares pequeños. Hasta el año 2020, alrededor de 40 millones de personas podrían estar en riesgo de oferta de agua para consumo humano, hidroenergía y agricultura, lo que subiría hasta 50 millones en el 2050, debido a la desglaciación de los Andes (entre el 2010 y el 2050). Las ciudades de Quito, Lima y La Paz serán probablemente las más afectadas (Informe Stern, 2006).

Población

En América Latina y el Caribe se producen anualmente pérdidas por desastres de diverso origen e intensidad, que cobran alrededor de 3.500 vidas y afecta a más de un millón de personas (CEPAL, 2006). Al 2025 el cambio climático podría contribuir a un incremento del 70% en el número proyectado de personas con grandes dificultades para acceder a fuentes de agua limpia (Informe Stern, 2006).

Agricultura

A comienzos del año 2006, las inundaciones amenazaron la producción de cultivos y la seguridad alimentaria de las poblaciones más pobres de los países de la CAN (Informe Stern, 2006). Se proyecta la disminución de rendimientos en las zonas con estrés de agua y mayores temperaturas (Chaco y valles) (Magrin, 2008).

Ecosistemas y biodiversidad

A principios de la década de los 90, América Latina contaba con 1.100 millones de hectáreas de bosques y selvas. En 10 años (1990-2000) se perdieron 46,7 millones de hectáreas, debido principalmente a la deforestación.

Suelos

América Latina posee el 16% de los 1.900 millones de hectáreas con suelos degradados que existen a escala mundial. Los países andinos contribuyen con el 8% de la superficie afectada por procesos de desertificación (IPCC, 2001).

Fuente: Piepenstock & Maldonado, 2010.

Según datos del IPCC (2007), el aumento de la temperatura para América del Sur será de entre 1,8 a 4,5 °C y se registrarán cambios en las pre-

pitaciones entre -12% a +12% para el 2080 (ver tabla 1). El aumento de temperatura será mayor en las altitudes mayores (IPCC, 2007b).

Tabla 1: Proyecciones de temperatura y precipitaciones en América Latina

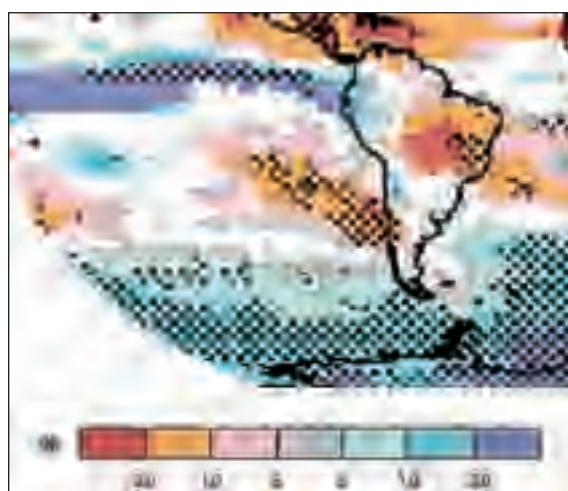
	Época del año	2020	2050	2080
Cambios en la temperatura (° C)				
Mesoamérica	Estación seca	+0,4 a +1,1	+1,1 a +3,0	+1,0 a +5,0
	Estación húmeda	+0,5 a +1,7	+1,0 a +4,0	+1,3 a +6,6
Amazonía	Estación seca	+0,7 a +1,8	+1,0 a +4,0	+1,8 a +7,5
	Estación húmeda	+0,5 a +1,5	+1,0 a +4,0	+1,6 a +6,0
América del Sur	Invierno (JJA)	+0,6 a +1,1	+1,0 a +2,9	+1,8 a 4,5
	Verano (DEF)	+0,8 a +1,2	+1,0 a +4,5	
Cambios del nivel de precipitaciones				
Mesoamérica	Estación seca	-7 a +7	-12 a +5	-20 a +8
	Estación húmeda	-10 a +4	-5 a +3	-30 a +5
Amazonía	Estación seca	-10 a +4	-20 a +10	-40 a +10
	Estación húmeda	-3 a +6	-5 a +10	-10 a +10
América del Sur	Invierno (JJA)	-5 a +3	-12 a +10	-12 a +12
	Verano (DEF)	-3 a +5	-5 a +10	-10 a +10

Fuente: IPCC, 2007b.

En cuanto a la variación en precipitación a escala regional, se espera una disminución en la zona

central de Chile (valores negativos) y un aumento en el extremo sur (ver mapa 7).

Mapa 7: Porcentaje de la variación de precipitación respecto al promedio global pronosticado para los próximos 100 años sobre Sudamérica



Fuente: Inzunza, 2009.

Inzunza (2009) y Piepenstock & Maldonado (2010) señalan también una intensificación de los fenómenos de El Niño-Niña (eventos ENSO = El Niño Southern Oscillation). En los países de la región andina este fenómeno, en combinación con el aumento en temperatura y el retroceso de los glaciares, tendrá impactos considerables, entre otros, sobre las condiciones de vida de la población local. Hoffmann (2010) indica que hay evidencias de que el impacto principal del calentamiento global en la región andina está mayormente en las alteraciones en el ciclo hidrológico y menos en el aumento de la temperatura.

1.3. En Bolivia

A pesar de que Bolivia tiene un nivel de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) muy reducido en comparación con las emisiones mundiales (0,027% en el sector energético y 0,37% en el sector del uso del suelo y cambios en el uso del suelo), está entre los países más vulnerables a los impactos del cambio climático (PNCC, 2010a).

La gran vulnerabilidad de Bolivia se debe, entre otros, a la extrema pobreza de la población rural que vive justamente en áreas de alto riesgo², la presencia de una gran biodiversidad y ecosistemas vulnerables, la predominancia de tierras bajas que son vulnerables debido a los procesos de deforestación e inundaciones, la predominancia de un clima inestable y la presencia de un gran número de glaciares tropicales que están desapareciendo aceleradamente (PNCC, 2010a). En Bolivia, los impactos socioeconómicos del cambio climático son considerables. El PNUD (2011) ha registrado la pérdida de vidas y bienes, impactos sobre los recursos hídricos (menos acceso a agua de calidad) y ha identificado daños a casas, campos agropecuarios e infraestructura por inundaciones. Se han revelado niveles de impacto sobre la seguridad alimentaria por la disminución de la capacidad productiva y una reducción de la población económicamente activa en regiones rurales por la carencia de oportunidades y pérdida de la capacidad productiva en sus medios de vida (ver tabla 2).

Tabla 2: Impacto económico y social de episodios El Niño/La Niña en el país

Episodios El Niño/Niña	Población afectada (damnificados directos)	Daños totales (millones de dólares)				Impacto sobre el PIB (%)	Impacto sobre el gasto de gobierno (%)
		Impacto económico total	Daños directos	Pérdida en flujos	Efectos en el sector externo/a		
1982-1983	1.600.000	836,5	521,6	314,9	101	7,15	33,6/92,01
1997-1998	135.000	514,9	207,9	307,0	32	6,2	45,47
2006-2007	562.594	379,9	207,5	172,4	18	4,5	38,37
2007-2008*	618.740	757,5				1	

Fuente: PNUD, 2011. En CEPAL, 1983. CAF, 2000. CEPAL, 2007. CEPAL, 2008.

2 Más de la mitad de los municipios de Bolivia presenta una alta vulnerabilidad (PNCC, 2010).

El Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT) ha registrado el grado de impactos de los eventos climáticos extremos sobre las fa-

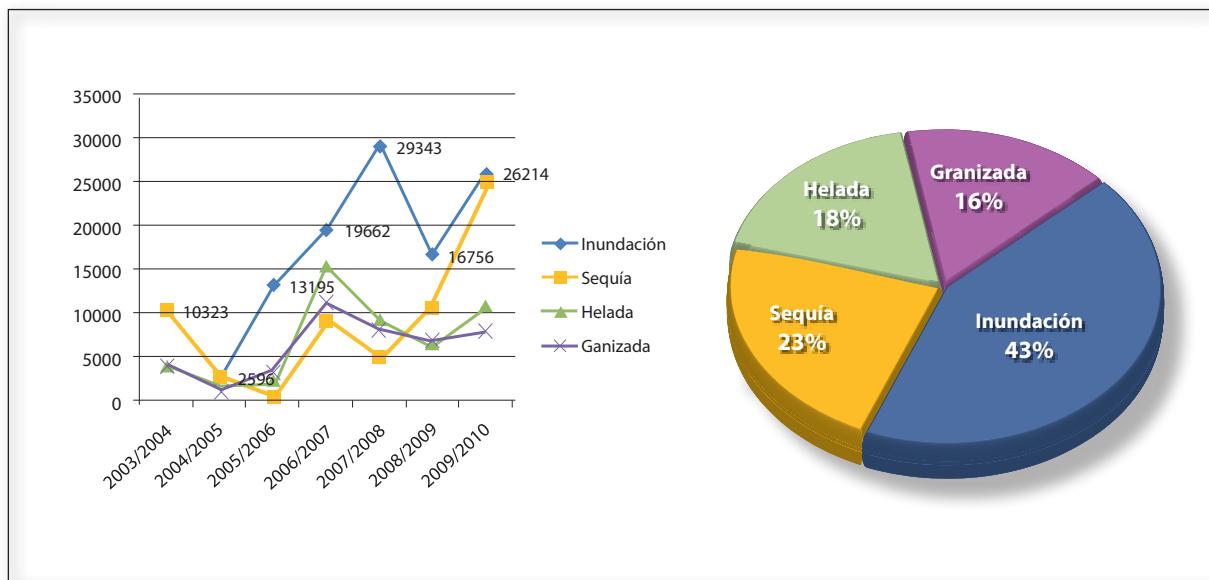
milias agropecuarias para el periodo comprendido entre los años 2004 y 2010 (ver tablas 3 y 4; figuras 2 y 3).

Tabla 3: Número de familias agropecuarias afectadas por eventos adversos

Eventos adversos	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Totales	%
Inundación	10323	2596	13195	19662	29343	16756	26214	118089	43,08
Sequía	10396	2667	353	9140	5040	10545	25080	63221	23,06
Helada	3982	2035	2256	15338	9363	6483	10813	50270	18,34
Granizada	3921	1038	3312	11228	8245	6867	7920	42531	15,52
Total	28622	8336	19116	55368	51991	40651	70027	274111	100,00
Fenómeno	El Niño (débil)		El Niño (inicio)	El Niño	La Niña	El Niño	La Niña		
Fuente	BM Proyecciones	BM Proyecciones	BM Proyecciones	CEPAL 2007	CEPAL 2008	MDRYT/ UCR 2009	MDRYT/ UCR 2010		

Fuente: MDRyT, 2011.

Figura 2: Número de familias agropecuarias afectadas por eventos adversos (acumulado 2004-2010)



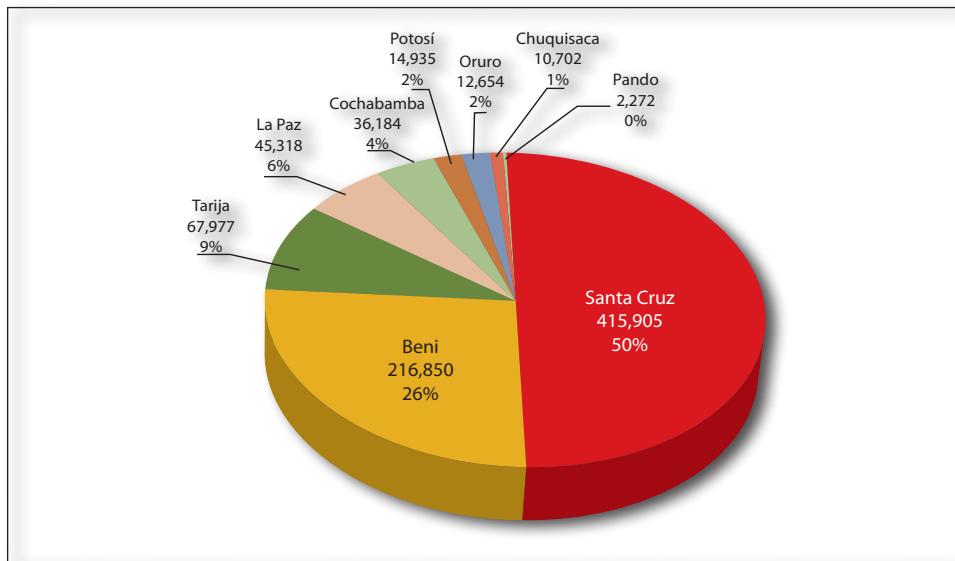
Fuente: MDRyT, 2011.

**Tabla 4: Pérdida agropecuaria directa por fenómenos climáticos
(en millones de dólares por departamento)**

Departamento	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Totales	%
Santa Cruz	26,734	2,285	24,766	73,186	158,706	69,715	60,512	415,905	50,40
Beni	9,400	16,409	15,639	42,714	83,224	15,127	34,337	216,850	26,28
Tarija	31,777	0,587	0,942	1,065	1,659	4,710	29,722	70,462	8,54
La Paz	3,221	0,163	3,604	8,117	7,465	8,183	14,565	45,318	5,49
Cochabamba	7,569	0,506	1,295	2,661	14,101	3,992	6,059	36,184	4,38
Potosí	2,492	0,291	1,331	2,395	5,806	1,217	1,402	14,935	1,81
Oruro	1,944	0,765	2,164	1,331	2,765	2,629	1,056	12,654	1,53
Chuquisaca	1,402	0,431	0,242	1,331	2,765	3,217	1,314	10,702	1,30
Pando	0,000	0,411	1,596	0,265	0,000	0,000	0,000	2,272	0,28
Total	84,540	21,848	51,579	133,065	276,492	108,790	148,968	825,281	100,00

Fuente: MDRyT, 2011.

**Figura 3: Pérdida agropecuaria directa
(en millones de dólares por departamento, acumulado 2004-2010)**



Fuente: MDRyT, 2011.

En general, los estudios sobre actuales y potenciales escenarios del cambio climático en Bolivia tienen resultados variados por la poca consistencia y falta de información básica como datos meteorológicos y estudios específicos de suelos, biodiversidad, productividad, etc. Además, los impactos varían entre macrorregiones y a nivel local por la

gran variedad en condiciones geográficas y de precipitación, pero también por factores socioeconómicos como la parcelación de la tierra, acceso a infraestructura productiva y patrones organizativos (Piepenstock & Maldonado, 2010). En el siguiente recuadro se resumen los datos de diferentes estudios sobre el clima actual y futuro de Bolivia.

Recuadro 3: Cambio climático en Bolivia

Cambios en temperatura. La temperatura en la cordillera tropical andina ha subido entre 0,10° y 0,11°C por década desde 1939, y el ritmo del calentamiento se está incrementando en estos últimos 25 años entre 0,32° y 0,34°C por década (PNUD, 2011. En: Vuille & Bradley, 2000). Según Maren-gó (2003), en PNUD (2011), la temperatura de la zona amazónica ha subido en 0,08°C por década durante el periodo 1901-2001.

Sobre la base de estudios con la aplicación del modelo PRECIS y a partir de diferentes escenarios, de la Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN), se estima un aumento en temperatura en Bolivia de 1-2°C hasta 2030 y de 5-6°C hasta 2100, en comparación con los valores promedios entre 1961-1990 y con incrementos más extremos en el altiplano y la Amazonía (PNCC, 2009). Estos datos coinciden con los de Seiler (2009) en PNUD (2011): un aumento en temperatura de 1,3 a 1,6°C para el año 2030 y entre 4,8 a 6°C para el año 2100, en comparación con la temperatura media de 1961. Según Andersen (2009), los cambios previstos a largo plazo por el modelo PRECIS son aumentos en tem-
peratura de 3,7-5,1°C (más en el norte del país y más en el altiplano) y aumentos en la variabilidad de temperaturas y en la variabilidad de precipitación en todos los municipios. Esta información coincide con los datos de PNUD (2011) que cita García *et al.* (2006), indicando tendencias de claros aumentos de la temperatura máxima y disminución de la temperatura mínima para el año 2050.

Cambios en precipitación. Seth *et al.* (2010) en PNUD (2011) señala un descenso en la precipitación entre las latitudes 10°S y 20°S (Bolivia se encuentra en las latitudes 19°S, 20°S y 21°S) durante la primavera (septiembre-noviembre) y un aumento de la misma entre diciembre y abril. Esto está confirmado por los datos de PNCC (2000), que muestran una reducción entre los meses de septiembre-octubre y un aumento en el mes de noviembre, lo que determina además un acortamiento en la fase de lluvias. Otro estudio demuestra un aumento en precipitaciones en la región amazónica en 15% desde 1970 y un aumento en la frecuencia de inundaciones en la cuenca del río Mamoré debido a la precipitación (PNUD, 2011. En: Ronchail *et al.*, 2006b; IPCC, *op. cit.*, 2007b). Andersen (2009) afirma que, a través del modelo PRECIS, se prevé una reducción de precipitación en áreas actualmente secas y un incre-
mento en áreas que actualmente reciben abundantes cantidades de precipitación.

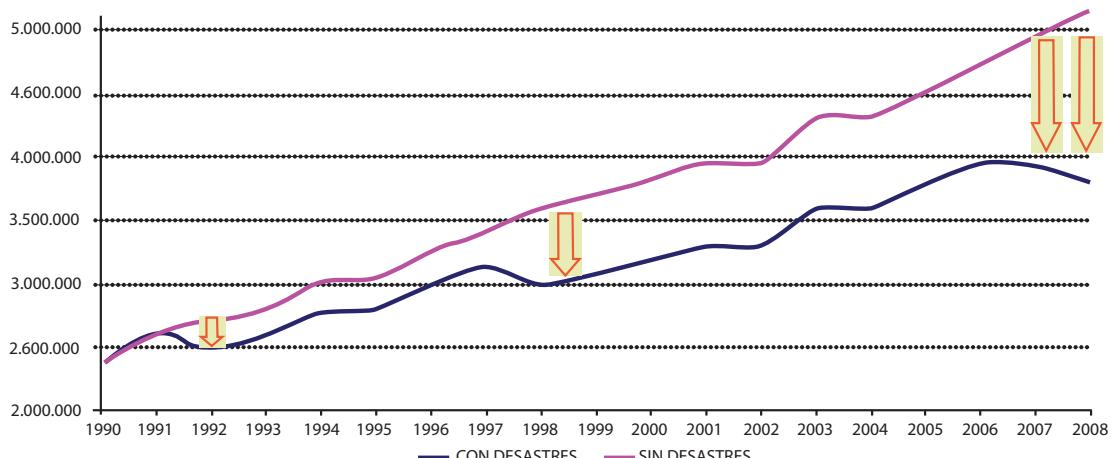
Cambio en patrones actuales de distribución e intensidad de lluvias. PNCC (2009) indica un incremento en precipitación durante la época de lluvia de las tierras bajas y menos precipitación durante la época seca, mientras que el altiplano demuestra un patrón al contrario: menos precipitación durante la época lluviosa y más precipitación durante la temporada seca.

Mayor frecuencia de eventos climáticos extremos como parte de los impactos del cambio climáti-co: deslizamientos e inundaciones en el oriente del país (la región amazónica y brasileño-paranaense), fuertes precipitaciones sobre la Cordillera Oriental, tierras bajas del sur, llanos orientales y el Beni, acompañadas por deslizamientos, aludes torrenciales, desbordes de ríos e inundaciones; heladas, dé-
ficit de precipitaciones y granizadas en el altiplano (región andina) y frecuencia de tormentas tropicales y déficit en la precipitación en gran parte de la región amazónica, lo que ocasiona un aumento en incendios forestales. Estos fenómenos provocan enormes pérdidas económicas para el país.

El BID estima que durante el periodo 1970-1999 las pérdidas por desastres naturales alcanzaron en Bolivia al 21% del PIB (PNCC, 2010). Los fenómenos El Niño (años 2006 y 2007) y La Niña (años 2007 y 2008) tienen cada vez más impacto sobre el país, debido al incremento en la vulnerabilidad de la población por su situación socioeconómica y la degradación del medio ambiente (ver figura 4). En la última década, los impactos de los fenómenos El Niño/La Niña han generado pérdidas por un valor de entre 400 y 500 millones de dólares anuales (PNUD, 2011).

Debido al aumento de temperatura, los incendios forestales aumentan tanto en cantidad como en intensidad, afectando sobre todo las tierras bajas y su biodiversidad. Según un estudio realizado en la región norte amazónica, los llamados focos de calor se han incrementado de manera alarmante durante el periodo 2001-2010, causando incendios cada vez más intensivos y más grandes en superficie (Barra, 2011).

Figura 4: Bolivia: El Niño/La Niña y episodios neutros (NOAA, 2009)



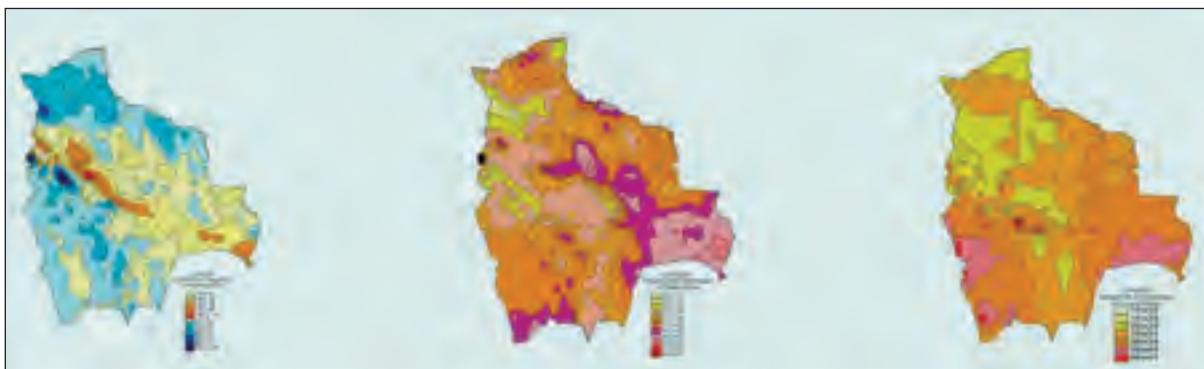
ENSO Cycle: Recent Evolution, Current Status and Predictions. Update prepared by Climate Prediction Center / NCEP 29 June 2009. NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) 2009. Disponible en: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/lanina/enso_evolution-status-fcsts-web.ppt.

Fuente: PNUD, 2011. En: CEPAL, 2007.

Sobre la base de los datos de 28 estaciones meteorológicas, se han observado tendencias ascendentes de temperatura en las áreas áridas y semiáridas del país, y una disminución de la precipitación en la mayoría de las estaciones (PNCC, 2009. En: García M. *et al.*, 2006).

El déficit hídrico que se observa en la mayor parte de las estaciones es debido principalmente al incremento en la evapotranspiración y no tanto a la disminución de la precipitación, como se puede observar en el mapa 8 (a, b, c).

Mapa 8 (a, b, c): Cambios en los regímenes de precipitación y temperatura para fin de siglo XXI, mes de octubre, bajo el escenario A1B de duplicación de concentraciones de CO₂ atmosféricos



Fuente: PNCC, 2009. En: Arana I.

La tabla 5 muestra las tendencias esperadas en temperatura y precipitación.

Tabla 5: Variaciones de temperatura y precipitación para escenarios futuros

Región	Incremento del promedio 2030*			Incremento del promedio 2080		
	T máx	T mín	pp	T máx	T mín	pp
Altiplano	1,5	0,556	0 a -15	4 a 4,5	2 a 2,5	-20 a -45
Valles	1,35	0,49	0 a -45	1,5 a 2	2 a 2,5	-35 a -70
Trópico	1,35	1,2	0 a -60	2 a 3	2,5 a 3	-60 a -90

Fuente: PNCC, 2009. En: Simulador de la Tierra. Trabajado por Arana I.

La tabla 6 da una impresión de los impactos de los escenarios de cambios.

Tabla 6: Impactos esperados por regiones debido al cambio climático

Región	Escenarios de cambios	Impactos esperados
Altiplano	Mayor concentración de la precipitación Mayor frecuencia de tormentas con menor número de días con lluvia Mayor frecuencia de granizo Reducciones en los caudales de los ríos	Mayor presencia de heladas Incremento de las necesidades de agua para riego por los largos períodos sin lluvia Problemas con la generación de energía Retroceso de los glaciares Destrucción de cultivos Inundaciones en época de lluvias Poca disponibilidad de agua para consumo humano y animal Poca recarga en los acuíferos, bofedales y otros similares Competencia por el uso de agua
Valles interandinos	Mayor concentración de la precipitación Mayor frecuencia de tormentas con menor número de días con lluvia Mayor frecuencia de granizo	Competencia por el uso de agua Pérdida de la biodiversidad Incremento de las necesidades de agua para riego por los largos períodos sin lluvia Riesgos incrementados de deslaves, mazamorras y otros relacionados Problemas con la generación de energía Erosión y desertificación de suelos

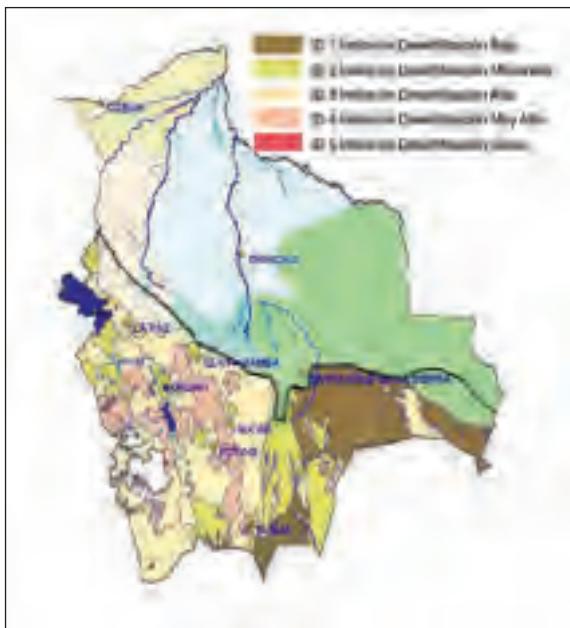
Chaco	Reducción del número de días con lluvia Incremento de períodos sin lluvia durante la época de cultivo Sequías recurrentes e intensas Bajos caudales en los ríos	Competencia por el uso de agua Pérdida de la biodiversidad Eventos de olas de calor durante el verano Erosión y desertificación de suelos Mayor contaminación de las fuentes de agua
Llanos y Amazonia	Incremento en la cantidad de lluvia recibida por evento Mayor tasa de nubosidad Elevada humedad atmosférica en verano y fuertes sequías en invierno	Inundaciones frecuentes Pérdida de infraestructura vial Pérdida de cultivos de invierno y muerte de ganado por falta de agua Mayor presencia de plagas y enfermedades debido a la elevada humedad Reducción de la biodiversidad Brote de enfermedades infecciosas relacionadas con el agua

Fuente: PNCC, 2009. En: PNCC, 2006.

El aumento de temperatura y el nuevo régimen hídrico que conlleva escasez de agua resultan en una profundización de los procesos de desertificación en Bolivia que afecta seriamente las condiciones de vida y las actividades agropecuarias de la población local y la biodiversidad (ver mapa 9). Segundo datos del Ministerio de Medio Ambien-

te y Agua (2009), los procesos de desertificación afectan al 41% del territorio nacional (439.432,4 km²), principalmente a las subregiones del altiplano, valles y chaco, donde vive el 77% de la población nacional (6,4 millones de habitantes); de este porcentaje, el 89% vive en condiciones de extrema pobreza.

Mapa 9: Proceso de desertificación en Bolivia



Fuente: MMAyA, 2009. En: Staff Ingenieros.

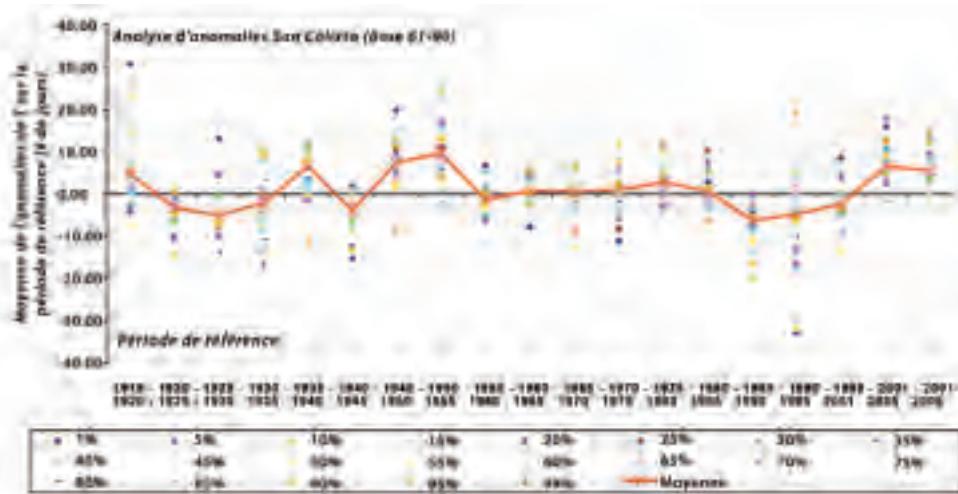
La deforestación en Bolivia se concentra en el departamento de Santa Cruz. De acuerdo al gobierno boliviano, esta situación es producida mayormente por la agroindustria a gran escala de soya y otros cultivos industriales. Otras causas para la destrucción de los bosques en el país son la migración interna de pobladores que usan la técnica del chaqueo, la tala ilegal, el desarrollo de infraestructura y actividad minera, y los incendios forestales, entre las más importantes. A ello se suma una serie de otros factores que agravan los niveles de deforestación hasta ahora alcanzados, como son la inseguridad jurídica de la tenencia de la tierra, la demanda nacional e internacional de productos de madera, productos agropecuarios y biocombustibles como la caña y la soya; la falta de recursos públicos y capacidad institucional para el manejo estatal de los bosques, y los pocos incentivos para el manejo sostenible de los bosques (Kylie Benton-Connell, 2011).

Los cambios en el régimen hídrico y los eventos climáticos extremos conducen a una disminución en la producción agropecuaria y un aumento en migraciones temporales (Ayala, 2011). Por ejemplo, según los pronósticos realizados por Vallejos *et al.* (2011), en la parte sur del departamento de Oruro (para el año 2015)

la evapotranspiración subirá aproximadamente 15 mm/año, mientras que la precipitación se reducirá unos 100 mm/año, lo que derivará en un estrés hídrico y una disminución en la producción de quinua de esta área.

El retraso en las lluvias, que implica también un retraso en la siembra de cultivos, presenta un mayor riesgo en la producción por efecto de las heladas y generalmente implica una menor duración de la época de lluvias, cuya consecuencia es menos agua disponible para los cultivos (Gonzales *et al.*, 2006). El retraso en las lluvias ha sido representado por CAF (2010) en la figura 5, donde se ve que en los años 40, 50 hubo un periodo de retraso de lluvias que en este momento se ha manifestado nuevamente. En el mismo estudio, CAF señala una concentración de lluvias en un periodo más corto (pero no necesariamente con menos cantidad) y una disminución del aporte de los glaciares a la cuenca del río Kaluyo (departamento de La Paz) hasta cero. Los resultados del estudio de Vallejos *et al.* (2011) confirman la teoría de que una de las consecuencias del cambio climático no son sólo bajadas o subidas de los volúmenes de precipitación, sino sobre todo cambios en su distribución y la reducción de los periodos de precipitación.

Figura 5: Análisis histórico del retardo en la precipitación



Fuente: CAF, 2010. En: Olmos C., 2009-2010.

La ganadería es afectada por la reducción de producción en las praderas, sequías temporales, aumento de la evapotranspiración con menor nivel de humedad de los suelos y salinización, concentración de la precipitación en periodos más cortos, desplazamiento de la distribución normal de precipitaciones, y mayor incidencia y aparición de nuevas plagas y enfermedades (PNCC, 2010. En:

Ministerio de Planificación del Desarrollo, 2007). El impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos tal vez es el más alarmante, ya que influye directamente en la disponibilidad de agua para los seres humanos, las actividades agropecuarias y la biodiversidad. En este contexto, Gonzales *et al.* (2006) señala un aumento de conflictos en torno al recurso agua.

2. En el contexto climático actual, la biodiversidad es más importante que nunca

2.1. Importancia y ubicación

Con el término biodiversidad se entiende la cantidad y abundancia relativa de diferentes familias (diversidad genética), especies y ecosistemas (comunidades) en una zona determinada. Esta definición coincide con la del *Convenio de las Naciones Unidas sobre la Biodiversidad*: “La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas” (IPCC, 2002). Se diferencian distintos niveles de organización de la vida: el nivel de genes, poblaciones y ecosistemas.

La biodiversidad ofrece un sinfín de servicios³ que sirven no sólo para la población local, sino también tiene su importancia a escala regional e internacional. En cuanto a servicios, se puede mencionar la regulación del suministro de agua, el control de erosión, la revitalización de suelos, áreas naturales para pastoreo y servicios de polinización, control natural de pestes y variación genética en los cultivos, que puede tener un efecto indirecto sobre el nivel de ingresos y consumo de los habitantes (Andersen, 2009). Ejemplos de productos de la biodiversidad son los que provienen de la caza y pesca, materiales de construcción, medicina, alimentos y otros; también la biodiversidad juega un papel importante en

actividades económicas, como el ecoturismo, la recolección de castaña, etc.

Las regiones biogeográficas⁴ se distinguen entre las *áreas naturales* y las *áreas culturales*. Las *áreas naturales* son las que no han sufrido modificaciones realizadas por el ser humano, que generan cambios distinguibles en el paisaje y en los ecosistemas locales, y que a su vez son divididas en *áreas naturales protegidas* y *áreas naturales no protegidas*.

Bolivia, que posee una significativa biodiversidad, cuenta con una importante base para enfrentar los impactos del cambio climático. El reto está en reconocer y conocer este potencial y saber aplicarlo de forma estratégica y sostenible.

Las *áreas naturales protegidas* son las zonas comprendidas dentro de ciertos límites bien definidos, especialmente consagradas a la protección, que sobresalen en el contexto natural, destacándose por sus condiciones ambientales, por su flora y fauna, por sus bellezas escénicas, convirtiéndose por estas razones en ámbitos de un valor excepcional para las regiones que las contienen (según el Art. 1º de la Convención para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural). Estas *áreas* pertenecen al Estado, cuentan con una normativa según la categoría a la que pertenecen y con una instancia responsable para su protección y manejo, como es el Servicio Nacional de

3 Los servicios de los ecosistemas se pueden dividir en: 1) servicios de aprovisionamiento o suministro de bienes con beneficio directo y un claro valor económico, como la leña, plantas medicinales, pescados; 2) los servicios reguladores generalmente no son valorizados económicamente, ejemplos son la regulación del clima mediante el almacenamiento de carbono y el control de las precipitaciones locales, la eliminación de contaminantes por el filtrado del aire y las aguas, y la protección frente a los desastres, como el deslizamiento de tierras; 3) los servicios culturales tampoco son valorizados económicamente, como la belleza estética de los paisajes, el valor espiritual que se da, por ejemplo, a ciertas especies de árboles considerados sagrados; 4) Los servicios de apoyo no esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas, como la formación de suelos y los procesos de crecimiento de las plantas (Secretaría del CDB, 2010).

4 En este documento se utiliza la clasificación de Navarro y Maldonado (2011), sobre la base de regiones biogeográficas, ya que emplean como criterios, entre otros, el clima y los suelos, que se constituyen en parámetros importantes para analizar la variación que podría existir con el cambio climático..

Áreas Protegidas (SERNAP). Las áreas naturales no protegidas pueden ser tierras comunitarias o tener otro dueño, y no cuentan con un sistema de protección formalizado. Las áreas naturales a las

que se hace referencia principalmente en este documento son las áreas naturales protegidas. Las *áreas naturales* se pueden dividir en *áreas modificadas* y *áreas transformadas*.

Recuadro 4: Áreas modificadas

Las áreas modificadas han sido ajustadas por el ser humano, llevando a cambios visibles en el paisaje y en los ecosistemas locales, y se refieren en este contexto específicamente a los campos agropecuarios. Las áreas transformadas son las áreas pobladas como las ciudades y pueblos. El término agrobiodiversidad hace referencia a la diversidad de vida en las áreas modificadas.

2.1.1. El valor de la biodiversidad

Pocos cálculos se han realizado sobre el valor de la biodiversidad por los productos y servicios que ofrece. Sin embargo, se recomienda determinar y visualizar la importancia del valor intrínseco de la biodiversidad, al margen de intereses y necesidades humanas, para entender la dimensión del impacto de su degradación y pérdida para la humanidad, así como para desarrollar acciones serias para evitarlo (Comunidades Europeas, 2008). Según Stern (2006), citado por Piepenstock & Maldonado (2010), la reserva biológica de las regiones andina y amazónica, en total 370 millones de hectáreas, vale 115.000 millones de dólares, lo que equivale a la tercera parte del PIB de los países andinos que conforman la región amazónica. Sin embargo, Comunidades Europeas (2008) ha calculado que si las actividades humanas actuales siguen su curso, en el año 2050 el 11% de las áreas naturales a escala mundial se perderá debido a la conversión de los terrenos para uso agro-

pecuario, la expansión de las infraestructuras y el cambio climático⁵.

El valor de lo intangible o simbólico permite saltar etapas en el desarrollo. Una importante tendencia en el análisis micro de las cadenas de valor de los recursos naturales consiste en distinguir entre los determinantes tangibles o materiales del valor de un producto o servicio (como su sabor al paladar o sus controles sanitarios) y los determinantes intangibles o simbólicos del valor de estos productos (por ejemplo, si son producidos sin trabajo infantil o si conservan el bosque tropical). La revalorización del primer eslabón requiere cuestionarse cómo generar mayor valor agregado. La literatura se concentra en tres aspectos que determinan una mayor redistribución del valor intangible o simbólico. El primero está relacionado con procesos de certificación que generan la llave para la discriminación de precios según estándares laborales, ambientales, especies nativas o lugar de origen. El segundo aspecto tie-

⁵ Los autores de este libro proponen un modelo para valorizar económicamente los recursos naturales y la biodiversidad, además proponen dos estrategias para usar este valor de forma sostenible: 1) políticas que recompensen la preservación del flujo de los servicios ambientales; 2) la creación de “mercados de cumplimiento” que asignen un valor negociable al suministro o al uso de estos servicios, como el Pago por Servicios de los Ecosistemas (PSE).

ne que ver con la propiedad intelectual y el potencial de consagrar denominaciones de origen a nivel local o regional. Finalmente, el tercer aspecto se relaciona con la generación de información apropiada sobre la distribución de valor agregado en cadenas de valor global (PNUD, 2009).

Para este último se necesita una infraestructura institucional y financiera adecuada. Existen más estudios sobre el desarrollo de modelos alternativos para el uso sostenible de los recursos naturales y la biodiversidad. Sánchez (1998) ha desarrollado un modelo para valorizar económicamente los productos no maderables por los indígenas chimanés, viviendo en la Reserva de Biosfera - Territorio Indígena Pilón Lajas. Huanca (2005) describe un modelo para valorizar los servicios recreacionales del Parque Nacional Carrasco, del departamento de Cochabamba, que resulta en un valor de Bs 20 por turista, en cada visita.

Sobre la base de un estudio en el marco de servicios ambientales –a través de la fijación de carbono por dos tipos de bosques en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado– se ha determinado que tanto el bosque húmedo siempre verde como el bosque seco semideciduo son un potencial mitigador del carbono atmosférico, ya que incorporan y almacenan una considerable cantidad de carbono (entre 0,43 a 1,65 t / ha / año y almacenan de 124,7 a 156,4 t / ha de carbono) (Araujo, 2002).

Por otra parte, el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD) propone un modelo de desarrollo alternativo y sostenible en el documento *La otra frontera*, caracterizado por la presencia de lo que denomina “Tres Momentos”, aplicados a diferentes regiones y recursos naturales:

Un primer momento caracterizado por la revalorización de los recursos forestales, reconocer este valor en función de los potenciales beneficios para la población de un área protegida. Un segun-

do momento con el aumento de valor agregado intangible, a través del etiquetado de comercio justo; la identificación del valor inherente a un área de conservación es intangible en un inicio (servicios ecológicos, culturales y recreacionales a través de programas de ecoturismo y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad). Y un tercer momento de sostenibilidad del modelo en un círculo virtuoso de conservación de la naturaleza e incremento de los estándares salariales, aspectos condicionantes para la entrada a los mercados especializados; depende del equilibrio entre la conservación y el desarrollo de iniciativas económicas dentro de un área protegida, donde debería prevalecer siempre el criterio ambiental.

El modelo propuesto en *La otra frontera* incorpora una visión holística de desarrollo; como un espacio de protección del patrimonio natural es al mismo tiempo un espacio de desarrollo humano sostenible y se fundamenta en la búsqueda de la compatibilización de los usos actuales con otros usos potenciales, que representan una oportunidad importante de diversificación de actividades y de incorporación de mayor equidad en la distribución de los recursos naturales y su aprovechamiento para la generación de ingresos (PNUD, 2009).

El informe *La otra frontera* (PNUD, 2008) propone un patrón de desarrollo alternativo al uso primario tradicional de nuestros recursos naturales. En este documento, múltiples actividades de gestión comunitaria y empresarial exitosa de agricultura orgánica, biocomercio, ecoturismo, planes de manejo forestal y servicios ambientales generan empleo conservando el medio ambiente y mejorando los estándares laborales de pequeños y medianos productores.

Este modelo se basa en la revalorización de los recursos naturales, la agregación de un valor intangible o simbólico en el proceso productivo a través de distintas certificaciones como la orgánica, de comercio justo y planes de manejo sostenible, que

impactan en el precio y el mercado del producto final; y por último, la sostenibilidad social, económica y ambiental, cuya combinación contribuye a un círculo virtuoso de desarrollo. Según el informe, esta economía alternativa agrupa a 500.000 productores en todo el territorio nacional, los cuales contribuyen con aproximadamente \$us 300 millones a la economía boliviana anualmente y generan alrededor de 370.000 fuentes de empleo

directo. En concreto, la producción orgánica en Bolivia tiene 60.000 miembros, agrupados en 65 organizaciones. El país ocupa el cuarto lugar en Latinoamérica en número de organizaciones pertenecientes a las redes de comercio justo (26 organizaciones) y los productos derivados del biocomercio generaron en 2009 un ingreso de \$us 155 millones, que beneficiaron a 400 comunidades (PNUD, 2009).

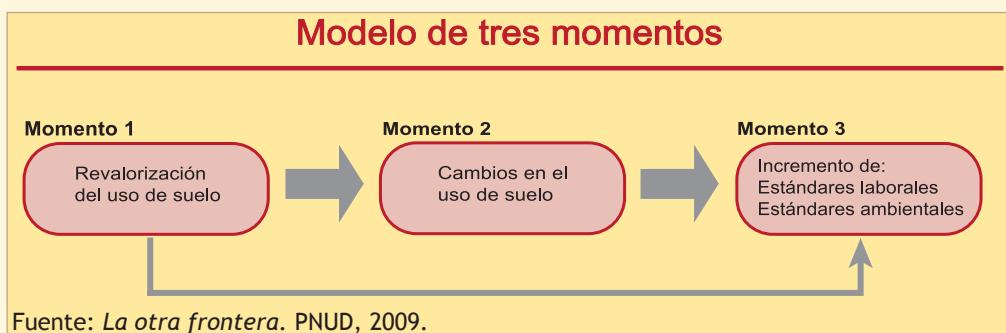
Recuadro 5: Modelo de “Tres Momentos” propuesto en el documento *La otra frontera*

La otra frontera también se sustenta en un modelo de tres momentos:

El primero es de valoración económica de los usos del suelo. Para que cambien los usos del suelo a nivel local, municipal, regional o departamental tienen que existir incentivos económicos que apunten en la dirección de patrones no depredadores. Sólo si la rentabilidad de producir madera certificada o castaña orgánica es mayor que la rentabilidad de producir arroz, carne de bovinos o azúcar se sostendrá un modelo de nueva frontera.

El segundo momento es de agregación de valor en cadenas productivas globales. El valor agregado de los productos de alta rentabilidad emerge de las cualidades del proceso productivo (estándares laborales y ambientales, entre otros) y de las cualidades intangibles y simbólicas incorporadas en el proceso de mercadeo (certificaciones y etiquetamientos, entre otros).

El tercer momento supone la sostenibilidad de mediano y largo plazo con estándares laborales y ambientales más altos.



Finalmente, establece que “en el contexto boliviano donde, por un lado, se cuenta con una enorme biodiversidad y, por otro lado, con una pobreza que crece constantemente a pesar de una economía en aumento, es importante considerar otro tipo de modelo de desarrollo, es decir, uno que deja atrás la sobreexplotación de los recursos naturales y el uso de mano de obra barata y que, en cambio, se enfoca en un uso sostenible de la biodiversidad y el suelo basado en principios ecológicos y de derechos humanos” (PNUD, 2009).

La propuesta forma parte de una visión alternativa sobre el desarrollo económico del país, una visión que parte del valor de la biodiversidad y los recursos naturales, y que plantea actividades que generan productos con valor agregado a partir del manejo sostenible de los recursos naturales y la biodiversidad con criterios ecológicos, de derechos humanos etc. De este modelo salen propuestas como los sistemas agroforestales, la agricultura ecológica, el comercio justo y otros (PNUD, 2009).

La (agro)biodiversidad es uno de los recursos naturales más preciosos del mundo como regulador del clima, de la calidad del suelo y agua, como fuente de una multitud de productos como alimentos, medicinas, leña, miel, etc. Particularmente, Bolivia se caracteriza por tener una significativa (agro)biodiversidad, que es una de las riquezas más importantes del país.

2.2. Biodiversidad en América Latina

Navarro & Maldonado (2011) han desarrollado una clasificación de regiones biogeográficas sobre la base de la vegetación y los tipos de interacciones de las variables geofísicas y biológicas del ambiente, relacionados con la vegetación en un espacio geográfico determinado. Las variables

geofísicas tomadas en cuenta son el clima, la geomorfología y los suelos; las variables biológicas consideradas son las comunidades animales y las actividades humanas. De esta manera se han determinado dos subreinos para América Latina: El subreino Neotropical (del cual Bolivia forma parte) y el Austroamericano, los cuales a su vez son divididos en superregiones y regiones biogeográficas (ver tabla 7).

Tabla 7: División biogeográfica de América Latina

Subreinos	Superregiones biogeográficas	Regiones biogeográficas	Provincias biogeográficas
1. Neotropical	Caribeo-Amazónica	Caribeo-Mesoamericana	Antillas Chiapas-Honduras Panamá-Costa Rica Guajira Costera
		Colombiano-Venezolana	Ecuatoriano-Colombiana Río Magdalena Islas Galápagos Serrano-Venezolana Llanos Tepuís
		Amazónica	Loreto Río Negro-Alto Orinoco Roraima y Bajo Amazonas Guayanas Delta Amazonas Acre y Madre de Dios Madeira y Tapajoz

	Chaco-Brasileña	Brasileño-Paranense	Cerrado Tocantins Beni Pantanal Atlántico-Brasileña Paranense Caatinga
		Chaqueña	Chaco Boreal Chaco Austral
	Andina	Andina	Páramo Andino Yungas Peruano-Bolivianos Puna Peruana Altiplano Andino Boliviano-Tucumana
		Desierto del Pacífico	Desierto del Perú Desierto de Atacama
2. Austro-americano		Pampeana	Pampa Lluviosa Pampa Xérica
		Mesochileno-Patagónica	Desierto Mesochileno Chile Central Andino-Mediterránea Del Monte Patagónica Boreal Patagónica Austral
		Valdiviano-Magallánica	Valdiviana Astroandino-Magallánica Tierra de Fuego Isla Juan Fernández Antártica

Fuente: Navarro & Maldonado, 2011.

La biodiversidad y diversidad genética de la región latinoamericana es una de las más altas del mundo, tanto a nivel terrestre como marino, entre otras razones debido a las condiciones geográficas. Se encuentran ecosistemas desde los bosques tropicales amazónicos, bosques nublados, páramos andinos, praderas y los suelos de matojos hasta los desiertos, pastizales y humedales. Las praderas cubren aproximadamente un tercio de los suelos de América Latina, los bosques un 22% y representan un 27% de la cubierta forestal del mundo. Ámbitos como las cordilleras montañosas, la selva amazónica, humedales costeros y los del interior son caracterizados por una alta biodiversidad (IPCC, 2002). El río Amazonas juega un papel muy importante en el ciclo y equilibrio del agua en una gran parte de esta región.

Aproximadamente 23% de las tierras de cultivo del planeta se encuentran en América Latina, muchas de ellas aún son manejadas según las prácticas de tiempos precolombinos. Sin embargo, algunos de los ecosistemas ya se encuentran en gran riesgo por las actividades humanas y, en este sentido, el cambio climático va a constituir un problema adicional (IPCC, 2002).

Las actividades humanas con mayor impacto sobre la biodiversidad son el cambio de uso del suelo y la deforestación. La mayor parte de la deforestación a escala mundial (31%) se lleva a cabo en América Latina, seguida de la región Asia Pacífico con el 21%. Una de las mayores causas para el cambio de uso de tierra en América Latina es la expansión del cultivo de la soya (Piepenstock & Maldonado, 2010. Ver mapa 10).

Mapa 10: Zonas de expansión del cultivo de soya en América Latina al 2020



Fuente: Piepenstock & Maldonado, 2010.

La imagen demuestra una concentración de la expansión del cultivo de soya en Argentina, Paraguay, Brasil y el este de Bolivia. Según estimaciones, la superficie cultivada con soya aumenta a un total de 59 millones de hectáreas (un incremento de 55% en comparación con la superficie en 2003), que significa el 57% de la producción mundial (Piepenstock & Maldonado, 2010, citan IPCC, 2007, cap. 13). La expansión afectará principalmente ecosistemas boscosos como el bosque amazónico, bosque atlántico, bosque chiquitano y otros (Piepenstock & Maldonado, 2010, citan Magrin, 2007). Hole *et al.* (2011) indica que la producción de agrocombustibles (en América Latina principalmente la soya) ha llevado a la conversión de bosques tropicales, sabanas, humedales, pastizales y otros ecosistemas naturales en tierra agrícola, de esta manera se generó una deuda de carbono (Hole *et al.*, 2011, cita a Fargione *et al.*, 2008) y al mismo tiempo causa la degradación masiva de los ecosistemas naturales.

La pérdida del bosque amazónico, especialmente en la zona oriental (Brasil), llevará a una conversión hacia regiones con características de sabanas, lo que tendrá consecuencias severas e irreversibles para el ciclo hidrológico del subcontinente (Piepenstock & Maldonado, 2010). Elbers (2011) indica además que la pérdida de enormes superficies de bosques nativos –principalmente en Brasil, Paraguay y Argentina a causa del cultivo de soya y agrocombustibles– tiene como consecuencia la eliminación de la conectividad biológica, lo que pone en riesgo aún más la conservación de la biodiversidad a largo plazo.

Otro aspecto de la producción de soya es que en su gran mayoría está basada en el cultivo de organismos genéticamente modificados, la aplicación elevada de agroquímicos y un sistema de monocultivos, lo que tiene impactos fuertes sobre la biodiversidad a través de la contaminación del suelo, agua y aire, la degradación del suelo, la contaminación genética a través de la transferencia horizontal de genes, la aparición de especies invasoras y la resistencia a agroquímicos, entre otros (Grupo de Reflexión Rural, 2007; FOBOMADE, 2002).

2.3. Biodiversidad en Bolivia

En Bolivia, más de tres millones de personas viven en áreas rurales, áreas naturales y zonas de amortiguamiento, y subsisten gracias a los productos y servicios de la biodiversidad. Han desarrollado conocimientos y estructuras socioculturales para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad y en la creación, recreación y conservación de la agrobiodiversidad (Ibisch & Mérida, 2003).

Bolivia se encuentra ubicada entre los 12 ó 15 países megadiversos del planeta en términos de especies de plantas, animales y riqueza genética

o germoplásmica implícita (Palerm & Ribera, 2011). Este hecho se explica por las variaciones de altitud (entre 200 y 6.000 msnm), de precipitación (entre 200 y 5.000 mm/año), de temperaturas (glaciar hasta tropical) y de topografía, por lo cual cuenta con muchos tipos de vegetación y ecosistemas (Andersen, 2009). Además existe una variedad de ecosistemas, como los bosques montanos de los Yungas y la Amazonía, que tienen un alto nivel de conservación (Palerm & Ribera, 2011).

La gran biodiversidad del país se expresa en la amplia variedad de especies, por ejemplo, está entre los 10 primeros países con mayor diversidad de vertebrados, aves y mamíferos; entre los 11 con mayor diversidad de peces de agua dulce; y entre los 13 con mayor riqueza de especies de anfibios y escarabajos tigre (Mérida *et al.*, 2003; FAN, sitio web). Además se ubica entre los 11 países con mayor riqueza de especies de plantas y ocupa el cuarto lugar entre los países con mayor riqueza de mariposas (PNUD, 2009).

Recuadro 6: Diversidad de especies en Bolivia

Se estima que en nuestro planeta existen unas 250.000 a 300.000 especies de plantas vasculares, además de briófitas y líquenes. De todas ellas, aproximadamente unas 20.000 crecen en Bolivia. Dentro de éstas, se considera que existen 1.000 -1.500 líquenes (300 registrados); 850 musgos: 908 registrados según Aldana *et al.*; 750 hepáticas: 477 registradas según Aldana *et al.*; 1.700 helechos y grupos afines: 1.168 registrados según Kessler *et al.* 2006; 23 gimnospermas (18 registradas) y; 15.500 angiospermas: 13.219 registradas según Jørgensen. Además existen más de 1.300 especies de orquídeas (*Orchidaceae*), que representan 190 géneros, equivalente al 25% de géneros de orquídeas conocidos a escala global (citados en Beck, 2009).

En cuanto a la fauna, actualmente se encuentran registradas en Bolivia más de 1.400 especies de aves y 396 especies de mamíferos (Palerm & Ribera, 2011). Además hay 203 especies de anfibios, 266 especies de reptiles y 600 especies de peces; 100 especies endémicas de vertebrados (Mérida *et al.*, 2003). PNUD (2009) ha documentado el registro de 160 especies de moluscos y 3.000 especies de mariposas diurnas. Aguirre (2011) ha identificado 130 especies de murciélagos.

Existen por lo menos 800 especies de hongos (Mérida *et al.*, 2003). El mayor porcentaje de estas especies es endémico: 24% de los musgos y las hepáticas, 22 especies de escarabajos tigre, 27 especies de reptiles y 16 especies de aves (PNUD, 2009).

Aparte de ello, se han determinado 50 especies nativas domesticadas y alrededor de 3.000 especies de plantas medicinales utilizadas a nivel local o regional. Bolivia es el centro de origen de especies importantes como los ajíes, locotos, pimentones, papas, maníes, frijoles, yuca y de una variedad de palmeras (PNUD, 2009).

Varios datos principales se encuentran en los registros del clima desde hace 30 años (SENA-MHI), registros de plantas, desde hace 100 años (en los herbarios) y registros de fauna, desde hace 50 años (en colecciones). Aparte de ello, existe información generada por el gobierno, la academia y organizaciones de la sociedad civil; pero es dispersa y generalmente de difícil acceso (Miranda, 2011).

Sólo hasta hace poco se ha comenzado a estudiar y documentar la gran biodiversidad de Bolivia. La mayoría de los estudios han sido realizados durante los últimos 20 años y todavía son muy limitados (Morales *et al.*, 2008; Morales *et al.*, 2010; Herzog *et al.*, 2011). Los estudios se han enfocado sobre todo en insectos, vertebrados acuáticos y terrestres, y plantas vasculares (cormofitas); mientras que crustáceos, plantas no vasculares (briofitas) y algas (por ejemplo, su potencial como bioindicador) han recibido poca atención. Hay muy pocas publicaciones en este ámbito, además una gran parte se encuentra en el exterior, en idiomas y documenta-

tos poco accesibles para el país (Morales *et al.*, 2008; Morales *et al.*, 2010).

Bolivia se caracteriza por una amplia variedad climática y ecológica, debido principalmente a los profundos contrastes de su fisiografía. El rango altitudinal se extiende entre los 130 y los 6.452 msnm, desde las tierras bajas de la Amazonía y el Chaco hasta la cordillera de los Andes (Palerm & Ribera, 2011).

Al mismo tiempo de ser uno de los países más ricos del mundo en biodiversidad, Bolivia también es uno de los países donde menos estudios existen sobre esta temática.

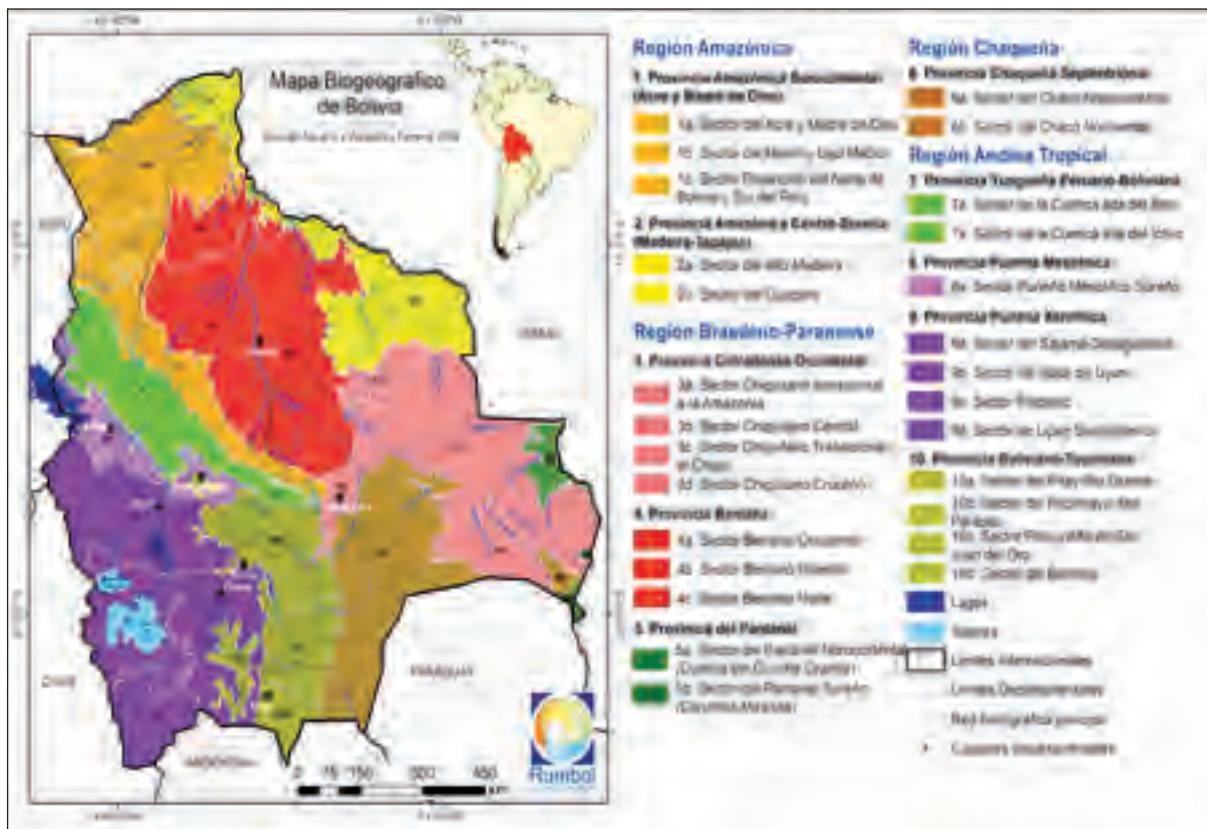
Según la clasificación de Navarro & Maldonado (2011), se puede diferenciar entre cuatro regiones biogeográficas en Bolivia, las cuales a su vez son divididas en otras nueve provincias (ver tabla 8 y mapa 11).

Tabla 8: Las regiones y provincias biogeográficas de Bolivia

	Regiones biogeográficas de Bolivia	Provincias biogeográficas de Bolivia
1	Región Amazónica	Provincia del Acre-Madre de Dios (Amazónica suroccidental)
2	Región Brasileño-Paranense	Provincia del Beni Provincia del Cerrado Provincia del Pantanal
3	Región Chaqueña	Provincia del Chaco Boreal
4	Región Andina	Provincia de los Yungas Peruano-Bolivianos Provincia de la Puna Peruana Provincia Boliviano- Tucumana Provincia Altiplánica

Fuente: Navarro & Maldonado, 2011.

Mapa 11: Mapa biogeográfico de Bolivia



Fuente: Navarro & Maldonado, 2011.

La región de la Amazonia abarca cerca de la mitad de la superficie del territorio boliviano (475.278 km²) y está constituida por una variedad de ecosistemas (bosques húmedos tropicales, sabanas inundables, bosques semihúmedos de transición hacia el Cerrado y el Chaco, y bosques tropicales subandinos) caracterizados por su elevada biodiversidad (PNCC, 2009).

La flora de la región amazónica de América Latina se distingue por su gran riqueza, con al menos 3.000 especies endémicas, 100 géneros endémicos y tres familias endémicas con un bioclima predominante pluviestacional (según Good, 1974; Takhtajan, 1986, en Navarro & Maldonado, 2011).

Los bosques amazónicos son una especie de gigantesco pulmón vivo que captura CO_2 de la atmósfera.

mósfera y produce oxígeno, regulando el clima y el ciclo del agua, promoviendo la vida en todo el planeta (Piepenstock & Maldonado, 2010). Las zonas de la cuenca amazónica presentan una gran biodiversidad, de alta resiliencia, son dinámicas y se caracterizan por tener especies de amplia distribución (Mérida *et al.*, 2003). Aproximadamente el 24% de la Amazonía boliviana se encuentra bajo protección: Las áreas protegidas nacionales constituyen el 16% y las departamentales el 8%. Un 25% son Tierras Comunitarias de Origen (TCO), en algunos casos sobrepuertas a las áreas protegidas, que corresponden a los territorios de más de 25 pueblos indígenas (PNCC, 2009).

La flora en la región Brasileño-Paranense de América Latina es tan diversa o más que la amazónica, y más original, con aproximadamente 400 géne-

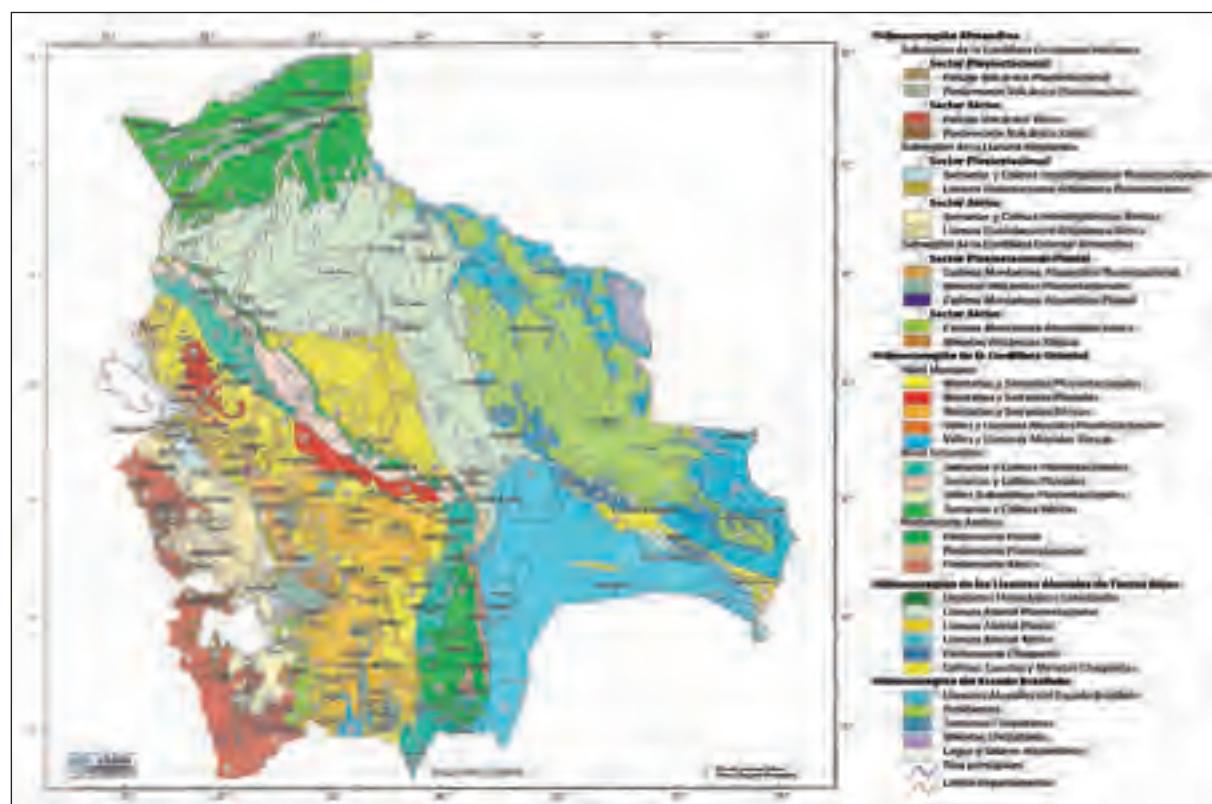
ros endémicos y con un bioclima predominante pluviestacional (según Good, 1974. En: Navarro & Maldonado, 2011). La región chaqueña latinoamericana se caracteriza por tener un clima principalmente xérico, que influye también en la baja presencia de géneros endémicos (Navarro & Maldonado, 2011).

La región andina en América Latina tiene como bioclimas predominantes desde el norte hasta el sur pluvial, pluviestacional y xérico, y por la gran variedad climática, fisiográfica y altitudinal; presenta una gran diversidad de ambientes, flora y fauna. No se conoce bien su diversidad biológica, pero se ha identificado muchas especies y géneros endémicos como también algunas familias (Navarro & Maldonado, 2011). Ciertas zonas andinas tienen especies de distribución restrin-

gida, generalmente con alta presión humana, especialmente las zonas de transición en las partes altas de los valles centrales (Mérida *et al.*, 2003).

Un importante aporte de Navarro & Maldonado (2011) ha sido la clasificación y caracterización de las llamadas hidroecorregiones de Bolivia, que es un primer esfuerzo en este ámbito y que forma una base importante para los estudios que se llevan a cabo en este ámbito. Se diferencia entre ambientes lógicos (ríos y arroyos) y ambientes leníticos o lénticos (lagos, lagunas y pantanos), y para describirlos se aplican variables morfológicas, físicas y químicas. De esta manera, han identificado cuatro hidroecorregiones en Bolivia: Altoandina, de la Cordillera Oriental, de las Llanuras Aluviales de Tierras Bajas, y la del Escudo Brasileño (ver mapa 12).

Mapa 12: Hidroecorregiones de Bolivia

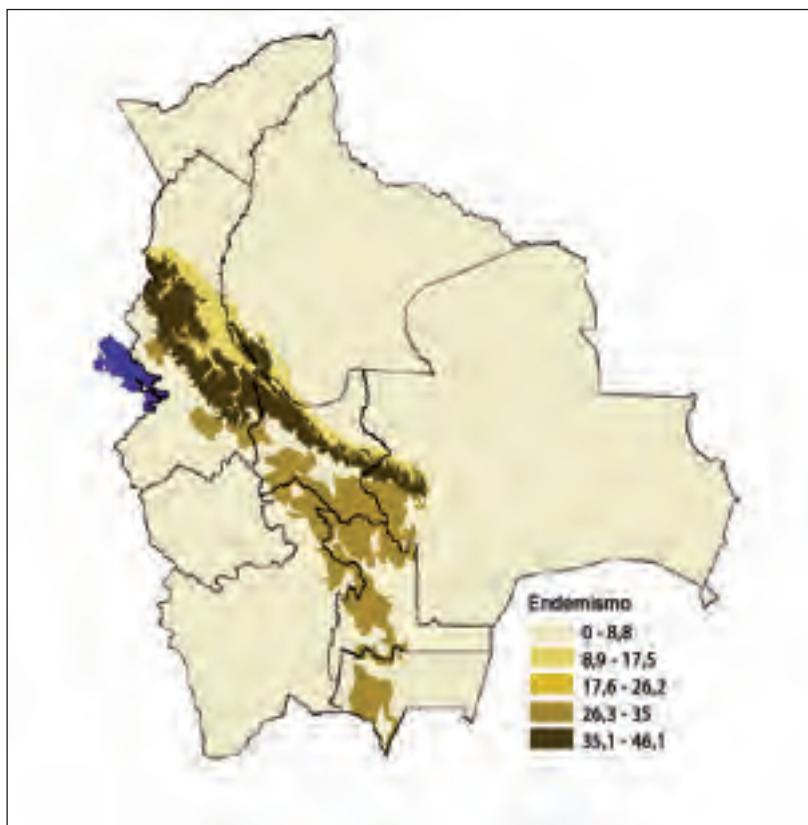


Fuente: Navarro & Maldonado, 2011.

En general, la biodiversidad de Bolivia se distingue por un alto endemismo de especies, especialmente en los Yungas y en los valles interandinos (Elbers, 2011; PNCC, 2009). Los bosques de los Yungas son el centro de mayor diversidad y endemismo, por ello se la considera la zona más importante

del país y de gran interés para su conservación. En cuanto a los sistemas acuáticos, el lago Titicaca es probablemente uno de los centros de endemismo más importantes de Sudamérica. Otras zonas con un alto nivel de endemismo son los llanos de Moxos y los bosques amazónicos (ver mapa 13).

**Mapa 13: Endemismo de especies por ecorregión
(promedio de los porcentajes ecorregionales de endemismo)**

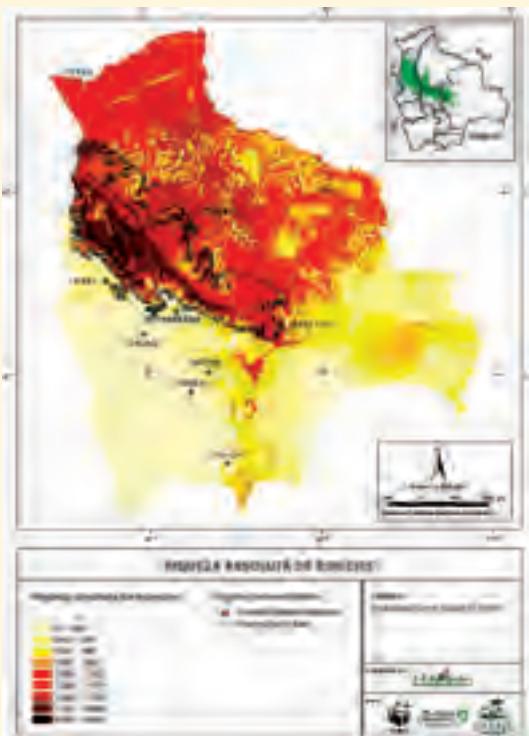


Fuente: PNUD, 2009, sobre la base de Ibisch & Mérida, 2003.

Recuadro 7: Riqueza de especies en Bolivia

El mapa 14 muestra la variación en riqueza absoluta de especies en el país. Se puede notar que las áreas con más riqueza de especies (flora y fauna) se encuentran en los valles de La Paz (donde están, entre otros, los bosques de los Yungas) y Cochabamba, áreas caracterizadas por altos niveles de precipitación y una topografía muy accidentada. Las regiones con menos biodiversidad son las áreas planas y áridas del altiplano y del chaco (Andersen, 2009).

Mapa 14: Riqueza absoluta de especies en Bolivia



Fuente: Andersen, 2009. En: FAN, 2005.

Recientemente, Anderson (1997) y Salazar *et al.* (2002) han realizado estudios básicos sobre los mamíferos de Bolivia. Las investigaciones sobre la composición mastofaunística son todavía incipientes, lo que demuestra el hecho de que recién a partir de 1980 el 50% de las especies de mamíferos del país ha sido descubierto y descrito (Salazar *et al.*, 2002, cita Anderson, 1997). Wallace *et al.* (2010) ha registrado 114 especies nativas de mamíferos medianos y grandes. Se ha identificado al altiplano como la región con el endemismo regional de mamíferos más alto (70%), seguida por los Yungas (36%), la Amazonia (18,5%) y el Chaco (15%) (Salazar *et al.*, 2002).

Algunos investigadores, entre ellos Morales *et al.* (2008), han realizado estudios preliminares sobre algas; pero todavía abarcan un espacio muy local y se enfocan sobre todo en la identificación de especies.

Además de la publicación de Navarro & Maldonado (2011), que da una base importante para el entendimiento de la distribución de la vegetación y sus relaciones con condiciones climáticas, del suelo y de otros factores ambientales, la Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN) ha elaborado un atlas de flora y fauna de Bolivia que recoge los datos de varias instituciones nacionales e internacionales, y que visualiza los patrones geográficos y sitios prioritarios para la conservación de las especies de flora y fauna en el país (www.biodiversidadbolivia.com).

Por otra parte, en el año 2011 Navarro & Ferreira han elaborado *El mapa de vegetación de Bolivia* y el *Mapa de sistemas ecológicos de Bolivia* (Navarro & Ferreira, 2011), lo que representa un importante avance en la visualización de la distribución de la vegetación y sistemas ecológicos del país. Ibisch & Mérida (2003) describen detalladamente los

ecosistemas de Bolivia a partir de una clasificación en ecorregiones y las especies: Hongos, plantas (briófitas, pteridofitas, espermatofitas); animales (invertebrados, vertebrados, peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos).

Existen varias tesis de la carrera de Biología y/o del Herbario Nacional de la UMSA que documentan aspectos específicos de la biodiversidad, como la estructura y composición de diferentes ecosistemas (por ejemplo, bosques húmedos subtropicales, bosques subandinos pluviales de Yungas, bosques subandinos secos deciduos), estudios sobre características, abundancia y otros aspectos a nivel de especies (hongos, líquenes, musgos, palmeras, helechos, aves, murciélagos, etc.) y estudios socioculturales como los conocimientos y prácticas en relación al uso de recursos no maderables del bosque (plantas medicinales, tintas naturales, fauna, etc.) de los pueblos indígenas (por ejemplo: Tsimán-Mosetenes, en Beni).

Se han desarrollado estudios sobre aspectos especiales como la fragmentación de bosques y sus consecuencias para la flora y fauna, estudios palinológicos, impactos de factores antrópicos sobre la biodiversidad, plantas invasoras, sistemas agroforestales, sistemas agroecológicos, conservación de especies, planes de manejo de áreas naturales. Sin embargo, todavía no se han realizado tesis específicas sobre la biodiversidad en relación al cambio climático (Biblioteca del Instituto de Ecología (UMSA), La Paz-Bolivia, 2012).

2.3.1. Los bosques

Los bosques tienen un rol importante en el suministro de servicios como regulación climática, protección de riesgos, conservación y regulación de los ciclos de agua, protección de cuencas y control de la erosión, fijación de carbono, hábitat de vida silvestre y diversidad biológica, provisión de alimentos, medicinas, combustibles, materiales de construcción, etc. Además son importan-

tes en la reducción de la exposición de los riesgos climáticos extremos como el excesivo calor, sequía e inundaciones, por lo cual forman parte sustancial de las estrategias para mitigar y adaptarse al cambio climático.

En este sentido, a escala mundial se ha desarrollado el concepto de “deforestación evitada” como parte de las medidas para enfrentar los impactos del cambio climático. Los bosques y su biodiversidad sufren un proceso constante de deforestación y degradación por la conversión de bosques en tierras agropecuarias, la extracción de madera y sobreexplotación para la provisión de leña y carbón, entre otros. De esta manera aumenta la vulnerabilidad de las poblaciones que viven en ellos (PNCC, 2010).

Los bosques en Bolivia, con 53,4 millones de hectáreas, cubren prácticamente la mitad de la superficie del país (PNCC, 2000 cita el Mapa Forestal de Bolivia, 1995), la mayor parte se encuentra en los llanos del este y norte boliviano. La región amazónica tiene 22,18 millones de hectáreas de bosque, la región chiquitana 7,49 millones de hectáreas, la región chaqueña 10,07 millones de hectáreas y la región andina 13,45 millones de hectáreas. La mayor parte de los bosques se encuentra en manos de medianos y grandes propietarios en las tierras bajas de Bolivia, así como en tierras comunales de comunidades campesinas e interculturales, y en TCO. Los pequeños productores y comunidades ejercen principalmente un uso sostenible sobre el bosque; en cambio, los productores de mediana y gran escala usan la tierra principalmente para la producción de monocultivos industriales y productos cárnicos para la comercialización interna y externa (PNCC, 2010).

2.3.2. Niveles de deforestación

En Bolivia, la deforestación fluctúa entre 300.000 y 350.000 hectáreas por año. Sumando toda el

área deforestada se llega a aproximadamente a seis millones de hectáreas deforestadas, de las cuales cerca de tres millones se han producido en la última década, mayormente de forma ilegal. Con este ritmo de deforestación, Bolivia estará sin bosques en el año 2100 (PNCC, 2010; An-

dersen, 2009), es decir, para el año 2100, 37,7 millones hectáreas de bosque boliviano serán deforestadas, de las cuales 5,6 millones hectáreas quedarían dentro de los límites actuales de las áreas protegidas y 10,5 millones hectáreas dentro de los límites actuales de las TCO (ver tabla 9).

Tabla 9: Deforestación total, en áreas protegidas y en TCO

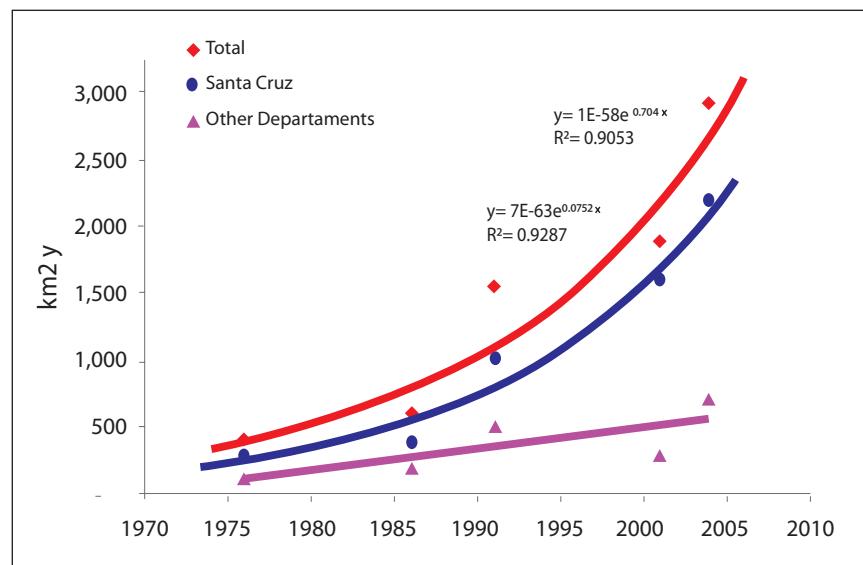
Año	Deforestación acumulada (millones ha)	Deforestación acumulada dentro de áreas protegidas (millones ha)	Deforestación acumulada dentro de TCO (millones ha)
2004	4,3	0,1	0,5
2030	15,7	1,2	3,8
2050	27,3	3,1	8,0
2070	32,4	4,1	9,4
2100	37,7	5,6	10,5

Fuente: Andersen, 2009.

La tasa de deforestación per cápita en Bolivia ($\approx 320 \text{ m}^2/\text{persona/año}$) es unas 20 veces más alta

que el promedio mundial ($\approx 16 \text{ m}^2/\text{persona/año}$) y una de las más altas del mundo (ver figura 6).

Figura 6: Deforestación anual en Bolivia



Fuente: Andersen, 2009. En: Killeen *et al.*, 2007.

Los procesos de deforestación destruyen el hábitat de las especies que viven en los bosques, amenazando de esta manera la existencia de éstas y

de las comunidades y ecosistemas de las cuales forman parte. La tabla 10 muestra los impactos de la deforestación sobre la riqueza de especies.

Tabla 10: Impactos de la deforestación sobre la riqueza de especies (por departamento)⁶

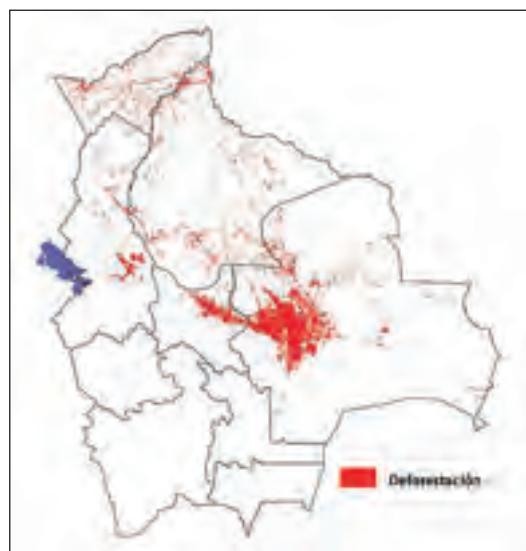
Departamento	Riqueza de especies inicial	Impacto de la deforestación prevista hasta 2100
Beni	1.252	-819
Chuquisaca	460	-50
Cochabamba	943	-356
La Paz	1.110	-469
Oruro	113	0
Pando	1.290	-561
Potosí	93	0
Santa Cruz	751	-538
Tarija	473	-197
Bolivia	814	-461

Fuente: Andersen, 2009.

Las ecorregiones más afectadas por la deforestación se encuentran en las tierras bajas del oriente boliviano. De acuerdo a los datos proporcionados, las mayores superficies de deforestación reciente se encuentran en las ecorregiones más áridas de las tierras bajas: El bosque chiquitano, el Gran Chaco y los alrededores de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra. Estas regiones se caracterizan por un uso intenso del suelo en actividades agroindustriales,

lo que promueve el avance de la frontera agrícola. Como muestra el mapa 15, las regiones más afectadas por la deforestación reciente son los bosques preandinos, con aproximadamente 10% de su territorio deforestado; los bosques amazónicos húmedos subandinos, con el 8% deforestado; y el bosque seco chiquitano, con el 6%. El resto de las regiones se caracteriza por porcentajes de deforestación inferiores al 4% (PNUD, 2009).

Mapa 15: Deforestación



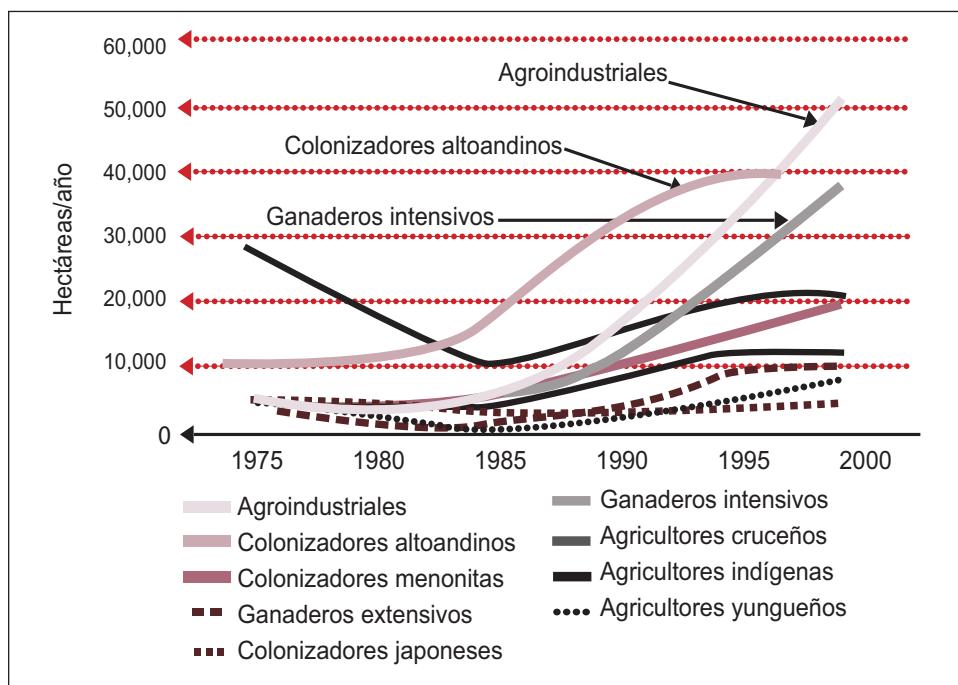
Fuente: PNUD, 2009.

⁶ Nota: Promedios ponderados por el área de cada municipio.

De acuerdo a una información del Ministerio de Desarrollo Rural, Agricultura y Medio Ambiente (2007), la superficie total deforestada en Bolivia –entre 1975 y 2006– alcanza a 4,1 millones de hectáreas. La tasa de deforestación ha sido creciente y cuadriplica su valor: de 80.000 ha por año en 1975 a 300.000 ha por año en 2006. La desagregación de esta información por actor socioeconómico

muestra una contribución diferenciada. Los mayores responsables de la deforestación en el periodo mencionado son tres: Los colonizadores altoandinos, los agricultores cruceños y yungueños, y los agroindustriales, quienes deforestaron el 23%, 20% y 17% de la superficie total afectada, respectivamente. Estos tres grupos son responsables de la deforestación de 2,5 millones de ha (PNUD, 2009).

Figura 7: Principales deforestadores en Bolivia (1975-2000)



Fuente: Ministerio de Desarrollo Sostenible, 2005.

El bosque es un recurso renovable, no obstante la sobreexplotación puede superar su capacidad de autorrecuperación. El sector forestal es intensivo en mano de obra, el año 2006 representaba el 0,66% del PIB, con una tasa de crecimiento anual promedio de 4% y generaba más de 75 mil empleos, lo que representaba aproximadamente el 3% de la población ocupada del país, sin considerar los empleos generados indirectamente. El impacto negativo directo de esta actividad es la degradación de los bosques a través de la pérdida de determinadas especies como la mara, el ochoo, cedro, roble, serebó, almendrillo y el tajibo, entre las más conocidas (PNUD, 2009).

2.3.3. Áreas naturales (protegidas)

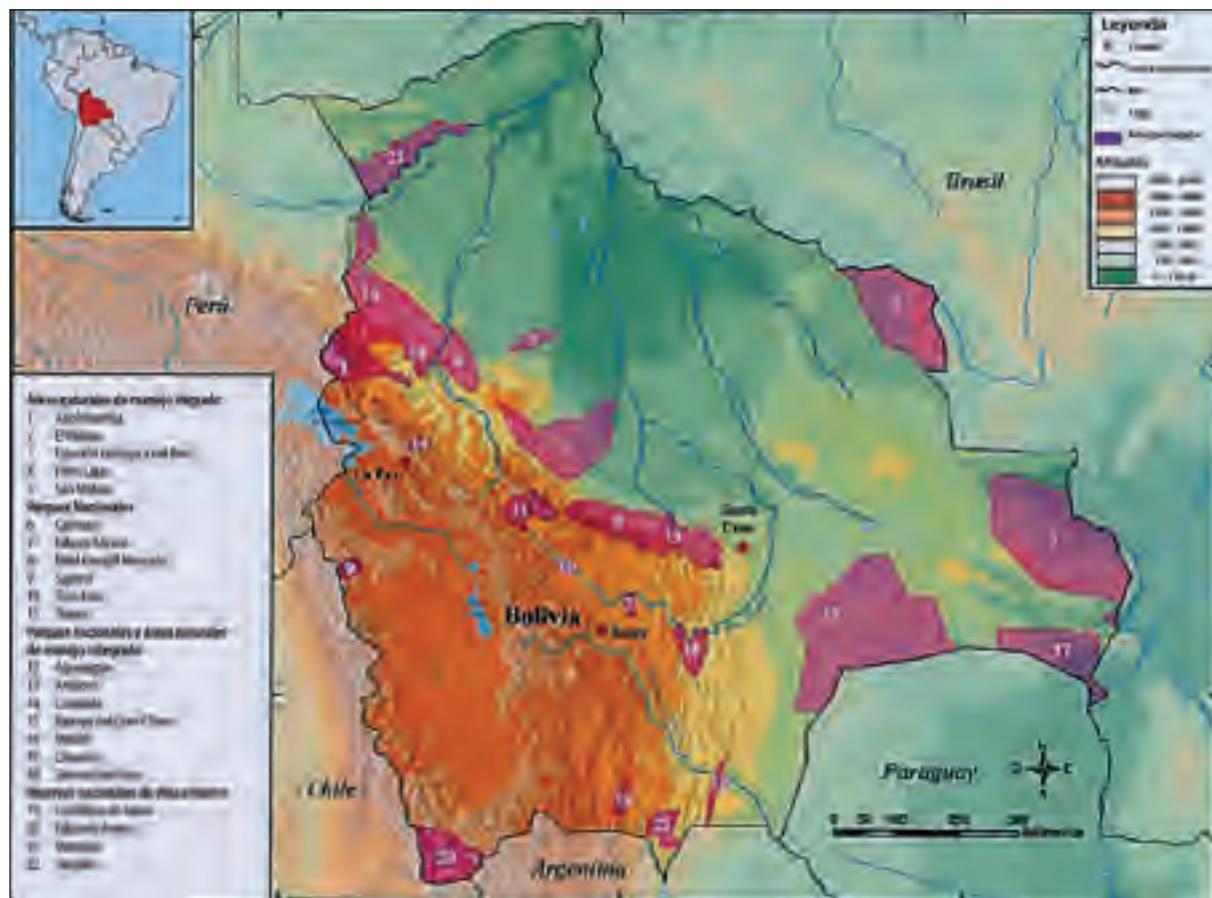
Las áreas naturales son de gran importancia para la conservación de la biodiversidad y tienen como funciones más importantes la protección de áreas boscosas contra la quema, garantizar los servicios ambientales para futuras generaciones (entre otros, el suministro de agua), ofrecer un refugio para plantas y animales amenazados, preservar los ecosistemas y especies silvestres, y con ellos los beneficios que estos ofrecen: Medicina, agricultura, recreo, turismo y la investigación (Elbers, 2011).

Los tipos de ecosistemas más importantes se encuentran en 22 diferentes áreas protegidas nacionales y fuera de ellas hay varias áreas protegidas a escala departamental y local (ver mapa 16), todos juntos ocupan aproximadamente el 16% del territorio nacional (Andersen, 2009). Tomando en cuenta las cerca 100 áreas protegidas a nivel departamental y municipal, se llega a un 22% de la superficie del país. Gran parte de ellas son descritas y visualizadas en el documento de SERNAP (2002). Se estima que del total de 14.000 plantas nativas existentes en el país, 68% estaría representado en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), al igual que alrededor del 80% de las especies de vertebrados registra-

dos para Bolivia (Hoffmann, 2010 cita SERNAP, 2007). En total, se estima que alrededor del 70-80% de todas las especies son cubiertas por las áreas protegidas existentes.

Según el grado de actividades humanas permitidas dentro del área protegida y el objetivo de su manejo, se aplican cuatro categorías de manejo de las áreas protegidas: Área Natural de Manejo Integrado, Parque Nacional, Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado, y Reserva Nacional de Vida Silvestre. A causa del marco político actual, se está aumentando el número de áreas protegidas a escala municipal y departamental (SERNAP, 2010. En: Elbers, 2011).

Mapa 16: Áreas protegidas de Bolivia



Fuente: SNAP Bolivia. En: Elbers, 2011.

Aproximadamente 200.000 habitantes viven dentro de las áreas protegidas nacionales, de los cuales el 78% son pueblos indígena originario campesinos, mientras que la población que vive en el entorno inmediato o zonas de amortiguación externas a las áreas protegidas nacionales alcanza aproximadamente a dos millones de habitantes (PNCC, 2010). Para todas estas personas, la biodiversidad de las áreas donde viven es el medio de sustento para vivir y un deterioro en ella afectaría seriamente sus condiciones de vida.

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) se constituye en el instrumento de conservación *in situ* de la biodiversidad más importante en

Bolivia. Protege ecosistemas como los bosques montañosos húmedos de los Yungas, los bosques húmedos de la faja subandina y los ecosistemas del Chaco. Sin embargo, otros ecosistemas de igual importancia no están representados por el hecho de que muchas áreas protegidas fueron creadas de forma arbitraria, sin considerar criterios de conservación. Tampoco existen aún áreas protegidas de importancia departamental y municipal. Pocos esfuerzos se han hecho para rescatar y conservar conocimientos tradicionales sobre el manejo de recursos naturales, el desarrollo de uso de tecnologías agropecuarias adecuadas y tomar en cuenta las condiciones precarias de la población local (Mérida *et al.*, 2003).

Recuadro 8: Sistemas acuáticos, el caso del lago Titicaca

Bolivia cuenta con innumerables lagos y otros sistemas acuáticos, de los cuales el lago Titicaca es el más importante. Forma parte de una cuenca hidrológica que incluye al río Desaguadero, al lago Poopó y al salar de Coipasa (referido como TDPS), ubicado en el altiplano boliviano-peruano. El lago Titicaca es probablemente uno de los centros de endemismo más importantes de Sudamérica. En la cuenca del altiplano se registran 32 especies nativas, la mayor parte en el lago Titicaca, como los suches o mauris, y dos especies introducidas: La trucha y el pejerrey (PNUD, 2009). En general, el lago Titicaca es caracterizado por una alta biodiversidad, con más de 25 especies endémicas (Banco Mundial, 2007). En el lago han identificado 94 especies de aves, 15 de anfibios, 27 de peces, 18 de zooplancton y numerosas especies de invertebrados. En cuanto a la flora, están el fitoplancton y las macrofitas: Los organismos fitoplanctónicos son usados como indicadores de la calidad del agua. Las macrofitas viven en asociación y la totora (*Schoenoplectus totora*) es una de sus principales especies (Banco Mundial, 2007) cita Andean lakes (De Oliveira and Steinitz-Kannan, 1993; Steinitz-Kannan, 2000).

La cuenca del lago Titicaca presenta una diversidad grande de algas (Maldonado *et al.*, 2011). Varias áreas de este son consideradas como Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO o como reservas nacionales bajo la Categoría IUCN VI, y todo el lago se designó sitio Ramsar de ecosistemas vulnerables y culturas ancestrales. Toda la cuenca TDPS contiene seis sitios Ramsar de importancia global.

En general, existen muy pocos estudios sobre los sistemas acuáticos en Bolivia, que además han sido desarrollados recién desde hace un par de décadas. Hasta ahora existen sólo algunos trabajos muy puntuales de relevamiento de especies, muchos de ellos han sido publicados en el exterior y no están disponibles en Bolivia. En general, la escasa información existente en el país en la actualidad es muy poco accesible, debido a que en su mayor parte no está publicada y proviene de informes técnicos, tesis, etc. (Navarro & Maldonado, 2011).

Otros sistemas acuáticos importantes en Bolivia son los bofedales, que son praderas nativas con vegetación permanente y se desarrollan entre 3.900 y 4.100 msnm (Rivera *et al.*, 2011). Son poco extensas y están en permanente humedad (por su contacto directo con las aguas subterráneas), tienen alta capacidad de almacenamiento de agua y baja infiltración, formando los llamados “ojos de agua”, muy importantes para los ecosistemas, los seres humanos y la ganadería.

2.3.4. Áreas modificadas (campos agropecuarios)

La agricultura en Bolivia se desarrolla en dos áreas geográfica, climática e hidrológicamente diferenciadas. La primera corresponde a la Amazonía, ubicada en el oriente boliviano y algunos valles interandinos, con topografía mayormente plana, bajo riego, cultivos dirigidos al mercado y basados en el sistema de monocultivo (soya, caña de azúcar). La otra área es la zona andina, que presenta una geografía muy accidentada, con una agricultura a secano dirigida en primer lugar al autoconsumo, está basada en prácticas y conocimientos que datan de más de 10.000 años, y aporta con el 65% de los alimentos del país.

Sobre la base de estas mismas prácticas y conocimientos, en la zona andina se maneja una gran biodiversidad tanto en sentido vertical como horizontal, producto de prácticas de domesticación, mejoramiento y preservación de especies, y variedades de cultivos en función a las condiciones de suelo, fisiografía, clima y cambios climáticos (Ponce, 2003). Por ejemplo, en el ayllu Majasaya Mujilli (provincia Tapacarí del departamento de Cochabamba) se cultivan 72 variedades de papa, 4 de papalisa, 7 de oca, 21 de quinua y cañahua, todas ellas especies nativas (según Ponce en FOBOMADE, 2002).

Actualmente, para su alimentación la humanidad depende de únicamente 2.500 plantas, de las cuau-

les sólo 15 a 20 son las principales (entre ellas trigo, arroz, maíz, frijol, caña de azúcar, remolacha dulce, yuca, papa, batata o camote, banana, soya, maní, cebada y sorgo). Es decir, sólo se domestica 0,78% de las 320.000 plantas vasculares y únicamente 0,0063% tiene mayor importancia económica.

Bolivia es uno de los 12 principales centros de origen o regiones de diversidad de plantas domesticadas del mundo (VMABCC- Bioversity International, 2009 cita Vavilov, 1931 y Singh *et al.*, 1975). Por ejemplo, en el país existen más de 1.000 variedades de papa y agricultores que manejan una gran variedad de estos tubérculos en sus parcelas, por ejemplo, en el ayllu Majasaya se ha identificado a personas que manejan hasta 60 variedades (AGRECOL Andes, s/f). Es importante observar que los centros de origen sólo ocupan 2 a 3% de la superficie terrestre y que son caracterizados por factores ambientales y geográficos específicos.

En Bolivia se han domesticado por lo menos 50 especies nativas que incluyen tubérculos, raíces, granos, frutos y hortalizas, tales como: Papa, oca, papalisa, isaño, arracacha, ajipa, yacón, achira, maíz, quinua, cañahua, amaranto, frijol, tarwi, lachayote, escarrote, zapallo, achojcha, pepino dulce, naranjilla, lima-tomate, chirimoya, maní y otros (Beck, 2009 cita MDS, 2001).

Bolivia es el centro de origen de especies de parientes silvestres de especies domesticadas como los ajíes, locotos, pimentones, papas, maníes, frijoles, yuca y variedad de palmeras (Mérida *et al.*, 2003; Beck, 2009). Existen cientos de especies de parientes silvestres de plantas cultivadas con importante potencial y fuente de información genética para el mejoramiento genético de cultivos, porque tienen rasgos potencialmente beneficiosos para los cultivos como la resistencia a plagas y enfermedades, incremento del rendimiento de la cosecha o estabilidad ambiental, tolerancia al estrés (Beck, 2009), son fuentes

potenciales de medicinas, alimentos, perfumes y tintas, hábitats para polinizadores y agentes de control biológico (Hunter & Dullo, 2009).

El proceso de domesticación y las reducciones en población que sufren las plantas –en el marco de la agricultura altamente tecnificada– derivan en

una reducción de variabilidad, diversidad genética de los cultivos domesticados, en comparación con los parientes silvestres, lo que resalta la importancia de conservar los parientes silvestres como fuente potencial de mejoramiento genético de los cultivos domesticados (VMABCC - Bioversity International, 2009).

3. La amenaza del cambio climático a la biodiversidad

3.1. Impactos del cambio climático en la biodiversidad del planeta

Los impactos debido al cambio climático (que mayormente son consecuencia de las actividades humanas) implican una presión adicional sobre la biodiversidad. Se han señalado impactos importantes sobre la biodiversidad en general, como cambios en la estación de la reproducción de animales y plantas y/o la de la migración de los animales, la extensión de la estación de crecimiento, la distribución de las especies y el tamaño de sus poblaciones, y la frecuencia de las plagas y brotes de enfermedades (Inzunza, 2009).

La Secretaría del CDB (2010) prevé, tomando en cuenta las presiones de cambio del hábitat, la sobreexplotación, la contaminación, las especies exóticas invasoras y el cambio climático, un aumento considerable del riesgo de extinción para muchas especies, sobre todo los anfibios, y aproximadamente 23% de las especies vegetales. El avanzado nivel de fragmentación de hábitats terrestres disminuye considerablemente la capacidad de las especies de adaptarse al cambio climático porque les resulta más difícil migrar a zonas más adecuadas⁷.

Se espera la extinción de muchas especies, mientras otras son menos vulnerables. Los ecosistemas restringidos geográficamente son más vulnerables al cambio climático. Los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad varían a escala mundial según las interacciones entre los fenómenos que causan la pérdida de la biodiversidad (IPCC, 2002).

Según la Secretaría del CBD (2010), los cambios más importantes en la biodiversidad a causa del cambio climático son:

- Los bosques boreales se expanden hacia el norte y se convierten en tundra.
- Los bosques boreales experimentan una muerte forestal periférica en su extremo sur, para dar lugar a las especies de zonas templadas.
- Los bosques templados experimentan una muerte forestal periférica en el extremo sur y en las latitudes ecuatoriales.
- Debido a la interacción entre la deforestación, los incendios y el cambio climático, la selva amazónica experimenta una muerte forestal periférica generalizada y deja de ser una selva pluvial, convirtiéndose en una sabana o bosque estacional en zonas amplias, especialmente en el este y sur de esta zona. Es probable que la selva entre en un círculo vicioso de incendios más frecuentes, sequías más intensas y muerte forestal periférica acelerada, lo que podría causar una importante reducción en precipitaciones regionales.
- Muchas especies sufren una reducción de su área de distribución y/o corren más peligro de extinción, ya que su zona de distribución se desplaza varios cientos de kilómetros hacia los polos.

El IPCC (2002) añade como cambios importantes:

- Los ecosistemas en los ríos son afectados por los cambios en frecuencia e intensidad de las precipitaciones, cambio en uso del suelo y la erosión del suelo que esto produce, juntamente con el aumento de la aplicación de estiércol, fertilizantes químicos, pesticidas y herbicidas, además de la deposición del nitrógeno atmosférico.
- Mayor frecuencia e intensidad de brotes de plagas y enfermedades, sobre todo en áreas boscosas, y un desplazamiento de las mismas hacia el polo o hacia altitudes más altas.
- Cambios en la fenología o acontecimientos

⁷ Además, la misma fragmentación conlleva a la extinción de especies que ya no pueden reproducirse o desarrollar bien. Según un estudio realizado en la región central de la Amazonía brasileña, los fragmentos de bosque de menos de 1 km² perdieron la mitad de sus especies de aves en menos de 15 años (Secretaría de CDB, 2010).

biológicos como el periodo de reproducción, cría, momento de migración de animales; periodo de floración y crecimiento de plantas.

- Cambios en morfología, fisiología y conducta, como cambios en peso y tamaño.
- En los ecosistemas de latitud alta situados en el hemisferio norte se ve un incremento en días de crecimiento para la agricultura y silvicultura.

En general, se espera que el cambio climático –a través de los cambios en régimen de la precipitación y aumento de las temperaturas– afecte directamente a organismos individuales, a poblaciones, a la distribución de especies y al funcionamiento de los ecosistemas. Habrá impactos indirectos debido a, por ejemplo, el aumento de incendios forestales en ciertas zonas. Como se ha mencionado anteriormente, los hábitats de muchas especies se desplazarán hacia los polos o hacia altitudes mayores que sus hábitats actuales. Las distintas especies migrarán a diferente velocidad (por ejemplo, las aves tienen una capacidad más alta de migración que los árboles), además los procesos de migración son afectados por la fragmentación de las áreas naturales, por lo cual los ecosistemas cambiarán en cuanto a composición y funcionamiento (Inzunza, 2009). Las nuevas condiciones causarán la migración o extinción de especies existentes y la introducción de nuevas.

Según Jørgensen *et al.* (2011), 20-30% de las especies de plantas estarán en riesgo de extinción con un aumento de temperatura de 1,5-2,5°C. Las plantas son vulnerables en el sentido de que sólo son móviles en tiempo de dispersión de semillas o esporas. Hay varias opciones para las plantas frente al cambio climático: 1) Migración en respuesta al cambio climático, 2) migración irregular a través de dispersión a larga distancia, 3) adaptación a la nueva situación por un alto nivel de plasticidad genética, 4) adaptación a través de evolución genética, o 5) extinción (Jørgensen

et al., 2011 cita Jackson and Overpeck, 2000; Pigliucci, 2001; Ackerly, 2003). Después de la extinción de las plantas resulta difícil recuperarlas, aunque haya especies conservadas en jardines botánicos, ya que es complicado reintegrarlas a su hábitat original.

Con la extinción de especies se pierden fuentes potenciales de medicinas, alimentos, mejoramiento genético de especies parentales, uso industrial, etc. (VMABCC - Bioversity International, 2009). El riesgo de extinción de especies es mayor para las que ya son vulnerables como aquellas que son caracterizadas por su rango climático limitado o su pequeña población, como las especies endémicas de la montaña, de las islas y penínsulas.

La Secretaría del CDB (2010) menciona también las especies de peces únicas que se encuentran en una sola cuenca. Anderson *et al.* (2011) confirma que se puede esperar una disminución en diversidad y abundancia de especies, especialmente las endémicas, en las regiones de la montaña a causa del cambio climático. En cambio, las especies con gamas amplias y no irregulares, con mecanismos de dispersión de largo alcance y grandes poblaciones, tienen un riesgo de extinción menor (Inzunza, 2009). A nivel local, puede haber un aumento en biodiversidad, generalmente por la introducción de nuevas especies; pero no se sabe todavía si esta tendencia se mantendrá en el futuro (Inzunza, 2009). Todavía no se han realizado cálculos sobre la pérdida de biodiversidad a escala global ni sobre las posibles pérdidas de productividad de los ecosistemas (Inzunza, 2009).

Un fenómeno particular se ha registrado recién en un estudio de todos los sistemas montañosos mayores de Europa. Los resultados demuestran un cambio gradual en las comunidades vegetales montañosas bajo la influencia del cambio climático, pero además se ha observado una disminución de especies resistentes al frío y un aumento de es-

pecies resistentes al calor, un proceso que se llama termofilización (*termophilization*, en inglés). El proceso de termofilización es más pronunciado en áreas con mayor aumento de temperatura. En vista de los pronósticos sobre el cambio climático futuro, se espera una disminución progresiva de hábitats montañosos fríos y su biota. Los resultados de este estudio confirman que existe un vínculo directo entre el aumento de las temperaturas y los cambios en la vegetación de montaña, y al mismo tiempo indican que este efecto no depende de la altitud ni de la latitud en que se localizan las montañas (Gottfried *et al.*, 2012).

Los resultados de estudios de ALARM en Europa indican que acontecimientos fenológicos de plantas están adelantándose, en este sentido, se ha registrado una tendencia de adelanto de la primavera de 2,3 días por década (Settele *et al.*, 2010 cita Parmesan & Yohe, 2003). Los mismos autores han registrado una migración vertical de especies.

En cuanto a las proyecciones sobre el desarrollo del estado de la biodiversidad, se espera que independientemente del cambio climático, disminuya a causa del aumento del uso intenso de los suelos y la destrucción de hábitats naturales o seminaturales que esta acompaña (IPCC, 2002). En cuanto a los futuros impactos del cambio climático sobre la biodiversidad, se pronostica que se profundizan los cambios a nivel de especies, comunidades y ecosistemas señalados anterior-

mente: Aumento en pérdida de especies, cambios en la fenología, desplazamiento de los hábitats de muchas especies a diferentes velocidades hacia el polo o hacia altitudes más altas, además transformaciones en los sistemas boscosos tanto por el cambio climático como por el cambio en uso del suelo (IPCC, 2002).

Aunque han sido poco estudiados, se ha pronosticado que los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad a escala mundial serán importantes y producirán desplazamientos de especies y ecosistemas hasta su extinción. En Bolivia dependen mucho del área: en el altiplano las consecuencias del cambio climático serán mucho más grandes que en las tierras bajas, donde la deforestación jugará un papel trascendente en los impactos sobre la biodiversidad.

En varios casos se esperan cambios menos fuertes o impactantes, por ejemplo, para la vida en el suelo y para los ecosistemas de lagos y corrientes que se encuentran en latitudes bajas. Cambios fuertes se prevén en los lagos y corrientes en latitudes altas; los ecosistemas de agua dulce por modificaciones en los procesos hidrológicos; la composición de ecosistemas; frecuencia, intensidad y emplazamiento de incendios, y brotes de plagas y enfermedades y en la composición y estructura de la vegetación (IPCC, 2002).

Recuadro 9: Ecosistemas acuáticos

Maldonado indica que especialmente los sistemas acuáticos de agua dulce son vulnerables al cambio climático, ya que las transformaciones en procesos hidrológicos acompañan otras presiones como el incremento de la población, variaciones en el uso del suelo, contaminación del agua y aumento en su demanda. La misma autora prevé, como efecto sobre la biodiversidad, cambios en la abundancia y distribución de especies, lo que a su vez influye en las estructuras de las comunidades y procesos de los ecosistemas.

El esperado aumento de la temperatura del agua podría afectar los ecosistemas acuáticos a diferentes niveles, de la fisiología y fenología de organismos individuales hasta la distribución geográfica de especies y la composición de comunidades. Los sistemas acuáticos necesitan recibir atención por la vulnerabilidad que tienen frente al cambio climático, la importancia que representan para los ecosistemas y para la sociedad, y por el rol que pueden jugar en las acciones de gestión de riesgo frente a un nuevo contexto climático (por ejemplo, los sistemas acuáticos a alturas elevadas pueden servir como indicador para el cambio climático) (Maldonado *et al.*, 2011).

En el caso del lago Titicaca, se señala, aparte de impactos negativos de la contaminación, la tala indiscriminada, el sobrepastoreo y la sobreexplotación. La biodiversidad del lago sufre cada vez más los efectos del cambio climático. Se ha visto que probablemente a causa de este fenómeno los niveles de agua del lago están variando, ya que los glaciares que lo alimentan se están derritiendo velozmente y a largo plazo se espera que las vertientes se sequen, lo que tendrá impactos serios sobre la biodiversidad del lago (Banco Mundial, 2009).

Recuadro 10: Los cambios en la biodiversidad causan variaciones en el clima

Los cambios en la biodiversidad –tanto a causa de los cambios climáticos como de otras presiones como la deforestación y aumento en incendios forestales– pueden, a su vez, modificar los flujos de energía, agua y gas, y afectar la composición atmosférica, transformando de esta manera el clima a nivel local, regional y mundial. Esto se debe al hecho de que las variaciones en la composición, cubierta vegetal y distribución de los ecosistemas provocan cambios en la absorción y emisión de gases de efecto invernadero, y cambios en el albedo y la evapotranspiración (Inzunza, 2009; IPCC, 2002). La evapotranspiración y el albedo afectan al ciclo hidrológico local, y la disminución de la cubierta vegetativa puede causar una reducción de la precipitación a escala regional y local, e influir en la frecuencia y persistencia de las sequías (IPCC, 2002).

De la misma forma, los cambios estructurales en las comunidades biológicas en las capas superiores de los océanos podrían alterar la absorción del CO₂ por el océano o la emisión de precursores para los núcleos de condensación de nubes, causando reacciones positivas o negativas en el cambio climático (Inzunza, 2009).

A través de simulaciones se están realizando esfuerzos para determinar las alteraciones en la biodiversidad a causa del cambio climático, sin embargo, todavía son incompletos los datos y las simulaciones necesarias para conocer la amplitud y naturaleza de los cambios en los ecosistemas y en la distribución geográfica de las especies (Inzunza, 2009).

Las mediciones del impacto del cambio climático tendrán que tomar en cuenta, en primer lugar, las consecuencias de las actividades humanas, sobre todo el cambio en el uso de suelos y de agua. Esto además influye en la capacidad de los ecosistemas de responder a las nuevas condiciones climáticas (Inzunza, 2009).

Debido a sus conocimientos y prácticas ancestrales con relación al manejo de la biodiversidad, la predicción del cambio climático y la adaptación en la manipulación de sus sistemas productivos, los pueblos indígenas juegan un rol importante en el manejo y la conservación de la biodiversidad de las áreas naturales. Sin embargo, en muchas ocasiones sus saberes y experiencias no son tomados en cuenta en el desarrollo de estrategias y planes de acción frente al cambio climático (Ponce, 2003).

3.1.1. Áreas modificadas

Se prevén impactos más fuertes en los países tropicales porque sus condiciones climáticas y socioeconómicas los hacen más vulnerables; allí aumentarán los riesgos para el sector agropecuario, mientras que la productividad disminuirá. En cambio, en los países industrializados se espera un aumento de la producción, lo que llevará a una brecha cada vez más grande entre los países del sur y los del norte (Piepenstock & Maldonado, 2010).

Recuadro 11: Principales efectos del cambio climático en la agricultura

- Aumento de la intensidad de los ciclones tropicales, lo que causa daños en ecosistemas y la producción agropecuaria en zonas costeras.
- Salinización de acuíferos costeros por la subida del nivel del mar.
- En zonas semiáridas, aumento de la frecuencia y severidad de las sequías, así como de la temperatura, lo que conduce a una subida de la evapotranspiración, con consecuencias en el crecimiento y rendimiento de los cultivos. Por tanto, habrá mayor avance de procesos de desertificación.
- Desplazamiento de cultivos a zonas más altas y frías; los beneficiarios de este efecto serían sobre todo las regiones frías del norte de Europa, Norteamérica y Canadá, Rusia oriental y el extremo sur de Sudamérica (Patagonia).
- Una mayor pérdida de CO₂ en los suelos por el aumento de la temperatura y la tasa de descomposición y mineralización de la materia orgánica, con la consecuente pérdida de fertilidad de los suelos.
- Las proyecciones que consideran un mayor aumento de las temperaturas demuestran también una aceleración en la pérdida de producción y rendimientos de cultivos importantes.
- Por la liberación de mayores cantidades de CO₂, se espera un efecto en el aumento del rendimiento de cultivos (especialmente las especies de CO₂ eficientes (plantas C₄), como caña, maíz etc.) y del crecimiento de bosques; sin embargo, estos efectos son aún muy especulativos y pueden ser contrarrestados por otros.
- Migración de plagas y enfermedades a nuevas zonas por el cambio de temperatura, régimen de lluvias y cambios en la composición de los ecosistemas.

Fuente: Piepenstock & Maldonado, 2010, sobre la base de IPCC, 2007 (cap. V). Altieri & Nicholls, 2009. G. Magrin, 2008.

3.2. Impactos del cambio climático en la biodiversidad de América Latina

Según el IPCC (2007), se estima que hasta mediados de este siglo el aumento en temperatura y la disminución de la humedad del suelo llevarán a la gradual sustitución de los bosques tropicales por las sabanas en el este de la Amazonia, mientras que la vegetación típica para condiciones semiáridas será constituida por vegetación árida. Se prevé también pérdidas considerables en la diversidad biológica, que van acompañadas de una extinción de especies en muchas áreas de la región tropical de América Latina.

Se espera que el impacto del cambio climático en los Andes tropicales sea mayor en comparación con las latitudes altas en el hemisferio norte, sobre todo con relación al calentamiento a altitudes elevadas. Esto traerá consecuencias para una población de millones de personas caracterizadas por una alta vulnerabilidad y que dependen directamente de los servicios y productos de los ecosistemas andinos, entre otros, a través de la disminución de la disponibilidad de agua. El impacto del cambio climático se suma a los impactos de actividades humanas como deforestación, pastoreo, minería... (Anderson *et al.*, 2011).

El IPCC (2002) señala los siguientes impactos estimados para el futuro del cambio climático sobre la biodiversidad y los ecosistemas vulnerables en América Latina:

- Un aumento en la velocidad a la que se pierde la biodiversidad.
- Impactos negativos en bosques nublados, bosques tropicales (de hoja caduca) y zonas de matorjos secos de forma estacional, arrecifes coralinos y manglares, y los humedales en el interior.
- Impactos negativos sobre los ecosistemas de

la montaña, como las lagunas en los páramos, por la retrocesión de glaciares.

- Impactos sobre ecosistemas acuáticos por el aumento de la descarga de sedimentos a causa de inundaciones y sequías más frecuentes.
- Para la población de la montaña habrán cambios negativos en la producción de alimentos, disponibilidad de recursos hídricos y pérdida de especies con relevancia para la misma.
- Cambios en las poblaciones de peces de agua dulce y en la acuicultura.

Con relación a la región andina, se han realizado varios estudios sobre los impactos del cambio climático en la biodiversidad:

Los sistemas acuáticos: Maldonado *et al.* (2011) observa que los sistemas acuáticos, particularmente lagos poco profundos y sistemas en áreas (semi) áridas, son vulnerables al cambio climático porque además sufren presiones actuales de aumento de población, cambio de uso de tierra, contaminación del agua y aumento en su demanda (Maldonado *et al.*, 2011, cita Kundzewicz *et al.*, 2008).

A causa del aumento de temperatura se esperan cambios en la abundancia y distribución de las especies, transformaciones en su fisiología y fenología, y a nivel de las comunidades (distribución geográfica de especies y composición de las comunidades), lo que conducirá a situaciones de estrés. Se ha encontrado que tanto las variaciones de temperatura como los cambios en la radiación UV afectan la estructura de comunidades de fitoplancton y otras dinámicas en los sistemas acuáticos (Maldonado *et al.*, 2011, cita Häder *et al.*, 2007).

Los insectos de la región andina tropical: Larsen *et al.* (2011a) señala que los insectos de la región andina tropical no han sido estudiados, pero son muy vulnerables al cambio climático. Se ha registrado movimientos verticales de mariposas en varios países del mundo a causa del cambio climático. Se ha encontrado que las especies es-

pecialistas son más vulnerables que las especies generalizadas. La falta de corredores intactos por la pérdida de hábitats entre las regiones Andes y Amazonia dificulta la migración vertical de especies de las tierras bajas. El cambio climático y la destrucción de hábitats puede afectar funciones de insectos como la polinización, dispersión de semillas, predación y descomposición de estiércol (Larsen *et al.*, 2011a, cita a Kessler and Krömer, 2000; Horgan, 2005).

La diversidad de los líquenes de la región andina tropical es una de las más grandes del mundo, además probablemente con la existencia de muchas especies endémicas. La mayoría tiene un área de distribución muy amplia, que sugiere que pueden adaptarse relativamente fácil al cambio climático, con excepción de las especies endémicas. El riesgo más grande es la destrucción de hábitat debido, mayormente, a la deforestación (Sipman, 2011).

La vulnerabilidad a nivel de ecosistemas de la región andina ha sido estudiada por Young *et al.* (2011). En las punas húmedas no se esperan muchos impactos por el nivel de resiliencia que han logrado después de adaptarse a una situación continua de pastoreo y quema. Mientras que en las punas secas, se esperan invasiones de especies leñosas desde abajo. En cuanto a los bosques nublados (por ejemplo, los Yungas) el impacto puede ser mucho mayor porque se espera que las nubes, la base de la existencia y formación de los bosques nublados, suban. Los sistemas acuáticos son vulnerables porque un aumento de temperatura cambia el equilibrio hidrológico, hecho que influye en toda su dinámica.

Como ecosistemas más vulnerables se ha identificado a los páramos (por la invasión de árboles y arbustos, y falta de áreas más altas para migración) y los bosques nublados (por la subida esperada de nubes). Los bosques andinos secos y temporales no son muy vulnerables porque han

desarrollado cierto grado de resiliencia ante las actividades humanas (Young *et al.*, 2011). En general, la alteración de la temperatura tiene impactos sobre el funcionamiento de los ecosistemas en las tierras altas más que en las tierras bajas, entre otros, por el retroceso de los glaciares, el cambio en las dinámicas de las nubes (que influencia los bosques nublados) y variaciones en la intensidad y frecuencia de El Niño Southern Oscillation (Herzog *et al.*, 2011).

A nivel de especies, Suárez *et al.* (2011) señala que la migración de especies para escapar de los impactos del cambio climático puede ser obstaculizada en el futuro por la fragmentación de los ecosistemas, llevando a la extinción de varias especies. La agricultura tiene impactos sobre el suelo, hidrología, polinización, dispersión de semillas y relaciones entre predador y presas, que a su vez tiene impactos sobre la resiliencia de los ecosistemas frente al cambio climático. Por otro lado, Larsen *et al.* (2003) observa que la gran heterogeneidad de la región andina facilitaría el traslado de especies a otro hábitat con condiciones más favorables en el caso del cambio climático.

Los cambios en la fenología de las especies bajo la influencia del cambio climático dependerán de cada especie (Aguirre *et al.*, 2011). Ya que cada especie reacciona de otra manera al cambio climático, esto también tiene impactos sobre las interrelaciones entre las especies en un ecosistema. Este estudio señala que la distribución espacial y en el tiempo de la precipitación influye en la fenología de la mayoría de las especies de la región andina. En los casos que la fenología de las especies está relacionada con el clima, como los bosques caducifolios y pájaros que anidan o migran en base a condiciones climáticas, se esperan cambios más drásticos como una disminución en población o en estado de salud.

Las especies más vulnerables al cambio climático son las que tienen un hábitat muy especializado,

baja tolerancia a factores medioambientales o que dependen de recursos medioambientales o interacciones entre especies que son interrumpidos por el cambio climático (Herzog *et al.*, 2011).

3.3. Impactos del cambio climático en la biodiversidad de Bolivia

El calentamiento global ya es una realidad en Bolivia, sus impactos con relación al retroceso de glaciares, cambios en el régimen hídrico, sequías, inundaciones e incendios más frecuentes se sienten cada vez con más fuerza. Sin embargo, los estudios sobre el impacto del cambio climático en la biodiversidad son muy escasos. Resulta difícil estudiar los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad en este país por la falta de modelos climáticos locales y regionales de buena resolución que permitan estimar escenarios futuros debido a la falta de datos meteorológicos confiables. Hasta ahora, la información de los glaciares y perforaciones del hielo es la fuente principal para estimar tendencias climáticas futuras en Bolivia (Hoffmann, 2010 cita PPNCC, 2007). Además, los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad son de largo plazo y existen otras influencias sobre la biodiversidad, como la ampliación de la frontera agrícola.

3.3.1. Áreas naturales

Las regiones montañosas de Bolivia, principalmente en la región andina, ofrecen importantes servicios ambientales como el agua dulce de calidad para el consumo doméstico y para la agricultura, que en su gran parte es generada en las montañas. Sin embargo, también es la región con mayor población rural y con altos niveles de pobreza que aumenta aún más su vulnerabilidad ante el cambio climático (González *et al.*, s/f).

A nivel de Bolivia, la biodiversidad está siendo amenazada por el cambio climático, por la expansión de la frontera agrícola y actividades mineras, entre otros. En las tierras bajas, la expansión de la frontera agrícola es la mayor amenaza de la biodiversidad: Según el modelo aplicado por Andersen (2009), se prevé una deforestación de 33 millones de hectáreas en el siglo XXI (ver también 3.1.2). En el altiplano, donde la deforestación potencial es muy limitada por falta de bosques y por las condiciones del terreno, los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad pueden ser drásticos. Aquí se prevé un acelerado proceso de desertificación a causa de la reducción de precipitación y el aumento en variabilidad de temperaturas sobre la base del modelo PRECIS (Andersen, 2009).

En total, se estima que entre los procesos de deforestación y cambio climático el nivel promedio de biodiversidad en cada lugar se reduciría a solamente 40% del nivel original hasta el año 2050. A escala nacional, los procesos de deforestación serán responsables del 95% de la reducción en el nivel de biodiversidad, mientras que el cambio climático solamente es responsable de 5%. Sin embargo, en las tierras altas, donde no hay deforestación significativa, el cambio climático sería responsable del 100% de las fuertes reducciones en biodiversidad previstas (Andersen, 2009). Aunque este estudio no toma en cuenta factores como los bosques restantes de los Andes, sí es una clara indicación del impacto que tiene la deforestación sobre la biodiversidad y con ello sobre su resiliencia frente al cambio climático.

Hoffmann *et al.* (2011) afirma que los factores principales que tienen impacto sobre la biodiversidad de la región andina son el cambio en uso de la tierra o uso inadecuado de la tierra, que puede llevar a la desertificación (Hoffmann *et al.*, 2011, cita Hewson *et al.*, 2008; Peredo- Vide, 2008). Probablemente, a corto y mediano plazo, los im-

pactos del uso de la tierra serán más grandes que los del cambio climático (Hoffmann *et al.*, 2011, cita Jetz *et al.*, 2007), con impactos más profundos todavía cuando el cambio en uso de tierra y el cambio climático van de la mano (Hoffmann *et al.*, 2011, cita Ibisch, 2004 y Stolton *et al.*, 2008; IPCC, 2007a; Suárez *et al.* 2011), por lo que sólo se puede esperar pronósticos realistas sobre los impactos del cambio climático si se incorpora también el uso de tierra de los seres humanos (Hoffmann *et al.*, 2011, cita Halpin, 1997, Hannah *et al.*, 2002). Estas consideraciones son confirmadas por Hoffmann (2010), citando Stolton *et al.* (2008) e IPCC (2007 b), que indica que la resiliencia de muchos ecosistemas será afectada seriamente en este siglo por la combinación de los impactos del cambio climático y otras influencias como el cambio de uso de la tierra, contaminación y sobreexplotación de recursos.

Según los cálculos de Andersen (2009) habrá pérdidas en el orden de 1,6% del PIB el año 2100 a nivel nacional, pero hasta 6% en el departamento de Potosí a causa de la pérdida de biodiversidad por el cambio climático.

Hoffmann (2010) señala que hay y habrá un movimiento de especies desde y hacia áreas protegidas (deseadas y no deseadas como las especies invasoras) y cambios en el manejo de los recursos naturales a causa del cambio climático, como el desplazamiento de cultivos como la papa hacia altitudes más elevadas por el aumento de temperatura. Durante un proceso de monitoreo de la biodiversidad en los valles interandinos del departamento de La Paz se ha observado la presencia de especies de murciélagos y aves en lugares donde antes no existían, lo que puede estar relacionado con una migración altitudinal de especies bajo condiciones climáticas nuevas (Aparicio, 2007). Aparicio & Ocampo (2010) han identificado las dos poblaciones más altas de lagartijas, probablemente como respuesta a la creación de nuevos ecosistemas que antes es-

taban cubiertos por hielo y nieve. Seimon *et al.* (2006) ha observado un aumento en el límite altitudinal de ranas en respuesta al retroceso de glaciares en la zona andina tropical, de esta manera ha encontrado tres tipos de especies a altitudes record (5.244 -5.400 m).

Hoffmann (2010), cita Hole *et al.* (2009), y Araujo (2004) señalan que las especies y ecosistemas de las áreas protegidas pueden desaparecer o desplazarse hacia otros lugares a causa del cambio climático, impactando sobre su representación y abundancia en las áreas protegidas. Por ello, las áreas protegidas actuales probablemente no pueden amortiguar suficientemente los impactos climáticos ya que el clima y los tipos de hábitat cambian en el espacio (Hoffmann *et al.*, 2011 cita Coenen *et al.*, 2008; Hannah *et al.*, 2007).

A partir de estudios de PNCC 1997 y de IE 1999 (citado por MDSP, s/f), se prevé una migración dificultosa de los bosques tropicales a causa de su fragmentación (están rodeados de sabanas, pampas, humedales y áreas agrícolas); una conversión parcial del bosque húmedo tropical por un bosque tropical más seco; una conversión parcial de bosques tropicales en sabanas en áreas más áridas y un aumento del bosque tropical en la parte más septentrional del territorio; cambios fuertes en la composición de especies en las sabanas a causa de cambios en el régimen de precipitación y un aumento en frecuencia e intensidad de incendios, un aumento del bosque seco en la región del Chaco, una marginalización de los bosques húmedos templados y bosques secos en los valles, estrés para los bosques montanos de neblina (MDSP, s/f).

El PNCC (2010) señala además que algunos ecosistemas podrán desaparecer completamente como es el caso del bosque húmedo templado y a nivel de las regiones, en base a los modelos aplicados por PNCC, se esperan los siguientes cambios:

- Los bosques subtropicales húmedos de Tarija y Chuquisaca se reducirán en su extensión debido al clima más cálido y seco, expandiéndose la presión del bosque seco similar al chaqueño. Segundo PNCC (2009), citando el PNCC (2007), estos bosques son particularmente vulnerables al cambio climático por su tendencia a convertirse en bosques secos subtropicales en el año 2100.
- Los ecosistemas montañosos podrían desaparecer perdiendo toda su biodiversidad.
- Los bosques de Yungas, de Santa Cruz y Cochabamba se desplazarán hacia altitudes mayores.
- Se formarán valles secos aislados en La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, con riesgos de incremento de la erosión y pérdida de biodiversidad.
- Los bosques de llanura en Santa Cruz y en el noreste de Beni y Pando serán afectados por incendios forestales debido a la prolongación de las épocas secas.
- En la prepuna y parte sur del altiplano ocurrirá una transición hacia ecosistemas hiperáridos.

En general, se esperan mayores impactos en los ecosistemas de la montaña, de ladera (valles cerrados) y los bosques húmedos, que tendrán un serio impacto en las condiciones de vida de los habitantes de estas zonas. Los humedales, sobre todo los de alta montaña y los dependientes de aguas subterráneas, serán afectados en su permanencia, superficie, ciclos biogeoquímicos y en la biota (PNCC, 2010). A partir de estudios y un análisis espacial de variación de humedales en el altiplano boliviano, PNCC (2009) (citando *Impactos del CC en Bolivia, 2007*) señala que hubo variaciones importantes en la vegetación por cambio en las condiciones meteorológicas.

La región amazónica sufrirá reducciones en la precipitación, aumento de incendios forestales y fragmentación forestal, lo que llevará a la pérdida de biodiversidad (PNCC, 2010). Barra (2011)

señala que en los últimos 10 años en la zona norte amazónica se ha incrementado drásticamente el número de focos de calor y que las áreas afectadas por estos focos tienen una tendencia a degradarse con mayor velocidad.

Ibisch & Mérida (2003) señalan que se producen cambios climáticos locales al momento de cambiar la cobertura del suelo, por ejemplo, por la conversión de bosques en áreas abiertas. En ese caso, las temperaturas máximas suben, el albedo se aumenta, la humedad del suelo decrece (Ibisch & Mérida, 2003 citan WBGU, 1999), dificultando de esta manera la regeneración o restauración de la vegetación natural. También indican que es importante tomar en cuenta el hecho de que se necesita cierta masa crítica de bosques para mantener a otros bosques que dependen de los mismos por la precipitación que generan. Este es el caso de Bolivia, que se encuentra lejos del mar, por lo cual sólo un 50% de la precipitación llega directamente del mar, el resto proviene de los bosques amazónicos de Brasil. Esto implica que los bosques húmedos en Bolivia (que se encuentran lejos de fuentes primarias de precipitación como los océanos) están amenazados cuando se deforestan otros bosques.

Los mismos autores señalan además que la precipitación en, por ejemplo, la Amazonía boliviana solamente sobrepasa el valor crítico que permite la manutención de bosques húmedos por pocos milímetros, es decir, una disminución en precipitación de 100-200 mm en estos bosques ya puede causar la desaparición del bosque húmedo. Probablemente estos bosques serán remplazados por ecosistemas más resistentes al estrés múltiple causado por el aumento de la temperatura, sequía e incendios: Las sabanas. Muchas especies dependientes de los ecosistemas boscosos podrían extinguirse, por lo menos a nivel local o migrar hacia áreas más húmedas. El aumento de temperatura puede causar la migración de especies hacia altitudes más elevadas. Estas situaciones

pueden causar la ruptura de muchas interrelaciones entre especies y una recombinación de comunidades biológicas (Ibisch & Mérida, 2003. En Root *et al.*, 2003).

El lago Titicaca ayuda a calentar su ambiente con 4-5°C y a aumentar la precipitación. Con el descenso del nivel del agua del lago el efecto sobre el microclima disminuye y se puede esperar un enfriamiento, al contrario de los pronósticos comunes. En ese caso, la migración vertical de especies no ocurrirá en el altiplano (Bush *et al.*, 2010).

3.3.2. Áreas modificadas

Según un informe elaborado por IPCC (2007), habrá una disminución de la productividad de algunos cultivos importantes, hecho que constituye una amenaza a la seguridad alimentaria. La disponibilidad de agua se verá afectada aún más por la disminución de las precipitaciones y la desaparición de los glaciares. Asimismo, Piepenstock & Maldonado (2010) resumen los impactos principales del cambio climático sobre la agricultura.

Recuadro 12: Impactos del cambio climático para la agricultura

Altiplano:

- Probable acortamiento de la temporada de lluvia y mayor intensidad (pérdida de cosechas, erosión).
- El deshielo cambia el régimen hidrológico (zonas más secas, desaparición de vertientes, etc.).
- Nuevas oportunidades para cultivar, migración de plagas y enfermedades por aumento de la temperatura.

Valles:

- Probablemente menor precipitación en meses secos (junio a agosto) y retrasos en la época de lluvia y su desplazamiento hasta mayo.
- Aumenta el riesgo de sequía, granizadas, riadas, deslizamientos.
- Aumento de temperatura.
- Condiciones de inseguridad alimentaria por inundaciones y granizada, y sequías más recurrentes.
- Pérdidas de cosechas en la agricultura de subsistencia por incrementos en intensidad y frecuencia de eventos extremos.
- Pérdida de la capacidad productiva de agroecosistemas por cambios en el ciclo hidrológico y disminución de disponibilidad de agua para riego.

Llanos:

- Susceptibilidad a inundarse Pando, Beni y Santa Cruz.
- Impactos de las inundaciones sobre la actividad agrícola (soya y arroz principalmente) y ganadera. Las familias más afectadas corresponden a campesinos migrantes minifundistas y jornaleros sin tierra.
- Intensa deforestación en las partes altas (deriva en un incremento de la descarga de sedimentos) y riberas de los ríos, lo que provoca erosión.
- Aumento de la masa boscosa por aumento de temperatura y efectos del CO₂ (sin considerar la deforestación como actividad humana).

Fuente: Piepenstock & Maldonado, 2010.

La papa es un cultivo de alta importancia para los campesinos de la región andina y es caracterizado por su capacidad de crecer bajo condiciones climáticas difíciles en zonas altas.

La subida de la temperatura provoca un aumento en la transpiración de las plantas y por ello una mayor necesidad de agua. Ya que la papa en la región andina mayormente es cultivada a secano, habrá situaciones de estrés hídrico. PROINPA (2008) cita a Hijmans (2003), quien pronostica a partir de la aplicación de modelos una disminución en producción de papa de 20% al 30% en los países tropicales y subtropicales hasta el periodo 2040-2069, a causa de cambios en temperatura y radiación solar. Sólo en las zonas altas no habrá un cambio negativo si se aplican medidas de adaptación como cambios en la época de siembra, en los lugares de producción y el uso de variedades tardías. En la práctica, la sequía actual al inicio del ciclo agrícola (septiembre a noviembre) y fuertes precipitaciones entre enero y febrero, muchas veces acompañadas por granizadas y heladas, resultan en un periodo más corto del cultivo y una disminución en la producción (PROINPA, 2008).

A partir del análisis de la precipitación se ha detectado que las lluvias entre octubre y diciembre tienen una tendencia a la disminución, especialmente en los últimos 30 años, y por ello habrá menor probabilidad de éxito con la implantación temprana del cultivo de papa (Caba, 2007).

PROINPA (2008), cita Jarvis *et al.* (2008), estima que entre el 7% y el 12% de las especies de parentes silvestres de la papa podrían extinguirse hasta el año 2055, y reducirse el área de ocupación de más del 50% de las especies. El mismo autor indica que según estudios de PROINPA y CIP ya se pueden observar varios impactos del cambio climático en el cultivo de la papa, como una mayor incidencia y agresividad de enfermedades y plagas, por ejemplo, una mayor agresivi-

dad del tizón tardío y de virus transmitidos por áfidos a causa del incremento de la temperatura, que a su vez lleva a un aumento en el uso de agroquímicos dañinos para el medio ambiente y la salud humana.

La academia, las organizaciones de desarrollo, las entidades operativas y los tomadores de decisión han desarrollado y documentado experiencias, acciones y conocimientos (investigaciones, proyectos) dirigidos al fortalecimiento de capacidades para gestionar el riesgo del cambio climático sobre la (agro) biodiversidad; pero estos esfuerzos son aún dispersos, incompletos y poco difundidos.

También el PNCC (2009) señala una emergencia de nuevas plagas y enfermedades a causa del cambio climático. Además, la reducción de la temporada de lluvias lleva a un retraso en el inicio de la temporada de siembra, por ello deriva en una pérdida de la agrobiodiversidad en cultivos de ciclo largo, una disminución en los rendimientos y la calidad de la producción especialmente del trigo, menos posibilidad de regeneración de la fertilidad de suelos y pérdida en la cobertura vegetal; de esta manera fomenta los procesos de erosión.

Las heladas tardías afectarán los cultivos sembrados más tarde de lo normal, además habrá menos heladas, lo que dificultará la transformación de la papa en productos como la tunta y el chuño. Los cultivos sufrirán por incremento de granizadas, además del aumento de las sequías (PNCC, 2009).

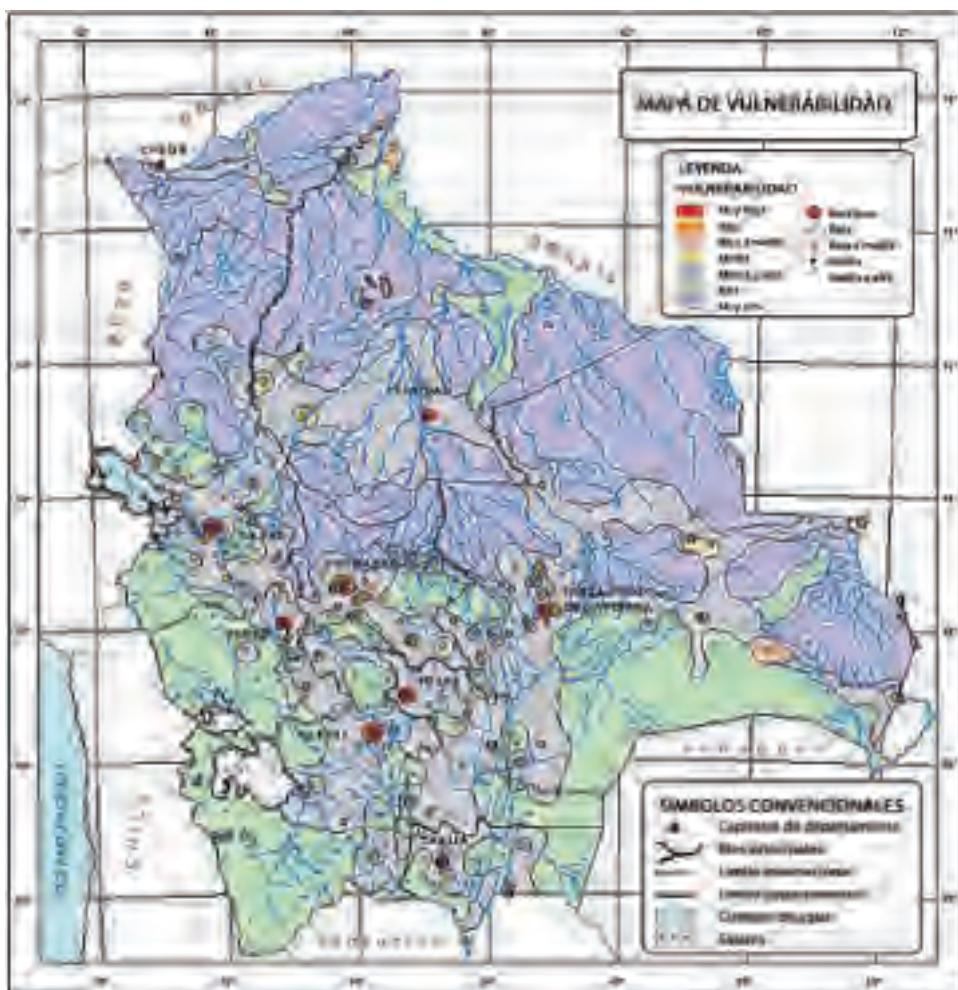
La/os pequeña/os productora/es de la región andina han acumulado miles de años de experiencia en el manejo de riesgos frente a la variabilidad climática, que es particularmente significativa en esta región. El manejo de la diversidad del cultivo de la papa forma parte de una de las estrategias ancestrales de los campesinos andinos para hacer frente a los riesgos climáticos (PROINPA, 2008).

3.3.3. Vulnerabilidad de los ecosistemas y la biodiversidad de Bolivia frente al cambio climático

Según Piepenstock & Maldonado (2010), prácticamente todo el territorio de Bolivia se caracte-

teriza por una alta a muy alta vulnerabilidad (ver mapa 17). En la región andina, los riesgos son sobre todo las sequías y el proceso de desertificación; mientras que en el oriente las inundaciones e incendios, como impacto indirecto, constituyen el riesgo principal.

Mapa 17: Vulnerabilidad de Bolivia

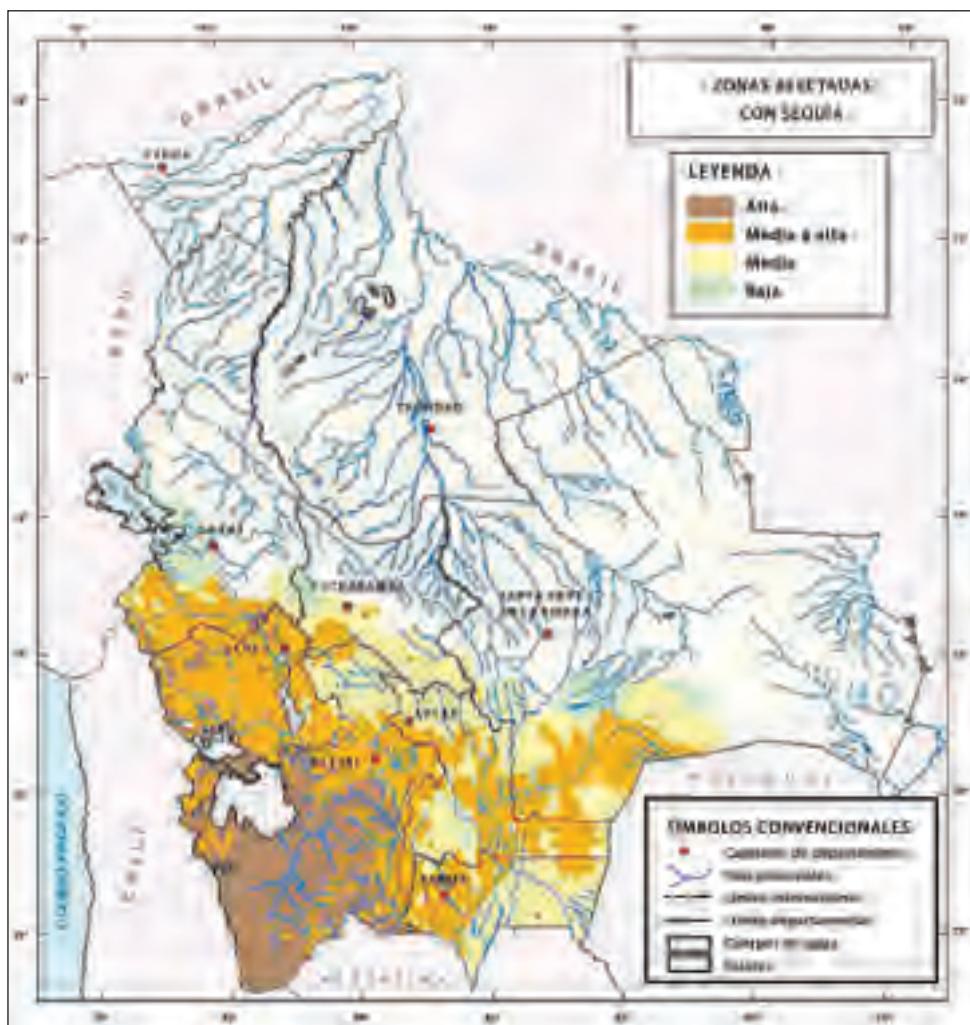


(Nota.- El color rojo significa una baja vulnerabilidad, mientras que el color celeste, al otro lado de la escala, una alta vulnerabilidad). Fuente: Piepenstock & Maldonado, 2010.

El mapa 18 demuestra la relación entre el riesgo de sequía y la vulnerabilidad al cambio climático. Señala que el riesgo está entre muy alto y alto para toda la zona del altiplano centro-sur y los valles interandinos, con excepción de algunas

zonas más húmedas en el este de Chuquisaca y partes de los valles de Cochabamba, y la zona de transición hacia el Chaco en Tarija (Piepenstock & Maldonado, 2010).

Mapa 18: Zonas afectadas por sequía en Bolivia



(Nota. - El color café significa una alta vulnerabilidad, el color verde claro refleja una baja vulnerabilidad).
Fuente: Piepenstock & Maldonado, 2010.

En la zona andina de altiplano y valles interandinos, la disminución de las precipitaciones conlleva avances en los procesos de desertificación, que al final alcanzarán el 41% del país, hecho que afectará sobre todo a los departamentos de Oruro, Potosí, Tarija y Chuquisaca (Piepenstock & Maldonado, 2010).

Sobre la base del modelo Holdridge, el PNCC (2009) señala los cambios calculados para el año 2050 para los diferentes ecosistemas, con este modelo se demuestra que algunos de ellos no sufren cambio alguno, como el desierto templado frío; pero que otros desaparecen casi por completo, como el bosque húmedo subtropical (ver tabla 11).

Tabla 11: Magnitud de cambio de los ecosistemas bajo el escenario de cambio climático para el año 2050

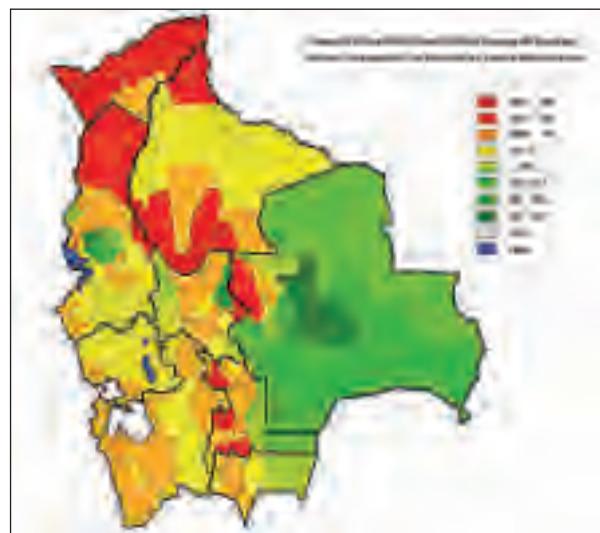
Categoría de zonas de vida	Reducción (%)	Proporción de la zona de vida respecto al territorio nacional para el año base (%)
Zona de vida con mayor magnitud de cambio: Bosque húmedo templado (4)	100	1,4
Zonas de vida con moderada magnitud de reducción:		
Estepa espinosa templada fría (16)	94,1	2,3
Bosque húmedo subtropical (1)	78,3	28,9
Bosque húmedo templado frío (10)	50,4	0,4
Bosque seco templado (5)	40,8	3,9
Bosque muy húmedo subtropical (6)	40,1	1,5
Bosque seco subtropical (7)	33,0	12,9
Bosque pluvial subtropical (8)	31,0	0,4
Bosque muy húmedo tropical (9)	27,9	0,4
Zonas de vida sin reducción:		
Bosque seco tropical (2)	0	25,8
Bosque húmedo tropical (3)	0	1,6
Bosque muy seco tropical (12)	0	4,0
Desierto templado frío (15)	0	1,4
Otros	0	16,5

Fuente: PNCC, 2009.

A nivel de especies, Andersen ha calculado los impactos del cambio climático sobre la riqueza absoluta de especies en Bolivia, sin tomar en

cuenta la deforestación, y sobre esa base ha elaborado la información que muestra el mapa 19.

Mapa 19: Impacto del cambio climático en el escenario A2 sobre la riqueza absoluta de especies en Bolivia (sin tomar en cuenta la deforestación)



Fuente: Andersen, 2009.

3.4. Impactos de las actividades humanas sobre la biodiversidad

Las actividades de los seres humanos tienen un fuerte impacto sobre la biodiversidad, ya que ocasionan que ésta se reduzca incluso hasta desaparecer con acciones como ser: El cambio en el uso y la cubierta de los suelos, la contaminación y degradación de los suelos y de las aguas (incluyendo la desertificación), la contaminación del aire, el desvío de las aguas hacia ecosistemas intensamente gestionados y sistemas urbanos, la fragmentación del hábitat, la explotación selectiva de especies, la introducción de especies no autóctonas, y el agotamiento del ozono estratosférico (Inzunza, 2009). El IPCC (2002) añade la degradación, la pérdida y la fragmentación (e incluso la unificación de hábitats, especialmente en el caso de masas de agua dulce), y los efectos directos de tratamientos químicos y mecánicos sobre la reproducción, dominio y supervivencia, como factores que influyen negativamente en la biodiversidad.

En el contexto de Bolivia, una de las más grandes amenazas para la biodiversidad es la expansión de la frontera agrícola y los procesos de deforestación que esto implica. Esta actividad se realiza mayormente para dar lugar a cultivos industriales como soya, arroz, trigo, maíz y caña de azúcar, y se desarrolla principalmente en el departamento de Santa Cruz (IPCC, 2002). En el altiplano, la expansión del cultivo de quinua sobre la base de un modelo de producción intensiva de monocultivo y maquinaria pesada, y como respuesta a la alta demanda del mercado internacional, causa una degradación de suelos que ya son frágiles (Orsag, 2011). Vallejos *et al.* (2011) ha identificado una expansión del cultivo de quinua de 306 hectáreas (1992) a 17.216 hectáreas (2010) en la provincia Ladislao Cabrera del departamento de Oruro. También los parentes silvestres de cultivos son

seriamente amenazados por la deforestación, el sobrepastoreo, la fragmentación, la degradación y pérdida del hábitat, las especies invasoras y la explotación excesiva (Hunter & Dullo, 2009).

En este sentido, los agrocombustibles no son una alternativa para Bolivia porque reducen la tierra disponible para los alimentos, amplían la frontera agrícola, destruyendo los bosques y la biodiversidad, generan monocultivos, promueven la concentración de la tierra, deterioran los suelos, agotan las fuentes de agua, contribuyen al aumento de precios de los alimentos y mayormente consumen más energía de la que generan (PNCC, 2009). Elbers (2011) y Palerm & Ribera (2011) subrayan que la tala de enormes superficies de bosques nativos a causa del cambio de uso del suelo para el cultivo de soya y otros agrocombustibles tiene impactos fuertes y negativos sobre la biodiversidad.

Palerm & Ribera (2011) señalan también los enormes daños que causan las minas al medio ambiente y a la biodiversidad, por ejemplo, en la cuenca del Poopó y del Pilcomayo, en la región de Nor Lípez-Potosí por el megaproyecto minero San Cristóbal y en la región de Laguna y río Sucre (en el área protegida ANMI-Apolobamba); las agroindustrias que generan una expansión a costo de áreas naturales y extracción de agua para riego; y las ciudades que causan la contaminación del agua y suelo.

La agrobiodiversidad boliviana se encuentra amenazada por el reemplazo de las variedades locales por especies introducidas (Mérida *et al.*, 2003; FAN, sitio web), que además son producidas generalmente a partir de sistemas de monocultivos y agroquímicos. Ponce (2003) señala que los bancos de germoplasma o sitios de “conservación *ex situ*” reemplazan cada vez más la reproducción de semillas por los campesinos, lo que tiene impactos negativos sobre la biodiversidad local.

Varios autores subrayan que no se puede hacer una proyección realista sobre el estado de los ecosistemas de la Tierra, y la influencia del cambio climático en ello, sin tener en cuenta las pautas de uso de los suelos y de las aguas por parte del ser humano (Andersen, 2009; IPCC, 2002; Inzunza, 2009).

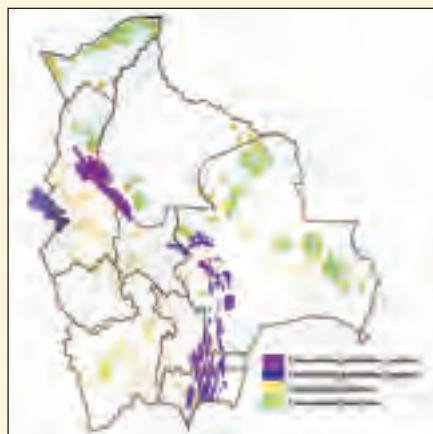
El cambio climático puede generar alteraciones irreversibles en la (agro)biodiversidad y de esta manera afectar la calidad de vida en el planeta. La (agro)biodiversidad es una fuente genética de alto valor, que ofrece soluciones para la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo.

Recuadro 13: Conflictos por sobreposición de usos de la tierra en Bolivia

Según la información presentada por el PNUD (2009) en el documento *La otra frontera*, las capacidades e intereses diferenciados de los actores productivos entran, muchas veces, en conflictos por la sobreposición del uso y la función de la tierra. Según el estudio, las actividades sectoriales en conflicto son la minería, la actividad forestal y la petrolera. Asimismo, identifica actores locales como las Agrupaciones Sociales del Lugar (ASL) y las Tierras Comunitarias de Origen (TCO), que juegan un rol determinante en el encadenamiento productivo, el relacionamiento social y político y, en definitiva, el desarrollo y equilibrio regional.

Los mapas presentados debajo muestran la sobreposición de las concesiones en un complejo entramado de actores y sectores, que evidencia el enfrentamiento entre distintos usos del suelo, lo que en muchos casos provoca conflictos por el acceso y propiedad sobre la tierra. El sector minero ocupa concesiones en una superficie total de 2,5 millones de hectáreas, distribuidas principalmente en las regiones del altiplano, los yungas y las llanuras orientales. La superficie bajo manejo forestal otorgada a distintos actores bajo la modalidad de concesión, TCO, propiedad privada y contratos a largo plazo supera los ocho millones de hectáreas en toda la región oriental del país. El sector hidrocarburífero ocupa concesiones en un área de 4,3 millones de hectáreas. También existen conflictos entre las concesiones petroleras y las áreas protegidas, que ponen en riesgo la conservación de importantes zonas de valor ecológico y económico (PNUD, 2009).

Mapa 20: Concesiones mineras, forestales y petroleras



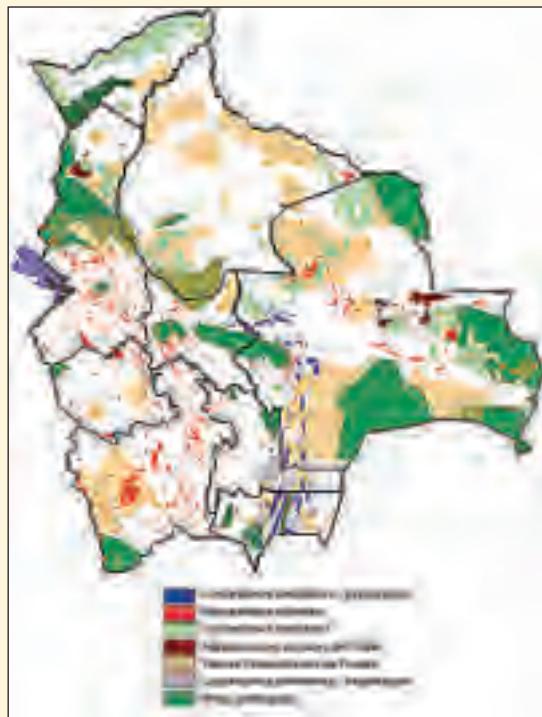
Fuente: PNUD, 2009.

Mapa 21 : Mapa mineralógico de Bolivia



Fuente: Archivo de Robert Brockmann, 2012.

Mapa 22: Actores en conflicto



Fuente: PNUD, 2009.

3.4.1. Conservación de la biodiversidad

Muchos ecosistemas de Bolivia son importantes para la conservación por ser centros de diversidad biológica, endemismo y por su vulnerabilidad, por ejemplo, los bosques húmedos de la Amazonia y los bosques andinos (Mérida *et al.*, 2003). Para la conservación son importantes los ecosistemas más o menos intactos y de grandes extensiones, como los bosques de tierras bajas y de las vertientes nororientales; los ecosistemas intactos y grandes relacionados con procesos hidroclimáticos, como los bosques húmedos de los Yungas y suroeste de la Amazonia; los centros con alta riqueza de especies, un alto nivel de endemismo, centros de diversidad de parentes silvestres de especies agrícolas y los corredores biológicos, como los Yungas, bosques amazónicos subandinos y bosques secos interandinos. Aparte

de los ecosistemas, es importante priorizar para la conservación las especies que son las más amenazadas (Mérida *et al.*, 2003).

Se consideran las áreas protegidas como una de las formas más adecuadas para conservar los ecosistemas y la biodiversidad *in situ*, las mismas fueron descritas en el párrafo anterior. En el marco del cambio climático, Locatelli & Imbach (2010) han aplicado un modelo que incluye la clasificación de zonas de vida de Holdridge para caracterizar los ecosistemas, y un modelo conceptual de evolución y migración de especies que resulta útil para priorizar acciones de adaptación al cambio climático. Sobre la base de este modelo han demostrado la gran importancia que tienen los biocorredores para especies en proceso de migración por presiones como el cambio climático. Los biocorredores son importantes sobre

todo en el caso de áreas protegidas pequeñas, aisladas y en zonas montañosas o secas. Bennett (1999) considera que los patrones de paisaje que promuevan la conectividad para especies, comunidades y procesos ecológicos son un elemento clave en la conservación de la naturaleza, y que en este sentido los biocorredores son esenciales. Lo que falta estudiar es determinar la forma, composición y tamaño de los biocorredores para que sean funcionales.

Una forma de conservar la flora son los herbarios. La mayoría de las plantas identificadas de Bolivia es conservada *ex situ*, en herbarios que están ubicados en todo el país, de los cuales el Herbario Nacional en La Paz es el más importante y mejor mantenido. Luego existen herbarios en Santa Cruz, Cochabamba, Sucre, Potosí, Beni y Pando, que se encuentran a diferentes niveles de desarrollo y mantenimiento (comentario Herbario Nacional, 2012). Los bancos de semillas de granos, tubérculos, otros cultivos y

de las plantas forestales, que anteriormente fueron manejados por organizaciones no gubernamentales como PROINPA, se han transferido al Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), y actualmente son manejados por esta institución estatal. En cuanto a los animales domesticados, existe un “banco” de camélidos (Bancamel) manejado por la Universidad de Oruro en coordinación con el INIAF. Además existen colecciones de plantas y animales en varios museos, universidades e instancias de investigación.

Los que están relacionados más directamente con el manejo y uso de la (agro)biodiversidad -los indígenas y productores- disponen de conocimientos y experiencias esenciales que se pueden usar como insumo para dar respuestas adecuadas a las consecuencias del cambio climático.

4. Avances en el marco legal e institucional

4.1. Sobre biodiversidad

El modelo de desarrollo boliviano está principalmente basado en actividades como la minería, los hidrocarburos y la agricultura industrial (básicamente la soya). En la práctica, esta situación lleva a la priorización de estos sectores a costa del medio ambiente. En este sentido, Miranda (2011) observa que existen discrepancias entre el marco normativo desarrollado para la protección de la biodiversidad y los proyectos de desarrollo de infraestructura, que en muchos casos son llevados a cabo a expensas de la biodiversidad de las zonas donde son implementados.

Las políticas y estrategias específicas sobre biodiversidad estuvieron prácticamente ausentes de la gestión pública boliviana hasta los años 1990 (Ibisch & Mérida, 2003).

De acuerdo a la NCPE, el Estado protegerá todos los recursos genéticos, microorganismos y sus conocimientos asociados. Prevé establecer un sistema de registro de la propiedad intelectual en favor del Estado (Art. 381, II). Prevé acciones de defensa y recuperación de material biológico (Art. 382), establece restricciones sobre usos extractivos y sanciones penales por tenencia, manejo y tráfico ilegal de especies (Art. 383).

A nivel internacional, se ha creado una base de marco normativo para la protección de la biodiversidad a través de la Convención de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (UNCBD), en 1992. Esta nació del reconocimiento de la gran importancia de los recursos biológicos de la Tierra para el desarrollo humano, por un lado, y la identificación de la gran presión sobre la diversidad biológica resultando en la pérdida de especies y otros, por otro lado. Un grupo de expertos, convocados por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) elaboró la base de la Convención que

fue aprobada y firmada por varios países durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Cumbre de la Tierra, de Río de Janeiro) en 1992. Sus objetivos principales son: 1) La conservación de la diversidad biológica; 2) el uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica; 3) la participación justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos. Bolivia ratificó dicha Convención en 1994 a través de la Ley N° 1580, de 25 de julio de 1994, y a partir de esa fecha ha empezado a desarrollar acciones para cumplir con la Convención.

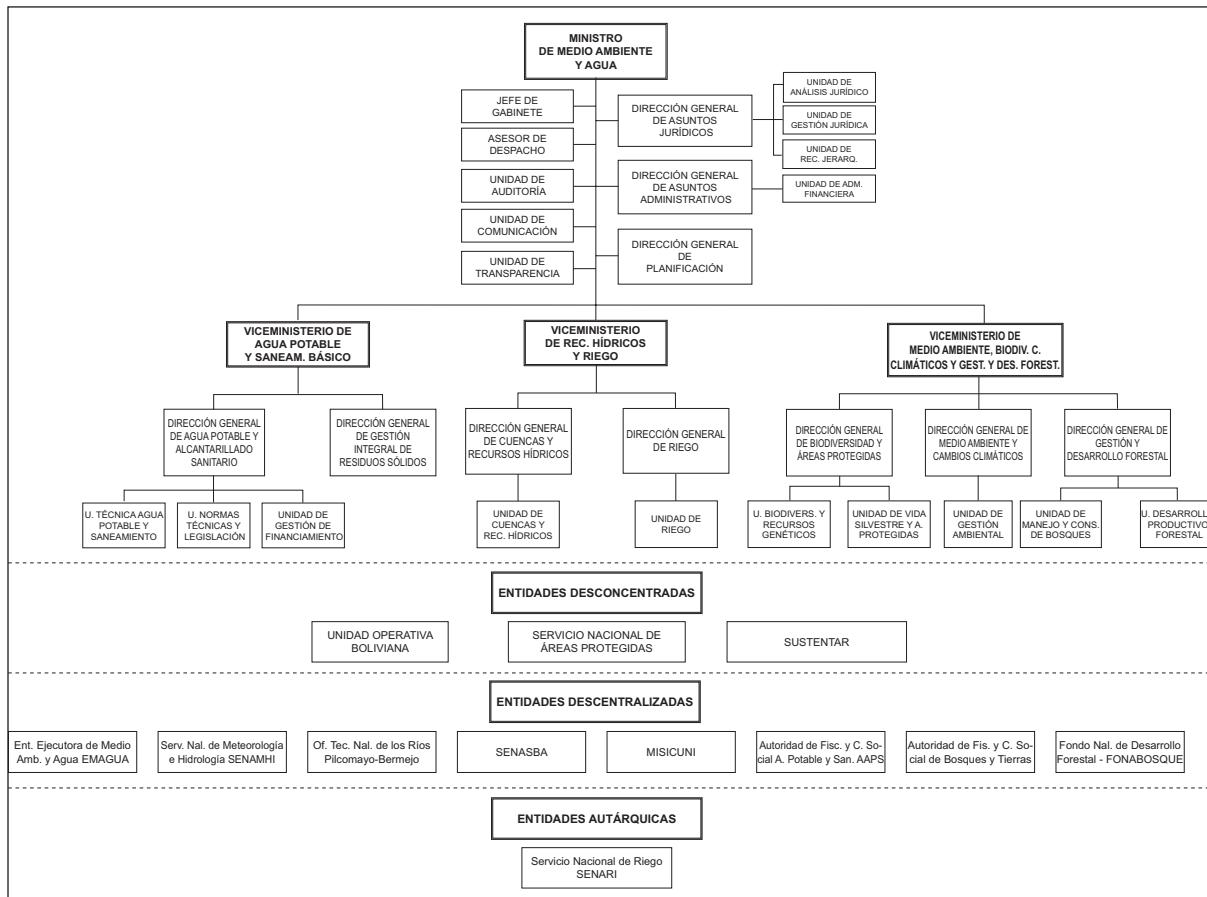
A nivel del gobierno boliviano, los diferentes aspectos de la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad se tratan en los ministerios de Medio Ambiente y Agua; de Desarrollo Rural y Tierras; y el de Educación. El Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) tiene a su cargo las áreas de agua potable y saneamiento básico, recursos hídricos y riego, biodiversidad, áreas protegidas, cambio climático, contaminación industrial y recursos forestales, entre otras (Palerm & Ribera, 2011). Uno de sus viceministerios, el del Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos, Gestión y Desarrollo Forestal, tiene como misión “formular e implementar políticas, normas, planes, programas y proyectos, para la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección del medio ambiente en el marco de la Constitución Política del Estado Plurinacional, con participación y control social”. A su vez, la Dirección General de Biodiversidad y Áreas Protegidas realiza actividades de investigación, conservación, gestión de conocimientos, y elaboración de políticas y estrategias en el tema de biodiversidad (ver figura 8).

Las instancias que dependen de esta Dirección y que tienen relevancia para este estudio son el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), establecido en 1992, con la promulgación de la Ley del Medio Ambiente y el Servicio Nacional

de Áreas Protegidas (SERNAP) que desde 1993 inició sus actividades y que tiene a su cargo la gestión del Sistema Nacional de Áreas Protegidas; la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT); y el Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC) (Palerm &

Ribera, 2011). Además hay el Instituto Boliviano de Investigación de la Biodiversidad para el Desarrollo que, en coordinación con la academia, formula y ejecuta proyectos para el aprovechamiento sostenible y la conservación de la biodiversidad (DS 29272, 2007).

Figura 8: Organigrama del Ministerio de Medio Ambiente y Agua



Fuente: Sitio web del MMAyA.

Un mecanismo importante en el ámbito del medio ambiente, y por tanto de la biodiversidad, es el sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), que es la base para la gestión y control ambiental para las actividades y proyectos de desarrollo manejados por el gobierno. Sin embargo, todavía es caracterizado por una baja efectividad como instrumento de prevención y control ambiental (Palerm & Ribera, 2011).

La Dirección General de Producción Agropecuaria y Soberanía Alimentaria, del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, cubre el tema de biodiversidad en áreas modificadas (áreas agropecuarias) a través de su Unidad de Producción Agropecuaria, Agroforestal y Pesca, trabajando temas como los sistemas productivos ecológicos y agroforestales. Además, en 2008 se ha creado el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria

y Forestal (INIAF), a través del DS N° 29611, como institución de investigación en temas agropecuarios y forestales, bajo la tutela del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. El INIAF tiene como misión “generar tecnologías, establecer lineamientos y gestionar las políticas públicas de innovación agropecuaria y forestal, con la finalidad de contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria, en el marco del diálogo de saberes, la participación social, y la gestión de los recursos genéticos de la agro biodiversidad como patrimonio del Estado”. Realiza actividades de investigación, desarrollo de nuevas tecnologías, asistencia técnica y difusión de información. Además es el instituto responsable del manejo de bancos de semillas de cultivos y árboles, también los que fueron manejados anteriormente por instituciones no gubernamentales.

El Ministerio de Educación, a través del Vice-ministerio de Ciencia y Tecnología, cuenta con la Unidad de Biodiversidad, que realiza sobre todo actividades de investigación, educación y difusión de información referida a la temática. En este marco, está desarrollando acciones para

consolidar el Instituto Boliviano de Investigación de la Biodiversidad para el Desarrollo⁸. Una de estas acciones es el desarrollo y manejo, en coordinación con el PNCC, entre otros, de varias redes de investigación e innovación en las cuales participan centros de investigación universitarios, institutos estatales, laboratorios privados, fundaciones y ONG con el fin de intercambiar y fortalecer conocimientos, y para definir líneas estratégicas comunes de investigación. Las áreas temáticas de estas redes son: 1) Alimentos, 2) Energías alternativas, 3) Energía nuclear, 4) Remediación ambiental, 5) Biodiversidad, 6) Recursos hídricos, 7) Bosques, 8) Salud, 9) Saberes y conocimientos de los pueblos indígenas originario campesinos. Estas redes son una de las principales herramientas operativas del Sistema Boliviano de Innovación (SBI) (Ministerio de Planificación del Desarrollo, 2011).

A escala internacional, Bolivia ha firmado y ratificado varios convenios en el ámbito de la biodiversidad, incluyendo la conservación de especies amenazadas y los derechos de los pueblos indígenas (ver tabla 12).

Tabla 12: Convenios internacionales firmados y ratificados por Bolivia en el ámbito de biodiversidad

Nombre del convenio	Ratificación	Objetivos
Tratado de Cooperación Amazónica	Ley N° 874, de 30 de mayo de 1986. Ley N° 1973, de 30 de abril de 1999	Promover el desarrollo de los territorios amazónicos.
Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES)	Ley N° 1255, de 5 de julio de 1991	Proteger las especies amenazadas.
Convenio sobre Pueblos Indígenas y Tribales	Ley N° 1257, de 11 de julio de 1991	Proteger los derechos de estos pueblos y garantizar el respeto a su integridad, en lo que concierne al acceso y tenencia de la tierra, acceso a la educación y seguridad social, así como medidas especiales para garantizar una protección eficaz en materia de contratación y condiciones de empleo, eliminando sistemas de contratación coercitivos que impliquen formas de servidumbre por deudas.

⁸ Las principales tareas de esta institución son liderar las investigaciones sobre la biodiversidad a escala nacional, promover acciones de difusión de sus resultados y generar herramientas dirigidas a la conservación de la biodiversidad.

Protocolo de Bioseguridad de Cartagena	Ley N° 2274, de 22 de noviembre de 1991	Regularizar la transferencia, manipulación y utilización seguras de los organismos vivos genéticamente modificados que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, la salud humana.
Convención de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (UNCBD)	Ley N° 1580, de 25 de julio de 1994	Conservar la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.
Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía	Ley 1688, de 27 de marzo de 1996	Elaborar y ejecutar un Programa de Acción Nacional contra la Desertificación (PAN), constituyendo dicho plan el principal compromiso contraído con este acuerdo.
Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional como Hábitat de Aves Acuática (RAMSAR)	Ley N° 2357, de 7 de mayo de 2002	Conservar y usar de forma racional los humedales mediante acciones locales, regionales, nacionales e internacionales, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo.
Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes	Ley N° 2417, de 25 de octubre de 2002	Proteger la salud humana y el medio ambiente de Contaminantes Orgánicos Persistentes.
Convenio de Basilea sobre Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación	Ley N° 1698, de 12 de julio de 1996. Ley N° 2777, de 7 de julio de 2004	Proteger el medio ambiente y la salud humana contra los efectos nocivos derivados de la generación, el manejo, los movimientos trasfronterizos y la eliminación de los desechos peligrosos y otros desechos.
Reconocimiento de los Derechos Humanos de los Pueblos Indígenas	Ley N° 3760, de 7 de noviembre de 2007. Ley 3897, de 26 de junio de 2008	Precisa los derechos colectivos e individuales de los pueblos indígenas, especialmente sus derechos a sus tierras, bienes, recursos vitales, territorios y recursos, a su cultura, identidad y lengua, al empleo, la salud, la educación, y a determinar libremente su condición política y su desarrollo económico.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de UNCBD y la Gaceta Oficial de Bolivia.

En la Constitución Política del Estado (2009) se reconoce como uno de los derechos de las/os bolivianas/os “un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente” (artículo 33), y para las naciones y pueblos indígena originario campesinos en particular “a vivir en un medio ambiente sano, con manejo y aprovechamiento adecuado de los ecosistemas” (artículo 30 II, inciso 10).

La defensa del medio ambiente es reconocida como una de las tareas del Estado en el artículo

9, inciso 6: “Son fines y funciones esenciales del Estado, además de los que establece la Constitución y la ley: Promover y garantizar el aprovechamiento responsable y planificado de los recursos naturales, e impulsar su industrialización, a través del desarrollo y del fortalecimiento de la base productiva en sus diferentes dimensiones y niveles, así como la conservación del medio ambiente, para el bienestar de las generaciones actuales y futuras”; y en el artículo 342 indica: “Es deber del Estado y de la población conservar, proteger y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales y la biodiversidad, así como mantener el equilibrio del medio ambiente”. Esto además se debe promover a través de “la educación di-

rigida a la conservación y protección del medio ambiente, la biodiversidad y el territorio para el vivir bien” (artículo 80 I).

Además, todas las/os bolivianas/os deben “proteger y defender un medio ambiente adecuado para el desarrollo de los seres vivos” (artículo 108, inciso 16). En el artículo 390 se menciona

específicamente a la cuenca amazónica boliviana como espacio estratégico que necesita protección particular y el desarrollo de leyes particulares.

En Bolivia se han promulgado varias leyes que regularizan la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad en los diferentes ámbitos (ver tabla 13).

Tabla 13: Marco legal a nivel nacional en el ámbito de biodiversidad

Marco legal	Objetivos
Constitución Política del Estado (Febrero de 2009)	Establecer el marco legal del país.
Ley de Vida Silvestre Parques Nacionales Caza y Pesca (DS 12301, de 14 de marzo de 1975) y Ley de Conservación de la Diversidad Biológica	Regular la protección y comercialización de flora y fauna silvestre, y definir las áreas protegidas. Se espera sustituir esta norma por la Ley de Conservación de la Diversidad Biológica, para corregir sus falencias y asegurar la protección de los ecosistemas.
Ley de Medio Ambiente N° 1333, de 27 de abril de 1992	Proteger y conservar el medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.
Ley del Servicio Nacional de Reforma Agraria (Ley (INRA) N° 1715, del 18 de octubre de 1996	Establecer la estructura orgánica y atribuciones del Servicio de Reforma Agraria, definir el régimen de distribución de tierras, garantizar el derecho propietario sobre la tierra, regular el saneamiento de la propiedad agraria y la reforma de las instancias ejecutivas y judiciales competentes en materia agraria.
Ley Forestal N° 1700, del 21 de diciembre de 1996	Regular la utilización sostenible y la protección de los bosques y tierras forestadas, además de garantizar la conservación de los ecosistemas y facilitar a toda la población el acceso a los recursos forestales.
Reglamento de Áreas Protegidas, DS 24781, de 31 de julio de 1997	Regular la gestión de las áreas protegidas y establecer su marco institucional, en función a lo establecido en la Ley N° 1333 (Ley del Medio Ambiente, de 27 de Abril de 1992, y Convenio sobre la Diversidad Biológica ratificado por Ley N° 1580, de 15 de junio de 1994).
Estrategia Nacional de Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad; Decreto Supremo N° 26556 - Ley N° 2274, de 22 de noviembre de 2001	Orientar las acciones de conservación y uso de la biodiversidad por el Estado y promover la participación de la sociedad civil.
Política Nacional para la Gestión Integral de los Bosques (2008)	Impulsar el bienestar del conjunto de los usuarios del bosque, principalmente de los más pobres, mejorar la contribución de los bosques al desarrollo económico con una distribución más equitativa de los beneficios. Garantizar la conservación de los bosques para asegurar la provisión de los bienes y servicios ambientales que contribuyan a la mitigación y adaptación a los crecientes riesgos del cambio climático ⁹ .

9 Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y de Medio Ambiente (MDRAyMA), 2008.

Ley Marco de Autonomías y Descentralización “Andrés Ibañez”; Ley N° 031, de 19 de julio de 2010	Distribuir las funciones político-administrativas del Estado de manera equilibrada y sostenible en el territorio, para la efectiva participación de las ciudadanas y ciudadanos en la toma de decisiones, la profundización de la democracia y la satisfacción de las necesidades colectivas y del desarrollo socioeconómico integral del país.
Ley de Derechos de la Madre Tierra N° 071 de 21 de diciembre de 2010	Reconocer los derechos de la Madre Tierra, así como las obligaciones y deberes del Estado Plurinacional y de la sociedad para garantizar el respeto de estos derechos.
Ley de Revolución Productiva Comunitaria Agraria N° 144, de 26 de junio de 2011	Normar el proceso de la Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria para la soberanía alimentaria, estableciendo las bases institucionales, políticas y mecanismos técnicos, tecnológicos y financieros de la producción, transformación y comercialización de productos agropecuarios y forestales, de los diferentes actores de la economía plural; priorizando la producción orgánica en armonía y equilibrio con las bondades de la Madre Tierra.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de la Gaceta Oficial de Bolivia.

La Ley N°133 del Medio Ambiente (1992) es la ley marco para la gestión ambiental. De las otras leyes una parte se encuentra todavía en proceso de revisión o preparación, por ejemplo, la Ley de la Madre Tierra (en preparación); Ley del Agua (en revisión); Ley Forestal (en revisión); Ley de Áreas Protegidas (en preparación) (Palerm & Ríbera, 2011). Es decir, el marco legal de la biodiversidad todavía es débil y necesita fortalecimiento.

En cuanto al marco legal de la biodiversidad en el ámbito del cambio climático, no existe todavía una norma específica en Bolivia (Miranda, 2011). También falta actualizar la normativa, entre otros, para responder a los cambios establecidos en la CPE y el Plan Nacional de Desarrollo, y para reflejar los avances que se tienen en varios campos, por ejemplo, la Ley 1333 es de 1992 y la Ley 1700 Forestal es de 1996 (observaciones durante el Foro Virtual “Cambio Climático y Biodiversidad”, PNUD, 2011). También hay normas que requieren mayor desarrollo, como la Ley de Biodiversidad y la de Áreas Protegidas.

Pero sobre todo, como ya se ha señalado anteriormente, falta una aplicación consecuente de las normas y reglas establecidas en relación al manejo de la biodiversidad, por dar prioridad a los sectores extractivistas y de agricultura. Por ejemplo,

la implementación del proyecto de energía geotérmica en la Laguna Colorada presenta riesgos para esta área natural, por lo cual va por encima de los convenios RAMSAR que son dirigidos a la conservación de humedales altoandinos como ecosistemas estratégicos (observaciones durante Foro Virtual “Cambio Climático y Biodiversidad”, PNUD, 2011).

4.2. Sobre cambio climático

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) establecieron el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en 1988 para evaluar el estado de los conocimientos existentes sobre cambios climáticos: Su ciencia, las consecuencias ambientales, económicas y sociales, y las posibles estrategias de respuesta.

El IPCC ha promovido el establecimiento del convenio sobre el cambio climático, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), que plantea la reducción del calentamiento global. En 1997, el Protocolo de Kyoto fue añadido a esta Convención, que especifica medidas más poderosas

y legalmente vinculantes (citado por CONAM, 2002 en Torres & Gómez, 2008). Es decir, el Protocolo de Kyoto estableció como objetivo legalmente vinculante que los países industrializados deberían reducir sus emisiones contaminantes en un 5% con respecto a las de 1990¹⁰ para el quinquenio 2008-2012, debido a su desproporcionada responsabilidad en la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera, y a su mayor capacidad tecnológica y financiera para aportar soluciones.

La Convención Marco de las Naciones Unidas establece una Conferencia de las Partes (COP) en la cual las partes tienen que presentar periódicamente informes sobre sus avances. La COP incluye representantes de cada país miembro y se reúne cada dos años para discutir los avances y problemas. En sus informes, cada país describe las medidas que ha adoptado para lograr los objetivos del Convenio y la protección de la biodiversidad. El Convenio también proporciona recursos financieros para proyectos de biodiversidad mediante el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM, o GEF por sus siglas en inglés).

Los países desarrollados otorgan recursos al fondo GEF y los países en vías de desarrollo pueden solicitar fondos para apoyar sus proyectos (sitio web de PNUMA). Además, el Convenio ha creado un Fondo Especial sobre Cambio Climático (de la Convención) y el Fondo de Adaptación (del Protocolo de Kyoto). El Fondo de Adaptación fue establecido por las Partes del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático para financiar proyectos y programas concretos de adaptación en países en desarrollo, que son Partes del Proto-

colo de Kyoto. El Fondo será financiado con el 2% de los Certificados de Reducción de Emisiones (CER) emitidos por proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y con fondos de otras fuentes.

La XVII Cumbre de las Organización de las Naciones Unidas del Clima de Durban (2011) tenía como resultados más importantes la prolongación de la vigencia del Protocolo de Kyoto para después de 2012, que implica el compromiso de 190 países de desarrollar una hoja de ruta para reducir sus emisiones de gases invernadero. En 2015 negociaría un protocolo para limitar las emisiones contaminantes de efecto invernadero para 2020. Sin embargo, en este acuerdo no participan países que producen grandes cantidades de emisiones de GEI, como China, India, Estados Unidos y Canadá. Los países que sí participan sólo generan el 15% de los GEI a escala mundial. Durante la misma Cumbre se ha acordado habilitar el Fondo Verde para el Clima, que fue acordado anteriormente en la Cumbre del Clima en Cancún, México (2010), y que debe ayudar a los países a desarrollar acciones para enfrentar los impactos del cambio climático.

En 1992, durante la Cumbre de la Tierra (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo) en Río de Janeiro, Bolivia firmó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)¹¹, que fue ratificada en 1994 mediante la Ley 1576. Sobre esa base, en 1995 se creó el Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC) como instancia dependiente del Ministerio de Medio Ambiente y Agua para generar políticas, estrategias, planes de acción,

10 El Convenio Marco sobre Cambios Climáticos de la Organización de Naciones Unidas se refiere a 1990 como el año base para tomar referencias sobre las emisiones contaminantes.

11 Los actores de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) han elaborado la Estrategia Nacional de Implementación (ENI), que define las líneas estratégicas de acción climática y que son dirigidas en primer lugar a la estabilización de la concentración de GEI a través de medidas de mitigación y en segundo lugar a la preparación humana a los impactos del cambio climático (MDSP, s/f).

programas de investigación, concienciación y capacitación para gestionar y adaptarse al riesgo del cambio climático, de esta manera cumplir con los objetivos de CMNUCC y el Protocolo de Kyoto.

En este sentido, el PNCC desarrolla eventos de concienciación y capacitación de la sociedad civil, proyectos de investigación, adaptación y mitigación, ha elaborado varios materiales informativos y además ha desarrollado varios mecanismos para realizar acciones con la sociedad civil en este temática (sitio web de PNCC), entre los cuales están:

- La Estrategia de Mitigación del Cambio Climático y la Oficina de Desarrollo Limpio (2002), que tiene como objetivo principal promocionar la generación, el desarrollo, la implementación y el mercadeo de los proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio en Bolivia, así como la participación del país en otros esquemas innovadores de implementación conjunta y comercio de derechos de emisión.
- El Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2007 (MNACC), que trabaja en los sectores de recursos hídricos, agricultura, salud, asentamientos humanos, gestión del riesgo y los ecosistemas para promover acciones transversales juntando saberes ancestrales, investigación científica y la educación. El PNCC promueve y es responsable del MNACC, como mecanismo que lleva adelante acciones que fomentan la reducción de la vulnerabilidad en distintos sectores, que desarrollan medidas de adaptación y promueven la concienciación de la población sobre la temática. Tiene cinco programas sectoriales, entre los cuales están los ecosistemas, con la biodiversidad como subtema (PNCC, 2009; PNCC, 2010).
- El Sistema Nacional para la Reducción de Riesgos y Atención de Desastres y/o Emergencias (SISRADE), que trabaja en la planificación, aspecto financiero e información.
- UTOAF (Unidad Técnica Operativa de Apoyo y Fortalecimiento), para captar y administrar fondos para zonas afectadas por desastres (Regalsky, 2010).

Tabla 14: Convenios internacionales firmados y ratificados por Bolivia en el ámbito de cambio climático

Nombre del convenio	Ratificación	Objetivos
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC)	Ley 1576, de 25 de julio de 1994	Hacer retornar las emisiones de gases no controladas de efecto invernadero por el Protocolo de Montreal a los niveles de 1990, hacia el año 2000.
Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía	Ley 1688, de 27 de marzo de 1996	Elaborar y ejecutar un Programa de Acción Nacional contra la Desertificación (PAN), constituyendo dicho plan el principal compromiso contraído con este acuerdo.
Protocolo de Kyoto	Ley 1988, de 22 de julio de 1999	Estabilizar la emisión de gases de efecto invernadero y establecer mecanismos de reducción.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de la Gaceta Oficial de Bolivia.

Bolivia cuenta con varios instrumentos legales que tratan el tema de cambio climático y que se encuentran resumidos en la tabla 15.

Tabla 15: Marco legal a nivel nacional en el ámbito de cambio climático

Marco legal	Objetivos
Ley N° 2140 para la Reducción de Riesgos y Atención de Desastres, de 25 de octubre de 2000	Regular las actividades en el ámbito de la reducción de riesgos y atención de desastres y/o emergencias, y establecer un marco institucional apropiado y eficiente que permita reducir los riesgos de las estructuras sociales y económicas del país frente a los desastres y/o emergencias, así como atender oportuna y efectivamente estos eventos causados por amenazas naturales, tecnológicas y humanas.
DS 28218, de 24 de junio de 2005	Apoyar la implementación de actividades de mitigación del cambio climático, entre ellas, en el sector energético.
Plan Nacional de Desarrollo (2006 -2010)	El Plan Nacional de Desarrollo (2006-2010) ha incluido un programa para la adaptación de sistemas de subsistencia vulnerables al deterioro del recurso hídrico, y un programa de adaptación de sistemas de subsistencia vulnerables al deterioro de los recursos energéticos.
Estrategia Nacional de Bosque y Cambio Climático (EN-BCC), 1 de julio de 2010 ¹²	Reducir la vulnerabilidad socioeconómica y ecológica de los usuarios de los bosques al cambio climático y del conjunto de la población boliviana, desarrollando a su vez acciones que permitan disminuir la extrema pobreza a través del incentivo a la gestión integral, comunitaria y sustentable de los bosques, en el marco del logro del Vivir Bien.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de la Gaceta Oficial de Bolivia.

4.2.1. Las organizaciones e instituciones como actores en biodiversidad y cambio climático

Existen varios otros actores, además del gobierno, que se movilizan en el ámbito de la biodiversidad y/o cambio climático. Una amplia gama de organizaciones de diferente índole realiza actividades de investigación, conservación y manejo sostenible en el campo de la biodiversidad y el medio ambiente (ver anexos Ia, Ib e Ic). En los anexos se especifican también las instancias que trabajan en biodiversidad sin tocar el tema de cambio climático. Esto se debe a que es importante tomar en cuenta a todas estas instituciones para tener una idea de las potencialidades que existen en el país en cuanto a capacidades, conocimientos y expe-

riencias en este sector, y aprovecharlas al momento de lanzar acciones y estrategias en conjunto.

En cuanto a la identificación de las entidades que trabajan específicamente en el tema de la biodiversidad con relación al cambio climático, es importante subrayar que se ha buscado identificar a las instituciones y organizaciones más relevantes que pueden jugar un rol significativo en la definición y realización de futuras acciones dirigidas a la gestión del riesgo y la adaptación de la biodiversidad frente a los impactos del cambio climático. En este sentido, se ha hecho una distinción entre instituciones de la sociedad civil, la cooperación internacional, ONG, la academia¹³, el gobierno e instituciones financieras. En total, se ha identificado a 65 instituciones y organizaciones que

12 PNCC, 2010.

13 Aunque varias instituciones mencionadas en este sector pertenecen a universidades públicas, se las agrupa en el rubro de “academia” por el hecho de que desarrollan sus actividades sobre todo en el ámbito de investigación y educación, y no tanto en el desarrollo de políticas como las otras instancias del gobierno.

realizan (parte de) su trabajo sólo en el ámbito de la biodiversidad, de las cuales 45 desarrollan sus acciones en las áreas naturales (sobre todo áreas protegidas y recursos acuáticos) y 23 de ellas en las áreas modificadas (áreas agrícolas, de agroforestería, de ganadería) (ver anexos Ia y Ib)¹⁴.

Por otra parte, el número total de instituciones que se ocupan del tema biodiversidad con relación al cambio climático es 42, de las cuales 28 trabajan en áreas naturales y 20 en áreas modificadas¹⁵ (ver anexo Ic). Los anexos Ia - Ic muestran que las instituciones que trabajan en la temática de la biodiversidad cubren todas las áreas geográficas y que además existe un equilibrio entre instancias que se desempeñan en las áreas naturales y las áreas modificadas. Existen instituciones que se desenvuelven tanto a nivel de los ecosistemas acuáticos (FAN, UMSA - Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos Renovables, IRD) como las que lo hacen a nivel de los ecosistemas terrestres (FAN y otras).

Algunas instituciones que se enfocan en un aspecto específico como la Fundación Armonía, que trabaja principalmente con la avifauna, o la Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano, que se desempeña específicamente a nivel de este tipo de bosque; mientras que otras instituciones trabajan a un nivel más amplio, como el Instituto de Ecología de la UMSA y FAN.

Varias instituciones tienen un fuerte enfoque de trabajo en la investigación, entre otros, en los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad en las áreas naturales (fenología, comportamiento, composición de ecosistemas, etc.). De ellas, y en el ámbito de las áreas naturales, el Instituto de Ecología de la UMSA y la Fundación de Amigos de la Naturaleza sobresalen por sus recursos humanos, capacidades y conocimientos desarrollados; mientras que las que están espe-

cializadas en el trabajo en tierras bajas son, entre otras, CIPA, la Fundación Noel Kempff Mercado y la Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano. Existen organizaciones con importantes antecedentes en la investigación de las áreas modificadas y el cambio climático, entre ellas CIPCA, CENDA, AGRUCO y PROINPA.

A parte de la investigación en el marco del cambio climático y la biodiversidad, existen organizaciones que se enfocan (además) en el desarrollo de actividades de adaptación y gestión del riesgo frente al cambio climático. En este sentido, se puede mencionar el desarrollo de sistemas productivos sostenibles como la agricultura ecológica (AGRUCO, Fundación AGRECOL Andes) y los sistemas agroforestales (sucesionales) (ECOSAF, ECOTOP, Fundación AGRECOL Andes, UPB-Cochabamba a través del Departamento de Medio Ambiente) como estrategias de adaptación y gestión de riesgos del cambio climático. Varias entidades que trabajan en las áreas modificadas se enfocan también en la identificación y sistematización de saberes ancestrales sobre el uso de la agrobiodiversidad como bioindicadores. Es interesante resaltar el proyecto GRAL, que es ejecutado entre la Fundación AGRECOL Andes y CESU, como ejemplo de un espacio donde se encuentran saberes ancestrales (identificados y registrados por AGRECOL) y conocimientos científicos (CESU).

Finalmente, varias organizaciones de la sociedad civil han formado redes y plataformas donde intercambian y analizan conocimientos y experiencias relacionadas con los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos, la seguridad alimentaria, la salud humana y el medio ambiente (ver anexo Id). Sin embargo, el tema de biodiversidad en el marco del cambio climático todavía no es prioritario en la agenda de estos espacios de reflexión.

14 Tres de estas instancias trabajan en ambas áreas.

15 Seis entidades realizan sus actividades en ambos sectores.

5. Intervenciones realizadas en Bolivia para gestionar el riesgo del cambio climático en el ámbito de la biodiversidad

Es de suma importancia desarrollar acciones de prevención, adaptación y gestión de riesgo porque en el caso de que sigan las emisiones de GEI a una tasa igual o superior a la actual, se puede esperar un mayor calentamiento y con ello muchos cambios en el sistema climático mundial, que serán mayores que los del siglo XX (IPCC, 2007).

En Bolivia ya se sienten los impactos del cambio climático desde hace unas décadas. Las y los agricultores han acumulado miles de años de experiencia en la adaptación de sus sistemas productivos frente a la variabilidad climática. En cambio, los planificadores y ejecutores de proyectos recién están iniciando tareas para gestionar el riesgo y adaptar la situación a las nuevas condiciones. En este sentido, se puede dividir estas tareas entre: i) Acciones de las personas directamente afectadas como las y los productoras/es a través del ajuste de sus sistemas productivos a las nuevas condiciones climáticas, y su esfuerzo de recolectar conocimientos sobre estrategias de gestión de riesgo y adaptación como variedad de cultivos, bioindicadores, etc.; y ii) acciones de políticos, tomadores de decisiones, ejecutores de proyectos, investigaciones, etc.

Comparando las actividades y datos disponibles en las cuatro regiones biogeográficas de Navarro y Maldonado (2011), se da cuenta de que la mayor parte está concentrada en la región andina y en menor medida en la región amazónica. De las regiones Brasileño-Paranense y Chaqueña hay relativamente poca información disponible, y no se han registrado muchas actividades, tanto de investigación como de proyectos y programas de mitigación y adaptación de la biodiversidad al riesgo climático.

En la región andina, una parte de las investigaciones, programas y proyectos se desarrolla en las áreas modificadas (los campos agrícolas) y otra

parte en las áreas naturales (sobre todo la parte alta montaña). En la región amazónica, la mayor parte de las actividades se desarrolla en las áreas naturales protegidas.

Los saberes ancestrales y locales que se han desarrollado durante miles de años, pasándolos de padre/madre a hijo/a –sobre todo estos que son usados para predecir el tiempo mediante la observación de plantas, animales, astros, fenómenos naturales y otros– juegan un papel importante en la capacidad de las y los productoras/es de gestionar el riesgo y adaptar sus sistemas productivos al cambio climático. Sin embargo, estos conocimientos están perdiéndose por la migración, la pérdida de los idiomas locales, la exclusión y la discriminación. Las últimas tendencias del cambio en el clima han hecho que los mismos bioindicadores cambien su comportamiento, por lo cual son más difíciles de interpretar (Torres & Gómez, 2008; Gonzales *et al.*, 2006), además se necesitan estudios adicionales para interpretarlos de modo adecuado (AGRECOL Andes sd) (ver también investigaciones sobre los impactos del cambio climático).

5.1. Acciones frente al impacto del cambio climático

Los esfuerzos que se han realizado en el país para entender mejor los impactos del cambio climático sobre los diferentes elementos de la biodiversidad, mitigar sus riesgos, y adaptar los ecosistemas y sistemas productivos a las nuevas condiciones se pueden dividir en las siguientes acciones:

1. Elaboración de estrategias y políticas
2. Investigaciones
3. Programas y proyectos de gestión de riesgo y/ o adaptación

5.1.1. Estrategias y políticas

El Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC) es el organismo estatal indicado para desarrollar propuestas relacionadas con la mitigación y adaptación al riesgo del cambio climático. Con relación al sector forestal, el PNCC ha desarrollado lineamientos estratégicos que incluyen, entre otros, el aprovechamiento forestal sostenible, la identificación de especies tolerantes al cambio climático y la reducción de la fragmentación de hábitats de las especies (PNCC, 2000). Una de las estrategias relevantes en este contexto es la Estrategia Nacional de Bosque y Cambio Climático. El objetivo principal de esta estrategia es reducir la vulnerabilidad socioeconómica y ecológica de los usuarios de los bosques al cambio climático y del conjunto de la población boliviana, desarrollando a su vez acciones que permitan disminuir la extrema pobreza a través del incentivo a la gestión integral, comunitaria y sustentable de los bosques, en el marco del logro del Vivir Bien.

Entre otros factores, se pretende alcanzar esto a través de la reducción de las amenazas sobre los bosques como la deforestación ilegal, la expansión de la frontera agrícola; conservación y restauración forestal y de paisajes degradados; gestión integral comunitaria y sustentable, la educación y desarrollo de capacidades institucionales; adecuación de la legislación y la estructura institucional; monitoreo e información, sobre deforestación y degradación de bosques vinculados al cambio climático. La implementación de la estrategia se hace a nivel operativo a través del PNCC y en coordinación con varios ministerios¹⁶, universidades, organizaciones sociales y la sociedad civil (PNCC, 2010).

Otras estrategias relevantes son la Estrategia Regional de Humedales Andinos (ERHA) y la Estrategia Nacional de Ecosistemas Andinos (ENEA), para cuya ejecución se está buscando financiamiento. En el marco de la ENEA se ha formulado el Programa Nacional de Bosques de Polylepis (PNBP), que es muy importante para la conservación de los bosques nativos altoandinos. Aparte de ello, varias estrategias se encuentran en la fase final de formulación, como la Estrategia de Manejo Sustentable de la Biodiversidad (EMSB), la Estrategia para la Conservación de los Vertebrados (ECV), el Programa de Conservación de la Vicuña, la Estrategia Nacional de Ecosistemas Amenazadas (ENEA), y la Estrategia de Conservación, Uso y Aprovechamiento de Recursos Fitogenéticos¹⁷, que incluye un sistema de información sobre parientes silvestres (SNIPSC) (PNCC, 2011a).

Uno de los problemas para la aplicación de las estrategias es la falta de financiamiento, ya que los financiadores más relevantes han retirado su apoyo debido a cambios en políticas exteriores (entre otros el gobierno de Dinamarca y los Países Bajos).

El SERNAP tiene un Plan Estratégico Institucional (PEI) en el cual se contempla la investigación con criterios de cambios climáticos y su influencia sobre las áreas protegidas. Existe un potencial para la integración de la temática en el sistema integral de planificación, seguimiento, control, evaluación y monitoreo a través de indicadores. El Área Natural de Manejo Integrado de Apolobamba ya está desarrollando indicadores relacionados con los impactos del cambio climático para su programa de monitoreo, por ejemplo, está previsto el registro y seguimiento de sucesos

16 El Ministerio de Medio Ambiente y Agua, el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, el Ministerio de Relaciones Exteriores, y el Ministerio de Planificación del Desarrollo.

17 Dentro de sus líneas de acción, esta estrategia contempla la investigación de recursos genéticos en el marco del cambio climático, por ejemplo, la identificación de especies con tolerancia a factores bióticos y abióticos.

particulares en ecosistemas y comportamiento de las especies que podrían estar relacionadas con el cambio climático.

Asimismo, el SERNAP ha desarrollado estudios sobre las percepciones locales sobre el cambio climático en ANMI Apolobamba y el Parque Nacional Sajama (ambos en la zona altoandina), como resultado surge la propuesta de mantener los cuerpos de agua, conservación de bosques nativos, bofedales y otras praderas altoandinas para mantener las actividades productivas a partir del manejo de ganadería camélida y cultivos de tubérculos y granos andinos.

Según un estudio del SERNAP en 2009, se necesita establecer más refugios y corredores por los procesos de fragmentación para ayudar a plantas y animales en sus procesos de migración debido al cambio climático (IPCC, 2011a).

Existen varias organizaciones que trabajan en la incidencia política en el ámbito de cambio climático y biodiversidad (por ejemplo, CIPCA), a través del desarrollo de propuestas (alternativas) con las organizaciones sociales, entre otras para la Ley de la Madre Tierra y la nueva Ley de Bosques. El PIEB desarrolla mesas de incidencia política luego de concluir investigaciones en temáticas relacionadas con los recursos naturales para que los nuevos datos y propuestas sean tomados en cuenta en las estrategias, planes y normas políticas.

5.1.2. Investigaciones

5.1.2.1. Sobre la biodiversidad en las áreas modificadas

De manera general, las investigaciones sobre la biodiversidad en Bolivia son incipientes, dispersas y en muchos casos de difícil acceso. Los estudios sobre los impactos del cambio climático en la biodiversidad de Bolivia son aún más inci-

pientes. Sin embargo, existen varias instituciones que están trabajando la temática desde diferentes perspectivas y en diferentes ámbitos, y otras tienen previsto desarrollar investigaciones de esta índole en el futuro próximo.

Conocimientos y prácticas ancestrales

Varios autores han estudiado *los conocimientos y prácticas ancestrales de las y los productoras/es pequeñas/os en la región andina* y han encontrado que en el curso de cientos de años han desarrollado una gran capacidad de interpretar los indicadores abióticos: Astronómicos (estrellas), físicos (nubes, piedras) y bióticos: los zoo y fitoindicadores para predecir las tendencias del clima a corto plazo, y en base a ello planificar sus actividades agropecuarias (Torres & Gómez, 2008; Gonzales *et al.*, 2006; Espinoza *et al.*, 1988; Argote, 2011; Ponce, 2001; Ponce, 2003; Aguilar, 1997).

Durante un estudio en la comunidad de Tres Cruces, departamento de Cochabamba, se identificó un total de 46 indicadores del clima: 17 fitoindicadores (entre ellos figuran también las algas), 13 zooindicadores, 10 indicadores físicos, 2 indicadores astronómicos (Aguilar, 1997).

Durante su estudio en la comunidad Chorojo, ubicada en la provincia Quillacollo del departamento de Cochabamba, Ponce (2003) ha identificado 37 variedades y/o ecotipos locales de papa, que forman parte de un sistema productivo dirigido a la reducción de riesgos climáticos y la seguridad alimentaria. La predicción climática en combinación con conocimientos profundos de las condiciones de los suelos permite a los agricultores tomar decisiones oportunas acerca de la siembra, cosecha, etc.

AGRECOL Andes (sd) ha identificado papas dulces entre *wayk'us* e *imillas*, que son sembradas juntas para promover su crecimiento y de esta manera su resistencia a las amenazas cli-

máticas, por ejemplo, en el caso de las variedades *pitowayaqa*, *zapallo*, *arechua*, *kurtichus*, *larajsito*, *alqamilla*, *ch'askita*, *pukamama*, *lonja* y otras. Existen variedades de papa que tienen resistencia al frío y pueden crecer solas, como *kuchisillo*, *pali*, *bolonia* y *qoqollu*, y otras que no y tienen que crecer en asociación con otras papas que las protegen.

Según Ponce (2001), la prevención climática de las plantas y animales forma parte de su estrategia de sobrevivencia y tanto animales como plantas son altamente sensibles a cambios en el clima. La autora menciona que una de las mejores fases de observación de las plantas es cuando están en la floración porque son más sensibles, pero también se observa el lugar y momento de aparición, dar frutas, desarrollo del follaje. Las plantas silvestres son mucho más sensibles a las variaciones de ciertas radiaciones de energía electromagnética, a diferencia de las plantas cultivadas, que han perdido esta capacidad durante el proceso de domesticación.

En cuanto a los animales, especialmente los silvestres (y de estos sobre todo los batracios, reptiles y aves), tienen la glándula pineal del cerebro sensible a la intensidad, composición espectral y a la duración de la luz, de ellos se observan mayormente ciertas conductas y cambios de coloración de piel (Aguilar, 1997 cita Collin *et al.* 1989).

Se han identificado varias prácticas de manejo de la agrobiodiversidad como adaptación a la variabilidad y cambio climático (manejo de una diversidad de especies, manejo de pisos ecológicos, rotación de cultivos). A través de estos dos factores, la predicción climática y las prácticas, las y los agricultores han desarrollado cierta resiliencia frente a los riesgos climáticos (Torres & Gómez, 2008; Gonzales *et al.*, 2006; Espinoza *et al.*, 1988; Argote, 2011; Aguilar, 1997). Araujo (2011) cita Altieri y Nicholls (2009): “Muchos agricultores en la actualidad se las adaptan e incluso se pre-

paran para el cambio climático, minimizando las pérdidas en productividad”.

Entre las prácticas de manejo de la agrobiodiversidad como adaptación se encuentran el manejo de diferentes especies y variedades, tanto cultivadas como silvestres, en diferentes espacios (mantas o manejo de pisos ecológicos) y dentro de los mismos espacios (policultivos, cultivos asociados). Estas prácticas se complementan con otras actividades como la diversificación de actividades, prácticas dirigidas al manejo del suelo y de plagas, almacenamiento de cosecha y semillas, y relaciones de organización social y económica basadas en la reciprocidad (Piepenstock & Maldonado, 2010).

Regalsky (CENDA), en el documento de Condori (2009), además observa que las comunidades en la región andina han desarrollado una gran variedad de semillas como práctica de adaptación a la gran variabilidad climática que caracteriza esta región.

Estos conocimientos se han vuelto más importantes aún en el nuevo escenario de cambio climático, sin embargo, en varios casos los bioindicadores han cambiado su comportamiento a causa del mismo cambio climático y ya que siguen siendo válidos para los agricultores, se necesita fortalecer las capacidades de las comunidades en el manejo de los mismos (Torres & Gómez, 2008; Chirveches, 2010).

En muchos casos se están perdiendo los conocimientos y prácticas ancestrales por la migración (sobre todo de los varones jóvenes), desvalorización (Aguilar, 1997); Argote (2011) y Araujo (2011) mencionan también la introducción de la religión evangélica como razón de pérdida de conocimientos. Araujo (2011) señala un debilitamiento de las estrategias campesinas en el manejo de sus sistemas productivos en general, relacionados a dinámicas internas (migración,

Recuadro 14: Bioindicadores

Muchos animales tienen un “reloj biológico” que promueve reacciones como la migración estacional de aves y peces, en respuesta a fenómenos ambientales de riesgo o ciclos de reproducción. Los animales silvestres poseen mecanismos biológicos por los cuales reaccionan a factores como el campo magnético de la Tierra y las condiciones cósmicas y meteorológicas, como la presión atmosférica y el ciclo hidrológico, a través de cambios en su comportamiento y fisiología. Por ejemplo, las hembras ajustan sus períodos de celo de tal manera que haya suficiente alimentación para las crías y condiciones climáticas no muy extremas durante su crecimiento; las aves construyen sus nidos a una altura donde no sube el agua durante la época de lluvias.

De la misma manera, las plantas cuentan con mecanismos evolutivos fijados en su información genética, lo que les permite sobrevivir ante condiciones ambientales extremas, como el adelanto de ciertas etapas fenológicas como la formación de frutas tempranas en años de heladas tempranas; hay plantas polimórficas, como el diente de león, que pueden adaptarse a diferentes ambientes (secos, húmedos, calientes, fríos) ajustando su morfología.

Fuente: PROSUKO/UNAPA y AGRECOL Andes, 2008.

cambio de perspectivas de vida de los comunarios) como a influencias externas (mercado, escuela, religión, leyes y políticas), además de la presencia de eventos climáticos extremos.

Se ha realizado un trabajo de tesis de posgrado sobre la percepción campesina del clima y la gestión del riesgo en las comunidades de Tirani (departamento de Cochabamba), con un seguimiento a los predictores climáticos y su aplicación en la gestión de riesgo en estas comunidades, y un análisis del aprendizaje social en el proceso de capacitación de la gestión del riesgo¹⁸. Los resultados de este trabajo fueron, entre otros, la revalorización de estrategias locales de gestión de riesgo como la distribución en espacio y tiempo de los cultivos, la identificación de varios bioindicadores y su documentación en cartillas, la identificación y el análisis de la percepción de las comunidades campesinas en cuanto al cambio climático y las estrategias de gestión de riesgo que se aplican en

las diferentes zonas bioculturales. Además, como parte de la UMSS, AGRUCO ha incorporado en la malla curricular de la VI versión de la Maestría en Desarrollo Sustentable la materia Gestión del Riesgo y las Percepciones del Cambio Climático en Comunidades Campesinas, tocando aspectos relacionados con la gestión del riesgo como tal y las estrategias locales que se están adaptando al cambio climático (Chirveches, 2010).

Argote (2011) ha estudiado el nivel de conocimiento y tipo de manejo de la biodiversidad con relación a la predicción climática relacionada al sexo en el ayllu Majasaya Mujlli, cantón Challa, provincia Tapacarí del departamento de Cochabamba. En este ayllu, se han identificado 35 indicadores climáticos en relación a la producción de papa, 41% son zooindicadores, 34% fitoindicadores, 14% indicadores físicos y 11% indicadores astronómicos. Ha encontrado que en las mujeres el nivel de conocimiento sobre bioindicadores

18 AGRUCO.

es un poco más alto que el de los hombres por el hecho de que ellas manejan tanto los cultivos como los animales. Además ellas se quedan generalmente en las comunidades, de esta manera mantienen sus conocimientos, mientras que muchos hombres migran temporalmente.

Por su parte, Ponce (2003) ha observado una diferencia en la forma en la que observan tanto mujeres como hombres: Las mujeres observan más los indicadores a corto plazo y los hombres más los indicadores a largo plazo.

Según Chirveches (2010), se observan los indicadores a largo plazo (mayormente los fitoindicadores y algunos zooindicadores como el zorro y el cóndor) en relación al periodo preproductivo, para determinar las características del año agrícola que viene y a partir de ello las estrategias necesarias de prevención y mitigación de daños (siembra sincronizada, manejo de pisos ecológicos). Los indicadores a corto plazo (la mayoría de los zooindicadores) se observan durante el periodo productivo para predecir la presencia de lluvias, la presión atmosférica, etc.

Como mayormente quienes migran son los jóvenes, ellos tienen menos conocimientos sobre, entre otros, el manejo de la biodiversidad y la predicción climática; mientras que los mayores tienen más conocimientos en este sentido, por ejemplo, Argote (2011) ha encontrado que los jóvenes conocen 40% y los mayores 94-97% de los bioindicadores relacionados con la papa. También Aguilar (1997) señala que son más los ancianos que conocen las prácticas relacionadas con la predicción climática; mientras que los jóvenes no tienen ese nivel de conocimientos por factores externos como la migración.

El proyecto Capacitación e Investigación Comunitaria en Cambio Climático, del PNCC, en 2006 tenía como objetivo rescatar conocimientos y técnicas ancestrales de adaptación al cam-

bio climático en tres regiones: Guaraní del Isoso, aymara kallawaya de Charazani, y quechua de los valles de Ayopaya, donde ha logrado la capacitación de líderes, la realización de investigaciones en el tema y la formulación de tres proyectos piloto (PNCC, 2007a).

Varios autores (Gaia Pacha, 2011; Chirveches, 2010) han identificado la aparición de plagas en las comunidades donde antes no existían, por ejemplo, Gaia Pacha (2011) señala un gusano en la papa de las comunidades de Challapata. PROINPA (2008) ha identificado más enfermedades y plagas en el cultivo de la papa, además con un mayor grado de agresividad.

El cambio climático también puede tener impactos positivos sobre la biodiversidad, por ejemplo, según los agricultores de puna alta el calentamiento de la Tierra ha incidido en una ampliación de las posibilidades para la agricultura, por lo tanto, hoy es posible cultivar un mayor número de especies en diferentes pisos ecológicos dentro del ayllu Majasaya (Argote, 2011). En el Valle Alto se está cultivando uva donde antes no se lo podía hacer (comentario PROINPA, 2011). Investigadores en la montaña detectan el cultivo de la papa a altitudes cada vez más elevadas (comentario SERNAP, 2011).

En el marco de una convocatoria del PIEB, Vallejos *et al.* (2011) han realizado un estudio sobre las posibles consecuencias del cambio climático sobre la producción de quinua, a partir del cual han elaborado una propuesta para estrategias locales de adaptación a los impactos del cambio climático de productores de quinua del sur del departamento de Oruro (altiplano). Los resultados indican que la precipitación tiene la tendencia no sólo de variar en cantidad, sino sobre todo de concentrarse en períodos más cortos y que en el futuro se puede esperar un importante estrés hídrico causado por un aumento en evapotranspiración y una disminución en precipitación que

tendrá impactos negativos sobre la producción de la quinua. Como medidas de adaptación recomiendan la reposición y conservación de praderas nativas para frenar el proceso de degradación de suelos, y la producción y aplicación de humus de lombriz para mejorar la fertilidad de los suelos.

Los proyectos de investigación de PNCC se han desarrollado junto con el sistema universitario boliviano con el objetivo de desarrollar capacidades científicas y de investigación, así como también involucrar al sistema universitario en la implementación de acciones de adaptación y mitigación del cambio climático con las comunidades. Las líneas de investigación relacionadas con la biodiversidad se concentran en la identificación de especies resistentes al cambio climático, el desarrollo de una línea base para vulnerabilidad al cambio climático de flora y fauna, e impacto de cambio climático en biodiversidad - Sistemas de Alta Montaña (PNCC, 2007a).

5.1.2.2. Sobre biodiversidad en áreas naturales

Para medir los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad es importante contar con datos sobre la situación de los ecosistemas en el pasado. En Bolivia se busca la reconstrucción de los ecosistemas o parte de ellos a través de, entre otros, la dendrocronología, dendroclimatología y la palinología.

A través de la dendrocronología y la dendroclimatología se han realizado estudios con una variedad de *Polylepis* en la zona de Sajama (departamento de La Paz)¹⁹ para analizar el desarrollo de los anillos de este árbol con relación a la precipitación y la temperatura. Según los resultados, existe una alta similitud entre el crecimiento radial de *Polylepis tarapacana* y las variaciones inte-

ranuales de la precipitación y temperatura en los diferentes sitios estudiados.

Esta técnica es muy utilizada para medir impactos climáticos ya que tiene gran cobertura mundial, una alta resolución, un fechado absoluto, los árboles son sensibles al clima y esta técnica puede cubrir un rango temporal importante (Argollo *et al.*, 2007). Los estudios de palinología pueden incluir la observación de lluvias de polen o las capas de algas formadas en los sistemas acuáticos para reconstruir los ecosistemas del pasado, y de esta manera contar con una línea base. Por ejemplo, a través del estudio de la diferencia entre la composición y la procedencia del polen actual y el polen de sedimentos, a partir del cual han identificado cambios en humedad del clima en los bofedales del Tuni Condoriri (Ortuño, 2011).

Para medir los impactos del cambio climático sobre la distribución de las especies se usa generalmente el modelo SDM (Species Distribution Modeling). El modelo en sí no es suficiente para medir impactos del cambio climático sobre persistencia de poblaciones, composición de comunidades y servicios de ecosistemas. Sin embargo, en combinación con información fisiológica, de comportamiento, demográfica y genética se pueden realizar predicciones más exactas. Por ejemplo, con información biológica sobre diferentes taxas se pueden determinar las especies y regiones más vulnerables (Graham *et al.*, 2011).

En el marco de programas del PIEB, se han realizado seis investigaciones en tres áreas protegidas en la cuenca amazónica (el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi, la Reserva de la Biosfera y Tierra Comunitaria de Origen Pilón Lajas, y el Territorio Indígena Parque Nacional Isiboro Sécure) para definir alternativas para su preservación ante el riesgo climático. Las

¹⁹ Esta zona forma parte de una red de centros de estudios ubicados en Argentina, Chile, Perú y Bolivia (Argollo *et al.*, 2007).

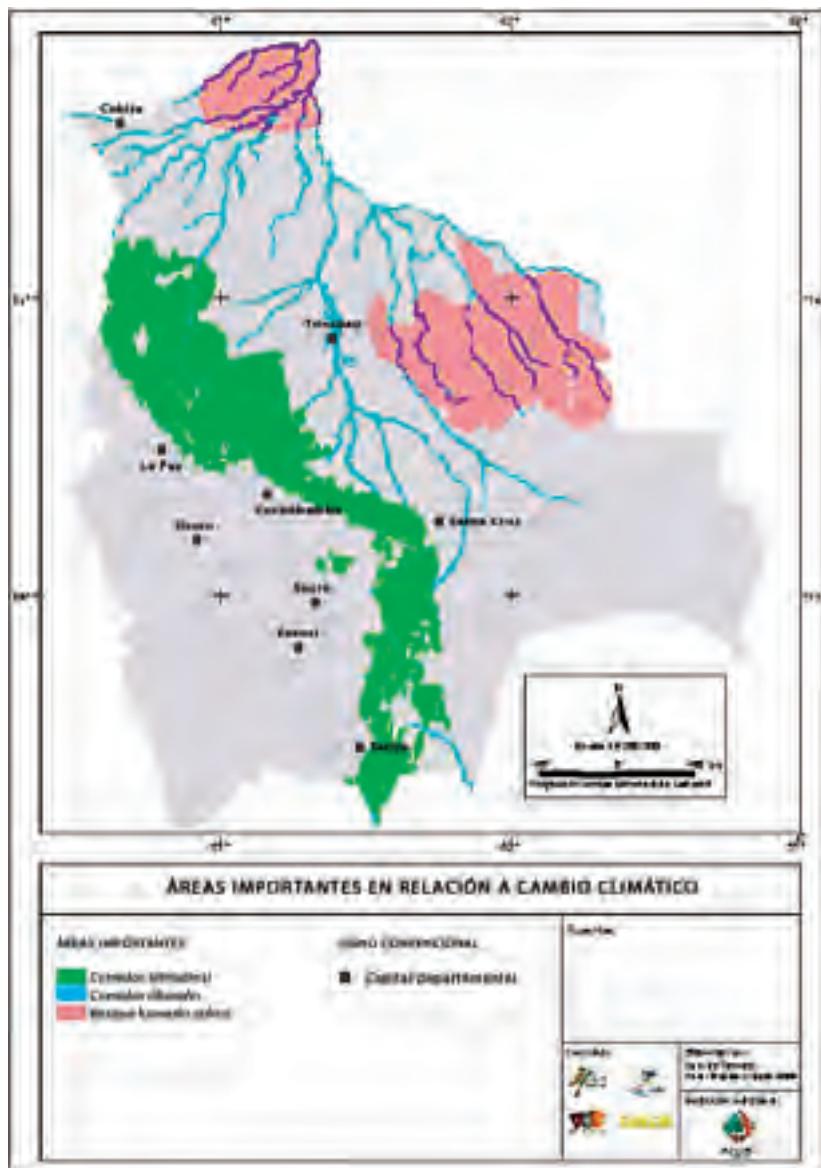
propuestas desarrolladas son, entre otras, un modelo de Gestión Territorial con Responsabilidad Compartida entre indígenas y Estado, y la prestación de servicios ambientales de carbono que, según los resultados de esta investigación, podría generar millones de dólares de ingresos.

Otras propuestas están dirigidas al empleo de los conocimientos de los pueblos indígenas en el uso

y manejo sostenible de los recursos forestales no maderables y su comercialización (PIEB, 2011).

FAN ha determinado áreas prioritarias para la conservación en el contexto del cambio climático (ver mapa 23): Corredores altitudinales (verde), corredores ribereños (azul) y bosque húmedo crítico (rosado) (Hoffmann & Oetting, 2010. En: FAN *et al.*, 2005).

Mapa 23: Áreas prioritarias en el contexto de cambio climático



Fuente Hoffmann & Oetting, 2010, cita FAN *et al.* (2005).

5.1.2.3. Sobre cambio climático y biodiversidad

El documento *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*, de Herzog *et al.* (2011), recoge los resultados de estudios sobre los impactos del cambio climático en la zona andina tropical en varios aspectos de la biodiversidad: A nivel de especies (insectos, aves, asociaciones de líquenes con hongos, musgos, cambio de hábitat, extinciones, fenología, interacciones), a nivel de ecosistemas (a nivel general, sistemas acuáticos, vulnerabilidad), a nivel de manejo [manejo adaptivo, manejo de áreas naturales (protegidas), aplicación de modelos], describe cambios importantes en los diferentes niveles de la biodiversidad a causa de nuevas condiciones climáticas y presenta varias propuestas para un mejor manejo de la biodiversidad en el contexto del cambio climático.

Reyes (2005) ha realizado una investigación en los Yungas sobre el desplazamiento de la flora y fauna con la altitud en relación a condiciones climáticas cambiantes y ha podido determinar una relación directa entre los dos factores. Los resultados muestran que los límites superiores son determinados principalmente por factores climáticos, mientras que los límites inferiores principalmente por interacciones bióticas. Además, los resultados de experimentos con epífitos sugieren que las comunidades de epífitos ya se están adaptando al cambio climático, que las comunidades no se perderán bajo las nuevas condiciones climáticas y que el funcionamiento de los ecosistemas de los cuales los epífitos forman parte sólo experimentarán cambios limitados en el marco del cambio climático.

El herbario criptogámico de la UPB-Cochabamba está realizando varios proyectos de investigación en el altiplano, yungas y valles secos (región andina), básicamente sobre las algas y en primer lugar para el desarrollo de una línea base, en segundo lugar para medir impactos del cambio cli-

mático sobre las algas. Estas son objeto de estudio interesante por el hecho de que tienen ciclos de reproducción muy rápidos, por lo que se pueden medir efectos externos a corto plazo. Se realizan los estudios a partir de comunidades, es decir, tomando en consideración varias especies que pertenecen al mismo grupo. Trabajan también con la palinología para reconstruir los ecosistemas y en base a ello identificar si realmente se debe hablar de un cambio climático o de un cílico del clima a nivel natural (comentario Herbario Criptogámico de la UPB-Cochabamba).

5.1.2.4. Sobre los impactos de eventos climáticos extremos en la biodiversidad

Se ha estudiado el impacto del fenómeno ENSO sobre la biodiversidad en los llanos de Moxos, departamento de Beni (Baudoin *et al.*, 2009; FUNDECO, 2008). Según los resultados de este estudio, los eventos ENSO no necesariamente están relacionados con la dinámica de inundaciones que experimenta la llanura, sino que la inundación surge como parte de los efectos combinados de precipitación y saturación de la napa freática del suelo en los diferentes tipos de ecosistemas. Los resultados sugieren que a causa de las inundaciones hay modificaciones en biomasa y productividad de fitoplancton, un aumento en población de peces, reptiles y anfibios, y cambios distintos según la variedad en el caso de aves y mamíferos.

En total, los cambios sobre la biodiversidad parecen ser relativamente pequeños, ya que los ecosistemas en esta área son sometidos a inundaciones desde el Pleistoceno y existe un mosaico en el paisaje que ayuda a los ecosistemas a responder al cambio climático. Sin embargo, hay impactos negativos sobre actividades como la agricultura y ganadería, por lo cual se necesitan estudios adicionales para formular estrategias de gestión de riesgo adecuadas.

Barra (2011) ha realizado un estudio en la zona norte amazónica sobre la presencia y dinámica de focos de calor en los últimos 10 años y su influencia sobre, entre otros, la biodiversidad. Señala que las áreas afectadas por estos focos tienen una tendencia a degradarse a mayor velocidad.

5.1.2.5. Monitoreo de la biodiversidad en el marco del cambio climático

El proyecto de investigación Gloria (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments; traducido al castellano sería: Iniciativa para la Investigación y el Seguimiento Global de los Ambientes Alpinos) ha establecido una red para la observación a largo plazo y el estudio comparativo de los impactos del cambio climático en la biodiversidad de la alta montaña (Cuesta *et al.*, 2007. En: Pauli *et al.* 2004). Los Andes centrales han sido identificados como una de las áreas donde los cambios climáticos se van produciendo más rápidamente. Los objetivos del proyecto Gloria son:

1. Comparar las diferencias en la composición y forma de vida vegetal.
2. Identificar especies generalistas, restringidas o endémicas, tolerantes, sensibles y otros atributos que indiquen adaptaciones de las especies con relación a cambios climáticos. Por zona se instalaron cuatro sitios de monitoreo en un gradiente altitudinal desde 4.190 msnm (Pacollo, Sajama) hasta 5.200 msnm (Moraroni, Apolobamba) desde el 2006 al 2008 (Beck *et al.*, 2009).

En Bolivia, el proyecto Gloria forma parte de una red de proyectos a nivel de los Andes en América Latina. En este marco, se han realizado diagnósticos de base sobre la biodiversidad existente, tomando en cuenta flora, anfibios, reptiles e insectos en las cimas del Sajama, Apolobamba, en el camino en Tuni-Condori y recientemente también del Tunari. Aparte del diagnóstico, se reali-

zan talleres de percepción del cambio climático con la población local (Cuesta *et al.*, 2007).

En el marco del proyecto Gloria se realizó una comparación de la diversidad de líquenes en un gradiente altitudinal y latitudinal en tres regiones: Dos áreas en Bolivia (Apolobamba y Sajama) y una en Perú (Vilcanota). Sobre la base de los primeros datos se puede identificar potenciales especies indicadoras de cada región acerca de la influencia del cambio climático (Rodríguez *et al.*, 2009).

Con el proyecto Gloria, del Herbario Nacional de Bolivia, y la iniciativa de especies amenazadas, de la Fundación PUMA, se está implementando un sistema de monitoreo del estado de conservación de las poblaciones de reptiles y anfibios del Área Natural de Manejo Integrado Nacional (ANMIN) Apolobamba, como indicadores del cambio climático. Las lagartijas de alta montaña y especialmente los anfibios, por su ciclo de vida bifásico, son sensibles a los cambios en las condiciones climáticas de sus hábitats, por tanto, actúan como bioindicadores de la salud de los ecosistemas (Aparicio & Ríos, 2009).

ALARM es un proyecto de investigación adicional al proyecto Gloria, considera aspectos interdisciplinarios como los mamíferos, reptiles, anfibios, bacterias del suelo, retroceso de los glaciares, agricultura y ganadería. Como uno de los resultados de este proyecto, se ha visto que la presencia y abundancia de plantas vasculares no está relacionada necesariamente con la altura; también factores locales como geología, pastoreo, precipitación y otros juegan un rol, lo que indica que las alteraciones a causa del cambio climático serán más complejas de lo que se suponía. Existen indicaciones claras de migración vertical de plantas, vertebradas, cultivos y ganado (Halloy *et al.*, 2009, cita Seimon *et al.*, 2007).

Se ha realizado un estudio sobre las reacciones de los ecosistemas amazónicos con cambios en cli-

ma y dióxido de carbono en la atmósfera desde el último gran periodo glaciar (21.000 años atrás), a partir de modelos de simulación de dinámicas en vegetación y estudios de lluvias de polen para, en base a ello, pronosticar las reacciones de los ecosistemas amazónicos frente al cambio climático actual y futuro.

Los resultados sugieren que el aumento de temperatura esperado de 3°C y reducción de 20% en precipitación en la región amazónica en el siglo XXI llevará a la ampliación de zonas de vida de plantas que son adaptadas a la sequía, como los árboles (semi)caducífolios de los bosques secos, lianas, sabanas como respuesta al aumento de incendios y estrés hídrico causado a su vez por las sequías y/o la duración de la época seca. El límite inferior de los bosques tropicales nublados subirá como respuesta a la subida de la base de las nubes. Los procesos continuos de deforestación acelerarán estos cambios en vegetación porque una disminución de bosques lleva a una disminución de evapotranspiración y por ello a un aumento de temperatura y disminución de precipitación (Mayle *et al.*, 2004).

Cortez (2001 y 2011) ha determinado la presencia y abundancia de ranas en diferentes gradientes altitudinales de dos quebradas. Las ranas son reconocidas a escala mundial como indicadores de los cambios climáticos y degradación de su hábitat, por su gran sensibilidad (Cortez, 2001 cita Pechmann *et al.*, 1991 y Olson & Leonard, 1997). Estos tipos de estudios forman una base esencial para realizar un monitoreo de la abundancia y tipo de especies a diferentes altitudes en el tiempo, para de esta manera determinar relaciones con el cambio climático.

5.1.2.6. Redes de investigación e innovación

La Unidad de Biodiversidad de la Dirección de Ciencia y Tecnología (Viceministerio de Ciencia

y Tecnología (VCT), Ministerio de Educación) ha creado redes de investigación e innovación donde participan instituciones de investigación. Estas redes tienen el cambio climático como eje transversal y están dirigidas a la generación, difusión y aplicación de información sobre temas específicos como los ecosistemas, saberes ancestrales, etc. La Unidad de Biodiversidad maneja, en coordinación con el Instituto de Ecología de la UMSA, el Sistema Boliviano de Información Científica y Tecnológica, que tiene como objetivo poner a disposición de investigadoras/es artículos (internacionales) recientes en el ámbito de la biodiversidad a través de boletines electrónicos (MPD & VCT, 2011 y comentarios VCT).

5.1.3. Programas y proyectos de conservación de la biodiversidad con relación al cambio climático, gestión del riesgo y de adaptación

5.1.3.1. *Intervenciones realizadas desde entidades gubernamentales*

El PNCC ha desarrollado varios proyectos relacionados con el cambio climático y biodiversidad, entre los cuales están el proyecto FIJACIÓN DE CARBONO EN ÁREAS BAJO MANEJO FORESTAL SUJETAS A DIFERENTES INTENSIDADES DE APROVECHAMIENTO Y ÁREAS EN RECUPERACIÓN, y el proyecto MONITOREO Y CUANTIFICACIÓN DE LA CAPTURA DE DIÓXIDO DE CARBONO EN PARCELAS DE MUESTREO ESTABLECIDAS EN ÁREAS FORESTALES EN EL BOSQUE HÚMEDO AMAZÓNICO DE PANDO Y BENI, para determinar la biomasa aérea y la fijación del dióxido de carbono en dos tipos de bosque del departamento de Santa Cruz. Ejemplos de planes de mitigación son el proyecto FIJACIÓN DE CARBONO Y RECUPERACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS MEDIANTE LA FORESTERÍA COMUNITARIA EN ZONAS DE COLONIZACIÓN DE NOR YUNGAS, para mejorar las condiciones de vida de los comunarios, fomentar la fijación de carbono atmosférico y varios proyectos de refo-

restación (PNCC, 2007a). Algunos proyectos más recientes son (Aparicio, s/d):

- Adaptación y mitigación al cambio climático (Plan Quinquenal del PNCC).
- Acción climática Noel Kempff Mercado.
- Estudios de cambio climático (los resultados de los estudios sirven como insumo para el desarrollo de estrategias y planes de acción).
- Desarrollo de capacidades para transacciones financieras de carbono.
- Andino de adaptación al cambio climático.
- Segunda Comunicación Nacional ante la Convención del Cambio Climático²⁰.

Con relación al cambio climático y la biodiversidad, tienen importancia sobre todo el Programa Indígena de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques en la Amazonía Boliviana (REDD-Amazonia) y el Proyecto de Acción Climática Noel Kempff Mercado. Este último se trata de un plan de captura de carbono más grande del mundo, ubicado en el parque Noel Kempff Mercado, que alberga comunidades indígenas que evitan deforestación. La comunidad de Cururú, del municipio de Guarayos, es la única comunidad indígena en Bolivia que posee la certificación de manejo forestal sostenible y se suma a las más de dos millones de hectáreas certificadas a escala nacional. Adicionalmente, existen otras experiencias de manejo agroforestal de productos con potencial de exportación en los mercados de comercio justo y orgánico (PNUD, 2009).

Otra experiencia fue el Programa Indígena de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques en la Amazonía Boliviana (REDD-Amazonia), que se caracteriza por la alta participación de grupos indígenas y está dirigido a la disminución de la deforestación a través de actividades como el aprovechamiento sostenible de los productos del bosque, como el

cacao silvestre y la castaña; el patrullaje, control y fiscalización indígena de sus propios territorios. El Proyecto de Acción Climática Noel Kempff Mercado, con sus 634.000 hectáreas de extensión, se constituye en el plan forestal más grande de mitigación de carbono en el mundo dentro de la fase piloto de las actividades AIC (PNCC, 2007b; PNCC, 2009). Fue ejecutado por PNCC, TNC, FAN y tuvo el apoyo económico de varias empresas; entre sus objetivos figuraba evitar la deforestación a través del reemplazo de actividades extractivistas por proyectos de uso sostenible de la biodiversidad (entre otros sistemas agroforestales y planes de manejo sostenible).

El Proyecto de Acción Climática Noel Kempff Mercado (PAC-NK) tenía el propósito general de mitigar emisiones de GEI, y adicionalmente conservar uno de los más ricos y biológicamente diversos ecosistemas del mundo, además de promover el desarrollo sostenible local de las comunidades. De acuerdo a la Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN), éste sería el primer proyecto forestal de reducción de emisiones por deforestación evitada a ser enteramente certificado de acuerdo a rigurosos estándares utilizados en proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio. Según la organización, los resultados del monitoreo y de la evaluación de la empresa certificadora internacional SGS muestran que desde 1997 hasta el año 2005, un total de 1.034.107 toneladas de dióxido de carbono evitadas por el proyecto hubiesen sido emitidas a la atmósfera (FAN, sd).

Fue uno de los primeros proyectos que ha logrado la certificación internacional de carbono a partir de la identificación del volumen de la biomasa y su contenido de carbono por tipo de bosque (comentario Facultad de Agronomía-UMSA, 2012). La ONU está desarrollando un programa que promueve la implementación, el monitoreo y la evaluación de acciones de REDD y REDD+ a

20 En este momento se está elaborando la Tercera Comunicación.

través de la capacitación a las organizaciones nacionales gubernamentales y a la sociedad civil, y que está dirigido a la reducción de emisiones por deforestación y degradación (ONU, 2010).

En el marco del Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático (MNACC), del PNCC, se desarrollan varios programas sectoriales: Recursos hídricos, seguridad y soberanía alimentaria, asentamientos y gestión del riesgo, salud y ecosistemas, y biodiversidad. El último programa se enfoca en la recuperación de la calidad de suelos y la reposición de masa vegetal con, entre otros, los sistemas agroforestales como mecanismo de adaptación (PNCC, 2009a). A través del PNCC, Bolivia participa en el Programa Piloto de Resiliencia al Cambio Climático (PPCR) con el apoyo del Fondo de Inversión Climática para la operativización del Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático (MNACC). El MNACC tiene cinco programas sectoriales: a) Adaptación de la seguridad alimentaria al cambio climático; b) adaptación sanitaria al cambio climático; c) adaptación de los recursos hídricos al cambio climático; d) adaptación de los ecosistemas al cambio climático; e) adaptación de los asentamientos humanos y gestión de riesgos (PNCC, 2011a).

A corto plazo se implementará el proyecto CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE BIODIVERSIDAD, AGUA Y SUELO EN ECOSISTEMAS VERTICALES EN LOS ANDES DEL NORTE DE POTOSÍ Y SURESTE DE ORURO, en coordinación con el Banco Interamericano de Desarrollo, que considera la temática de cambios climáticos a través de la instalación de estaciones climatológicas, subproyectos de monitoreo de la biodiversidad y medidas adaptativas a condiciones climáticas extremas de sequía como la construcción de atajados [captura de agua, sistemas de riego eficientes, y la conservación de bosques y praderas nativas (PNCC, 2011a)].

El Gobierno de Bolivia y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) lanzaron el Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR I en 1993, para conservar la biodiversidad de Bolivia y mantener un buen estado de salud de los bosques, suelos y aguas del país a través del manejo forestal sostenible. Luego se implementó una segunda fase, a través del proyecto BOLFOR II, entre 2003 y 2008, que fue coordinado por The Nature Conservancy (TNC). Este proyecto tenía como objetivo el manejo forestal sostenible en base al uso de lo que el bosque puede reponer de nuevo, o sea, la regeneración natural, aumentando los beneficios económicos de las comunidades y mejorar las prácticas empresariales para una mejor comercialización de los productos forestales. El proyecto involucró a actores locales, empresariales y gubernamentales para lograr cambios en instituciones, normas, prácticas y distribución de ingresos económicos por la actividad forestal.

Resultados importantes son un aumento en ingresos de las organizaciones forestales involucradas con un 33% entre 2005 y 2007, la certificación forestal internacional de una comunidad, el incremento de producción de varias microempresas de muebles, aumento en exportación de productos forestales de varias microempresas forestales, desarrollo y mejoramiento de varias normas forestales, saneamiento de 4,5 millones de hectáreas de tierras de producción forestal, determinación de más de 500 mil hectáreas como áreas forestales de reserva municipal, desarrollo e implementación de políticas forestales en tres prefecturas y ocho municipios.

Según los resultados de estudios realizados por BOLFOR II, los bosques con manejo forestal no tienen un impacto negativo sobre la biodiversidad y menores índices de deforestación e incendios forestales comparados con áreas boscosas sin manejo forestal (PNUD, 2009 cita BOLFOR II).

El valor de las exportaciones de madera certificada según el Consejo Boliviano para la Certificación Forestal Voluntaria, la demanda mundial de productos certificados ha superado la oferta y se estima que pasará los \$us 5.000 millones. Adicionalmente, un estudio del Banco Mundial citado por WWF indica que las empresas que demuestran un manejo forestal responsable logran ventajas competitivas en los mercados de productos y en los mercados financieros, y que el continuo crecimiento de los productos forestales certificados será capaz de modificar el comportamiento de los mercados convencionales de productos forestales.

En Bolivia, a cinco años de la implementación de este sistema, las exportaciones de productos maderables certificados representaban aproximadamente el 25% del total de las exportaciones de madera. En 1998, las exportaciones certificadas fueron por un valor de \$us 200.000, de los cuales más del 80% correspondía a productos con alto valor agregado. Las exportaciones de productos forestales certificados de Bolivia han tenido un grado de crecimiento importante año tras año desde que se iniciaron en 1998, es así que en 2006 representaban \$us 24,22 millones.

En 2006, más del 86% de los productos forestales certificados exportados correspondía a productos con alto valor agregado: Puertas, partes y piezas de muebles, muebles en general, mesas, sillas, parqué y pisos, entre otros. El valor de las exportaciones certificadas representa el 13% del total de las exportaciones forestales (productos forestales maderables y no maderables) y el 24% de los productos maderables.

Además, el PNCC maneja un sitio web con biblioteca digital (<http://www.mmaya.gob.bo/webpncc/2.html>), así como proyectos, cursos de

capacitación en el tema y producción de material educativo e informativo.

El INIAF, que se encuentra bajo la tutela del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, desarrolla investigaciones en las distintas variedades de cultivos y especies forestales para detectar características favorables en nuevas condiciones climáticas, como la resistencia contra la sequía. Además forma parte de la Red Global de Clínicas de Plantas y está implementando una red de lugares donde la/os productora/es reciben asistencia técnica para el manejo ecológico de plagas y enfermedades que aparecen, entre otros, debido al cambio climático (comentario INIAF, 2012).

5.1.3.2. Saberes y estrategias campesinas

En 2011, CENDA ejecutó un proyecto de evaluación de las estrategias campesinas de manejo de riesgos, como un recurso para mayor resiliencia a los efectos de eventos climáticos extremos y para establecer lineamientos en función de dicha evaluación, que contribuyan a la elaboración de planes y políticas públicas en la Subcentral Chillavi, Ayopaya, donde también se considera la importancia de la biodiversidad (Araujo, 2011)²¹.

5.1.3.3. Estrategias de gestión de riesgo y adaptación

Varias organizaciones de asistencia técnica están implementando sistemas agroforestales (SAF) como estrategia de adaptación al cambio climático, por ejemplo, el proyecto Sistemas Agroforestales en Zonas Andinas “Implementación de prácticas agroforestales en dos distritos del municipio de Pocoata”²², que ha comenzado el año 2011 (Ayala, 2011); y el proyecto agroforestal en Vinto, ejecutado entre el Departamento de Me-

21 Los resultados serán publicados en la presente gestión.

22 De la Fundación AGRECOL Andes, en coordinación con la Cooperación Alemana.

dio Ambiente de la UPB-Cochabamba y ECO-SAF, que tiene un fuerte componente de investigación (ECOSAF & UPB, 2011).

Según CIPCA (2011), los sistemas agroforestales se constituyen en una alternativa para afrontar los efectos del cambio climático, como las inundaciones, sequías e incendios, por su mayor capacidad de resiliencia; por promover y fortalecer la integridad de las funciones ecológicas del bosque; y por su aporte a la captura de emisiones de carbono. Nordgren (2011) recomienda los sistemas silvopastoriles y agroforestales en el Chaco –para detener los procesos de deforestación y mantener los bosques y la cobertura vegetal, que son esenciales para conservar y retener la humedad y mantener microclimas más benignos– y en la Amazonía –para proteger la vegetación contra los riesgos de sequías (riego) e incendios (barreras vivas).

PROINPA maneja dos proyectos relacionados con el cambio climático y la biodiversidad: “Utilidad de la diversidad genética de la papa para afrontar el cambio climático”, y “Cambio climático y comunidades indígenas”, ambos están situados en la región andina. En el primer proyecto buscan identificar las variedades genéticas de la papa como estrategia de adaptación al cambio climático, que complementan con prácticas mejoradas del cultivo de las mismas. En el segundo proyecto se rescatan las experiencias de los agricultores y mejoran las prácticas para enfrentar el cambio climático, por ejemplo, el uso de una mezcla de la agrobiodiversidad, es decir, cultivar varias variedades a la vez para bajar el riesgo climático –*challis* en quechua– con el objetivo de elaborar un plan de acción para los agricultores de la región andina (PROINPA, 2008; sitio web de la misma institución).

El Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio Climático y Desarrollo Forestal

está ejecutando el Programa Biocultura, financiado por COSUDE y que se constituye en el sucesor del programa Bio Andes. Este programa, a diferencia del programa Bio Andes, tiene un componente del cambio climático y propone una fusión entre el manejo sustentable de la biodiversidad y la revalorización de saberes ancestrales, entre la diversidad biológica con la diversidad cultural, para desarrollar modelos endógenos bioculturales. La meta es mejorar las condiciones económicas, sociales y culturales de las comunidades campesinas y pueblos indígenas, y a la vez preservar los ecosistemas andinos.

AGRUCO, junto al Cides y el Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés, conforman la Alianza Universitaria Biocultural (AUB), que es responsable de la Unidad de Monitoreo y Evaluación (UME) del Programa Nacional Biocultura. AGRUCO coordina las actividades del programa que están concentradas en 24 SEB (Sistema Endógeno Biocultural), en 23 municipios a escala nacional; pero principalmente en la región andina. Cada SEB es trabajado por otra organización/ONG. En primer lugar, se debe desarrollar una línea base con el enfoque de riesgos climáticos, con el objetivo de desarrollar insumos para el gobierno para la elaboración de normas sobre el manejo de la biodiversidad (ver también www.biocultura-une.org).

Varias organizaciones (entre ellas GIZ, CAF, CIAT) trabajan a nivel de cuencas, como la unidad de planificación, para lograr un manejo integral de los recursos naturales. En este sentido, CAF (2010) considera al manejo integral de cuencas como una forma adecuada para gestionar los riesgos del cambio climático porque se toma en cuenta todos los ecosistemas que forman parte de la misma, además se incluye en el manejo a los usuarios y los recursos hídricos que forman parte de la cuenca, que son criterios esenciales en el manejo de riesgo del cambio climático.

5.1.3.4. Fortalecimiento de capacidades locales

PROSUCO está ejecutando una tercera fase del Programa de Gestión de Riesgos y Desastres (PGRD), en el cual se busca fortalecer las capacidades locales para enfrentar los riesgos climáticos. Esto se realiza a través de la complementación de los saberes ancestrales con datos científicos para mejorar la producción frente al cambio climático. Se trabaja con líderes campesinos, los llamados *yapuchiris*²³, que a través de procesos de experimentación, intercambio de experiencias y difusión de campesino a campesino desarrollan y difunden técnicas mejoradas, entre otros, el manejo de los bioindicadores.

Una parte importante del proceso es la elaboración de mapas de riesgo donde las/os productoras/es definen las áreas agropecuarias de alto riesgo en base al tipo de suelo y el microclima²⁴. Se ha probado que la producción ecológica emplea una tecnología adecuada no sólo porque cuida y mejora la calidad del suelo de forma sostenible, sino también porque requiere de mano de obra constante, situación que fomenta la presencia continua de las/os productoras/es, lo que a su vez fomenta el proceso de gestión de conocimientos.

Los municipios han sido identificados como actores importantes para el acompañamiento de *yapuchiris* y la traducción de sus propuestas en estrategias locales. Para apoyar a las comunidades se maneja un fondo de mitigación al riesgo de cambio climático que es manejado por un comité de diferentes actores. PROSUCO trabaja en el departamento de La Paz y ampliará su área de acción hacia Oruro, Potosí y Chuquisaca. La Fundación AGRECOL Andes forma parte del

mismo proyecto y desarrolla sus actividades en el aylu Majasalla, Cochabamba (PROSUKO/UNAPA and AGRECOL Andes, 2008).

El objetivo central de un proyecto de gestión del riesgo en los municipios de Cercado y Sipe Sipe, afectados por el Parque Nacional Tunari²⁵, fue apoyar y contribuir a la gestión del riesgo a través de un proceso de capacitación, análisis, reflexión, discusión e intercambio de experiencias con los actores sociales de los municipios involucrados, sistematizando y complementando la información en torno a las prácticas y estrategias sobre prevención, mitigación y manejo del desastre, con énfasis en la producción agropecuaria (AGRUCO-COSUDE, en el año 2006). Los resultados más importantes de este proyecto son la capacitación de dirigentes en el análisis y manejo de riesgo, y la mitigación del mismo a través de la diversificación de cultivos, manejo de pisos ecológicos, adelanto o retraso de las siembras, selección de variedades resistentes, pastoreo, etc.; así como la concienciación de autoridades municipales y organizaciones sociales de varios municipios sobre la prevención y mitigación de desastres (Chirveches, 2010).

5.1.3.5. Programas en áreas protegidas

Cada vez se integran más áreas protegidas manejadas a nivel local o regional por municipios, comunidades o pueblos indígenas que juegan un papel importante en la conservación de la biodiversidad (Hoffmann *et al.*, 2011 cita MAE, 2007; PROMETA, 2008). Además se han establecido varios corredores internacionales, por ejemplo, Vilcabamba-Amboró, entre Perú y Bolivia; Abiseo-Condor Kutukú y Podocarpus-Tabaconas-El Tablón, entre Perú y Ecuador (Hoff-

23 *Yapuchiri* quiere decir “agricultor”, en aymara.

24 Por ejemplo, las heladas en suelos arcillosos son mucho más riesgosas que las heladas en suelos arenosos (comentario PROSUCO, 2012).

25 Ejecutado por AGRUCO.

mann *et al.*, 2011). Sin embargo, todavía no se ha concretado cómo se elaboran estrategias para la adaptación y mitigación del cambio climático con relación a las áreas protegidas, también por falta de información científica.

En Bolivia se ha tomado en cuenta el tema del cambio climático en los planes de manejo de áreas protegidas Madidi (SERNAP and WCS, 2005), Pilón Lajas (SERNAP & CRTM, 2009), Apolobamba (SERNAP and CG ANMI Apolobamba, 2006) y San Matías (SERNAP & CG

ANMI San Matías, 2008); pero falta mejorar la capacidad de análisis del cambio climático, monitoreo, adaptación y mitigación (Hoffmann *et al.*, 2011).

En general, en el país las actividades de conservación de la biodiversidad frente al cambio climático, de gestión del riesgo climático y adaptación se encuentran aún en una fase inicial, y en la mayoría de los casos todavía no existen datos concretos sobre los resultados, lecciones aprendidas, etc.

Recuadro 15: Experiencias de otros países, algunos ejemplos

En la región andina del Perú se ha implementado el proyecto TECNOLOGÍAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO, durante los años 2006 y 2007, que engloba siete proyectos en siete diferentes zonas del país. Los proyectos han trabajado en el desarrollo de capacidades de las comunidades locales, la agroforestería como estrategia de adaptación, mejoramiento del manejo de la papa nativa, sistemas de información y alerta temprana como estrategia de adaptación, y gestión de conflictos. Sobre la base de las experiencias descritas anteriormente se han desarrollado diferentes modelos de adaptación al cambio climático. Los elementos identificados como esenciales para fortalecer la adaptación de las y los productoras/es son las tecnologías apropiadas tradicionales y contemporáneas, la gestión de la diversidad, gestión del riesgo y desarrollo de capacidades, la gestión de cuencas, ordenamiento territorial y agricultura ecológica, seguridad alimentaria, organización, capacitación, sistemas de información y alerta temprana, y gestión de conflictos.

Entre las prácticas de adaptación se mencionan como elementos importantes los sistemas de información participativos, estaciones meteorológicas, identificación de bioindicadores y señas, y sistemas de alerta temprana (Torres & Gómez, 2008).

Una experiencia del manejo forestal comunitario (MFC) en México es descrita por el CCMSS (2010) como una de las mejores opciones para mitigar las emisiones de CO₂.

6. Vacíos y limitaciones

6.1. En cuanto a investigaciones

A nivel general, la biodiversidad de Bolivia es todavía muy poco estudiada, tanto en lo referido a la identificación de especies como respecto a especies, comunidades y ecosistemas específicos. Por ejemplo, Morales & Trainor (2001) mencionan la importancia de estudiar las algas (aún muy poco estudiadas en Bolivia), ya que forman la base de la cadena alimenticia y de esta manera juegan un rol considerable en el mantenimiento del equilibrio en los ecosistemas, además son bioindicadores dignos de tomar en cuenta y objeto de importantes estudios de paleolimnología para identificar el impacto de las condiciones climáticas sobre la biodiversidad. También otras especies que son significativas por su sensibilidad frente al cambio climático, su potencial como bioindicador o su importancia para los ecosistemas y/o seres humanos son poco analizadas.

No existen estudios sobre la relación entre funciones de ecosistemas, servicios y los beneficios, ni sobre las consecuencias del cambio climático sobre esta interrelación, por ejemplo, los impactos de la migración sobre los ecosistemas (comentario FAN, 2011). Aún es incipiente el conocimiento sobre la distribución actual de especies en las diferentes partes del país (Andersen, 2009).

Se cuenta con varios modelos para pronosticar los cambios en el clima, pero no hay mucha concordancia entre ellos, sobre todo con relación a la precipitación (Andersen, 2009). Los modelos basados en simulaciones en los cambios en biodiversidad a causa de variaciones en el clima necesitan proyecciones del cambio climático de alta resolución en el tiempo y en el espacio, conocimiento detallado de la interacción de las especies y sus efectos sobre las comunidades y ecosistemas de las que forman parte. Estos datos todavía son incompletos, por lo cual las estimaciones de

los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad también lo son (IPCC, 2002).

Existen varios modelos de evaluación con relación a los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad. PNUD (2011) menciona que el Sistema Regional de Modelamiento del Clima (PRECIS) funciona bien respecto a la temperatura y precipitación en zonas bajas (regiones con altitud menor a 500 msnm); pero que sobreestima la precipitación tanto en zonas de altura intermedia (entre 500 msnm y 3.500 msnm), como en la zona pendiente andina.

Es probable que la biodiversidad no responda de manera tan simple al cambio climático. Por ejemplo, si una especie clave se pierde en un área, puede tener impactos negativos para muchas otras. En el caso de que haya mucha interdependencia entre ellas, la pérdida de una especie central puede causar la pérdida de otras 10; pero si hay competencia entre especies, el vacío que se crea por la pérdida de una especie podría llenarse con otras 10. Además existen especies que son mucho más sensibles al cambio climático que otras, por ejemplo, especies inusuales que se han adaptado a un nicho ecológico muy particular son más vulnerables al cambio climático que aquellas abundantes y flexibles en sus requerimientos. Especies poco móviles, como árboles, también son más vulnerables que las más móviles, como las aves (Andersen, 2009, cita Gitay *et al.*, 2002).

No hay datos claros sobre las relaciones entre factores climáticos y la riqueza de especies (Andersen, 2009).

Existen vacíos en el conocimiento sobre la tendencia climática en el futuro, lo que dificulta hacer pronósticos confiables. La coordinación entre instituciones y otros actores es mínima, lo que hace menos eficiente la investigación, la experimentación y la elaboración de proyectos.

Las prácticas y conocimientos desarrollados en el ámbito local generalmente no son reconocidos por las universidades, gobierno e instituciones de asistencia técnica como saberes válidos (Piepensstock & Maldonado, 2010), por ello generalmente no son documentados y difundidos. En este sentido, existe poca información sobre los saberes y prácticas ancestrales de los pueblos indígenas de la región amazónica respecto al cambio climático.

6.2. En cuanto a intervenciones

Hoffmann (2010) señala la todavía pequeña atención que recibe el cambio climático en la planificación y gestión de áreas protegidas, mientras que éstas son consideradas elementos esenciales en las estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático. Por ejemplo, pueden jugar un rol importante en el secuestro y la retención de carbono, mantener hábitats naturales estratégicos como medida de gestión de riesgos (cobertura boscosa en la prevención de inundaciones, entre otros) y áreas protegidas subnacionales, son un elemento importante para complementar sistemas nacionales de áreas protegidas en términos de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que aportan. Se han identificado vacíos en la representatividad de áreas protegidas, a partir de lo cual resaltan la importancia de corredores altitudinales y corredores ribereños como ecosistemas prioritarios, estos pueden servir, entre otros, como vías de escape de animales y plantas frente al cambio climático (Hoffmann & Oetting, 2010 citan FAN, 2005).

Faltan datos y escenarios regionales para anticipar los impactos del cambio climático en la biodiversidad de las áreas protegidas, falta la concientización de los gestores de áreas protegidas acerca de la importancia del cambio climático, falta la incorporación del tema de cambio climático en los planes de manejo (en cuanto al diagnóstico, medidas de acción para la conservación) (Hoffmann & Oetting, 2010).

Las actividades relacionadas con el manejo de los bosques se han concentrado sobre todo en la mitigación del riesgo a través de la (re)forestación, control de la deforestación y degradación del bosque, y no tanto en la adaptación, es decir, la reducción de la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas (PNCC, 2010).

El tema de la producción agropecuaria y agroforestal es manejado por varios ministerios a la vez: Desarrollo Rural y Tierras, Medio Ambiente y Agua, Desarrollo Productivo, Planificación, y ahora Autonomías), que no siempre coinciden en sus objetivos y formas de trabajar. Además existe una falta de coordinación entre los diferentes niveles del gobierno (nacional, departamental y municipal). No existe un Plan Nacional Productivo que esté involucrando a estos tres niveles de gobierno en este tema (CIPCA, 2010).

El manejo de la biodiversidad en cultivos domesticados es obstaculizado por la tendencia a monocultivos en base a semillas registradas. Además, la tendencia a dividir cada vez más las parcelas hace que una sola familia disponga de menos pisos ecológicos, disminuyendo la flexibilidad del sistema productivo en términos de la agrobiodiversidad (comentario CENDA, 2011).

En general, falta una buena coordinación de las actividades de investigación y acción, del intercambio de experiencias y conocimientos para lograr actividades más eficientes.

En el mundo y en Bolivia se cuenta con estructuras gubernamentales e institucionales que trabajan a nivel internacional y nacional en la gestión de riesgos del cambio climático y la (agro)biodiversidad. En Bolivia existe la necesidad de relacionar más las acciones políticas con los conocimientos, las experiencias y ejecutarlas en coordinación con los diferentes actores.

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1. Conocimientos sobre la biodiversidad en Bolivia en el marco del cambio climático

Conclusión: Aunque Bolivia es uno de los países que menos contribuye al cambio climático en términos de emisiones de GEI, es uno de los más afectados por los impactos de éste. El país ha sufrido y sufrirá impactos en el ámbito socioeconómico, en términos de pérdida de vidas, bienes, productividad, acceso a agua de calidad y disminución de la seguridad alimentaria. Su biodiversidad es particularmente vulnerable por las presiones que ya sufre debido a las acciones humanas, la predominancia de un clima inestable y la presencia de un gran número de glaciares tropicales que están desapareciendo aceleradamente. Ya se han señalado impactos del cambio climático sobre la biodiversidad como alteraciones fisiológicas y fenológicas, abundancia de especies, procesos de migración como el desplazamiento vertical de plantas, la aparición de nuevas plagas y enfermedades, y transformaciones en los calendarios agrícolas por la modificación en la distribución, frecuencia e intensidad de las lluvias.

Los ecosistemas que fueron identificados como más vulnerables son los bosques húmedos templados y subtropicales, los bosques nublados y los sistemas acuáticos, y los que se encuentran en altitudes elevadas. Las más vulnerables son las especies endémicas, las especies con un hábitat muy especializado, con baja tolerancia a factores medioambientales o que dependen de interacciones entre especies o de recursos medioambientales que son interrumpidos por el cambio climático.

Recomendaciones:

- Es importante identificar con más precisión las especies, comunidades y ecosistemas vulnerables al cambio climático, y en base a ello definir planes de acción para su conservación priorizada. En este sentido, es esencial reunir los conocimientos y esfuerzos de institutos de investigación con los gestores de las áreas protegidas.

Conclusión: El cambio climático y sus impactos sobre, entre otros, la biodiversidad son reconocidos no sólo por los científicos, sino también por las personas directamente afectadas: Las/os productoras/es, que han desarrollado y están desarrollando varias estrategias utilizando la misma biodiversidad para enfrentar los riesgos del cambio climático.

Sobre todo en la región andina existen conocimientos locales muy válidos sobre la biodiversidad, su manejo y su uso, por ejemplo, como indicadores del clima; pero se están perdiendo por procesos de migración de jóvenes, cambios de tecnologías, la modernización, el cambio de culto de las personas, división de terrenos y pérdida de pisos ecológicos.

Recomendaciones:

- Es importante documentar, complementar y validar estos conocimientos y prácticas, y relacionarlos y complementarlos con datos científicos como los meteorológicos, de modelos de simulación climática, de las investigaciones, etc.²⁶, para luego fomentar

²⁶ En el capítulo 4.7.3 del Plan Nacional de Desarrollo 2006-2011 se define como una de las estrategias sistematizar, registrar y proteger los conocimientos y saberes de pueblos indígenas y comunidades, para su incorporación en la estructura científica y en la nueva matriz productiva (DS 29272, 2007).

procesos de intercambio e interaprendizaje entre productoras/es e investigadoras/es científicos a través de redes o plataformas de información (incluyendo los datos espaciales y meteorológicos), investigación y capacitación²⁷. La combinación y adecuación de la predicción climática local a corto y mediano plazo a través de bioindicadores con otras a largo plazo –como el análisis de datos climáticos, el modelaje de las tendencias climáticas y tecnologías de información geográfica y espacial para la gestión de riesgos– sirve como insumo para la toma de decisiones pertinentes sobre inversiones y políticas estratégicas frente al cambio climático.

- Es importante generar procesos de capacitación para producir información a nivel local por la misma gente, para que tenga acceso directo a información actualizada y más completa que les ayude a tomar medidas adecuadas frente al nuevo contexto climático.

La biodiversidad es amenazada por el cambio climático y al mismo tiempo puede ser un factor clave para desarrollar soluciones para la gestión del riesgo del cambio climático, por ello su protección es de suma importancia.

Conclusión: *Aunque los impactos del cambio climático en Bolivia ya son visibles y se profundizarán aún más, las consecuencias de la deforestación (principalmente debido a la expansión de la frontera agrícola) y otras acciones humanas sobre la biodiversidad podrían ser mayores, dependiendo del lugar.*

Hay indicaciones de que a escala nacional los cambios previstos en la biodiversidad serán causados en su gran mayoría por la deforestación,

pero en la zona andina la influencia del cambio climático sobre la pérdida de la biodiversidad será prácticamente 100%. Además existen otros impactos negativos de las acciones humanas sobre la biodiversidad, como las obras infraestructurales, la minería, la sobreexplotación de los recursos naturales, la fragmentación de los hábitats y otros.

Recomendaciones:

- Para medir los impactos del cambio climático es esencial identificar, registrar, monitorear y tomar en cuenta todas las consecuencias de la acción humana sobre la biodiversidad como la deforestación, ampliación de la frontera agrícola, minería, etc., a fin de llegar a una descripción realista de la situación y de esta manera formular estrategias más enfocadas en situaciones reales. Además es importante medir los impactos de la pérdida de la biodiversidad sobre la situación socioeconómica de la población para visualizar la importancia que tiene la misma y contar con una respaldo para su protección.

Es hora de visualizar el valor económico de los servicios y productos de la biodiversidad. A partir de ello se debe desarrollar un modelo económico alternativo que no esté dirigido a una explotación unilateral de la biodiversidad y los recursos naturales, sino más bien al uso sostenible de los mismos, dando un valor agregado a través de la aplicación de criterios ecológicos, de derechos humanos y otros.

7.2. Investigaciones sobre el cambio climático y biodiversidad en el país

Conclusión: *Las investigaciones en Bolivia acerca de los impactos del cambio climático sobre la*

²⁷ Estas redes pueden basarse en proyectos ya formulados como la IDE (Infraestructura de Datos Espaciales), una iniciativa del gobierno.

biodiversidad y potenciales de adaptación de la misma todavía son incipientes y en muchos casos son realizados a nivel local, sin mucha coordinación ni difusión de resultados. Los resultados de las investigaciones no siempre son de fácil acceso para la población boliviana por estar dispersos, en el exterior y en otros idiomas.

Recomendaciones:

- Se debe fortalecer²⁸ o conformar redes interdisciplinarias que incluyen a instituciones de la academia, del gobierno y de la sociedad civil, además a actores sociales como las/os productoras/s y pueblos indígenas, para contar con espacios de intercambio de información y desarrollo de líneas estratégicas de investigación y acciones coordinadas en conjunto. Un grupo de trabajo tendrá que formar la base para monitorear, vincular y dar seguimiento a los estudios y resultados, y crear espacios de difusión, educación y concienciación. En este sentido, la academia puede jugar el rol de líder ya que cuenta con una diversidad de disciplinas e infraestructura relevante como laboratorios, herbarios, instrumentos para la investigación y centros de información como bibliotecas y otros.
- Es esencial contar con financiamiento y una buena planificación para garantizar la continuidad de las investigaciones, la difusión de sus resultados y el mantenimiento de espacios de intercambio e interaprendizaje. Para ello se deben buscar fuentes de financiamiento a mediano y largo plazo, que tendrían que ser manejadas por un grupo representante de los actores involucrados en las investigaciones, como el grupo de trabajo mencionado anteriormente.
- Se deben coordinar las investigaciones sobre los impactos del cambio climático en la bio-
- diversidad y potenciales de adaptación de la misma entre las universidades, organizaciones no gubernamentales y gubernamentales (como el SENAMHI), y a nivel regional e internacional para aprovechar los conocimientos, modelos, experiencias, prácticas ya existentes. En este sentido, es importante buscar la vinculación de proyectos de investigación locales a estudios macro como los modelos y escenarios de cambio climático, impactos y política a nivel regional.
- Se debe vincular a las/los investigadoras/es y los resultados de sus estudios con los usuarios y gestores de áreas naturales (pueblos indígenas locales, SERNAP, guardaparques) y áreas modificadas (productoras/es) a través de la sistematización participativa de los resultados y la implementación de experiencias exitosas de estas investigaciones en el manejo de las áreas naturales (protegidas) y áreas modificadas. Esto con el propósito de promover el intercambio, ampliación y profundización de conocimientos e identificar vacíos en ellos.
- Se debe promover la gestión de conocimientos a través de bases de datos organizados y accesibles a nivel local, regional y nacional, también mediante la traducción de estudios del exterior a idiomas más accesibles. Para mejorar la disponibilidad y difusión de los datos, se deben desarrollar y fortalecer colecciones locales, intercambio de material con colecciones internacionales, bibliotecas (electrónicas) y redes de intercambio de información taxonómica/ ecológica, capacitación de profesionales en nuevas herramientas taxonómicas que faciliten el aprendizaje y la acumulación de información.
- Se debe fomentar la socialización de los estudios de las universidades, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales para

²⁸ Por ejemplo, se podría partir de las Redes de Investigación e Innovación desarrolladas por la Unidad de Biodiversidad (Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación).

evitar duplicidad de trabajos y para desarrollar investigaciones y otras acciones coordinadas a nivel local, regional y nacional.

- Se debe promover, a través de investigadores de biodiversidad y cambio climático, la inclusión de ambas temáticas y la importancia de las áreas protegidas en los currículos de todos los niveles de la educación, y promover la implementación de investigaciones en temas de biodiversidad, tomando en cuenta la fase de desarrollo de los alumnos.

La coordinación entre instituciones y actores relevantes es esencial para basar las diferentes acciones en los conocimientos y experiencias ya existentes, y dirigirlas de mejor manera a trabajar en las áreas identificadas como vacíos.

Conclusión: *La mayor parte de las investigaciones sobre la biodiversidad de Bolivia se ha realizado en las últimas dos décadas y todavía falta mucha información básica sobre, por ejemplo, la identificación de especies, sus interacciones y comportamientos, etc. Aunque existen avances importantes, sobre todo en cuanto a la identificación de flora en diferentes pisos ecológicos, las investigaciones sobre los impactos del cambio climático en la biodiversidad de Bolivia están en una fase inicial todavía y tienen un sesgo en cuanto a áreas, especies y ecosistemas de estudio. Especies como los anfibios (particularmente las ranas), los insectos y las algas reciben poca atención; también sistemas acuáticos como los humedales, que pueden jugar un rol importante en el entendimiento de los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad.*

El gradiente altitudinal de Bolivia es un escenario adecuado para el monitoreo e investigación de parcelas permanentes que puedan aportar datos sobre el cambio climático y su influencia sobre la biodiversidad. Se aplican varios modelos para medir los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad, pero no siempre han sido validados.

Recomendaciones:

- Es importante que las investigaciones se basen en una sola clasificación ecológica, en este sentido, se recomienda la clasificación en regiones biogeográficas, que entre otros aspectos se basan en parámetros como el suelo y clima, importantes para medir las variaciones en biodiversidad como consecuencia del cambio climático.
- Se recomienda continuar con las investigaciones básicas de inventario de especies, priorizando grupos diversificados y sensibles al cambio climático como los hongos, insectos y otros, que pueden jugar un rol importante en la identificación de impactos del cambio climático sobre la biodiversidad. Los herbarios juegan una significativa tarea para la identificación y clarificación taxonómica de las especies de plantas, y para elaborar descripciones de la flora.
- Es imprescindible conservar o desarrollar y manejar los bancos de semillas y germoplasma *in situ*, especialmente en áreas protegidas, de la flora nativa de especies silvestres de las especies agrícolas locales. Sobre esa base se pueden realizar investigaciones sobre sus características con relación al cambio climático, por ejemplo, la resistencia a fenómenos climáticos adversos.
- Es fundamental que se estudien aspectos de la biología reproductiva y la fisiología de los organismos, ya que representan los indicadores más sensibles del cambio climático. Se deben desarrollar estudios a nivel de especies para entender las formas en que éstas responden a los cambios climáticos en términos de competencia, crecimiento, dispersión, la fenología de la vegetación. De la misma forma, hay que desarrollar estudios a nivel de ecosistemas para visualizar los cambios en su composición y funcionamiento ante el cambio climático. En estos estudios se debe priorizar las especies sensibles al cambio cli-

mático y las que tienen un ciclo de vida corto para poder observar cambios a corto plazo, y también los ecosistemas vulnerables e importantes como los bosques nublados y los ecosistemas acuáticos (por ejemplo, los humedales).

- Además de las influencias directas del cambio climático (cambios en temperatura y régimen hídrico), se debe tomar en cuenta los impactos indirectos como las inundaciones e incendios. Es esencial incluir la medición de los impactos del cambio de uso de suelo en todos los estudios sobre el impacto del cambio climático en la biodiversidad para llegar a datos realistas.
- Sobre la base de los avances de estudios acerca de la flora en diferentes pisos ecológicos, se puede desarrollar estudios como por ejemplo migraciones altitudinales de poblaciones vegetales sensibles, como un indicador importante de cambio climático.
- Se debe realizar un monitoreo de especies y ecosistemas a largo plazo, tomando en cuenta los impactos del cambio del uso de la tierra sobre la biodiversidad. Este monitoreo se debe enfocar sobre todo en gradientes altitudinales y a altitudes elevadas, donde hay más vulnerabilidad de las especies, y priorizar las que son sensibles al cambio de su hábitat como algas, murciélagos, aves, hormigas y otros. Es importante desarrollar los procesos de monitoreo con los mismos criterios para poder comparar los resultados en cuanto a la distribución de especies, estatus de la población, integridad de ecosistemas, etc.
- Otro aspecto importante para el monitoreo a largo plazo es el desarrollo de los diferentes taxas según gradientes altitudinales y longitudinales a partir de los impactos climáticos, sobre todo en áreas donde una alta biodiversidad y endemismo coinciden con una alta variabilidad al cambio climático. Ejemplos de ello son los valles interandinos secos, bosques nublados y también áreas que pueden servir como refugios para especies durante el cambio climático.
- Se deben aplicar modelos y escenarios del cambio climático para identificar los lugares con mayor impacto, retomando y actualizando, entre otros, el mapa de escenarios desarrollado por el PNCC. A partir de estos datos se pueden elaborar mapas de amenazas, vulnerabilidades y riesgos del cambio climático, que a su vez pueden servir como insumos para una mejor planificación de los estudios y actividades de monitoreo y gestión de riesgo. Se debe mejorar el desarrollo de modelos de distribución de especies (SDM) para proyectar la reacción de especies y ecosistemas a cambios climáticos, e identificar posibles sinergias o conflictos con la población, relacionándolos con los escenarios de cambio de uso de suelo.
- Se necesitan desarrollar validaciones y comparaciones de los modelos aplicados para pronosticar los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y buscar una统一ización en su aplicación a escala nacional para poder comparar los resultados de las investigaciones en este ámbito.
- Es importante documentar y validar los conocimientos ancestrales de las/os productoras/es, por ejemplo, los conocimientos sobre los bioindicadores, y complementarlos con los datos científicos y usarlos como base para procesos de difusión y desarrollo de tecnologías mejoradas para el manejo del riesgo climático. Hay que fortalecer y aumentar las capacidades de conocimientos sobre la climatología andina pasada y actual, como base para identificar cambios y para identificar capacidades de especies y ecosistemas de resiliencia frente a cambios climáticos.
- Es importante desarrollar estudios de impacto social, cultural y económico del cambio climático sobre la biodiversidad. Se deben desarrollar modelos para calcular el valor económico de los servicios y productos de

la biodiversidad, lo que es un insumo importante para medir el impacto económico y además para contar con una base para el desarrollo de un modelo del uso sostenible de la biodiversidad. En este sentido, es importante fortalecer las iniciativas con investigación sobre el rol de los ecosistemas en la emisión y secuestro de GEI.

Conclusión: *En la práctica, resulta difícil estudiar los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad en Bolivia, ya que existen pocos datos meteorológicos que ayuden a revelar aquello, sobre todo a nivel local, debido a que faltan modelos climáticos locales de buena resolución, porque los impactos son de largo plazo y por la existencia de otras influencias como la expansión de la frontera agrícola.*

En Bolivia es complicado pero importante instalar un sistema meteorológico que cubra, por ejemplo, la región andina. Al mismo tiempo, la predicción climática como estrategia campesina frente a los riesgos climáticos sigue siendo una opción válida y además necesaria.

Recomendaciones:

- Se recomienda priorizar las zonas donde se realizan programas de monitoreo del cambio climático para la instalación y el mantenimiento de estaciones meteorológicas.
- Es importante afinar los modelos existentes de predicción de impactos del clima sobre la biodiversidad (procesos de migración y extinción) y ajustarlos a las localidades.

7.3. Intervención de instituciones de asistencia técnica

Conclusión: *Bolivia es uno de los países megadiversos del mundo. Por su gran variación en topografía, altitud, precipitación y temperatura, cuenta con un*

sinfín de diferentes tipos de ecosistemas y especies, muchas de ellas endémicas. Esta diversidad genética se constituye en una de las fuentes más importantes de resiliencia y adaptación al cambio climático.

Recomendaciones:

- Para mantener este potencial es necesario desarrollar acciones para garantizar la protección de la biodiversidad. En este sentido, es esencial buscar maneras para frenar o por lo menos reducir los procesos de degradación de los recursos naturales y de deforestación, generalmente causados por el aumento de la frontera agrícola, a través de la formulación de un marco legal adecuado, la concientización y educación de los actores involucrados, y el desarrollo de actividades alternativas como el manejo adaptivo de los recursos naturales a nivel comunitario.
- En este marco, es relevante mantener las áreas protegidas existentes y crear nuevas áreas protegidas sobre la base de criterios de priorización de especies y ecosistemas, como áreas claves para mitigar los riesgos y adaptación, áreas de transición y monitoreo. Sin embargo, en el proceso de priorización hay que tomar en cuenta también factores como funcionalidad y procesos ecológicos. En este sentido, se recomienda mantener o crear áreas de conservación grandes que abarcan diferentes pisos altitudinales y tipos de vegetación, la conservación o creación de bloques de bosques lo más grandes posibles, priorizando zonas que representan corredores biológicos y especies relevantes para mantener la salud de los ecosistemas, como los mamíferos carnívoros, grandes y medianos.
- Hay que dar prioridad a la protección de los bosques ya que juegan un rol importante en la regulación climática, protección de riesgos, conservación y regulación de los ciclos de agua, protección de cuencas y control de la erosión, fijación de carbono, hábitat de

vida silvestre y diversidad biológica, provisión de alimentos, medicinas, combustibles, materiales de construcción, etc.

- Se recomienda, como sistema de manejo, el manejo integral de cuencas a nivel de ecosistemas para que se tomen en cuenta los distintos ecosistemas, usuarios y los recursos hídricos.
- Se debe desarrollar y mejorar tecnologías para la conservación *in situ*, como la priorización de áreas y hábitats para la conservación en base a la diversidad, grado de endemismo y riesgo de extinción; el establecimiento y manejo de áreas naturales protegidas, y el desarrollo de prácticas agrícolas dirigidas a la conservación de la biodiversidad como la agroecología. Es importante desarrollar procesos de intercambio sobre las experiencias en conservación *in situ* para mejorar las técnicas y su aceptación. Tecnologías para la conservación de la biodiversidad *ex situ* como los herbarios, jardines botánicos, bancos de germoplasma, colecciones en museos y universidades son importantes para estudiar las características de las especies.

El involucramiento de la totalidad de actores es importante para lograr acciones en todos los niveles y aprovechar los conocimientos y experiencias que existen.

Conclusión: La agrobiodiversidad –que forma parte de los sistemas productivos ancestrales y a pequeña escala– y su manejo se constituye en una de las formas más eficientes para mantener una alta resiliencia y adaptar los sistemas productivos a los impactos del cambio climático.

Recomendaciones:

- En las áreas modificadas con la agricultura a pequeña escala como base, básicamente

en las regiones andina y amazónica, se debe investigar, documentar y utilizar tecnologías apropiadas, tradicionales o contemporáneas, para hacer frente al nuevo contexto climático en el desarrollo de capacidades para la adaptación al cambio climático.

- Se deben generar procesos de intercambio de conocimientos tradicionales y experiencias de agrobiodiversidad entre productoras/es según el ecosistema en el que se encuentran, para fortalecer las capacidades locales en el manejo del riesgo climático.

Conclusión: En Bolivia son todavía pocas las intervenciones de mitigación de riesgos y adaptación con relación a la biodiversidad, por eso casi no existen datos sobre ello. Sin embargo, sobre la base de los primeros estudios y percepciones de la población local se pueden definir unas recomendaciones para el futuro.

Recomendaciones:

- Ya que el cambio en el uso de suelo ha sido identificado como la mayor amenaza para la biodiversidad, es primordial desarrollar acciones para frenar los procesos de deforestación, entre otros, mediante el mantenimiento de áreas con bosques nativos a nivel municipal, departamental y nacional; la visualización del valor de los bosques y sus componentes, la concienciación, educación, el fomento de un marco legal en favor de la protección de bosques, y el desarrollo de actividades alternativas como el biocomercio sostenible y la producción orgánica.
- Se recomienda introducir y ampliar prácticas de uso sostenible –como la agricultura ecológica y la agroforestería– como estrategias de adaptación al cambio climático y para frenar los procesos de deforestación, sin que éstos reemplacen bosques funcionales. Son importantes los Sistemas Agroforestales Multiestratos (SAF) como lugar de refugio

y reproducción, y forman zonas transitorias importantes (biocorredores) para especies migratorias y las que tienen que migrar por razones climáticas. Además son sistemas que mantienen un alto grado de biodiversidad y por ello una alta diversidad genética, que es necesaria para enfrentar nuevas situaciones climáticas. La agricultura ecológica está basada en un alto nivel de agrobiodiversidad y el manejo sostenible de la misma a través de prácticas de conservación del suelo y agua.

- Es importante reconocer, conservar y difundir las prácticas ancestrales de productoras/es en las regiones andina y amazónica, que están basadas en el manejo de una alta agrobiodiversidad por ejemplo a través de la selección, conservación e intercambio de semillas nativas y el cultivo de varias especies a la vez y en diferentes lugares según las condiciones del clima y del suelo; el uso de diferentes pisos ecológicos; rotación de suelos y otras prácticas para mantener y mejorar las condiciones del suelo y agua que forman la base para la salud de la agrobiodiversidad.
- Es esencial generar capacidades en gobernaciones y municipios para producir información local acerca de los impactos del cambio climático en la biodiversidad y las formas de gestionar el riesgo, así como desarrollar procesos de socialización e interpretación.
- Los datos encontrados durante las investigaciones y actividades en el campo confirman que es hora de apostar por el desarrollo de un modelo alternativo económico basado en un uso sostenible de la biodiversidad y los recursos naturales. Es decir, identificar, conocer y reconocer el valor de la biodiversidad y agrobiodiversidad en el país, y a partir de ello desarrollar acciones con criterios de calidad como condiciones laborales humanas, y criterios ecológicos y sostenibles.

7.4. Marco legal e institucional

Conclusión: *El marco legal en el ámbito de cambio climático y biodiversidad todavía es incompleto, inefficiente y débil. Falta complementar y actualizar las leyes existentes en el marco de la nueva Constitución Política del Estado. Sobre todo, falta una aplicación consecuente y eficiente de las normas a todos niveles y un buen funcionamiento de mecanismos de monitoreo y control por la ausencia de una voluntad política, la priorización de otros sectores y por el escaso grado de coordinación.*

Recomendaciones:

- Se debe actualizar, complementar y fortalecer el marco legal en cuanto a la biodiversidad y el cambio climático, finalizando leyes en proceso de desarrollo (Ley de Madre Tierra), actualizar otras (por ejemplo, la Ley Forestal), considerando acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, y desarrollando leyes que complementan el marco legal actual (Ley de Biodiversidad, Ley de Áreas Protegidas, Ley específica sobre el cambio climático) sobre la base del nuevo marco legal y datos actuales que han generado las investigaciones. Además se deben desarrollar procesos y fortalecer las instancias pertinentes tanto con capacidades como con recursos, para garantizar el monitoreo y control de la aplicación consecuente del marco legal. También se debe buscar la inclusión de los aspectos de conservación en los Planes de Ordenamiento Territorial y al Sistema Nacional de Planificación.
- Es de suma importancia desarrollar e implementar políticas para frenar la expansión de la frontera agrícola y la deforestación que

acompaña. Esto significa una reconsideración de las prácticas de explotación vigentes y una redirección de actividades económicas hacia prácticas más sostenibles, ver también el modelo de desarrollo económico alternativo descrito en el párrafo anterior. En este sentido, se puede considerar programas de incentivos por sectores para la conservación, el uso y manejo sostenible de bosques y suelos. Asimismo, hay que identificar los otros factores de estrés que pueden influir en la resiliencia de las especies, poblaciones y ecosistemas, y desarrollar acciones para disminuirlos, como el control de la caza de especies en peligro de extinción, etc.

- Hay que desarrollar estrategias y políticas a nivel local, regional y nacional para conservar la biodiversidad y garantizar su buen estado de salud, incluyendo sistemas de información y de alerta temprana. Se debe planificar el manejo de la conservación de la biodiversidad y mitigación del riesgo climático a nivel regional, tomando en cuenta los impactos del cambio climático y a partir de información actualizada de, por ejemplo, los modelos de predicción climática; además se debe desarrollar la capacidad institucional para un manejo sostenible y adecuado en el nuevo contexto climático a escala regional, nacional y local de todos los actores involucrados.
- Se recomienda promover, desarrollar y mejorar instrumentos de planificación y el uso del instrumentos como la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) dentro del gobierno, para garantizar la integración ambiental a nivel estratégico, entre otros, a través del desarrollo de capacidades, transferencia de responsabilidades a las autoridades competentes y fomento de la participación pública.
- Se deben desarrollar mecanismos de autofinanciamiento y desarrollo de capacidades de

las instituciones responsables del desarrollo, coordinación y ejecución de acciones de mitigación y adaptación de la biodiversidad al cambio climático para que éstas se articulen en los espacios pertinentes y para que sus acciones sean sostenibles.

Conclusión: *Las áreas protegidas tanto a nivel nacional, regional como municipal pueden jugar un rol importante en las estrategias de gestión de riesgo y adaptación a los impactos del cambio climático, ya que conservan la biodiversidad, los recursos hídricos y forestales, y mantienen la resiliencia de los ecosistemas y la provisión de servicios ambientales. Ya se han tomado varias iniciativas para prevenir la deforestación y degradación de bosques en áreas de influencia de áreas protegidas y dentro de éstas. Existe un marco legal acerca de las áreas protegidas, entre otros, la Ley de Vida Silvestre Parques Nacionales Caza y Pesca, la Ley Forestal 1700 y el Reglamento de Áreas Protegidas; pero falta complementarlo y fortalecerlo.*

Recomendaciones:

- Es importante adecuar al nuevo marco legal y fortalecer la legislación referida a áreas protegidas y grandes áreas de uso y manejo forestal, al ser consideradas esenciales para la mitigación y adaptación al cambio climático.
- Se debe incluir, según la nueva visión política y la forma de trabajar del SERNAP, a las organizaciones sociales y la población local como actores de plenos derechos en el manejo de la biodiversidad de las áreas naturales protegidas, usando y reconociendo sus conocimientos como insumo para la elaboración de estrategias de manejo de biodiversidad.
- En este contexto, es importante concienciar a los habitantes de comunidades y miembros de organizaciones que habitan las áreas como

de los municipios, fortalecer sus capacidades para la gestión con responsabilidad compartida e involucrarlos en la misma. Para la población local se debe desarrollar proyectos dirigidos a la mejora de los medios de vida, adaptación, reducción de riesgo y educación ambiental. Será importante incluir a la población urbana en los procesos de concientización y capacitación sobre la importancia de la biodiversidad y los impactos del cambio climático para fomentar actitudes responsables hacia el uso de la misma.

- El SERNAP y los guardaparques son actores importantes en el manejo de las áreas protegidas, por ello su capacitación en temas relacionados con el cambio climático y la biodiversidad es esencial, como también la garantía de fondos para su buen funcionamiento y el desarrollo de alianzas entre manejadores de áreas protegidas, tomadores de decisión a nivel político e investigadores.
- Se deben desarrollar estrategias para minimizar los impactos de los fenómenos del tiempo como huracanes, lluvias extremas con inundaciones y sequías agudas con alto peligro de incendios, y monitorear, mitigar y adaptarse a estos fenómenos.
- En el contexto actual del cambio climático es necesario evaluar y ajustar la ubicación, el tamaño y la interconexión de las áreas protegidas, tomando en cuenta los procesos de migración de las especies bajo la influencia climática, lo que puede cambiar la composición y funcionamiento de los ecosistemas de las mencionadas áreas protegidas. En este sentido, es importante mantener, ampliar y desarrollar los corredores biológicos tanto a nivel local como regional para posibilitar la migración de especies causada por el cambio climático y la conectividad horizontal y vertical entre áreas.

Conclusión: *En el marco del cambio climático, el criterio de que las áreas protegidas tienen que garantizar la representación de las especies y ecosistemas*

ya no es suficiente, sino que se deben desarrollar nuevos procesos de planificación que tomen en cuenta los datos, modelos y necesidades institucionales adecuados. A través de procesos de manejo adaptado se pueden ajustar constantemente los planes de manejo sobre la base de los datos acerca de cambios en composición y abundancia de especies, etc.

Recomendaciones:

- Para evaluar los esfuerzos actuales en conservación, y entender mejor los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad, se necesita contar con modelos climáticos regionales a pequeña escala y monitoreo de la biodiversidad a largo plazo.
- Es preciso involucrar más a los administradores de las áreas naturales en las actividades de educación, investigación y monitoreo para garantizar un manejo más consciente y efectivo.
- Se debe fomentar la coordinación entre el norte y sur, y dentro de la región andina para mejorar la eficiencia de la investigación, ya que se comparten los mismos ecosistemas.

Conclusión: *Es imprescindible involucrar a los actores que están relacionados con los diferentes aspectos de la biodiversidad: La población local como las/ os productoras/es y pueblos indígenas, los gestores, tomadores de decisión, la sociedad civil, en el desarrollo de procesos de formulación y ejecución de estrategias y políticas con relación al manejo de la biodiversidad en el marco del cambio climático, ya que la nueva situación influye en la situación de todos.*

Recomendaciones:

- Se debe buscar la construcción participativa de procesos de incidencia política, relacionados con la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático en el ámbito de la (agro) biodiversidad.
- Es necesario involucrar a todos los actores para aprovechar los conocimientos y expe-

- riencias existentes, y lograr acciones a todos los niveles de forma coordinada.
- Se requiere una planificación en los niveles local, regional, nacional e internacional.
- Se deben prever conflictos relacionados a las nuevas condiciones climáticas (por ejemplo, el déficit de agua) y desarrollar procesos para su manejo.

Glosario

Abiótico

Término empleado para designar un medio carente de vida. Igualmente se emplea para designar aquellos factores ambientales que son independientes de los seres vivos (humedad, luz, salinidad, etc.) (Pinell, 2003.).

Acuífero

Estrato de roca permeable que contiene agua. Un acuífero sin limitaciones se recarga directamente por medio del agua de lluvia, ríos y lagos. La velocidad de la recarga se ve influída por la permeabilidad de las rocas y suelos en las capas superiores. Un acuífero limitado se caracteriza por un manto superior impermeable y, por lo tanto, las lluvias locales no afectan el acuífero (IPCC, 2002).

Adaptación al cambio climático

Un ajuste en los sistemas naturales o humanos como respuesta a los estímulos climáticos reales o esperados, o sus efectos, los cuales moderan el daño o explotan las oportunidades beneficiosas (EIRD, 2009. En: PNUD, 2011).

Según el IPCC, ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes. La adaptación al cambio climático se refiere a los

ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos (IPCC, 2001. En: PNUD, 2011).

Áfido

Compone a la diversa familia de fitopatógenos, es decir, insectos que se alimentan del floema de las plantas transmitiendo patologías a las mismas. El nombre vulgar aplicado a este individuo es el de pulgón.

Agrocombustible

Combustibles producidos a partir de materia vegetal, es decir, de partes o componentes provenientes de cultivos agrícolas, árboles u otros vegetales.

Albedo

La fracción de radiación solar reflejada por una superficie u objeto. A menudo se expresa como porcentaje. Las superficies cubiertas por nieve tienen un alto nivel de albedo; el albedo de los suelos puede ser alto o bajo; las superficies cubiertas de vegetación y los océanos tienen un bajo nivel de albedo. El albedo de la Tierra va-

ría principalmente debido a niveles diferentes de nubes, nieve, hielo, vegetación y cambios en la superficie terrestre (IPCC, 2002).

Angiosperma

Planta cuyos óvulos (y posteriormente sus semillas) están encerrados por la hoja fértil portadora de los óvulos o carpelo. De esta forma, el grano de polen para fecundar al óvulo debe contactar una superficie del carpelo preparada para ello (el estigma) en lugar de caer directamente sobre el óvulo, como es el caso de las gimnospermas.

Antrópico

De origen humano o de las actividades del ser humano (DS 26739. En: PNUD, 2011).

Áreas naturales protegidas

Son espacios territoriales con límites geográficos definidos que tienen una base legal específica y una categoría de manejo determinada. Sus objetivos de creación están orientados principalmente a la protección y conservación del patrimonio natural y cultural. Las áreas protegidas constituyen muestras representativas de los ecosistemas naturales y regiones biogeográficas de Bolivia (Pinell, 2003).

Área natural de manejo integrado

Categoría de área protegida, que tiene como objetivo compatibilizar la conservación de la diversidad biológica y el desarrollo sostenible de la población local. Se otorga a aquellos sitios que constituyen un mosaico de unidades con diferentes y representativas muestras de ecorregiones, provincias biogeográficas, comunidades naturales, o especies de flora y fauna de singular importancia, zonas de sistemas tradicionales en el uso de la tierra y aquellas de utilización múltiple de los recursos naturales, así como zonas

núcleo, es decir, aquellas de protección estricta (Pinell, 2003).

Áreas culturales

Áreas que han sido ajustadas por el ser humano, lo que lleva a cambios visibles en el paisaje y en los ecosistemas locales; se refieren en este contexto específicamente a los campos agropecuarios.

Áreas transformadas

Las áreas transformadas son las áreas pobladas como las ciudades y pueblos.

Batracio

Animal vertebrado de temperatura variable que respira por branquias y vive en el agua en los primeros tiempos, luego respira por pulmones y vive en tierra, como la rana, el sapo, la salamandra, etc.

Bioclima

Cada uno de los tipos de clima que se distinguen, atendiendo al complejo de factores climáticos que afectan al desarrollo de los seres vivos.

Biocomercio

Todas aquellas actividades de colección, producción, transformación y comercialización de bienes y servicios derivados de la biodiversidad nativa con prácticas de conservación y uso sostenible (PNUD, 2009).

Biocorredor

Corredor biológico, corredor ecológico o corredor de conservación. Se utiliza para nombrar una gran región a través de la cual las áreas protegidas existentes (parques nacionales, reservas biológicas), o los remanentes de los ecosistemas originales, mantienen su conectividad mediante

actividades productivas en el paisaje intermedio que permiten el flujo de las especies. Por ejemplo, en el caso de dos áreas protegidas conectadas por una región de bosques no protegidos, el manejo sostenible del bosque permite mantener la composición y estructura del ecosistema forestal conservando la conectividad, en lugar de transformarlo en áreas de cultivo que constituirían barreras para algunas especies. El flujo de las especies estará relacionado con el grado de modificación de los ecosistemas originales.

Biodiversidad

Es la cantidad y abundancia relativa de diferentes familias (diversidad genética), especies y ecosistemas (comunidades) en una zona determinada. Esta definición coincide con la del *Convenio de las Naciones Unidas sobre la Biodiversidad*: “La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas” (IPCC, 2002).

Bioindicador (zoo- y fitoindicador)

Un indicador consistente en una especie vegetal (fitoindicador), hongo o animal (zooindicador); o formado por un grupo de especies (grupo ecosociológico) o agrupación vegetal cuya presencia (o estado) da información sobre ciertas características ecológicas, es decir, físico-químicas, microclimáticas, biológicas y funcionales del medio ambiente, o sobre el impacto de ciertas prácticas en el medio.

Biomasa

La masa total de organismos vivos en una zona o volumen determinado, a menudo se incluyen los restos de plantas que han muerto recientemente ('biomasa muerta') (IPCC, 2002).

Biótico

Relativo al medio a los factores propios de los seres vivos, o determinado por los mismos (Pinell, 2003).

Bofedal

Un humedal de altura o una pradera nativa poco extensa, con permanente humedad. Los vegetales o plantas que habitan el bofedal reciben el nombre de vegetales hidrofíticos. Los bofedales se forman en zonas ubicadas sobre los 3.800 metros de altura, donde las planicies almacenan aguas provenientes de precipitaciones pluviales, deshielo de glaciares y principalmente afloramientos superficiales de aguas subterráneas.

Bosque boreal

Una franja de coníferas que se extiende a través de América del Norte, Europa y Asia, y que antes de su explotación y de los asentamientos cubría casi todas las latitudes norteñas del globo. Las principales coníferas son píceas, pinos y abetos.

Bosques templados caducifolios

Este tipo de bosque se compone de árboles que pierden sus hojas todos los años, como es el caso de robles, arces, *Fagus* y olmos. Pueden encontrarse en la zona este y oeste de Estados Unidos, Canadá, México, Sudamérica, Europa, China, Japón, Corea del Norte, Corea del Sur y parte de Rusia.

Bosque húmedo

Es un tipo de bosque de zonas cálidas o templadas, caracterizado por una formación vegetal arbórea densa, y humedad alta durante todo el año.

Bosque nublado

Es un tipo de bosque que se caracteriza por estar cubierto frecuentemente por nubes o neblinas,

por lo que recibe una cantidad de humedad adicional por medio de la captación y condensación de gotitas de agua (precipitación horizontal). Estos tipos de bosques se presentan generalmente en elevaciones medias de montañas expuestas a los vientos predominantes.

Briófita

Son plantas que se caracterizan por no tener vasos conductores, ni flores ni frutos. Son especies pequeñas que viven en lugares húmedos o acuáticos. Se reproducen por esporas.

Cambio climático

Variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos.

La Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas, en su artículo 1, define como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición del atmósfera mundial y que suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (CMNUCC, IPCC, 2007. En: PNUD, 2011).

Capacidad de adaptación de un sistema al cambio climático

La capacidad de un sistema de moderar los daños potenciales, de beneficiarse de las oportunidades o de afrontar las consecuencias del cambio climático, incluso de la variabilidad del clima y de los episodios extremos. Tener capacidad adaptativa no significa que esta sea utilizada o que entre en acción efectivamente (Modificado del IPCC, 2007^a. En: PNUD, 2011).

Cambio en el uso de los suelos

Un cambio en el uso o manejo de las tierras por los humanos, que puede llevar a una transformación en la cubierta de dichos suelos. La cubierta de los suelos y el cambio en el uso de éstos puede tener un impacto en el albedo, la evapotranspiración, y las fuentes y los sumideros de gases de efecto invernadero, u otras propiedades del sistema climático. Puede tener igualmente un impacto en el clima, ya sea de manera local o mundial (IPCC, 2002).

Comunidad

Las especies (o las poblaciones de dichas especies) que tienen lugar en un espacio y tiempo determinados, aunque esto no se puede separar de los ecosistemas (IPCC, 2002).

Cormófita

Cormófitas o plantas vasculares son las llamadas plantas superiores. Su principal característica es que presentan una diferenciación real de tejidos en raíz, tallo, hojas, flores y que poseen un sistema de transporte de savia (tejido especializado) a través de tubos que recorren la raíz, tallo y hojas.

Clima

En sentido estricto, se suele definir el clima como “promedio del estado del tiempo” o, más rigurosamente, como una descripción estadística del tiempo en términos de valores medios y variabilidad de las cantidades de interés durante períodos de tiempo que pueden ser de meses a miles o millones de años. El periodo normal es de 30 años, según la definición de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Dichas cantidades son casi siempre variables de superficie (por ejemplo, temperatura, precipitación o viento), aunque en un sentido más amplio el ‘clima’ es una descripción (incluso una descripción estadística) del estado del sistema climático (IPCC, 2002).

Criptogama

Especie vegetal que no posee flores y que tiene sus órganos reproductores encubiertos.

Crustáceo

Una clase de animales artrópodos (animales invertebrados con el cuerpo cubierto por un exoesqueleto o cutícula, y una serie lineal de segmentos ostensibles) de respiración branquial, que cuentan con dos pares antenas, un número variable de apéndices y que están cubiertos por un caparazón generalmente calcificado.

Cuenca

La zona de drenaje de una corriente, río o lago (IPCC, 2002).

Dendrocronología

La ciencia que usa los anillos de los árboles datados exactamente a su año de formación para analizar los patrones temporales y espaciales de los procesos en las ciencias físicas y humanas (Argollo *et al.*, 2003).

Dendroclimatología

La ciencia que estudia los anillos de los árboles para relacionarlos con factores climáticos (Argollo *et al.*, 2003).

Desastre

Es una situación de daño grave o alteración de las condiciones normales de vida en un territorio determinado ocasionado por fenómenos naturales, tecnológicos o por la acción del ser humano y que puede causar pérdidas de vidas humanas, materiales, económicos, o daño ambiental; y que requiere de atención especial por parte de los organismos del Estado y de otras entidades

de carácter humanitario o de servicio social, sean estas públicas o privadas (Ley 2140). Una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos (EIRD, 2009. En: PNUD, 2011).

Desertificación

Degradación de los suelos en áreas áridas, semiáridas y zonas subhúmedas secas que son el resultado de varios factores, incluyendo variaciones climatológicas y actividades humanas. Además, el Convenio de las Naciones Unidas para Combatir la Desertificación define la degradación de los suelos como una reducción o pérdida en áreas áridas, semiáridas y subhúmedas secas de la productividad biológica o económica, y en tierras de cultivo regadas por lluvia o por aspersión, pastizales, pastos, bosques y zonas boscosas de la complejidad como resultado del uso de los suelos o de un proceso o una serie de procesos determinados, entre los que se incluyen los producidos por actividades humanas y pautas de asentamiento; por ejemplo: (i) La erosión del suelo causada por el viento y/o el agua; (ii) el deterioro de las propiedades físicas, químicas, biológicas o económicas del suelo; y (iii) la pérdida de vegetación natural a largo plazo (IPCC, 2002).

Ecosistema

Un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional. Algunos ejemplos de ecosistemas son los desiertos, los arrecifes de coral, los bosques tropicales, las selvas boreales, los pastizales, los parques urbanos o las tierras cultivadas. Hay

ecosistemas que se conservan relativamente intactos, como la selva virgen, y otros que han sido modificados por la actividad humana (Comunidades Europeas, 2008).

Efecto invernadero

Proceso en virtud del cual la absorción de radiación infrarroja por la atmósfera eleva la temperatura de la Tierra. En términos coloquiales, puede hacer referencia tanto al efecto invernadero natural, causado por los gases de efecto invernadero presentes en la naturaleza, como al efecto invernadero intensificado (antropógeno), producido por gases emitidos como consecuencia de las actividades humanas. Los gases de efecto invernadero son el componente gaseoso de la atmósfera (natural o antropógeno), que absorbe y emite radiación por la superficie de la Tierra, por la atmósfera y por las nubes. Esta propiedad mantiene la temperatura adecuada para garantizar la vida en la Tierra. Los gases de efecto invernadero primarios de la atmósfera terrena son: El vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O), el metano (CH_4) y el ozono (O_3). Las emisiones de GEI se han incrementado más rápidamente a partir de la época industrial, lo que exacerba el proceso de calentamiento global (Modificado del IPCC, 2007. En: PNUD, 2011).

El Niño Oscilación Sur (ENOA)

El Niño, en su sentido original, es una corriente de agua cálida que fluye periódicamente por la costa de Ecuador y Perú, causando alteraciones en los bancos pesqueros locales. Este fenómeno oceánico se asocia a una fluctuación de pautas de presión intertropical en la superficie y una circulación en los océanos Pacífico e Índico, llamada Oscilación Sur o ENOA. Durante el fenómeno El Niño, los vientos imperantes se debilitan y la contracorriente de Ecuador se refuerza, lo que induce a que las aguas cálidas de la superficie en la zona de Indonesia fluyan hacia el este para so-

breponerse a las aguas frías de las corrientes de Perú. Este fenómeno tiene un gran impacto en los vientos, la temperatura de la superficie marina, y las pautas de precipitación del Pacífico tropical. Tiene efectos climáticos en toda la región del Pacífico y en muchas otras partes del mundo. El fenómeno opuesto a El Niño se llama La Niña (IPCC, 2002).

Endémico

Restringido o peculiar de una localidad o región (IPCC, 2002).

Escenario climático

Representación plausible y a menudo simplificada del clima futuro, basada en un conjunto internamente coherente de relaciones climatológicas, que se construye para ser utilizada de forma explícita en la investigación de las consecuencias potenciales del cambio climático antropogénico, y que sirve de insumo para las simulaciones de los impactos. Las proyecciones climáticas sirven a menudo como materia prima para la construcción de escenarios climáticos, pero los escenarios climáticos requieren información adicional, por ejemplo, acerca del clima observado en un momento determinado. Un escenario de cambio climático es la diferencia entre un escenario climático y el clima actual (IPCC, 2001. En: PNUD, 2011).

Escenario de riesgo

Representación de las amenazas, vulnerabilidades, su interacción, posibles daños, procesos sociales en un espacio social y geográfico determinado (DS 26739. En: PNUD, 2011).

Especie introducida

Una especie que habita en una zona fuera de su área natural conocida históricamente, como resultado de su dispersión accidental o una intro-

ducción deliberada por parte de los humanos (también se denomina ‘especie exótica’ o ‘especie no nativa’) (IPCC, 2002).

Especie invasiva

Una especie introducida que invade un hábitat natural (IPCC, 2002).

Espermatófita

La división *Spermatophyta*, que comprende a todos los linajes de plantas vasculares que producen semillas.

Evapotranspiración

El proceso combinado de evaporación de la superficie terrestre y transpiración de la vegetación (IPCC, 2002).

Extinción

La desaparición gradual o total de una especie animal o vegetal, por causas naturales o sociales. En este sentido, se consideran especies que se encuentran amenazadas, en riesgo de extinción o extinguidas. Cuando los integrantes de una población son tan pocos, que la especie misma se encuentra en peligro de desaparición, se dice que está en nivel crítico (Pinell, 2003).

Evento extremo

Se llama evento extremo a aquel que es raro en un determinado lugar y estación (un evento extremo puede salir del percentil 10 ó 90 de probabilidad). Los extremos varían de un lugar a otro. Un extremo en un área específica puede ser común en otra. Los eventos extremos no pueden ser atribuidos sólo al cambio climático, ya que se pueden dar de manera natural, sin embargo, se espera que el cambio climático pueda incrementar la ocurrencia e intensidad de eventos extremos.

Ejemplos incluyen inundaciones, sequías, tormentas tropicales y olas de calor (IPCC, 2007b. En: PNUD, 2011).

Fenología

El estudio de fenómenos naturales que ocurren de forma periódica (como la floración o la migración) y su relación con cambios climáticos o estacionales (IPCC, 2002).

Fitoplancton

La forma vegetal del plancton. Fitoplancton son las plantas predominantes en el mar y la base de alimentación marina. Estos organismos de una única célula son los principales agentes para la fijación fotosintética del carbono en el océano (IPCC, 2002).

Fauna

Conjunto de animales que pueblan o viven en una zona o región determinada. A nivel global, abarca a todos los animales que han existido desde que apareció la vida en la Tierra y los que existen en la actualidad. Esta forma de vida se presenta en dos grandes grupos: Los invertebrados, la forma más primitiva, y los vertebrados de evolución más tardía. La principal diferencia entre ambos es la presencia de un eje óseo o columna vertebral que soporta el cuerpo del animal, en los vertebrados, y que no existe en los invertebrados (Pinell, 2003).

Flora

Conjunto de organismos vegetales que viven o pueblan una determinada región o zona, se asocian también a términos como Reino florístico y Región o Zona florística. Los vegetales o plantas, como se les denomina comúnmente, son formas de vida que se agrupan en dos grandes grupos: plantas que tienen flores visibles o Fanerógamas, y plantas sin flores visibles o Criptogamas. Con relación al tamaño y forma de su

cuerpo, las plantas pueden ser hierbas, arbustos y árboles (Pinell, 2003).

Foco de calor

Un área que presenta una temperatura de superficie anómala. En la mayoría de los casos la presencia de un foco se asocia a la existencia potencial de un fuego o incendio (Barra, 2011).

Fragmentación

División de una zona, paisaje o hábitat en piezas separadas y definidas, a menudo como consecuencia de un cambio en el uso de las tierras (IPCC, 2002).

Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Compuestos químicos en estado gaseoso, como el CO₂, o el metano, que contribuyen al efecto invernadero (Pinell, 2003).

Gestión del riesgo

El enfoque y la práctica sistemática de gestionar la incertidumbre para minimizar los daños y las pérdidas potenciales (EIRD, 2009). Es un eje transversal que integra los diferentes procesos de desarrollo impulsados en la sociedad para garantizar que estos se den en las condiciones óptimas de seguridad posible para la infraestructura y la población, y que la atención y acciones desplegadas ante un desastre promuevan el mismo desarrollo. Involucra etapas como la preventión, mitigación de desastres, la respuesta a la emergencia, la rehabilitación y la reconstrucción (IPCC, 2007. En: PNUD, 2011).

Género

Una categoría taxonómica que se ubica entre la familia y la especie, así, un género es un grupo de organismos que a su vez puede dividirse en va-

rias especies (existen algunos géneros que son monoespecíficos, es decir, contienen una sola especie).

Gimnospermas

Plantas vasculares y productoras de semillas cuyas semillas no se forman en un ovario cerrado (esto es, un pistilo con uno o más carpelos que evolucionan a un fruto, como ocurre en las angiospermas), sino que están desnudas en las escamas de los conos.

Germoplasma

Conjunto de genes que se transmite por la reproducción a la descendencia por medio de gametos o células reproductoras.

Hábitat

Territorio específico donde un organismo viviente o una especie vegetal o animal establecen su morada o vivienda. Este término se emplea a su vez en referencia al lugar donde reside el hombre y sus características geográficas (Pinell, 2003).

Hepática

Un género de herbáceas perennes que pertenecen a la familia de los ranúnculos, *Ranunculaceae*.

Humedal

Una zona de tierras, generalmente planas, en la que la superficie se inunda permanente o intermitentemente.

Impacto del cambio climático

Efectos del cambio climático sobre los sistemas naturales y humanos. Según se considere o no el proceso de adaptación, cabe distinguir entre impactos potenciales e impactos residuales. Im-

pactos potenciales: Todo impacto que pudiera sobrevenir en relación con un cambio proyectado del clima, sin tener en cuenta la adaptación (PNUD, 2011).

Líquenes

Organismos que surgen de la simbiosis entre un hongo llamado micobionte y un alga o cianobacteria llamada fícobionte.

Macrofitas

Constituyen formas macroscópicas de vegetación acuática. Comprenden las macroalgas, las pteridofitas (musgos, helechos) adaptadas a la vida acuática y las angiospermas.

Manejo adaptivo

El manejo adaptativo consiste en el diseño de una estrategia (muchas veces basada en el conocimiento científico), su implementación, monitoreo y adaptación para lograr un aprendizaje. A su vez involucra observaciones sistematizadas que las integra evaluándolas para crear un sistema de conocimiento. Cuando dicho proceso se hace con la participación, involucramiento, reflexión e interacción del o los usuarios del recurso (en este caso el campo natural), en un contexto biofísico y sociocultural particular, se logra así un proceso de aprendizaje social colectivo.

Matojo

Planta o arbusto de poca altura y muy espeso.

Medidas de adaptación al cambio

Las medidas de respuesta al cambio climático pueden dividirse en dos categorías: De mitigación y de adaptación al cambio climático. Las medidas de mitigación son aquellas que contribuyen a reducir la acumulación atmosférica de

Gases de Efecto Invernadero (GEI) y, por lo tanto, a retardar el impacto esperado de los GEI en el clima mundial. Estas medidas apuntan a reducir las emisiones de GEI (abatimiento) o a aumentar la fijación de carbono en depósitos terrestres (captura). Las medidas de adaptación son aquellas que sirven para atenuar los impactos del cambio climático o adaptarse al mismo, incluyen cambios en tecnologías, prácticas y políticas. A su vez, dependiendo del momento en el tiempo en que se pongan en práctica, pueden distinguirse dos tipos de medidas de adaptación: Reactivas y preventivas. Las medidas reactivas son aquellas que tienen lugar como reacción a los cambios en el clima y, por lo tanto, la necesidad de su implementación irá surgiendo a medida que se produzcan los cambios climáticos. Las medidas preventivas son aquellas que pueden o deberían tomarse desde ahora, con la finalidad de estar preparados para enfrentar el cambio climático futuro.

Microclima

Conjunto de condiciones atmosféricas que, dentro de un determinado clima general o regional, aparecen asociadas a una zona geográfica restringida (Pinell, 2003).

Migración

Proceso durante el cual las poblaciones cambian su lugar de residencia habitual por otro, debido a diversas causas (Pinell, 2003).

Modelo PRECIS

Un sistema de modelado regional para simulaciones climáticas, que está disponible para ser usado por científicos en países en desarrollo involucrados en estudios de vulnerabilidad y adaptación, llevados a cabo por sus gobiernos. El modelo PRECIS produce enormes cantidades de datos climáticos, incluidas variables estándar-

res como la temperatura y la precipitación para períodos futuros (2070-2100). Debido a su alta resolución, se pueden recrear escenarios de cambio climático nacionales para países pequeños, como los que componen el área del Caribe.

Muerte forestal periférica

Extinción paulatina del bosque o de los bosques.

Organismo genéticamente modificado

Organismo vivo del cual se han modificado sus características mediante la ingeniería genética moderna.

Paleolimnología

Ciencia multidisciplinaria que usa información de variables físicas, químicas y biológicas procedentes de los sedimentos de los lagos para reconstruir las condiciones ambientales y las comunidades pasadas de estos sistemas acuáticos. La comprensión de los principales problemas ambientales necesita de bases de datos de larga duración que son muy escasas. Así, la Paleolimnología se usa en estudios de cambio global como acidificación, eutrofización o cambio climático.

Páramo

Ecosistemas de montaña andinos y que se ubican discontinuamente en el Neotrópico, desde altitudes de aproximadamente 2.900 msnm hasta la línea de nieves perpetuas, aproximadamente 5.000 msnm.

Parque nacional

Categoría de área protegida que, por contener una inmensa y singular riqueza natural, requiere de protección estricta y permanente de los recursos naturales, ecosistemas y provincias biogeográficas que existen en él, para conseguir que también

sean de beneficio para las futuras generaciones. Está prohibido el uso extractivo de los recursos renovables y no renovables, al igual que obras de infraestructura, excepto para investigación científica, ecoturismo, educación ambiental y subsistencia de los pueblos originarios que cuenten con una autorización debidamente calificada (Pinell, 2003).

Plancton

Organismos acuáticos que se desplazan o nadan débilmente. Ver también Fitoplancton y Zooplancton (IPCC, 2002).

Plasticidad genética

Habilidad de los organismos para que un genotípico pueda cambiar y producir diferentes fenotipos debido a la exposición a factores bióticos y abióticos. Esta plasticidad se expresa en algunos casos como cambios morfológicos muy importantes; en otros casos, una norma de reacción continua describe la interrelación funcional entre un rango de entornos y un rango de fenotipos.

Población

Grupo de individuos de la misma especie, que tiene lugar en un espacio/tiempo definido de forma arbitraria y que es mucho más probable que se junten entre sí que con individuos de otro grupo (IPCC, 2002).

Pteridófita

Son plantas de tamaño mediano que se caracterizan por tener vasos conductores sin flores ni frutos. Son los helechos y plantas afines (Ibisch & Mérida, 2003).

Puna

Meseta del tipo de ecosistema neotropical de montaña de la Cordillera de los Andes. Se en-

cuenta en las partes más altas, entre las latitudes 8°S y 30°S aproximadamente, cubriendo territorios del centro y sur del Perú, el noreste de Chile, el occidente de Bolivia y el norte de Argentina.

Reducción del riesgo de desastres

Es el concepto y la práctica de reducir el riesgo de desastres mediante esfuerzos sistemáticos dirigidos al análisis y a la gestión de los factores causales de los desastres, lo que incluye la reducción del grado de exposición a las amenazas, la disminución de la vulnerabilidad de la población y la propiedad, una gestión sensata de los suelos y del medio ambiente, y el mejoramiento de la preparación ante los eventos adversos (EIRD, 2009. En: PNUD, 2011).

Regiones áridas

Ecosistemas con menos de 250 mm de precipitación anual (IPCC, 2002).

Regiones semiáridas

Ecosistemas que tienen más de 250 mm de precipitación al año, pero que no son muy productivas; normalmente se clasifican como pastizales (IPCC, 2002).

Resiliencia

La capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas (EIRD, 2009. En: PNUD, 2011).

Riesgo

Es la magnitud estimada de pérdida (de vidas, persona heridas, propiedades afectadas, medio

ambiente destruido y actividad económica detenida) en un lugar dado y durante un periodo de exposición determinado para una amenaza en particular. Riesgo es el producto de la amenaza y la vulnerabilidad (Ley 2140, 2000. En: PNUD, 2011).

Región biogeográfica

Una parte de la superficie terrestre representativa de una unidad ecológica a gran escala, caracterizada por factores abióticos (no vivos) y bióticos (vivos) particulares.

Sabana

Llanura ubicada en climas tropicales, en la cual la vegetación se encuentra formando un estrato herbáceo continuo por gramíneas perennes, salpicada por algún árbol, arbusto o matorral individual o en pequeños grupos de talla inferior a 10 m. Normalmente, las sabanas son zonas de transición entre bosques y estepas.

Salinización de los suelos

Acumulación de sales en suelos (IPCC, 2002).

Sensibilidad al cambio climático

Grado en el que un sistema resulta afectado, positiva o negativamente, por la variabilidad o el cambio climático. Los efectos pueden ser directos (por ejemplo, una variación del rendimiento de los cultivos en respuesta a una variación de la temperatura media, de los intervalos de temperatura o de la variabilidad de la temperatura) o indirectos (por ejemplo, los daños causados por un aumento de la frecuencia de las inundaciones costeras como consecuencia de un aumento del nivel del mar). La sensibilidad afecta la magnitud o la tasa de cambio de una perturbación o presión climática (IPCC, 2007^a. En: PNUD, 2011).

Sequía

Fenómeno que se produce cuando la precipitación ha estado muy por debajo de los niveles normalmente registrados, causando serios desequilibrios hidrológicos que afectan de manera adversa a los sistemas terrestres de producción de recursos (IPCC, 2002).

Sistema de alerta temprana

Conjunto de capacidades necesarias para generar y difundir información de alerta que sea oportuna y significativa, con el fin de permitir que las personas, las comunidades y las organizaciones amenazadas se preparen y actúen de forma apropiada, y con suficiente tiempo de anticipación para reducir la posibilidad de que se produzcan pérdidas o daños (EIRD, 2009. En: PNUD, 2011).

Silvestre

Organismo, animal o vegetal, que se desarrolla en el medio natural, sin recibir ningún tipo de cuidado por parte del hombre (Pinell, 2003).

Sistema agroforestal

Sistemas productivos que consisten en una combinación de plantaciones de árboles y cultivos agrícolas y, en algunos casos, de ganado, en espacio y/o tiempo. Los sistemas agroforestales sucesionales se asemejan a la composición y dinámica del bosque natural de la zona, caracterizándose por una alta diversidad de plantas y árboles locales de diferentes estratos o niveles ubicados en cierta densidad.

Sistema silvopastoril

Sistemas agroforestales en los cuales se ha incorporado el componente de ganado.

Taxón/taxa

Grupo de organismos emparentados y que en una clasificación dada han sido agrupados, asignándole al grupo un nombre en latín, una descripción y un tipo, de forma que el taxón de una especie es un espécimen o ejemplar concreto.

Termofilización

Proceso de disminución de especies resistentes al frío y un aumento de especies resistentes al calor (Gottfried *et al.*, 2012).

Uso sostenible

Expresión que es aplicable a los recursos renovables, significa su utilización a un ritmo que no supere su capacidad de renovación, sin embargo, no puede utilizarse cuando se habla de los recursos no renovables (Pinell, 2003).

Variabilidad climática

El concepto de variabilidad climática denota las variaciones del estado medio y otras características estadísticas (desviación típica, sucesos extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos. La variabilidad puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones del forzamiento externo natural o antropógeno (variabilidad externa) (PNUD, 2011).

Vulnerabilidad

Es el factor interno de riesgo, de un sujeto, objeto o sistema expuesto a una amenaza, que corresponde a su disposición intrínseca a ser afectado (Ley 2140, 2000). Representa las características internas de los elementos expuestos a las amena-

zas, que los hacen propensos a sufrir daño al ser impactados por diversos eventos físicos (Lavell, 2003. *La gestión local del riesgo*). Las vulnerabilidades significan una falta de resiliencia y resistencia, y además condiciones que dificultan la recuperación y reconstrucción autónoma de los elementos afectados.

Los tipos o niveles de vulnerabilidad se clasifican en económicos, sociales organizacionales e institucionales, educacionales y culturales, que en un sistema de compleja interacción crean condiciones de lo que se ha dado en llamar la “vulnerabilidad global” de un elemento, unidad o estructura social particular (Wilches Chaux, 1993. En: PNUD, 2011).

Xérico

Relativo o perteneciente a un hábitat con un suministro bajo de humedad, o relativo a un organismo que viva en él.

Zona de amortiguamiento

Aquellas áreas adyacentes a los límites de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) que conforman espacios de transición entre las zonas protegidas y el entorno. Su establecimiento intenta minimizar las repercusiones de las actividades humanas que se realizan en los territorios inmediatos a las ANP. Así también, su ubicación estratégica obliga a que sean manejadas de tal manera que garanticen el cumplimiento de los objetivos de las ANP.

Zooplancton

Formas animales del plancton, consumen fitoplancton u otros zooplancton (IPCC, 2002).

Bibliografía

AGRECOL Andes, sin fecha: *Conservación, biodiversidad y respeto a las semillas de papa. Experiencia de don Faustino Chambi Central Regional del syllu Majasaya Facundo Poma Torres Yapurchiri, Prov. Tapacarí, Cochabamba, Bolivia.* Proyecto Gestión de Riesgos Agrícolas Comunales (GRAC) en el cantón Challa, provincia Tapacarí. Documento inédito.

AGUILAR L., 1997: *Presentación del clima y su influencia en la organización de la predicción en la comunidad de Tres Cruces.* Tesis de Grado. AGRUCO. UMSS. FCAPF y V. Cochabamba, Bolivia. 190 p.

AGUIRRE L.F., 2011: *Lista oficial de los murciélagos de Bolivia* (On-line), *Murciélagos de Bolivia.* http://www.murcielagos-debolivia.com/murcielagos_de_bolivia/_Lista_oficial.html.

AGUIRRE L.F.; E.P. Anderson; G. Brehm; S.K. Herzog; P.M. Jørgensen; G.H. Kattan; M. Maldonado; R. Martínez; J.L. Mena; J.D. Pabón; A. Seimon and C. Toledo, 2011: *Recuadro 4. Phenology and Interspecific Ecological Interactions of Andean Biota in the Face of Climate Change.* De: Herzog S.K., R. Martínez, P. M. Jørgensen, H. Tiessen, 2011: *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes.* Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 348 pp. (Pp. 68 -92).

for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 348 pp. (Pp. 68 -92).

ANDERSEN L.E., 2009: *Cambio climático en Bolivia: Impactos sobre bosque y biodiversidad.* Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo. Serie de Documentos de Trabajo sobre Desarrollo N° 11/2009.

ANDERSON E.P.; J. Marengo; R. Villalba; S. Halloy; B. Young; D. Cordero; F. Gast; E. James and D. Ruiz, 2011: *Recuadro 1. Consequences of Climate Change for Ecosystems and Ecosystem Services in the Tropical Andes.* De: Herzog S.K.; R. Martínez; P. M. Jørgensen; H. Tiessen, 2011: *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes.* Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 348 pp. (Pp. 1-14).

APARICIO J., 2007: *Diagnóstico del ecosistema en valles interandinos del norte del departamento de La Paz: Buscando indicios del cambio climático.* Proyecto BOL 39564. Estudios de cambio climático. Presentación.

APARICIO J. & J.N. Ríos, 2009: *Monitoreo de anfibios y reptiles como indicadores del cambio cli-*

mático en el ANMI Apolobamba, La Paz, Bolivia. De: Instituto de Ecología, 2009: Biodiversidad y Ecología en Bolivia. Simposio XXX Aniversario Instituto de Ecología. Universidad Mayor de San Andrés. 700 pp. (Pp. 633 - 634).

APARICIO J.; M. Ocampo, 2010: Novedad zoogeográfica, *Liolaemus Grupo Montanus Etheridge, 1995 (Iguanidae - Liolaemidae)*. En: Cuad. Herpetol., 24 (2): 133 - 135.

APARICIO EFFEN M., sin fecha: *Marco institucional y avances de Bolivia en cambio climático y salud*.

ARAUJO Murakami A., 2002: *Dinámica, incorporación y almacenamiento de biomasa y carbono en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado*. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Ingeniería Forestal. Santa Cruz de la Sierra - Bolivia. Tesis.

ARAUJO H., 2011: *Seguridad alimentaria y tecnologías campesinas andinas de reducción de eventos climáticos extremos. Estudio de caso en comunidades indígenas de la sub central Chillavi - Ayopaya*. Informe provisional. CENDA. Cochabamba - Bolivia.

ARAUJO Murakami A., 2002: *Dinámica, incorporación y almacenamiento de biomasa y carbono en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado*. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Ingeniería Forestal. Santa Cruz de la Sierra - Bolivia. Tesis.

ARGOLLO J.; J. Pacajes; V. Jomeli; J. Tapia and T. Monge, 2007: *Dendroclimatología de los Andes Centrales. Taller: Investigaciones sobre cambio climático en Bolivia. 21, 22 agosto 2007, La Paz*. Presentación.

ARGOTE RAMÍREZ B.M., 2011: *Gestión del conocimiento local sobre predicción del cli-*

ma para la producción de papa y elaboración de chuño en el aylu Majasaya Mujlli de la provincia Tapacarí del departamento de Cochabamba. Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Dr. Martín Cárdenas". Tesis.

AYALA Juaniquina R., 2011: *Propuesta técnica. Sistemas Agroforestales en Zonas Andinas. Implementación de Prácticas Agroforestales en dos Distritos de Municipio de Pocoata*. Informe provisorio. Fundación AGRECOL Andes, Cooperación Alemana Bolivia. Cochabamba - Bolivia.

BANCO MUNDIAL, 2007(a): *Vías para alcanzar el desarrollo sostenible del lago Titicaca*. Departamento de Desarrollo Sostenible del Banco Mundial, Unidad de Gerencia de País para Bolivia, Ecuador, Perú y Venezuela, Región de Latinoamérica y del Caribe.

BANCO MUNDIAL (b): *Informe sobre el Desarrollo Mundial*, 2010. Desarrollo y Cambio Climático. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial. 2010. (pag.V)

BARRA Martínez F.P. de la, 2011: *Evaluación ecológica de los incendios en el norte amazónico de Bolivia. Componente: Base de datos geográfica histórica de focos de calor*. Cobija - Bolivia.

BAUDOIN M.; E. Ramírez; H. Perotto-Baldívieso; S. Beck; J. Pinto; C. Ramallo; F. Ledesma; W. Tejeda; A. Pareja; J. Villegas; G. Miranda; F.S. Zenteno-Ruiz; R.P. López; D. Larrea; J. Aparicio; I. Gómez; J. Vargas; J. Sarmiento; S. Barrera; J. Uzquiano; A. Antezana & M. Ocampo, 2009: *Impacto del fenómeno ENSO (El Niño Oscilación del Sur) en la diversidad biológica de los llanos de Moxos, Beni*. De: Instituto de Ecología, 2009: Biodiversidad y Ecología en Bolivia. Simposio XXX Aniversario Instituto de Ecología. Universidad Mayor de San Andrés. 700 pp. (Pp. 628 - 629).

BECK S. G., 2009: *La flora de Bolivia y la importancia de los herbarios para su conocimiento*. En: Libro rojo de parientes silvestres de cultivos de Bolivia. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Viceministerio de Medio Ambiente Biodiversidad y Cambios Climáticos. 344 p. (Pp. 15 - 22).

BECK S., C. García; R.I. Meneses & S. Halloy, 2009: *Monitoreo y comparación de la flora altoandina a largo plazo en dos áreas protegidas: Parque Nacional Sajama y Área Natural de Manejo Integrado Apolobamba*. De: Instituto de Ecología, 2009: Biodiversidad y Ecología en Bolivia. Simposio XXX Aniversario Instituto de Ecología. Universidad Mayor de San Andrés. 700 pp. (Pp. 631 - 632).

BENNETT A. F, 1999: *Enlazando el paisaje. El papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre*. Unión Mundial para la Naturaleza (UICN).

Benton-conell, Kylie. *Los bosques bolivianos y las luchas sobre el cambio climático*. Centro para la Democracia. August, 2011. 53 p.

BIBLIOTECA, 2012: *Catálogo de tesis de la Carrera de Biología, de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales*. Biblioteca de la Carrera de Biología.

BUSH M. B.; J.A. Hanselman and W.D. Gosling, 2010: *Nonlinear climate change and Andean feedbacks: An imminent turning point?* De: Global Change Biology (2010) 16, 3223-3232, doi: 10.1111/j.1365-2486.2010.02203.x.

CABA Olgún J., 2007: *Tendencias climáticas y modificación del calendario agrícola a secano en el valle central de Tarija*. Presentación.

CAF, 2010: *Metodología para la gestión integral de cuencas aportantes de recursos hídricos, para la identificación de requerimientos de inversión, considerando amenazas del cambio climático. Caso de análisis La Paz, Bolivia. Tomo 1. Diagnóstico y plan de manejo de la cuenca. Sección 1. Diagnóstico*. CBD, sitio web: <http://www.cbd.int>.

CCMSS, 2010: *El manejo forestal sostenible como estrategia de combate al cambio climático: las comunidades nos muestran el camino*. México.

CHIRVECHES M.R., 2010: *El estado del arte en las intervenciones ejecutadas por el Centro Universitario AGRUCO relacionados con el cambio climático*. AGRUCO FCAYP / COSUDE Cochabamba-Bolivia.

CIPCA, 2011: *Propuestas de CIPCA orientadas a superar la crisis alimentaria*.

COMUNIDADES EUROPEAS, 2008: *La economía de los ecosistemas y la biodiversidad*. Informe previsional.

CONDORI J.A., 2009: *Memoria plataforma por el cambio climático. Taller cambio climático*. La Paz - Bolivia.

CORTEZ Fernández C.F., 2001: *Variación altitudinal de la diversidad y composición de la fauna de anuros durante la estación de lluvias en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cota-pata*. UMSA. Facultad de Ciencias Puras y Naturales. Carrera de Biología. Tesis. La Paz - Bolivia.

CORTEZ Fernández C., 2011: *Los sapos del valle de Zongo*. La Paz - Bolivia.

CUESTA F., C. García and S. Halloy, 2007: *Memorias del curso: Monitoreo del impacto del cambio climático en la biodiversidad de los ecosistemas de alta-montaña en los Andes*.

DS 29272, 2007: *Decreto Supremo N° 29272 - Plan Nacional de Desarrollo "Bolivia Digna, Soberana, Productiva y Democrática para Vivir Bien"; Lineamientos Estratégicos 2006 - 2011*. La Paz - Bolivia.

ECOSAF y Departamento de Medio Ambiente de la UPB - Cochabamba, 2011: *Proyecto de investigación en adaptación al cambio climático y seguridad alimentaria: Desarrollo de sistemas de huertos familiares intensivos y orgánicos en un entorno agroforestal en la zona semiárida andina boliviana (norte de Potosí y Valle Central de Cochabamba)*. Documento inédito.

ELBERS J., 2011: *Las áreas protegidas de América Latina. Situación actual y perspectivas para el futuro*.

ESPINOZA C.; L.M. Calvo and P. Regalsky, 1988: *El tiempo y las papas. El manejo del tiempo en un sistema productivo de las alturas de Mizque*. Centro de Comunicación y Desarrollo Andino. Cochabamba.

FAN, 2011. *¿Biodiversidad y cambios climáticos en Bolivia: Futuras investigaciones?*. En: <http://www.fan-bo.org/es/biodiversa.php>.

FOBOMADE, 2002: *Los transgénicos en el contacto de Bolivia. Memorias del Seminario*.

Fonticiella D.W., 2010: *Cambio climático y su Influencia en la Biodiversidad*. En: Empresa Pesquera de Villa Clara; REDVET. Revista electrónica de Veterinaria 169S-7504 2010. Volumen 11. Número 03B. Marzo/2010. http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030310B/0310B_MR02B.pdf.

FUNDECO, 2008: *Estudio del impacto del fenómeno ENSO (El Niño Oscilación del Sur) en la diversidad biológica de Beni y Pando*. La Paz - Bolivia.

GACETA OFICIAL de Bolivia, sitio web (Publicación de todas las leyes y normas del país). En: <http://www.gacetaoficialdebolivia.gob.bo>.

GAIA PACHA, 2011: *Informe de avances de medio término. Agua para la vida y la seguridad alimentaria: Adaptación al cambio climático en zonas*

vulnerables de Bolivia. Análisis de la incidencia en las políticas municipales de las acciones de adaptación al cambio climático desarrollados en comunidades de tres regiones de Bolivia: Aiquile (Cochabamba), Challapata (Oruro) y Padcaya (Tarija). Documento inédito.

GLORIA Proyecto. En: www.gloria.ac.at.

GONZALES IWANCIW J.; J. Cusicanqui Giles; M. Aparicio Effen, sin fecha: *Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en las regiones del lago Titicaca y los valles cruceños de Bolivia; sistematización de los resultados de la investigación participativa, consultas y estudios de caso*. NCAP - ETC Foundation - SEI; Ministerio de Planificación del Desarrollo. Programa Nacional de Cambios Climáticos.

GOTTFRIED M.; H. Pauli; A. Futschik; M. Akhalkatsi; P. Barancok; J.L. Benito Alonso; G. Coldea; J. Dick; B. Erschbamer; M.R. Fernández Calzado; G. Kazakis; J. Krajci; P. Larsson; M. Mallaun; O. Michelsen; D. Moiseev; P. Moiseev; Ulf Molau; Abderrahmane Merzouki; L. Nagy; G. Nakhutsrishvili; B. Pedersen; G. Pelino; M. Puscas; G. Rossi; A. Stanisci; J.-P. Theurillat; M. Tomaselli; L. Villar; P. Vittoz; I. Vogiatzakis & G. Grabherr, 2012: *Continent - wide response of mountain vegetation to climate change*. En: *Nature Climate Change, Letters*, DOI: 10.1038/NCLIMATE1329. PUBLISHED ON-LINE: 10 January 2012.

GRAHAM C.H.; B.A. Loiselle; J. Velásquez-Tibatá and F. Cuesta, 2011: *Recuadro 21. Species Distribution Modeling and the Challenge of Predicting Future Distributions*. De: Herzog S.K., R. Martínez, P.M. Jørgensen, H. Tiessen, 2011: *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 348 p. (Pp. 295 - 310).

GRUBERG H., H. Augstburger & R. López, 2009: *El tiempo se está cansando. Percepciones del cambio climático*. Fundación Gaia Pacha.

GRUPO DE REFLEXIÓN RURAL, 2007: *Repúblicas Unidas de la soja. Realidades sobre la producción de soja en América del Sur*. Paraguay.

HALLOY S.; K. Yager; C. García; S. Beck; J. Carrilla; A. Tupayachi; J. Jácome; R.I. Meneses; J. Farfán; A. Seimon; T. Seimon; P. Rodríguez; S. Cuello & A. Grau, 2009: *South America: Climate Monitoring and Adaptation Integrates Across Regions and Disciplines*. Artículo.

HERZOG S. K., R. Martínez, P. M. Jørgensen, H. Tiessen, 2011: *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 348 p.

HOFFMANN D., 2010: *El cambio climático y las áreas protegidas de Bolivia*. En: Beck, S.G.; N. Paniagua; R.P. López and N. Nagashiro, 2010 (Eds.): *Biodiversidad y Ecología en Bolivia - Simposio de los 30 años del Instituto de Ecología*. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 700 p. (Pp. 618 - 627).

HOFFMANN D. and I. Oetting, 2010: *Cambio climático y áreas protegidas en Bolivia*. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Presentación en Power Point.

HOFFMANN D.; I. Oetting; C.A. Arnillas and R. Ulloa, 2011: *Recuadro 22. Climate Change and Protected Areas in the Tropical Andes*. De: Herzog S.K.; R. Martínez; P.M. Jørgensen; H. Tiessen, 2011: *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 348 p. (Pp. 311- 325).

HOLE D.G.; K.R. Young; A. Seimon; C. Gomez Wichtendahl; D. Hoffmann; K. Schutze Paez; S. Sanchez; D. Muchoney; H.R. Grau, and E. Ramirez, 2011: *Recuadro 2: Adaptive Management for Biodiversity Conservation under Climate Change - a Tropical Andean Perspective*. Recuadro en: *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*. Ed.: S. K. Herzog, R. Martínez, P. M. Jørgensen, H. Tiessen. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 348 p. (Pp. 19 -46).

HUANCA Poma, R. 2005: *Valoración económica de los servicios recreacionales del Parque Nacional Carrasco*. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. Tesis. 53 p.

HUNTER D. and M. E. Dulloo, 2009: *Listas rojas para fortalecer la conservación in situ de los parientes silvestres de cultivos - Enfoque de un proyecto global*. En: *Libro rojo de parientes silvestres de cultivos de Bolivia*. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Viceministerio de Medio Ambiente Biodiversidad y Cambios Climáticos. 344 p. (Pp. 40-47).

IBISCH P. L. and G. Mérida, 2003: *Biodiversidad. La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación*. FAN. Santa Cruz de la Sierra - Bolivia.

INZUNZA J.C., 2009: *Cambio climático y biodiversidad*. En: *Ciencia... Ahora*, N° 23, año 12, enero a junio 2009 (Pp. 6 - 14).

INIAF, sitio web: <http://www.iniaf.gob.bo>.

IPCC, 2002: *Cambio climático y biodiversidad*. Documento técnico V del IPCC, GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO.

IPCC, 2007: *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo In-*

tergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 p.

IPCC, 2007a Climate Change 2007: *The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.*

IPCC, 2007b: Climate Change 2007: *Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.*

IPCC. Climate Change 2007: *Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability. 2007*

JØRGENSEN P.M., C. Ulloa Ulloa, B. León, S. León- Yáñez, S.G. Beck, M. Nee, J.L. Zarucchi, M. Celis, R. Bernal and R. Gradstein, 2011: 35h: *Recuadro 13. Regional Patterns of Vascular Plant Diversity and Endemism.* De: Herzog S.K., R. Martínez, P. M. Jørgensen, H. Tiessen, 2011: Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 348 p. (Pp. 192 - 203).

LARSEN T.H.; G. Brehm; H. Navarrete; P. Franco; H. Gómez; J.L. Mena; V. Morales; J. Argollo; L. Blacutt and V. Canhos, 2011: *Recuadro 3. Range Shifts and Extinctions Driven by Climate Change in the Tropical Andes: Synthesis and Directions.* En: Herzog S.K., R. Martínez, P. M. Jørgensen, H. Tiessen, 2011: Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 348 p. (Pp. 47-67).

LARSEN T.H., Federico Escobar, and Inge Armbrecht, 2011a: *Recuadro 17. Insects of the Tropical Andes: Diversity Patterns, Processes and Global Change.* De: Herzog S.K., R. Martínez, P. M. Jørgensen, H. Tiessen, 2011: Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes. Inter-American

can Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 348 p. (Pp. 228 -244).

LOCATELLI B., P. Imbach, 2010: *Migración de ecosistemas bajo escenarios de cambio climático: El rol de los corredores biológicos en Costa Rica.* En: Adaptación al cambio climático y servicios ecosistémicos en América Latina. Libro de actas del Seminario Internacional sobre Adaptación al Cambio Climático: El Rol de los Servicios Ecosistémicos (SIAASE 2008). Martínez C., A. B. Locatelli, R. Vignola, P. Imbach. Centro Agro-nómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). (Pp. 44 -53).

MALDONADO M.; J.A. Maldonado-Ocampo; H. Ortega; A.C. Encalada; F.M. Carvajal-Vallejos; J.F. Rivadeneira; F. Acosta; D. Jacobsen; A. Crespo; C.A. Rivera-Rondón, 2011: *Recuadro 20. Biodiversity in Aquatic Systems of the Tropical Andes.* En: Herzog S.K., R. Martínez, P. M. Jørgensen, H. Tiessen, 2011: *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes.* Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 348 p. (Pp. 276 - 294).

MAYLE F.E.; D.J. Beerling; W.D. Gosling and M.B. Bush, 2004: *Responses of Amazonian ecosystems to climatic and atmospheric carbon dioxide changes since the Last Glacial Maximum.* SC The Royal Society.

MDRAyMA, 2008: *Política Nacional para la Gestión Integral de los Bosques.*

MDRyT, 2011: *Pérdidas económicas en el sector agropecuario ocasionadas por eventos climáticos adversos: Inundaciones, sequías, heladas, granizos 2004 - 2011.* Informe.

MDSP, sin fecha: (21): *Estrategia nacional de implementación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático.* Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. Viceminis-

terio de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Desarrollo Forestal.

MÉRIDA, G., M. Oliveira & P.L. Ibisch, 2003: *Estrategia Nacional de Biodiversidad de Bolivia. Resumen Ejecutivo*. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. Editorial FAN, Santa Cruz.

MPD & VCT, 2011. Instituto Boliviano de Investigación de la Biodiversidad para el Desarrollo (IBIBD). MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO & Viceministerio de Ciencia y Tecnología. Documento inédito.

MIRANDA Torrez G.; A. Ledezma, 2007: *Res-
puesta Tiwanaku-Aymara ante los cambios climá-
ticos en la Isla del Sol*. Universidad Mayor de San
Andrés. Carrera de Biología. Instituto de Ecología.

MIRANDA Torrez G., 2011: *Aportes del Foro
Virtual: Cambio climático y biodiversidad al estado
de arte de cambio climático y biodiversidad*.

MMAyA, sitio web: <http://www.mmayagob.bo/images/organigrama.jpg>. Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

MMAyA, 2009: *Emergencia de sequía ocasionada
por el cambio climático*. Presentación.

MORALES E.A.; F.R. Trainor, 2001: Recuadro II.2. *Las Algas: conceptos críticos en la evaluación de su diversidad*. De: Primack R., R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo, F. Massardo y 117 autores de recuadros, 2001: Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas latinoamericanas. (Pp. 77-80).

MORALES E.A.; E. Fernández; C.E. Fernández; D. Lizarro & P. Alcoreza; G. Bot, 2008: *Algal studies in Bolivia: A compilation and preliminary analysis of existing phycological literature. Estudios algales en Bolivia: Una compilación y análisis pre-*

liminar de la literatura ficológica existente. En la revista: Gayana Bot. 65(1): 93-109, 2008. Revisión. (Pp. 93-109).

MORALES E.A.; E. Fernández and V. S. Chávez, 2010: *Diatomeas (Bacillariophyta): ¿Por qué debemos incorporarlas en estudios de la biodiversidad boliviana?* De: Inventarios y Documentación de la Biodiversidad en Bolivia. (Pp. 31 -54).

NAVARRO G.; M. Maldonado, 2011: *Geografía
ecológica de Bolivia. Vegetación y ambientes acuá-
ticos*. Gonzalo Navarro, Mabel Maldonado, Funda-
ción Simón Patiño, Cochabamba - Bolivia.

NAVARRO G.; W. Ferreira (Rumbol), 2011: *El
mapa de vegetación de Bolivia y el mapa de sistemas
ecológicos de Bolivia*.

NORDGREN Ballivián, M., 2011: *Cambios cli-
máticos, percepciones, efectos y respuestas en cuatro
regiones de Bolivia*. Centro de Investigación y Pro-
moción del Campesinado. La Paz. 158 p.

ONU, 2010: *Programa de Naciones Unidas para la
reducción de la emisión de la deforestación y degra-
dación del bosque en los países en desarrollo*. Docu-
mento del programa.

ORSAG Céspedes V., 2011: *Evaluación de la ferti-
lidad de los suelos en la zona intersalar. Producción
sostenible de quinua*. PIEB.

ORTUÑO T., 2011: *Resumen del trabajo de pa-
linología en bofedales del Tuni Condoriri*. Informe
preliminar.

PALERMO J. and M.O. Ribera, 2011: *Preparación
del Perfil Ambiental País (PAP) de Bolivia Final
Report*. Bolivia.

PIEB, 2011: *Temas de debate*. Boletín del Progra-
ma de Investigación Estratégica en Bolivia. Nú-
mero 17. Año 7. Noviembre de 2011. Ver tam-
bién: www.pieb.com.bo.

PIEPENSTOCK A.; R. Maldonado, 2011: *Cambio climático y justicia - El tiempo ya no es como antes - Mapeo de actores, percepción y adaptación al cambio climático en áreas rurales de la región andina - Bolivia*. Fundación AGRECOL Andes.

PINELL Prado C.; Proyecto Medio Ambiente, Industria y Minería, 2003: *Glosario de términos ambientales*. Ministerio de Desarrollo Sostenible. 79 p.

PNCC, 2000: *Primera Comunicación Nacional ante la Convención de Cambio Climático*. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. Viceministerio de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Desarrollo Forestal.

PNCC, 2007: *El cambio climático en Bolivia (análisis, síntesis de impactos y adaptación)*. Ministerio de Planificación del Desarrollo. Viceministerio de Planificación Territorial y Ambiental.

PNCC, 2007a: *Memoria de proyectos. Programa Nacional de Cambios Climáticos 2006/ 2007*. Ministerio de Planificación del Desarrollo. Viceministerio de Planificación Territorial y Ambiental.

PNCC, 2007b: *Proyecto Acción Climática Noel Kempff- Componente G2*. Ministerio de Planificación del Desarrollo, Viceministerio Planificación Territorial y Medio Ambiente, PNCC. Presentación.

PNCC, 2009: *Segunda Comunicación Nacional del Estado Plurinacional de Bolivia ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos, Programa Nacional de Cambios Climáticos.

PNCC, 2009a: *Experiencias de la región andina y Cono Sur, Caracas, Venezuela; 3 y 4 de septiembre de 2009*. Presentación. Programa Nacional de Cambios Climáticos.

PNCC, 2010: *Estrategia Nacional de Bosque y Cambio Climático. Programa Nacional de Cambios Climáticos*. La Paz - Bolivia.

PNCC, 2010a: *Proyecto "Implementación de Mecanismo Nacional de Adaptación"*. Memoria del evento Taller Relación de los efectos del Cambio Climático con el sector Agropecuario. Respuestas al documento de Diagnóstico de Vulnerabilidades e Impactos del Cambio Climático en el Sector de Desarrollo Rural y Seguridad Alimentaria en Base a la Información Existente. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos, y Gestión y Desarrollo Forestal. Programa Nacional de Cambios Climáticos. La Paz - Bolivia.

PNCC, 2011a: *Programa de adaptación al cambio climático desde la biodiversidad y sus ecosistemas*. Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal. La Paz - Bolivia.

PNCC, 2011b: *Plan Estratégico Ciencia, Tecnología, Saberes Ancestrales y Conocimientos Locales para hacer frente al cambio climático*. PNCC. MMAyA, Ministerio de Educación. La Paz - Bolivia.

PNUD, 2009: *La otra frontera: Uso alternativo de recursos naturales en Bolivia. Informe temático sobre desarrollo humano*.

PNUD, 2011: *Tras las huellas del cambio climático en Bolivia. Estado del arte del conocimiento sobre adaptación al cambio climático. Adaptación en agua y seguridad alimentaria*. Documento de Reporte Técnico.

PNUMA, sitio web: www.pnuma.org.

PONCE D., 2001: *La predicción del clima en la cuenca Jatun Mayu*. En: Memoria del 1er Seminario Taller: Cosmovisión y Biodiversidad en Latinoamérica. COMPAS-LA/ AGRUCO del 19 al

25 de febrero de 2001, Comunidad Chorojo, Cochabamba - Bolivia. AGRUCO, COMPAS L.A. (Pp. 83 -94).

PONCE Camacho D., 2003: *Previsión del clima y recreación del conocimiento indígena como estrategia para la conservación de la diversidad cultivada en los Andes bolivianos. El caso de la comunidad de Chorojo, Prov. Quillacollo, Dpto. Cochabamba.* Tesis de Magister. AGRUCO. Cochabamba - Bolivia.

PRAIA Fundación, 2010: *Percepciones de los pueblos indígenas amazónicos sobre el cambio climático. Amazonia: Pulmón del mundo.* Video.

PROINPA, 2008: *Utilización de la diversidad genética de papa para afrontar la adaptación al cambio climático.* Propuesta de proyecto. Documento inédito.

PROSUKO/UNAPA and AGRECOL Andes, 2008: *Metodología de pequeños productores para mejorar la producción agrícola. Capacidades y estrategias locales para la gestión de riesgos.* Programa de Reducción del Riesgo de Desastres. La Paz - Bolivia.

REGALSKY P., 2010: *Estrategias campesinas andinas de reducción de riesgos climáticos. Estado del arte y avances de investigación en los Andes bolivianos.*

REYES J. H.J., 2005: *Factors controlling the lower elevational limits in tropical montane plants in the Andes and their implications under the current climatic change.* Tesis de master. Universidad de Göttingen.

RIVERA M., T. Ortuño, M. Velasquez, R. I. Meneses, A. P. Sandoval and K. Gonzales, 2011: *Biodiversidad en bofedales altoandinos del Tuni Condoriri.* Instituto de Ecología, Museo Nacional de Historia Natural, Herbario Nacional de Bolivia.

RODRÍGUEZ Saavedra P.; S. Beck; S. Halloy; R.I. Meneses & C. García, 2009: *Diversidad de líquenes de alta montaña en un gradiente altitudinal y latitudinal en tres regiones (Apolobamba, Sajama y Vilcanota): Resultados preliminares para un futuro monitoreo del cambio de especies sujetas al cambio climático.* De: Instituto de Ecología, 2009: Biodiversidad y Ecología en Bolivia. Simposio XXX Aniversario Instituto de Ecología. Universidad Mayor de San Andrés. 700 p. (Pp. 632 - 633).

SALAZAR Bravo J.; T.L. Yates; L.M. Zalles, 2002: *Mamíferos de Bolivia.* En: Ceballos, G. y J.A. Simonetti (eds.). 2002. *Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales.* (Pp. 65 - 113).

SÁNCHEZ Acarapi F., 1998: *Valuación económica de los recursos forestales no - maderables en la reserva de Biosfera: Territorio Indígena Pilón Lajas.* Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Tesis. 86 p.

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2010: *Perspectiva mundial sobre la diversidad biológica 3.* Montreal. 94 p.

SEIMON T.; A. Seimon; P. Dasza; S.R.P. Halloys; L.M. Schloegel; C.A. Aguilar; P. Sowell, A.D. Hyatt; B. Konecky & J.E. Simmons, 2006: *Upward range extension of Andean anurans and chytridiomycosis to extreme elevations in response to tropical deglaciation.* De: Global Change Biology (2006) 12, 1 - 12, doi: 10.1111/j.1365-2486.2006.01278x.

SERNAP, 2002: *Maravillas naturales de Bolivia (parques nacionales y otras áreas protegidas).* The Nature Conservancy. CD interactivo.

SETTELE J., G. Fanslow, S. Fronzek, S. Klotz, I. Kühn, M. Musche, J. Ott, M. J. Samways, O. Schweiger, J. H. Spangenberg, G. R. Walther and V. Hammen, 2010: *Climate change impacts on biodiversity: A short introduction with special emphasis on the tropics.*

sis on the ALARM approach for the assessment of multiple risks. In: Ott J (Ed.) (2010) Monitoring Climatic Change With Dragonflies. BioRisk 5: 3–29. doi: 10.3897/biorisk.5.856.

SIPMAN H.J.M., 2011: *Recuadro 15. Diversity of Lichenized Fungi in the Tropical Andes.* De: Herzog S.K.; R. Martínez; P.M. Jørgensen; H. Tiessen, 2011: Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 348 p. (Pp. 220 - 223).

SUÁREZ C.F.; L.G. Naranjo; J.C. Espinosa and J. Sabogal: *Recuadro 9. Land Use Changes and their Synergies with Climate Change.* De: Herzog S.K.; R. Martínez; P.M. Jørgensen; H. Tiessen, 2011: Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 348 p. (Pp. 141 -151).

TORRES J.; A. Gómez (Ed.), 2008: *Adaptación al cambio climático: De los fríos y los calores en los Andes.* Soluciones Prácticas-ITDG. Lima. 154 p.

UNCBD (Convención de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica), sitio web: <https://www.cbd.int>.

UNESCO, sitio web: <http://whc.unesco.org>.

VALLEJOS Mamani P.R.; Z. Navarro Fuentes and D. Ayaviri Nina, 2011: *Medio ambiente y producción de quinua. Estrategias de adaptación a los impactos del cambio climático.* PROSAM. PIEB.

VMABCC - BIOVERSITY INTERNATIONAL, 2009: *Libro rojo de parientes silvestres de cultivos de Bolivia.* Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Viceministerio de Medio Ambiente Biodiversidad y Cambios Climáticos.

WALLACE R.; H. Gómez; Z.R. Porcel and D.I. Rumiz (eds.), 2010: *Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia.* Centro de Ecología y Difusión. Simón I. Patiño. Santa Cruz. 906 p.

YOUNG B.E.; K.R. Young and C. Josse, 2011: *Recuadro 11. Vulnerability of Tropical Andean Ecosystems to Climate Change.* De: Herzog S.K.; R. Martínez; P.M. Jørgensen; H. Tiessen, 2011: Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 348 p. (Pp. 170 - 181).

Anexos



**ANEXO Ia
INSTITUCIONES QUE TRABAJAN EN BIODIVERSIDAD EN ÁREAS
NATURALES**

INSTITUCIONES QUE TRABAJAN EN BIODIVERSIDAD EN ÁREAS NATURALES		ANEXO la		Sociedad civil		ONG		Gobierno						
		Cooperación internacional		Academia		Organismo financiero								
Nombre de la institución	Oficina	Regiones biogeográficas				Observaciones				Áreas de trabajo				Relación con CC
								X	X	X	X	X	X	
Fundación HERENCI.A	Cobija	X						X	X	X	X	X	X	Adaptación, mitigación
Fundación Natura	Sta. Cruz	X	X	X	X			X	X					Cc como eje temático, dos proyectos en Cc con Bd
Fundación Noel Kempff Mercado	Sta. Cruz			X										
Fundación PUMA	La Paz	X	X	X	X			X	X					
FUNDESNAP (Fundación para el Desarrollo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas)	La Paz													Cc como eje temático, proyecto con Bd
INIAF	La Paz	X		X	X			X	X					
Instituto Boliviano de Investigación Forestal	Sta. Cruz	X		X	X			X	X					Proyectos de investigación, blog
Instituto Boliviano de la Montaña (IBM)	La Paz							X	Áreas montañosas	X	X	X	X	Bd

**ANEXO Ia
INSTITUCIONES QUE TRABAJAN EN BIODIVERSIDAD EN ÁREAS NATURALES**

Nombre de la institución	Oficina	Regiones biogeográficas				Observaciones	Áreas de trabajo	Relación con CC
		Sociedad civil	Cooperación internacional	Academia	ONG			
Instituto para la Conservación de Ecosistemas Acuáticos (ICEA Bolivia)	Sta. Cruz	X	X	X	X	Ecosistemas acuáticos	X	X
Institut de Recherche pour le Développement (IRD)	La Paz	X	X	X	X	X	X	bd
Intercoopération - Manejo de RRNN	La Paz	X	X	X	X	Bancos de semillas forestales, manejo de bosques	X	X
LIDEMA	La Paz	X	X	X	X	Red de instituciones	X	X
Museo de Historia Natural Alcides d'Orbigny	Cochabamba			X	X	Asociación UMSA y Fundación para la Ciencia	X	Unidad de investigación sobre cambios climáticos, paleontología - Bd
Programa de Investigación Estratégica en Bolivia (PIEB)	La Paz	X	X	X	X	Programa de Investigación Ambiental (PIA)	X	bd
PNCC (Programa Nacional de Cambios Climáticos de Bolivia)	La Paz	X	X	X	X	X	X	Bd, gestión de riesgos, seguridad alimentaria, recursos hídricos
PNUD	La Paz	X	X	X	X	Sistematización de conocimientos	X	Bd, gestión de riesgo, recursos hídricos, seguridad alimentaria
PROBIOMA	Sta. Cruz	X	X	X	X	Ecoturismo, condiciones de vida de gente de la Chiquitina, Pantanal, Amboro	X	

INSTITUCIONES QUE TRABAJAN EN BIODIVERSIDAD EN ÁREAS NATURALES		ANEXO la		Sociedad civil		ONG		Gobierno						
		Cooperación internacional		Academia		ONG		Organismo financiero						
Nombre de la institución	Oficina	Regiones biogeográficas				Observaciones				Áreas de trabajo				Relación con CC
Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP)	La Paz	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP)	La Paz	X	X	X	X	Desarrollo de biocorredores, por ejemplo, Amboró-Madidi	X	X	X	X	X	X		
The Nature Conservancy (TNC)	La Paz	X						X	X	X	X	X		
Universidad Amazónica de Pando - CIPA	Cobija	X					X			X	X	X		
UMSA - Centro de Postgrado en Ecología y Conservación	La Paz	X	X	X	X			X	X		X	X		
UMSA - Instituto de Ecología	La Paz	X	X	X	X	Coordinación con Fundación Para el Desarrollo de la Ecología	X						Bd	
UMSS - Centro de Biodiversidad y Genética	Cochabamba				X			X					Bd	
UMSS - Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos Renovables	Cochabamba	X	X	X	X	Ecosistemas acuáticos	X						Bd	
Universidad Católica de Cochabamba - Dpto. Medio Ambiente	Cochabamba				X			X	X		X		Agrobd (SAF)	
Universidad Católica de Cochabamba - Dpto. Medio Ambiente - Herbario Criptogámico	Cochabamba	X	X	X	X	Sobre todo trabaja con algas	X						Bd	

**ANEXO Ia
INSTITUCIONES QUE TRABAJAN EN BIODIVERSIDAD EN ÁREAS NATURALES**

Nombre de la institución	Oficina	Regiones biogeográficas			Observaciones	Áreas de trabajo	Relación con CC
		Cooperación internacional	Academia	ONG			
Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca - Fac. de Ciencias Agrarias - BIOPENA (Centro de Investigación en Biodiversidad y Recursos Naturales)	Sucre			X			Bd de ecosistemas
Viceministerio de Ciencia y Tecnología / Unidad de Biodiversidad (Min. De Educación)	La Paz	X	X	X	X		
Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Desarrollo Forestal / Dirección de Biodiversidad y Áreas Naturales	La Paz			X	X	X	Agrobd y Bd
VIVE (Vida Verde)	Tarija			X			
WCS (Wildlife Conservation Society)	La Paz, Santa Cruz	X		X	X	X	
WWF	Sta. Cruz, Cobija, La Paz	X	X	X	X	X	Cc es línea de acción en Proyecto Pantanal

ANEXO Ib
INSTITUCIONES QUE TRABAJAN EN AGROBIODIVERSIDAD

Nombre de la institución	Oficina	Regiones biogeográficas			Observaciones	Áreas de trabajo			Relación con CC
		Amazónica	Brasileño-Paranense	Chaqueña		Investigación	Proyectos de sistemas sostenibles	Gestión de conocimientos	
CATIE	Sta. Cruz	X	X	X	X	X	X	X	Cc como tema transversal
CENDA	Cochabamba			X		X	X	X	Agrobd
Centro de Promoción Agropecuaria Campesina (CEPAC)	Sta. Cruz	X		X				X	Gestión de riesgos
Centro de Investigación y Desarrollo Acuícola Boliviano (CIDAB)	La Paz				X	X	X	X	
CIAT	Sta. Cruz	X	X	X	X	X	X	X	
CIPCA	La Paz	X	X	X	X	X	X	X	Agrobd
ECO-SAF	Virtual	X	X	X	X	X	X	X	Agrobd
ECOTOP	Sapecho	X	X	X	X	X	X	X	Agrobd

Sociedad civil  **ONG**  **Gobierno**  **Cooperación internacional**  **Academia**  **Organismo financiero**

ANEXO Ib
INSTITUCIONES QUE TRABAJAN EN AGROBIODIVERSIDAD

Nombre de la institución	Oficina	Regiones biogeográficas		Observaciones	Áreas de trabajo	Relación con CC	
		Sociedad civil	Cooperación internacional				
FAO	La Paz	X	X	X	X		
Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTA-GRO), del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)	La Paz			X	Promoción investigación, innovación tecnológica		
Fundación AGRECOL Andes	Cochabamba			X	Promoción agricultura ecológica	X	
Fundación Gaia Pacha	Cochabamba			X	Manejo responsable del medio ambiente	X	

Proyecto TCP:
 Asistencia a los países andinos en la reducción de riesgos y desastres en el sector agropecuario (2008-2010)

Proyecto con PROINPA en mejoramiento de papa como respuesta a Cc

GTCCJ, proyectos agroforestería y agricultura ecológica como adaptación Cc

Proyecto con el PIEB y ministerio del sector: Línea base de estrategia de adaptación a Cc en tres comunidades; coordinación con el GTCCJ en Cochabamba

ANEXO Ib
INSTITUCIONES QUE TRABAJAN EN AGROBIODIVERSIDAD

Nombre de la institución	Oficina	Regiones biogeográficas		Observaciones	Áreas de trabajo		Relación con CC
		Cooperación internacional	Academia		ONG	Gobierno	
Fundación PROINPA	Cochabamba	X	X	Investigación, gestión de conocimientos locales	X	X	Cultivos andinos y CC
GIZ	La Paz, Cochabamba	X	X	Recursos hídricos (PRO-AGRO)	X	X	Cc como tema específico
INIAF	La Paz	X	X	Bancos de germoplasma, proyectos de investigación	X	X	Estudios de impactos del Cc en el sector agropecuario, red global de clínicas de plantas, adaptación
Programa Nacional de Semillas (PNS)	La Paz	X	X	Banco de semillas agrícolas y forestales	X	X	
Project Concern International (PCI) Bolivia	La Paz			X		X	Agrobd (incluye animales)
PROSUCO	La Paz			X		X	Agrobd como bioindicadores
UMSA - Agronomía	La Paz	X	X	X		X	Agrobd
UMSS - AGRUCO	Cochabamba			X		X	Agrobd

ANEXO Ib
INSTITUCIONES QUE TRABAJAN EN AGROBIODIVERSIDAD

Nombre de la institución	Oficina	Regiones biogeográficas		Observaciones	Áreas de trabajo		Relación con CC
		Sociedad civil	Cooperación internacional		ONG	Academia	
UMSS - CESU	Cochabamba			X	X	X	Agrobd
Universidad Católica Cochabamba -Departamento de Medio Ambiente	Cochabamba			X	SAF	X	Agrobd (SAF)
Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Unidad de Biodiversidad (Ministerio de Educación)	La Paz	X	X	X	Redes de investigación	X	investigación sobre Bd con Cc como tema transversal

INSTITUCIONES QUE TRABAJAN EN (AGRO)BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

ANEXO IC INSTITUCIONES QUE TRABAJAN EN (AGRO)BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO						
Nombre	Lugar	Regiones biogeográficas	Tipos de áreas	Ámbito de trabajo	Ong	Gobierno
		Amazonica	Naturales	Investigación	Cooperación internacional	Academia
Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE)	La Paz	Brasilero-Paranense	Andina	Adaptación al CC	Gestión del riesgo del CC	Gestión de la incidencia política
ALT (organismo binacional autónomo)	Bolivia/Perú	Chaqueña				
Asociación Armonía/ Birdlife International	Sta. Cruz		X	X		
CATIE						
CENDA	Cochabamba					
Centro de Promoción Agropecuaria Campesina (CEPAC)	Sta. Cruz	X	X	X	X	X
CIPCA	La Paz	X	X	X	X	X
ECOSAF	Virtual	X	X	X	X	X
ECOTOP	Saboecho	X	X	X	X	X

ANEXO Ic
INSTITUCIONES QUE TRABAJAN EN (AGRO)BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

ANEXO Ic INSTITUCIONES QUE TRABAJAN EN (AGRO)BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO			Nombre		Lugar	Regiones biogeográficas	Tipos de áreas	Ámbito de trabajo	Observaciones
			Sociedad civil	ONG				Gobierno	Organismo financiero
Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)	La Paz	Andina	Naturales	Modificadas	Investigación	Adaptación al CC	Gestión del riesgo del CC	Incidencia política	Gestión de conocimiento
Fundación AGRECOL Andes	Cochabamba	Chaqueña	X	X	X	X	X	X	GTCCJ, proyecto Gestión de Riesgos Agrícolas en Comunidades Alto Andinas con CESU y proyecto SAF con PRO-AGRO como adaptación al CC.
Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN)	La Paz	Paranense-Brasilero	X	X	X	X	X	X	Departamento de Cc, dos proyectos en Cc y Bd.
Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano	Sta. Cruz	Amazonica	X	X	X	X	X	X	Proyecto Regional de Conservación y Desarrollo Forestal de la Ecorregión del Bosque Seco Chiquitano.
Fundación Natura	Sta. Cruz	Chaqueña	X	X	X	X	X	X	Cc como eje temático, dos proyectos en Cc: 1) Mitigación y adaptación al cambio climático a través de la compensación por servicios ambientales, la conservación y el manejo forestal sostenible en el departamento de Santa Cruz; 2) Gestión sostenible de agua y suelos como medida de adaptación y reducción de la vulnerabilidad al cambio climático en el municipio de Moro Moro.
Fundación Noel Kempff Mercado	Sta. Cruz	Andina	X	X	X	X	X	X	Gestión de primeras iniciativas relacionadas con Cc y Bd.
Fundación PROINPA	Cochabamba	Chaqueña	X	X	X	X	X	X	Proyecto Utilización de la diversidad genética de papa para afrontar la adaptación al cambio climático (Norte) y proyecto " Cambio Climático y comunidades indígenas (Norte). Estudios Preliminares sobre impacto del Cc sobre la agrobiodiversidad.
Fundación para el Desarrollo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (FUNDENSNAP)	La Paz	Amazonica	X	X	X	X	X	X	Programas especiales de Monitoreo y Mitigación de Impactos Socio-Ambientales y en un Componente del Programa Nacional de Biocultura.

ANEXO Ic INSTITUCIONES QUE TRABAJAN EN (AGRO)BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO				Sociedad civil	ONG	Gobierno	
		Cooperación internacional		Academia	Organismo financiero		
Nombre	Lugar	Regiones biogeográficas	Tipos de áreas	Ámbito de trabajo			Observaciones
		Amazonica Chaqueña Andina Naturales Modificadas	Andina Chaqueña- Paranense Brasileno- Paranense	Investigación al CC Adaptación del CC Gestión del riesgo del CC Gestión política incidente conocimiento	Gestión del CC riesgo del CC Gestión política incidente conocimiento	Gestión del CC riesgo del CC Gestión política incidente conocimiento	
GIZ	La Paz, Cochabamba		X	X	X	X	Apoyo a aéreas protegidas a través del SERNAP, adaptación al CC en el Chaco y Potosí.
INIAF	La Paz		X	X	X	X	Estudios de impactos del CC en el sector agropecuario, red global de clínicas de plantas, adaptación.
Institut de Recherche pour le Développement - IRD	La Paz		X	X	X	X	Estudios de impactos de CC sobre Bd en áreas acuáticas.
Instituto Boliviano de la Montaña (IBM)	La Paz						Blog: www.cambioclimatico-bolivia.org , con temas de Bd; estudio "Bolivia +4", escenarios sociopolíticos con un aumento de temperatura (Bd como componente), participa en proyecto GLORIA.
LIDEMA	La Paz		X	X	X	X	Cambio climático como uno de los sectores importantes.
Museo de Historia Natural Alcides d'Orbigny	Cochabamba			X	X	X	Unidad de Investigación sobre CC; Reconstrucción de la historia climatológica a través de la paleontología y con relación a ello la Bd en cada época.
Programa de Investigación Estratégica en Bolivia (PIEB)	La Paz	X	X	X	X	X	Estudio bofedales con relación a CC; línea de base de flora en zonas glaciares.
PNCC (Programa Nacional de Cambios Climáticos de Bolivia)	La Paz	X	X	X	X	X	Proyectos de investigación y acción: Proyecto Acción Climática Noel Kempf Mercado; Proyecto Estudios de Cambio Climático; Proyecto Andino de Adaptación al Cambio Climático; Coordinación de varios proyectos con relación a CC.
PNUD	La Paz	X	X	X	X	X	Proyecto BOL 60130. Sistematización del Estado del Arte de Bd y CC.
Project Concern International (PCI) Bolivia	La Paz						Proyecto Recuperación y Conservación de Praderas Nativas Vinculadas al Sector Productivo Ganadero de Camélidos, con PNUD.
PROSUCO	La Paz						Tres proyectos en gestión de riesgo en sistemas productivos a partir de saberes ancestrales.
UMSA - Instituto de Ecología	La Paz	X	X	X	X	X	A través de PNCC: Programa Gloria (monitoreo de impactos de CC sobre Bd en montañas), varias tesis.
UMSA-Agronomía	La Paz	X	X	X	X	X	Tesis, desarrollo de una maestría enfocada en cambio climático.

INSTITUCIONES QUE TRABAJAN EN (AGRO)BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO		ANEXO Ic		Sociedad civil		ONG		Gobierno		Organismo financiero	
Nombre	Lugar	Regiones biogeográficas		Tipos de áreas		Ámbito de trabajo		Observaciones			
UMSS-AGRUUCO	Cochabamba	Amazoníca	Andina	Naturales	Modificadas	Investigación	Adaptación al CC	Incidencia del riesgo del CC	Gestión de la política del CC	Gestión de conocimiento	Programa Nacional Biocultura (con COSUDE); Proyecto Lecciones Aprendidas y Percepciones Locales sobre el Cambio Climático (PIEB); varias tesis.
UMSS - Centro de Biodiversidad y Genética	Cochabamba	Brasileno-Paranense	Chaqueña								Programa Gloria (Tunari).
UMSS - CESU	Cochabamba										Programa de SAF adaptación al CC, con AGRECOL Andes.
UMSS - Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos Renovables	Cochabamba										Estudios de Cc sobre Bd en áreas acuáticas, con IRD.
UMSA -Centro de Postgrado en Ecología y Conservación (CPEC)	La Paz										Cc es una de las líneas de investigación.
Universidad Amazonica de Pando - CIPA	Cobija										Investigaciones e.o. sobre el impacto del aumento de la temperatura en la Bd.
Universidad Católica de Cochabamba - Dpto. de Medio Ambiente	Cochabamba										Proyecto piloto de Agroforestería con ECOSAF.
Universidad Católica de Cochabamba - Dpto. de Medio Ambiente - Herbario Criptogámico	Cochabamba										Estudios sobre impacto del Cc en algas y otros criptogámicos.
Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca - Fac. de Ciencias Agrarias - BIORENA (Centro de Investigación en Biodiversidad y Recursos Naturales)	Sucre										Influencia del cambio climático en el ecosistema de la comunidad de potreros - Ministerio de Medio Ambiente y Agua - Dirección de Cambio Climático.

INSTITUCIONES QUE TRABAJAN EN (AGRO)BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO		ANEXO Ic		Sociedad civil		ONG		Gobierno			
		Cooperación internacional		Academia						Organismo financiero	
Nombre	Lugar	Regiones biogeográficas		Tipos de áreas		Ámbito de trabajo		Observaciones			
		Amazonica	Chaqueña	Naturales	Modificadas	Investigación	Adaptación al CC	Incidencia política	Gestión del CC	Gestión de conocimiento	
Viceministerio de Ciencia y Tecnología, Unidad de Biodiversidad (Ministerio De Educación)	La Paz	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Cc como tema transversal en las redes de investigación e innovación (entre otros temas: Ecosistemas, saberes ancestrales).
Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos, y de Gestión y Desarrollo Forestal/ Dirección de Biodiversidad y Áreas Naturales	La Paz	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Programa Nacional Biocultura con COSUDE.
WWF	La Paz	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Programa Pantanal.

