



ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

Ministerio de Medio Ambiente y Agua

Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal

Servicio Nacional de Áreas Protegidas

Conservación + Desarrollo = Vivir Bien



MMAyA
Ministerio de Medio Ambiente y Agua

DEFORESTACIÓN Y REGENERACIÓN DE BOSQUES EN BOLIVIA Y EN SUS ÁREAS PROTEGIDAS NACIONALES PARA LOS PERIODOS 1990-2000 y 2000-2010



sernap

Conservación + Desarrollo = Vivir Bien



**Ministerio de Medio Ambiente y Agua
Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y Gestión y Desarrollo Forestal
Servicio Nacional de Áreas Protegidas**

Título:

Deforestación y regeneración de bosques en Bolivia y en sus áreas protegidas nacionales para los periodos 1990-2000 y 2000-2010

Elaboración del documento:

CI Bolivia – Juan Carlos Ledezma
SERNAP – Héctor Cabrera Condarco
MHNNKM – Liliana Soria
MHNNKM – Belén Quezada
CI Bolivia – Eduardo Forno

Fuentes de información geográfica:

Para el presente trabajo se utilizaron los mapas de cobertura de 1990 y 2000 de Killeen et al. 2007; el mapa de cobertura de 2010 de SERNAP, MHNNKM y CI 2012; y los mapas de cambio de cobertura 1990-2000 y 2000-2010 de SERNAP, CI y MHNNKM 2012 (Ver referencias bibliográficas. Las fuentes de financiamiento para cada documento particular se encuentran en el mismo).

Procesamiento y análisis de imágenes satelitales:

Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado
Conservación Internacional - Bolivia

Elaboración de mapas para esta publicación:

SERNAP – Héctor Cabrera Condarco
SERNAP – Wilson Barrera Uría

Coordinación y revisión:

SERNAP – Carlos De Ugarte
BIAP – Holger Utermohlen
BIAP – Francisco Molina

Asistencia técnica y financiera:

KfW – Cooperación Financiera Alemana/Programa BIAP
CI Bolivia – Conservación Internacional Bolivia
MHNNKM – Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado

Fotografías:

© Antonio Suárez (pp. 4, 7, 12, 19, 26, 30)
© CI Bolivia (Tapa)

Revisión del texto:

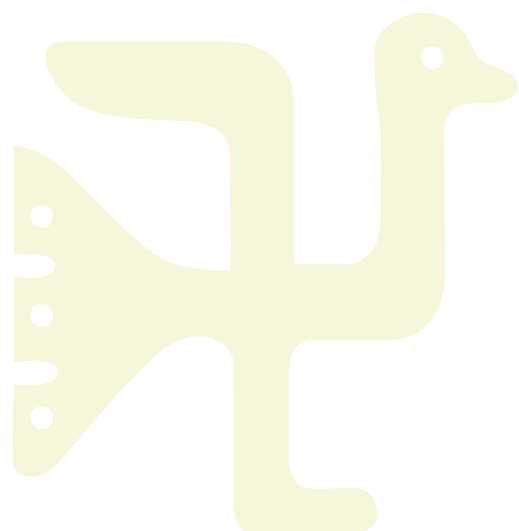
Fátima Molina

Diseño y diagramación:

Molina&Asociados

Cita del libro:

Servicio Nacional de Áreas Protegidas, 2013. Deforestación y regeneración de bosques en Bolivia y en sus áreas protegidas nacionales para los periodos 1990-2000 y 2000-2010. Ed. Servicio Nacional de Áreas Protegidas, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado y Conservación Internacional - Bolivia. La Paz, Bolivia. 36 pp.



Índice

PRESENTACIÓN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. METODOLOGÍA	4
3. RESULTADOS	9
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
6. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA UTILIZADA	28
ANEXOS	29



PRESENTACIÓN

Bolivia, uno de los 15 países megadiversos del mundo, reconoce que su biodiversidad es un recurso estratégico y un bien común para su población. Cerca del 80% de esa biodiversidad natural y cultural se encuentra representada en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), especialmente en las áreas protegidas de interés nacional, dado que está distribuida en lugares y ecosistemas donde la concentración de especies y endemismos es extremadamente alta.



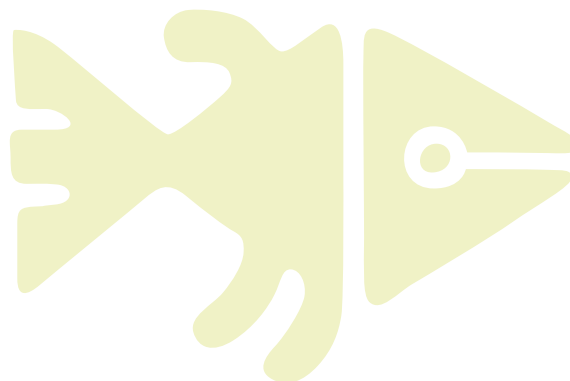
Los objetivos del SNAP son: conservar el patrimonio natural y cultural del país y contribuir al desarrollo económico, social y sustentable en los niveles local, regional y nacional. No obstante, en términos generales, una de las amenazas más complejas que enfrenta la conservación de la biodiversidad es la deforestación, asociada a los cambios de cobertura vegetal y de uso de suelo.

En atención a ello, el Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP), entidad desconcentrada del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, que administra y coordina el funcionamiento del SNAP, tiene a bien presentar el documento "Deforestación y regeneración de bosques en Bolivia y en las áreas protegidas nacionales en los periodos 1990-2000 y 2000-2010", que reporta información sobre la deforestación y la regeneración de los bosques en periodos de 10 años, entre 1990 y 2010. Este documento incluye un CD con mapas en formato ArcGRID de la cobertura de la tierra en la vertiente oriental de los Andes de Bolivia, incluyendo las cuencas Amazónica y del Plata para los años 1990, 2000 y 2010, así como los mapas de cambio de cobertura para los periodos 1990-2000 y 2000-2010.

Este documento técnico de consulta presenta información actualizada de la deforestación y regeneración en Bolivia como resultado del análisis y la compilación de un conjunto de información proveniente de diferentes estudios e instrumentos técnicos promovidos y generados por el SERNAP en coordinación con entidades técnico-científicas. El mismo será de utilidad para investigadores, estudiantes, gestores públicos, tomadores de decisiones, gobernaciones, municipios, organizaciones sociales y otras instituciones que tienen como objetivo aportar al desarrollo sustentable del Estado Plurinacional de Bolivia.

Saúl Chávez OroSCO
DIRECTOR EJECUTIVO
SERVICIO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS
SERNAP

1. INTRODUCCIÓN



Una de las amenazas más importantes que enfrenta la biodiversidad de Bolivia, incluso la conservada en sus áreas protegidas, es el cambio de la cobertura vegetal, principalmente asociada a la deforestación, la ampliación de la frontera agrícola y el cambio de uso de suelo. Este fenómeno es la principal causa de pérdida de bosques, que tiene efectos irreversibles en la modificación y destrucción de hábitats naturales que consecuentemente lleva a una pérdida de biodiversidad y de las funciones ecosistémicas y ambientales. Ello se traduce en el incremento de las emisiones de efecto invernadero, disminución del suministro de alimentos y agua y la pérdida de oportunidades de manejo sostenible de los recursos naturales.

La información con la que se cuenta en la temática a nivel nacional es reducida y se remite a los estudios realizados por el Museo de Historia Natural Noel Kempff, que brinda un análisis del cambio de cobertura vegetal en cuatro periodos: 1976-1986, 1986-1991, 1991-2001 y 2001-2004¹ y una actualización sobre la materia dentro de las áreas protegidas del SNAP para el periodo 2005-2007² que muestra información sobre deforestación y cambio de cobertura en las 22 áreas protegidas de interés nacional.

Recientemente, el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), en una iniciativa regional de los países de la Comunidad Andina de Naciones, CAN (Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia), realizó ensayos piloto para generar mapas de coberturas naturales y uso de la tierra, así como las dinámicas de cambio para los diferentes periodos temporales.

1 Killeen, T.; Calderón, V.; Soria, L.; Quezada, B.; Steininger, M.; Harper, G.; Solórzano, L.; Tucker, C. 2007. *Thirty years of land-cover change in Bolivia*. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 36 (7), 600–606.

2 Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. 2008. Análisis del Cambio en la Cobertura del Suelo dentro de las Áreas Protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia (SNAP) para el periodo 2005-2007. Informe técnico no publicado.



Por otra parte, la Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN) ha publicado un mapa de deforestación para las tierras bajas y los yungas de Bolivia en los periodos de 2000-2005-2010³.

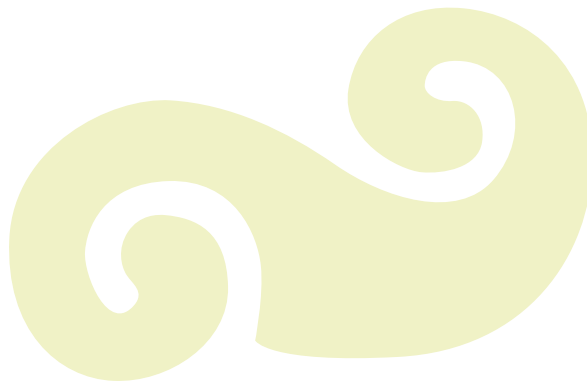
La información sobre cambio de cobertura vegetal permite conocer el estado de conservación de los ecosistemas y las presiones actuales o potenciales, elementos que son fundamentales para la conservación de la biodiversidad, el manejo de los recursos naturales y el desarrollo de las poblaciones humanas en general. Los análisis posteriores de cambios ocurridos en la cobertura vegetal natural, especialmente referida a la cobertura de bosque, determinando su localización y extensión, patrones de cambio en coberturas y dinámicas de regeneración, entre otros, son fundamentales para la gestión territorial, principalmente para la planificación territorial enfocada hacia el desarrollo y la conservación en las diferentes niveles de gestión territorial (áreas protegidas, gobernaciones y municipios, entre otros) dado que brinda información importante para la toma de decisiones oportunas en diversas temáticas que permita minimizar o atenuar los impactos ambientales sobre el patrimonio natural del país.

Se han incluido en este estudio los bosques de las siguientes ecorregiones: yungas bolivianos; yungas del sur de los Andes; bosque húmedo del sudoeste de la Amazonía; bosque seco chiquitano; chaco; y bosques secos montanos de Bolivia.



3 Cuéllar, S.; Rodríguez, A.; Arroyo, J.; Espinoza, S.; Larrea, D.M. Mapa de deforestación de las Tierras Bajas y los Yungas de Bolivia 2000- 2005-2010. Proyección Sistema de Coordenadas Geográficas, DatumWGS84, Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN), Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 2012. Un mapa col. 75 x 70 cm.

2. METODOLOGÍA



El área de análisis para el presente trabajo incluye la vertiente oriental de los Andes de Bolivia, que comprende las cuencas del Amazonas y del Plata. Dentro de ésta, el análisis se centró en el área de bosques (Figura 2).

Los datos de deforestación y regeneración para esta área seleccionada fueron obtenidos a partir de mapas de cambio de cobertura entre 1990-2000 y 2000-2010, y preparados en base a mapas de cobertura de la tierra de los años 1990, 2000 y 2010. La elaboración de los mapas y el análisis de cambio contemplan las siguientes etapas: i) Preparación de mapas de cobertura; y ii) Análisis del cambio de cobertura. El proceso general se presenta de manera esquemática en la Figura 1.

2.1 Preparación de mapas de cobertura

Para la preparación de los mapas de cobertura de 1990 y 2000 se utilizaron imágenes de satélite de los periodos 1991-1992 y 2000-2001 del proyecto de NASA *Geocover*, de acuerdo a lo explicado por Harper et al. 2008 en Killeen et al. 2007. Para la preparación del mapa de cobertura de 2010 se utilizaron imágenes del satélite Landsat 5 TM, las que se encuentran en el sitio del *Global Visualization Viewer* del Servicio Geológico de los Estados Unidos, *GloVis* (<http://glovis.usgs.gov/>) y en el sitio del *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais* de Brasil, *INPE* (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>). En la mayoría de los casos se seleccionaron imágenes de época seca ya que existe mayor probabilidad de que se encuentren libres de nubes, lo cual es fundamental para el mapeo y el monitoreo de las coberturas naturales y cambios. Debido a la baja disponibilidad de imágenes sin cobertura de nubes se han utilizado imágenes de diferentes fechas.

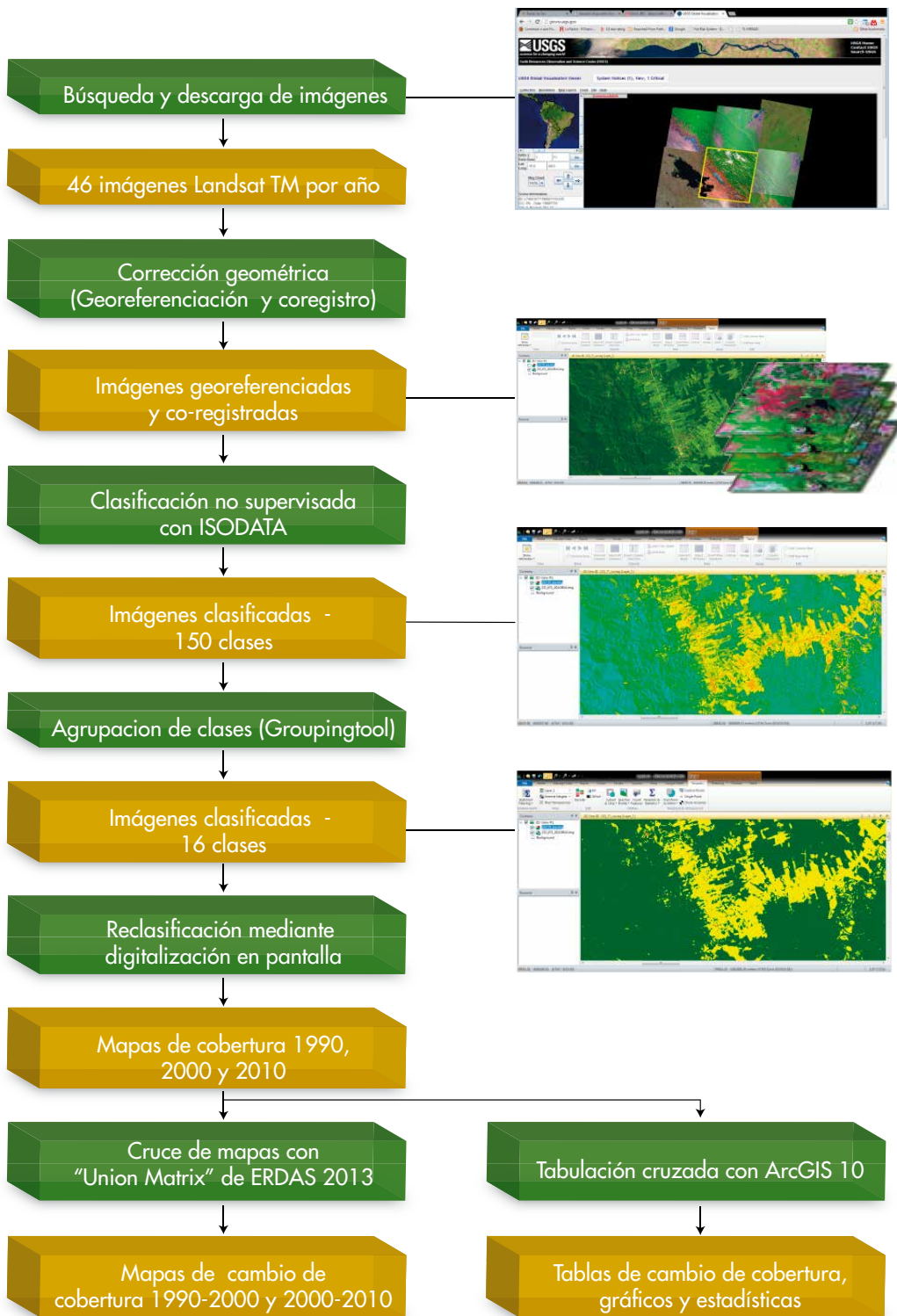


Figura 1. Secuencia metodológica para el procesamiento y análisis de imágenes satelitales, preparación de mapas de cobertura y análisis de cambio de cobertura.

Una vez obtenidas las imágenes (un total de 46 escenas para todo el territorio nacional) se procedió a realizar la corrección geométrica de cada imagen. Luego se realizó un co-registro entre imágenes de la misma escena para los diferentes años analizados. Una vez corregidas, se procedió a la clasificación de imágenes, para cada escena, tomando en cuenta los siguientes pasos:

Paso 1. Clasificación no supervisada con el algoritmo ISODATA (Tou & González, 1974¹; ERDAS, 2010²).

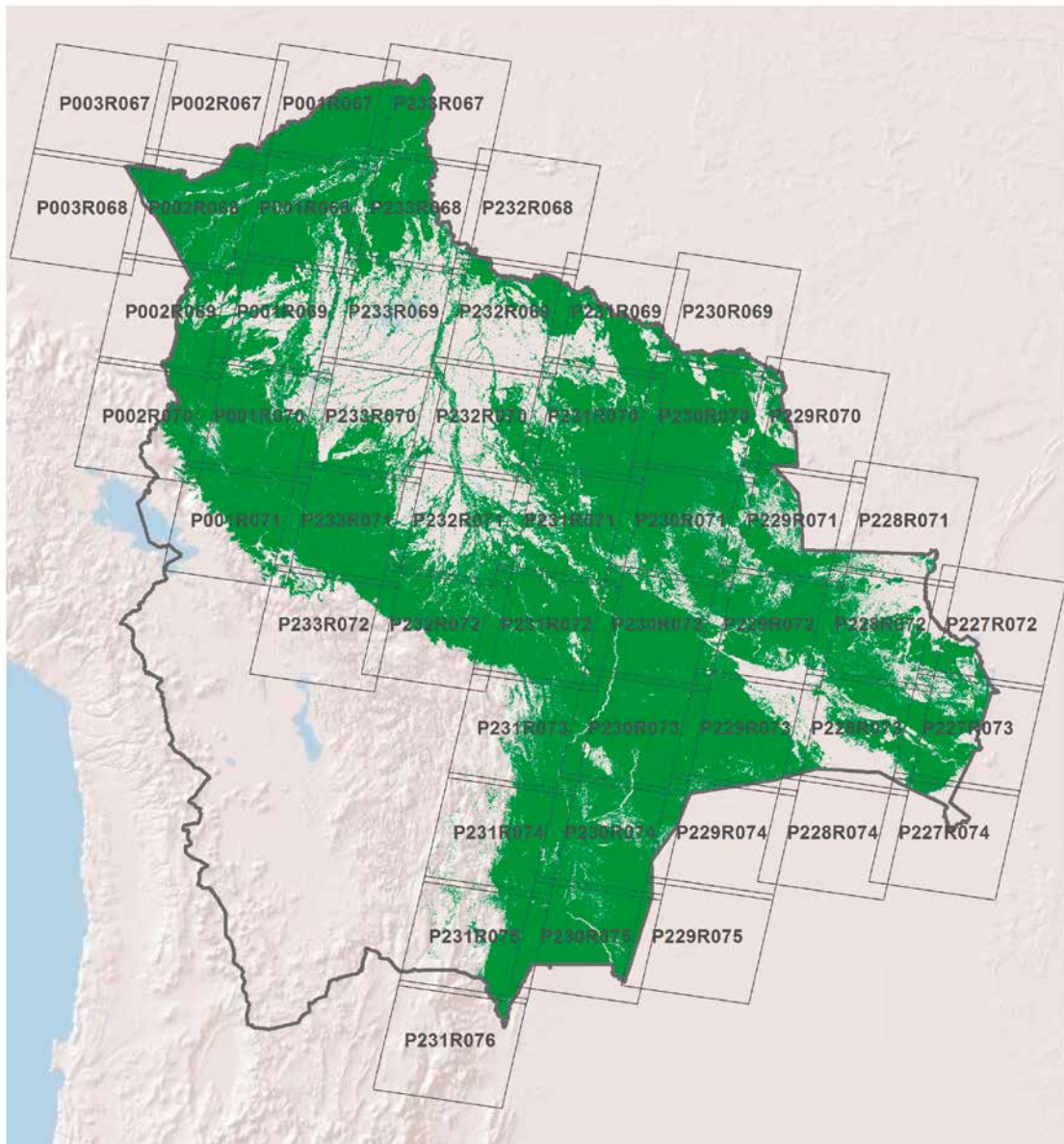


Figura 2. Cobertura de escenas *Landsat* utilizadas y superficie de bosque analizada en este trabajo.

1 Tou, Julius T. and Rafael C. González. 1974. *Pattern Recognition Principles*. Addison-Wesley Publishing Co.

2 ERDAS *Field Guide*, 2010. 4th ed., Atlanta, ERDAS Inc.



ISODATA significa Técnica de Análisis de Datos Iterativa y Auto-Organizativa (*Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique*, por su nombre en inglés). Este algoritmo agrupa los píxeles de una imagen multiespectral en clústeres mediante la comparación estadística de los valores de cada píxel respecto a valores medios de cada clúster. Esta agrupación se ajusta en 10 iteraciones, en las cuales se ajusta también el valor de la media de cada clúster. Para realizar esta clasificación el usuario solamente indica el número de clases que desea obtener como resultado y el número de iteraciones. En el caso de las imágenes procesadas, se obtuvieron inicialmente 150 clases en 10 iteraciones.

Paso 2. Proceso de clasificación supervisada que permite agrupar clases aun no identificadas en una clase conocida. Por ejemplo, de 20 clases generadas con ISODATA como bosque se las agrupa en una. Con este proceso se redujo las 150 clases pre-clasificadas con ISODATA en 16 clases predefinidas. Para ello se utiliza una aplicación de agrupación de ERDAS (*Grouping Tool*) que contiene una serie de herramientas estadísticas y gráficas que facilitan la agrupación objetiva de las diferentes clases mediante un análisis de agrupación (dendrograma), basándose en distancias euclidianas.

Las 16 clases de cobertura predefinidas para este paso fueron las siguientes: bosque, bosque chaqueño, cerrado, sabanas, puna y matorrales andinos, humedales, cuerpos de agua, nieve, áreas naturales sin cobertura vegetal, deforestación, conversión en chaco, conversión en cerrado, conversión en sabana y humedales, conversión en puna y matorrales andinos, áreas urbanas, y vegetación en regeneración.

Paso 3. Reclasificación manual mediante digitalización en pantalla mediante la utilización de polígonos personalizados, que capturan los píxeles que deben ser reclasificados, dándoles el valor deseado de la clase final. Como resultado del paso de los procesos no supervisados y supervisados de agrupación de píxeles explicados en los pasos 1 y 2, pueden quedar píxeles que espectralmente pertenecen a distintas clases dentro de un espacio dominado por una clase, que el operador reclasifica a la clase dominante.

Paso 4. Unión digital de todas las escenas clasificadas formando un mosaico que muestra la cobertura de toda Bolivia con una unidad mínima de mapeo de 0,3 hectáreas. Con esta información se elaboraron los tres mapas de cobertura, para los años 1990, 2000 y 2010.

2.2. Análisis del cambio de cobertura

De las 16 clases de cobertura clasificadas, por el enfoque del presente trabajo, el análisis del cambio de cobertura se restringió a cinco clases: bosque, bosque chaqueño, área deforestada de bosque, área deforestada en bosque chaqueño y vegetación secundaria. Luego, estas cinco clases se agruparon en tres clases: bosque (bosque + bosque chaqueño); deforestación (deforestación + conversión en chaco); y vegetación en regeneración.

Los mapas de cambio de cobertura por acción humana en áreas de bosque fueron obtenidos mediante el cruce de los mapas de cobertura de vegetación de los años 1990 y 2000 y 2010 con la herramienta *Union Matrix* de ERDAS 2013. De esta manera, para obtener el mapa de cambio para el periodo 1990-2000 se cruzaron los mapas de cobertura de 1990 y 2000 (Figura 3 y mapa desplegable adjunto). De la misma manera, para obtener el mapa de cambio para el periodo 2000-2010 se cruzaron los mapas de cobertura de 2000 y 2010 (Figura 4 y mapa desplegable adjunto). Luego, para realizar los análisis presentados en este

documento, los datos numéricos de cambio de cobertura se obtuvieron en tablas cruzadas con la herramienta *Tabulate area* de ArcGIS 10 (Anexos 1 y 2).

La deforestación dentro de cada periodo corresponde principalmente al siguiente cambio de cobertura: de área de bosque natural a áreas de ganadería y agricultura (ver en anexos 1 y 2 las celdas en fucsia).

La regeneración corresponde principalmente a los siguientes cambios de cobertura: áreas deforestadas previamente, donde la cobertura boscosa natural fue cambiada originalmente por intervención humana, de manera primordial para el establecimiento de agricultura y ganadería, que cambian a áreas con vegetación frondosa que en el año de análisis final se encuentran en diferentes procesos de sucesión de bosque (ver en anexos 1 y 2 las celdas en anaranjado).

Las áreas sin cambio corresponden a las clases de bosque, deforestación y vegetación en regeneración que se mantienen entre los periodos inicial y final de análisis (ver en anexos 1 y 2 las celdas en tonos de verde y de fucsia y anaranjado claros).

La evaluación de la cobertura de vegetación en periodos de 10 años puede no mostrar algunos cambios que ocurren en lapsos más cortos. Por ejemplo, áreas de bosque que hubieran sido deforestadas al año siguiente de inicio del periodo de análisis, y que luego han sido abandonadas, y al final del periodo se observan como vegetación en regeneración, se podría asumir erróneamente que son áreas con bosque en proceso de degradación. Para muchos de esos casos se necesitan estudios en periodos más cortos.

Además, se han observado otros cambios como resultado de la dinámica de los ecosistemas naturales y se reflejan en los cambios que existen entre coberturas naturales. Por ejemplo, debido a una inundación se puede perder un bosque, mientras que en otras áreas donde los ríos han abandonado su cauce se observan bosques u otra vegetación en proceso de regeneración natural. Lo mismo sucede en sabanas, bosques, etc.



3. RESULTADOS



Este estudio presenta los cambios de cobertura de la vegetación en Bolivia en los periodos 1990-2000 (Figura 3) y 2000-2010 (Figura 4). Los resultados presentan, primero, los cambios en el conjunto de los bosques de Bolivia; en la segunda parte analiza los cambios en los bosques por departamento y, finalmente, en la tercera parte analiza los cambios en las áreas protegidas con bosque del país. En cada caso se destaca principalmente los cambios por deforestación y por regeneración natural. Considerando que el trabajo se centra en bosques y la influencia humana sobre éstos, se han excluido del análisis los cambios en otras clases de cobertura.

3.1. Pérdida y regeneración de bosque en Bolivia

En 1990 Bolivia tenía 56.7 millones de hectáreas de bosque. En el periodo 1990-2000 se perdieron principalmente por deforestación 1.5 millones de hectáreas, quedando la superficie de bosque reducida a 55 millones de hectáreas. Estas hectáreas de bosque, disminuyeron a 52.5 millones de hectáreas en el periodo que va del 2000 al 2010 principalmente por la deforestación ocurrida en un área de 2.1 millones de hectáreas (Figura 5)¹. Esta información, sumada a los datos de deforestación muestran que existe una tendencia hacia la pérdida de bosques y aumento de la deforestación (Figura 6).

En la mayoría de los casos, la causa de la pérdida de bosque fue el cambio de cobertura por interacción humana (agricultura y ganadería), aunque una parte menor se perdió

¹ Obsérvese que la suma del área deforestada con el bosque remanente al final de cada periodo no corresponde a la superficie del bosque inicial, esto sucede debido a que el bosque no solamente se pierde o aparece por acción del hombre, también se dan cambios naturales que afectan la cobertura. También pueden ocurrir cambios que derivan en el cambio de bosques a áreas en regeneración, sobre las cuales no se sabe con certeza si son producto de la degradación o de la recuperación después de una deforestación ocurrida durante el periodo de análisis de 10 años.



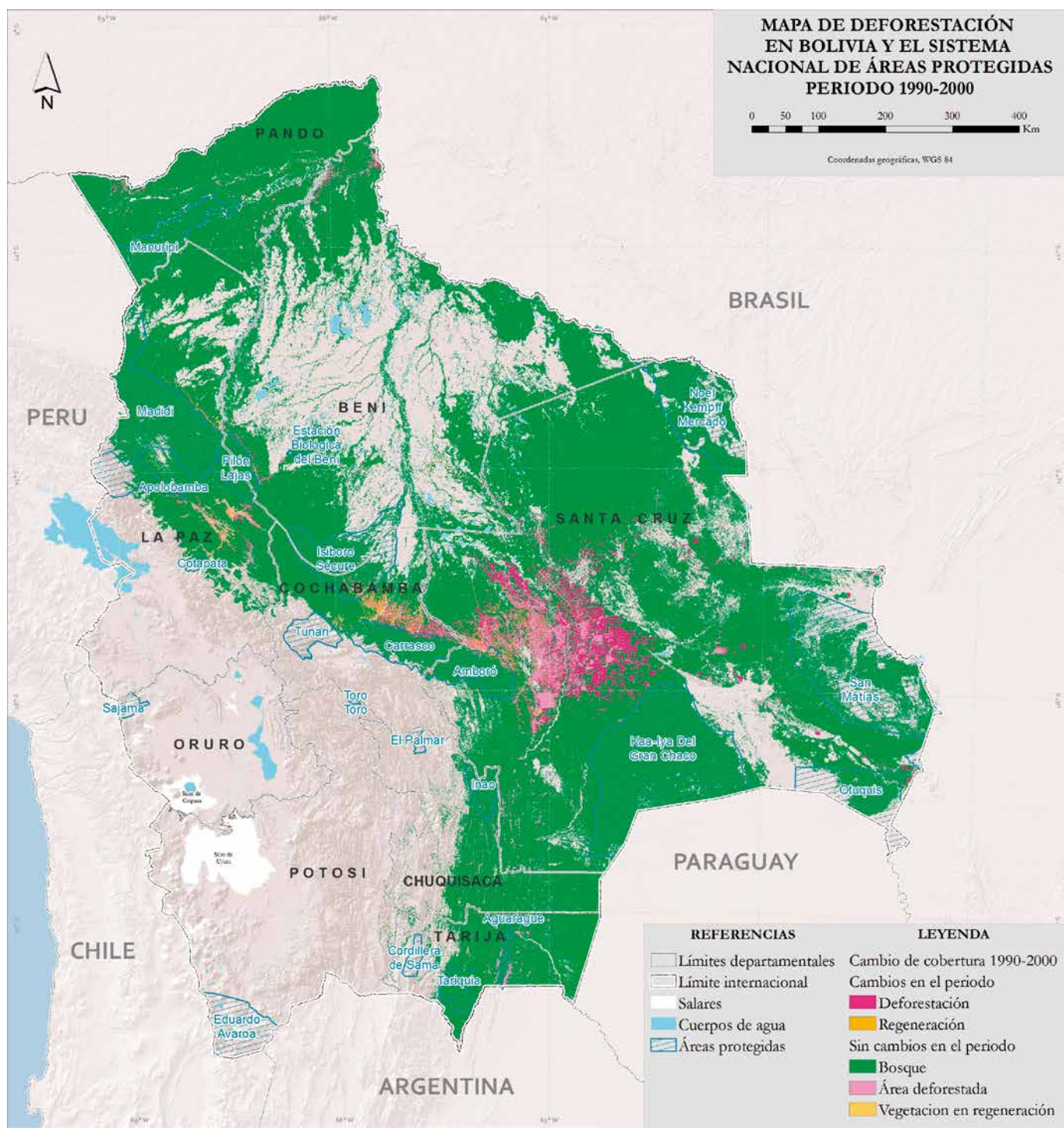


Figura 3. Mapa de cambio de cobertura de vegetación en Bolivia para el periodo 1990-2000.

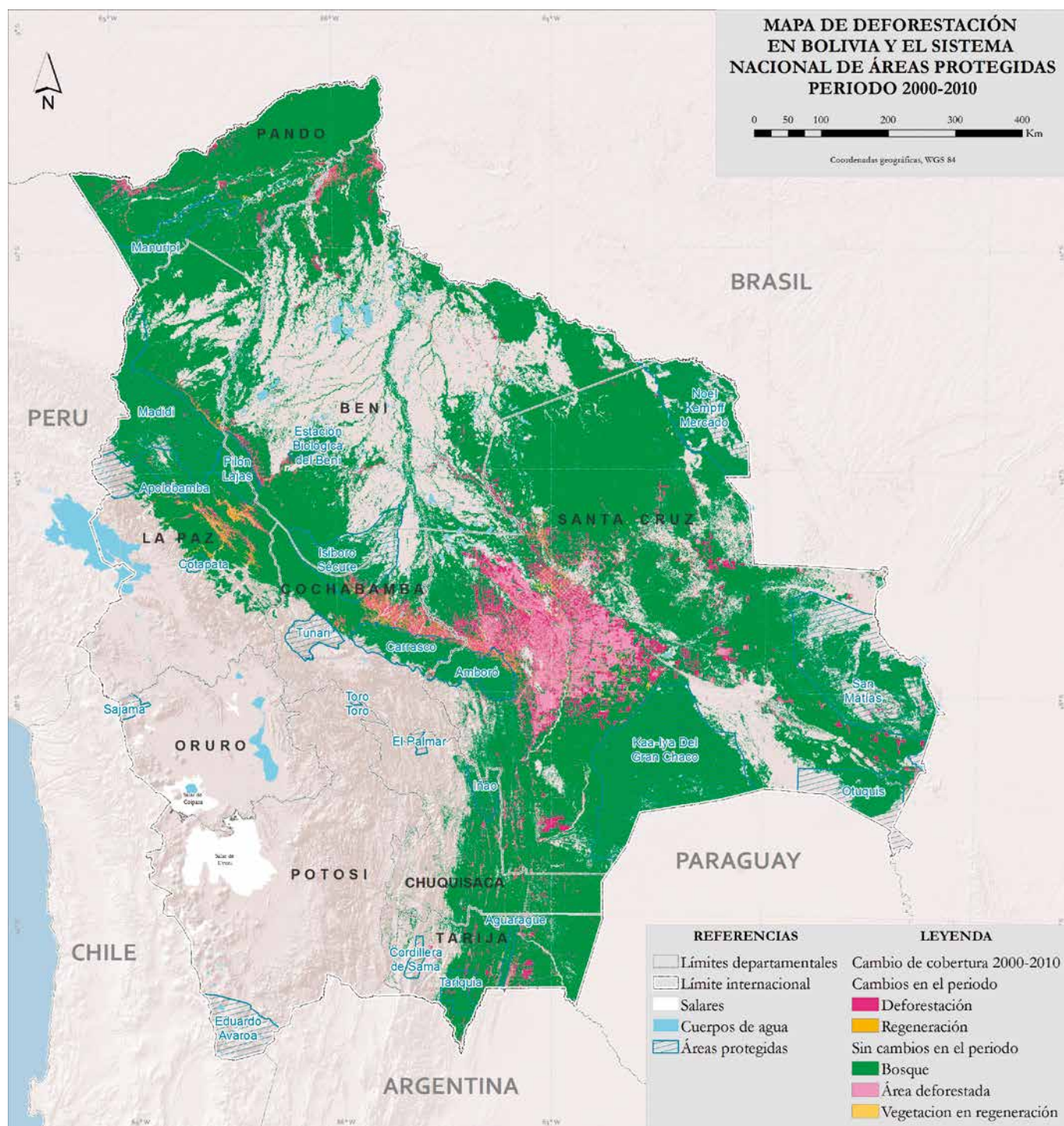


Figura 4. Mapa de cambio de cobertura de vegetación en Bolivia para el periodo 2000-2010.

probablemente por otras causas: la dinámica de los ecosistemas y la actividad humana indirecta (Anexo 1). Este tipo de cambio así como otros que se deben a la dinámica natural de los ecosistemas merecen un análisis más detallado en periodos más cortos.

Por otro lado, uno de los aportes de este documento es la presentación de datos sobre regeneración natural, los cuales no fueron analizados en estudios anteriores, y más bien eran añadidos a los datos de deforestación aparentando una situación estática de los ecosistemas de bosque, donde se asumía que la deforestación iría aumentando exponencialmente y afectaría solamente a áreas de bosque natural. En contraposición, aunque no se analiza en este documento, los mapas presentados junto a esta publicación (Ver CD adjunto) permitirán analizar otros cambios como deforestación sobre áreas en regeneración, intercambios entre coberturas naturales, etc. Sin embargo, se debe indicar que la metodología de clasificación de los mapas de cobertura de los años 1990 y 2000 puede esconder en cierta medida los cambios entre coberturas naturales y la regeneración natural, es por ello que es significativamente menor a los números correspondientes al segundo periodo.

En este sentido, se ha observado que la superficie en proceso de regeneración natural equivalía al 7% y 35% de la deforestación observada en los dos periodos analizados, 1990-2000 y 2000-2010, respectivamente, es decir, que más de 120.000 hectáreas identificadas como deforestadas en 1990 se encontraban en regeneración en el año 2000, mientras que más de 700.000 hectáreas identificadas como deforestadas en 2000 se encontraban en regeneración en 2010. Finalmente, se debe mencionar que al momento de interpretar el área en regeneración, se debe considerar que se trata de un área que previamente ha sido deforestada.

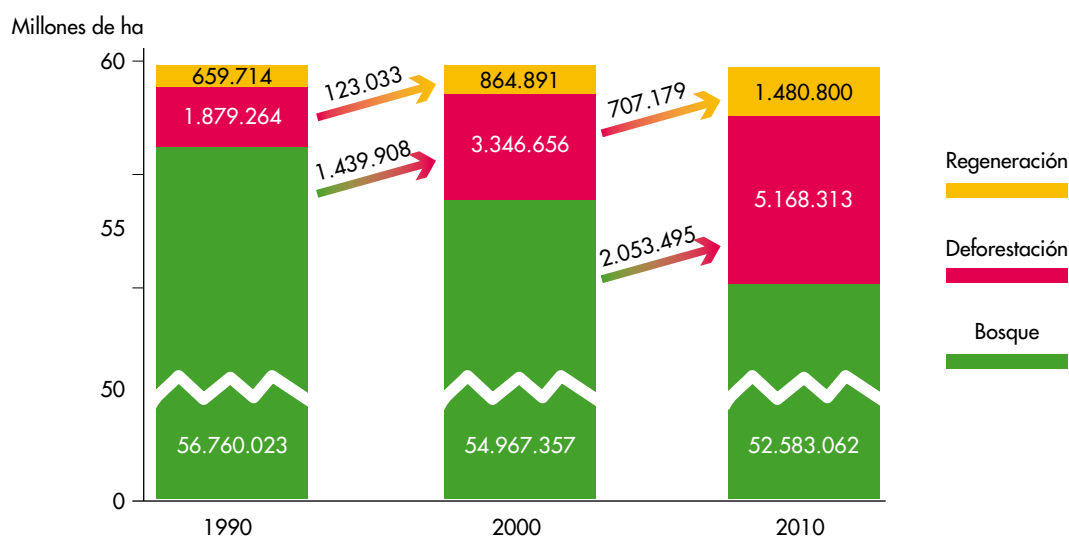


Figura 5. Deforestación y regeneración natural en Bolivia, entre los periodos 1990-2000 y 2000-2010.

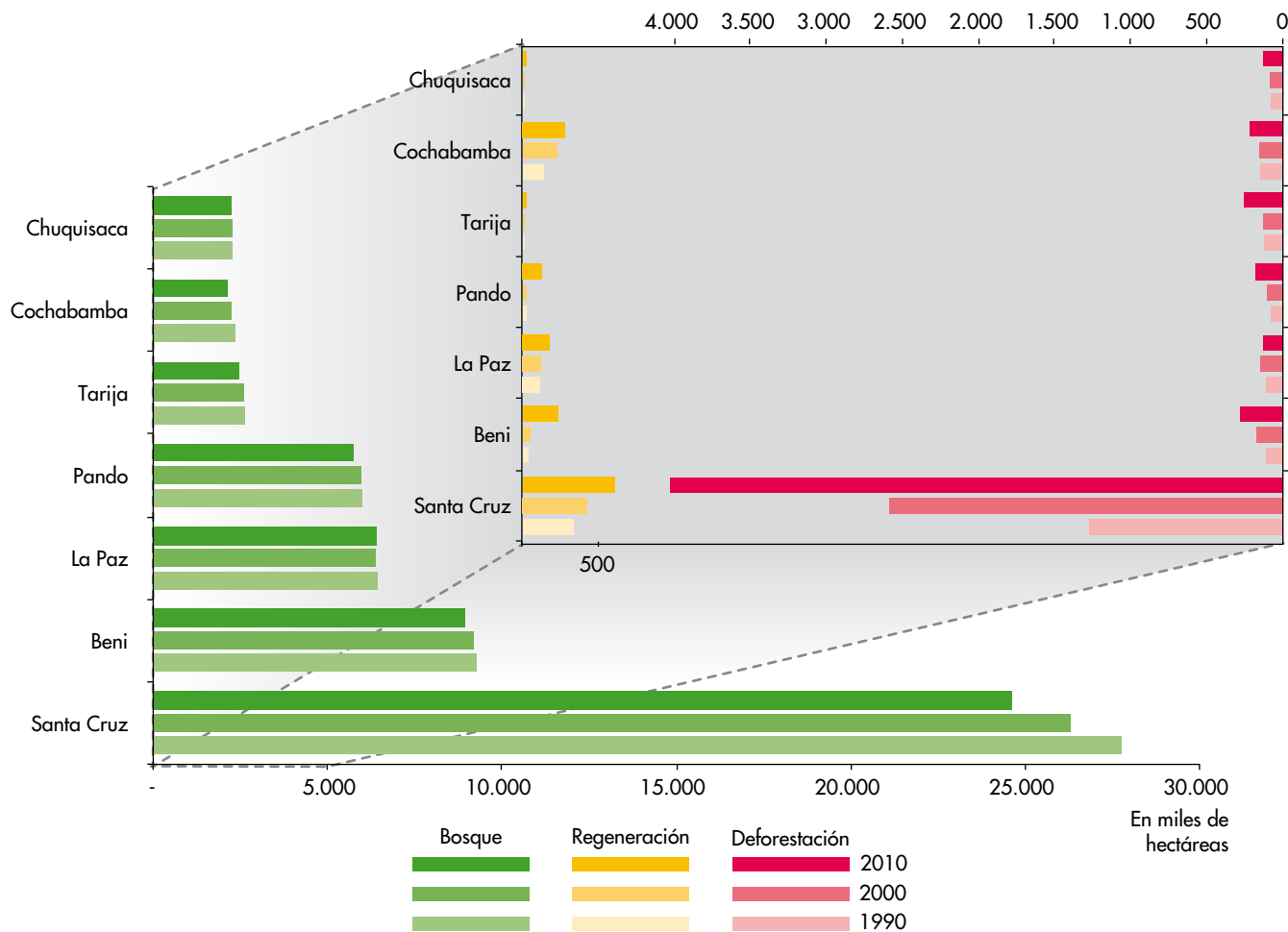


Figura 6. Áreas de bosque, regeneración y deforestación por departamento de Bolivia para los años 1990, 2000 y 2010.

3.2. Pérdida y regeneración de bosque por departamento

La mayor parte de los bosques de Bolivia se hallan en Santa Cruz (47% con datos al 2010), le siguen Beni, La Paz y Pando (Figuras 6 y 7; Tabla 1a), siendo este último el que tiene mayor cobertura de bosques con relación a la superficie departamental.

La mayor área deforestada por departamento se encuentra en Santa Cruz, con más de 4 millones de hectáreas detectadas en 2010 y más que en otros departamentos en 1990 y 2000. Le siguen Beni, Cochabamba y Tarija (Tabla 1b) y en menor medida se detecta en La Paz, Pando y Chuquisaca. Sin embargo, como proporción a la superficie de bosques en cada departamento, el orden cambia. Santa Cruz y Beni se mantienen primeros en deforestación, sin embargo, le siguen Cochabamba y Tarija, que tienen poco bosque pero alta deforestación (Figura 7). Por el contrario, La Paz presenta baja deforestación con relación a su área de bosques.

De la misma manera que en el área de bosque y deforestación, Santa Cruz es el departamento que presenta mayor regeneración (Tabla 1c y Figura 6) para los años de estudio 1990, 2000 y 2010. Le siguen Cocha-

bamba y La Paz y luego Beni, que tiene un incremento importante en regeneración, claramente vinculado al incremento de la deforestación para el año 2010. Estos datos muestran con claridad la relación entre deforestación previa y regeneración. El departamento que muestra mayor regeneración con relación a su área total de bosque para los años de estudio es Cochabamba (Figura 7), demostrando importante deforestación en años pasados a las fechas de estudio.

Tabla 1. Áreas de: a) Bosque; b) Deforestación; y c) Regeneración por departamento para los años 1990, 2000 y 2010.

a) Bosque (en hectáreas)			
	1990	2000	2010
Santa Cruz	27.754.656	26.307.502	24.599.521
Beni	9.262.087	9.180.676	8.939.389
La Paz	6.430.573	6.380.524	6.403.756
Pando	5.997.884	5.968.290	5.771.803
Tarija	2.637.125	2.617.454	2.467.246
Chuquisaca	2.272.320	2.263.337	2.234.130
Cochabamba	2.356.404	2.249.573	2.120.127
Bolivia	56.711.049	54.967.357	52.535.971

b) Deforestación (en hectáreas)			
	1990	2000	2010
Santa Cruz	1.269.407	2.579.422	4.016.342
Beni	102.266	169.763	275.688
Tarija	118.003	122.750	246.090
Cochabamba	139.900	150.197	213.807
Pando	71.494	98.389	170.087
Chuquisaca	70.706	78.437	120.093
La Paz	105.857	144.276	118.832
Bolivia	1.877.633	3.343.233	5.160.939

c) Regeneración (en hectáreas)			
	1990	2000	2010
Santa Cruz	333.904	425.465	605.645
Cochabamba	133.039	226.992	280.967
La Paz	41.321	49.520	232.399
Tarija	116.452	123.937	177.735
Beni	24.202	26.085	130.094
Chuquisaca	2.994	2.960	28.442
Pando	7.075	9.037	25.116
Bolivia	658.987	863.996	1.480.398



Los cambios de cobertura vegetal en los departamentos para los periodos 1900-2000 y 2000-2010 muestran claramente a Santa Cruz con la mayor deforestación en ambos periodos: 1.3 millones de hectáreas y 2.1 millones de hectáreas, respectivamente (Tabla 2a); en términos porcentuales la deforestación de Santa Cruz representa el 86% del total nacional en el primer periodo y del 72% del total nacional para el segundo periodo. Le siguen en deforestación Beni, Tarija y Pando. Un dato muy importante es el incremento de deforestación entre periodos, donde destacan Tarija que aumentó 17 veces su deforestación entre el periodo 1990-2000 y 2000-2010; le siguen Chuquisaca con casi nueve veces, Pando con más de tres veces y Beni con más de dos veces.

La regeneración entre periodos para los departamentos con bosque de Bolivia (Tabla 2b) muestra a Cochabamba como el departamento que tuvo mayor regeneración en el primer periodo (1990-2010), como reflejo de deforestación pasada, y a Santa Cruz con la mayor regeneración para el segundo periodo (2000-2010). Los departamentos que han aumentado en mayor proporción la regeneración son Chuquisaca con casi 230 veces entre el primer y el segundo periodo y La Paz con más de 100 veces; les siguen Pando con casi 96 veces y Pando con 71 veces.



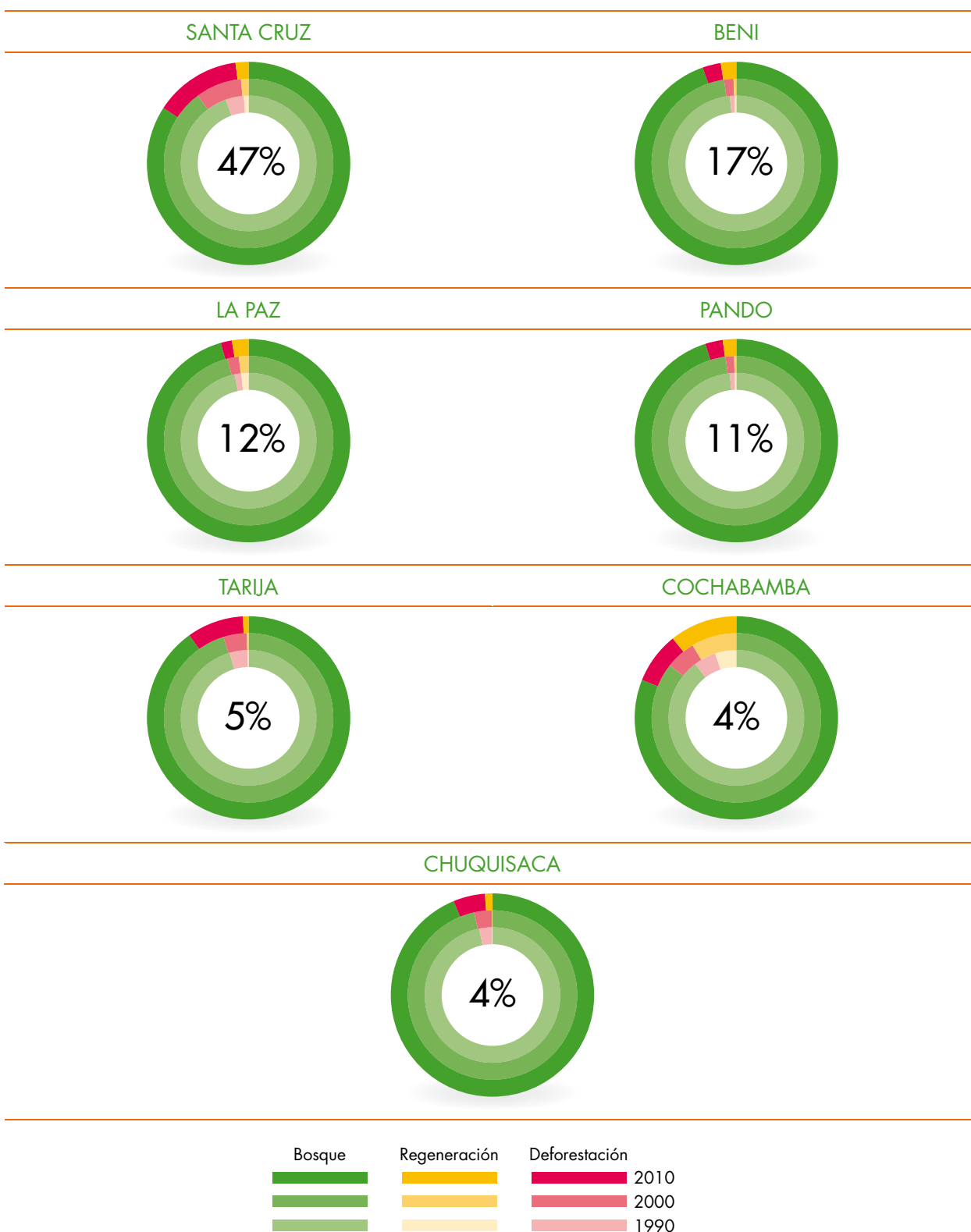


Figura 7. Distribución porcentual del área de bosque, deforestación y regeneración por departamento. El número al centro de los círculos representa el porcentaje de bosque que tiene cada departamento del total de bosque en Bolivia, con datos al 2010.

3.3. Pérdida y regeneración de bosque por área protegida

Las áreas protegidas nacionales resguardan el 22% de los bosques de Bolivia, con datos a 2010.

En el año 1990 las áreas protegidas nacionales tenían 12.38 millones de hectáreas de bosque. En el periodo 1990-2000 se perdieron principalmente por deforestación alrededor de 23.000 hectáreas, quedando la superficie de bosque reducida a 12.35 millones de hectáreas. Luego, con la pérdida por deforestación de 67.000 hectáreas el bosque de áreas protegidas disminuyó a 12.30 millones de hectáreas, en el periodo que va de 2000 al 2010 (Figura 8). Estos datos muestran que la pérdida de bosques en las áreas protegidas de Bolivia, en general, es muy baja. En el periodo 1990-2000 se perdió un 0,2% de los bosques dentro de áreas protegidas y el segundo periodo (2000 al 2010) un 0,5%.

La mayoría de las pérdidas de bosque fueron el resultado de cambios en la cobertura causados principalmente por intervención humana, orientados a la agricultura y ganadería, aunque una parte considerablemente menor se perdió por otras causas probablemente atribuibles a la dinámica de los ecosistemas (Anexo 2).

Tabla 2. Cambios de cobertura de bosque por departamento de Bolivia, para los periodos 1990-2000 y 2000-2010. a) Deforestación; y b) Regeneración.

	a) Deforestación			b) Regeneración	
	Periodo 1990-2000	Periodo 2000-2010		Periodo 1990-2000	Periodo 2000-2010
Santa Cruz	1,238,293	1,485,825	Santa Cruz	44,770	318,197
Tarija	8,646	150,379	La Paz	1,371	140,037
Beni	66,261	148,487	Cochabamba	68,409	84,400
Pando	25,970	98,452	Beni	982	70,399
Chuquisaca	7,654	68,294	Pando	431	41,353
La Paz	38,789	51,183	Tarija	6,876	28,321
Cochabamba	53,144	47,344	Chuquisaca	161	24,196
Bolivia	1,439,908	2,053,495	Bolivia	123,033	707,179

Se observa un incremento de la superficie en proceso de regeneración natural, que equivale al 60% y 77% del área deforestada observada en los dos periodos analizados, 1990-2000 y 2000-2010, respectivamente. Más de 14.000 hectáreas identificadas como deforestadas en 1990 se encontraban en regeneración en 2000; y más de 51.000 hectáreas identificadas como deforestadas en el año 2000 se encontraban en regeneración en 2010.

De las 16² áreas protegidas nacionales con bosque en Bolivia que se incluyen en el presente análisis, cuatro superan el millón de hectáreas de bosque (Figuras 9 y 10): Kaa-lya con 3.3 millones, Madidi y San Matías con 1.7 millones y Noel Kempff con 1.2 millones; las cuatro juntas cubren el 64% del bosque bajo resguardo de áreas protegidas en Bolivia, con datos a 2010.

La mayor parte de la deforestación en áreas protegidas, un 50% del total, se observa para el conjunto de los años de análisis en tres áreas protegidas: TIPNIS, Carrasco y Amboró (Tabla 3; Figura 9), tendencia que se presenta en los tres años estudiados (1990, 2000 y 2010). Dos áreas protegidas muestran un incremento muy importante en áreas deforestadas entre 1990 y 2010: Pilon Lajas, con 11 veces más área deforestada y Apolobamba con nueve veces más área deforestada.

Tariquíá, que redujo su área deforestada entre 1990 y 2000 en casi cuatro veces, la volvió a incrementar entre los años 2000 y 2010 en más de nueve veces.

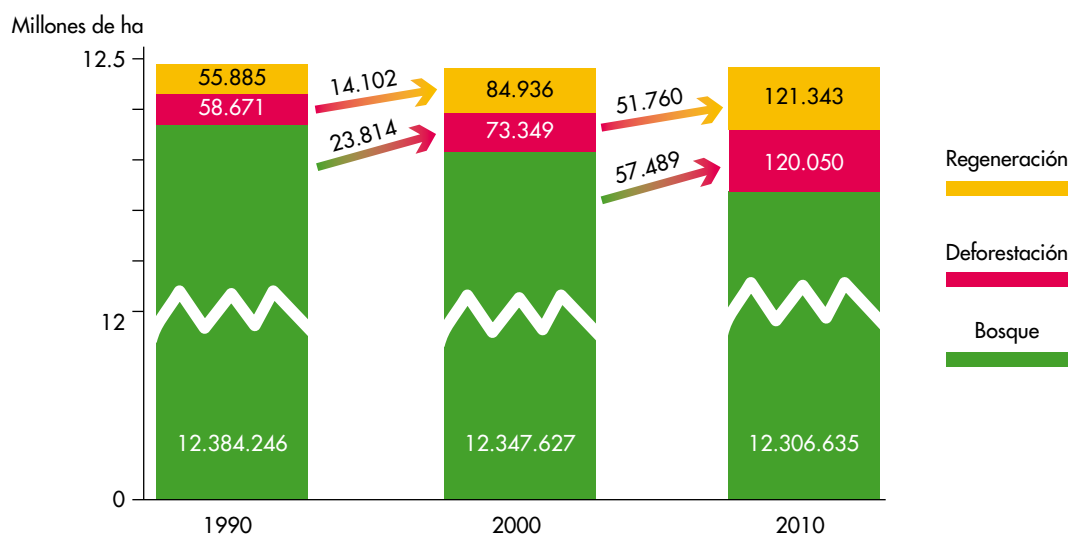


Figura 8. Deforestación y regeneración natural en las áreas protegidas de Bolivia, entre los periodos 1990-2000 y 2000-2010.

2 Las áreas protegidas con bosque que se incluyen en el presente trabajo son: **Parques Nacionales:** Carrasco, Noel Kempff Mercado (Noel Kempff *), Isiboro-Sécure (TIPNIS*); **Áreas Naturales de Manejo Integrado:** Apolobamba; **Parques Nacionales y Áreas Naturales de Manejo Integrado:** Amboró, Cotapata, Kaa-lya del Gran Chaco (Kaa-lya*), Madidi, Otuquis, San Matías, Serranía del Aguaragüe (Aguaragüe*), Serranía del Iñaño (Iñaño*); **Reservas de Vida Silvestre:** Manuripi-Heath (Manuripi*), Tariquíá; **Reservas de la Biósfera:** Estación Biológica del Beni (EBB*), Pilon Lajas.

* Nombres utilizados para el presente trabajo.

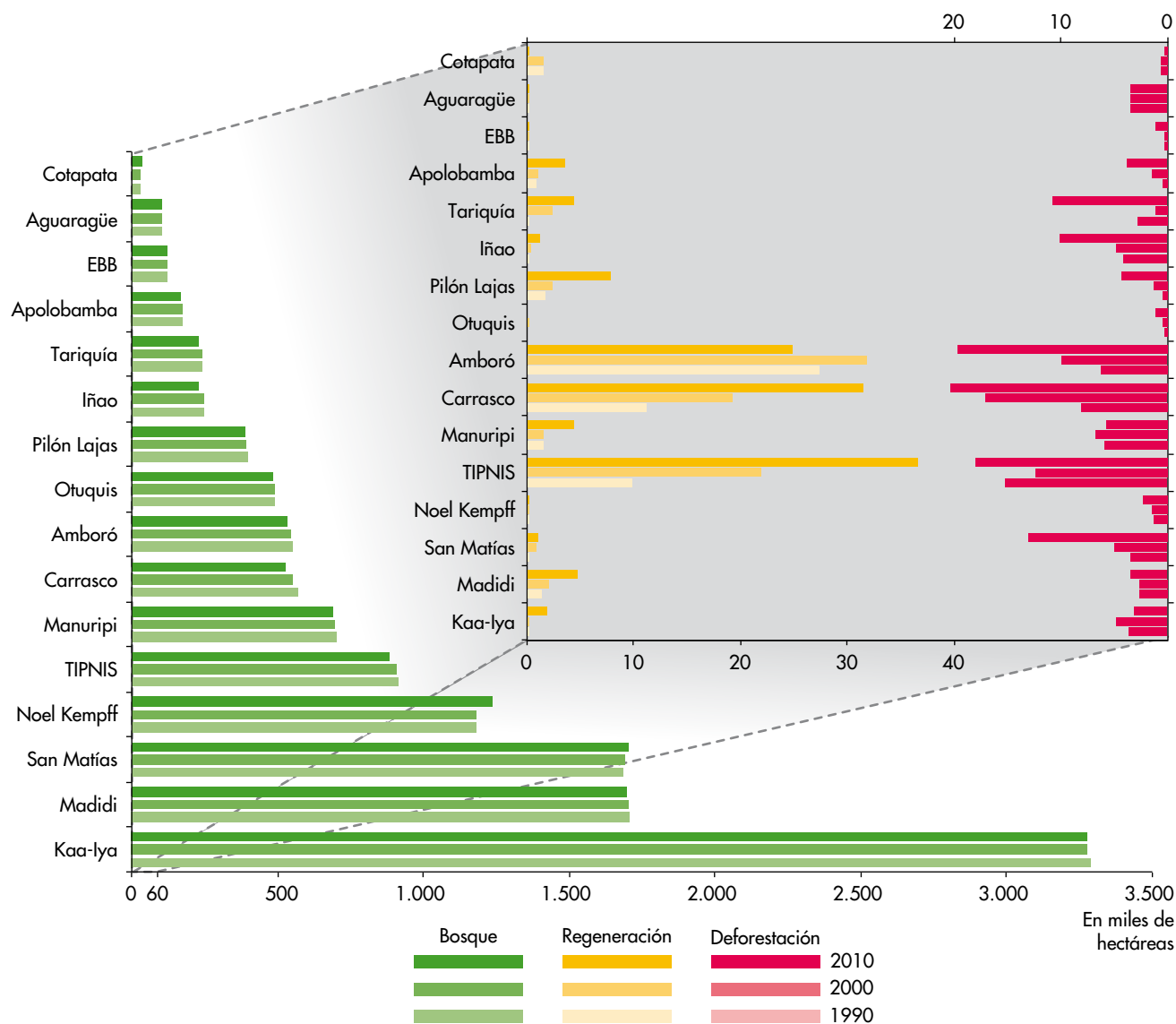


Figura 9. Áreas de bosque, regeneración y deforestación por área protegida nacional de Bolivia para los años 1990, 2000 y 2010.

La mayor parte de la regeneración en áreas protegidas, un 81% del total, se observa para el conjunto de los años de análisis en tres áreas protegidas: Amboró, TIPNIS y Carrasco (Tabla 3; Figura 9). Dos áreas protegidas muestran un incremento muy importante en áreas deforestadas entre 1990 y 2010: Kaa-lyá, con 65 veces más área regenerada y Tariquía con 18 veces más área regenerada.

Cuatro áreas protegidas muestran menor deforestación con relación a su área total de bosque, durante los tres años estudiados (1990, 2000 y 2010) (Figura 10): Kaa-lyá, Otuquis, Noel Kempff Mercado y Madidi. Por el contrario, para los mismos años de estudio, cuatro áreas muestran la mayor área deforestada con relación a su superficie total de bosque (Figura 10): Aguaragüe, Carrasco, Amboró y TIPNIS.

La regeneración se presenta para los tres años estudiados, como mayor con relación a su área total de bosques en cuatro áreas protegidas (Figura 10): Amboró, Carrasco, TIPNIS y Cotapata. Por el contrario, es muy baja en las mismas áreas donde se presenta baja deforestación: Kaa-lya, Otuquis, Noel Kempff Mercado y Madidi.

Como se puede ver en la Tabla 4a la mayor tasa de deforestación en áreas protegidas para el periodo 1990-2010 se da en tres de ellas con 51% del total de deforestación en áreas boscosas dentro de áreas protegidas de Bolivia: San Matías, Carrasco e Iñaño. En el primer periodo, 1990-2010, dos áreas protegidas mostraron las tasas más altas: Carrasco, con 10.394 hectáreas y Amboró con 2.534 hectáreas. Para el segundo periodo estudiado, entre 2000 y 2010 claramente destacan por su tasa de deforestación tres áreas: San Matías con 17.275 hectáreas, Tariquía con 7.682 hectáreas e Iñaño con 7.465 hectáreas.

Solamente Carrasco bajó su tasa de deforestación a casi la mitad entre los periodos 1990-2000 y 2000-2010, el resto de las áreas protegidas aumentaron su deforestación; destacan dos áreas que tuvieron un importante incremento: Madidi, que incrementó su deforestación en más de 100 veces, donde se debe indicar que para el primer periodo mostró una tasa de deforestación muy baja, de 27 hectáreas; y Tariquía que incrementó su tasa de deforestación en 16 veces.

Tabla 3. Áreas de: a) Bosque; b) Deforestación; y c) Regeneración por área protegida para los años 1990, 2000 y 2010.

a) Bosque (en hectáreas)			
	1990	2000	2010
Kaa-lya	3.277.959	3.276.627	3.277.145
San Matías	1.685.241	1.690.558	1.703.209
Madidi	1.703.641	1.702.689	1.697.616
Noel Kempff	1.180.318	1.180.152	1.236.626
TIPNIS	914.626	905.238	885.648
Manuripi	699.815	698.889	689.616
Amboró	552.850	544.712	534.290
Carrasco	567.800	550.866	527.202
Otuquis	488.799	488.802	486.536
Pilón	396.106	394.612	386.249
Iñaño	246.638	245.952	230.401
Tariquía	240.526	239.824	227.939
Apolobamba	177.702	176.462	171.801
EBB	120.437	120.437	119.707
Aguaragüe	100.466	100.363	100.513
Cotapata	32.101	32.100	32.727
Áreas Protegidas	12.385.025	12.348.282	12.307.224

Tabla 3. Áreas de... continuación

b) Deforestación (en hectáreas)			
	1990	2000	2010
Carrasco	8.099	17.033	20.372
Amboró	6.262	9.965	19.644
TIPNIS	15.171	12.440	17.945
San Matías	3.360	4.969	13.045
Tariquía	54	1.160	10.678
Iñaño	4.172	4.695	10.044
Manuripi	5.883	6.744	5.749
Pilón	382	1.270	4.268
Apolobamba	411	1.505	3.692
Aguaragüe	3.406	3.509	3.391
Madidi	2.617	2.551	3.356
Kaa-lyá	3.648	4.781	3.047
Noel Kempff	1.312	1.372	2.326
Otuquis	329	399	1.158
EBB	330	331	1.145
Cotapata	686	687	288
Áreas Protegidas	56.122	73.409	120.148

c) Regeneración (en hectáreas)			
	1990	2000	2010
TIPNIS	9.753	21.845	36.545
Carrasco	11.032	19.120	31.497
Amboró	27.288	31.811	24.831
Pilón	1.645	2.382	7.711
Madidi	1.355	1.895	4.605
Tariquía	238	2.286	4.373
Manuripi	1.455	1.503	4.332
Apolobamba	843	959	3.431
Kaa-lyá	28	236	1.838
Iñaño	180	280	1.121
San Matías	196	805	954
EBB	60	60	115
Cotapata	1.560	1.560	31
Aguaragüe	206	206	30
Noel Kempff	14	38	7
Otuquis	0	7.56	0
Áreas Protegidas	55.853	84.992	121.419

La Tabla 4b nos muestra que la mayor regeneración en el periodo 1990-2010 se presentó en tres áreas protegidas, que representan el 49% del total de las áreas boscosas bajo protección: TIPNIS, Carrasco y Amboró. En el primer periodo, 1990, tres áreas destacan por su tasa de regeneración: TIPNIS con 8.314 hectáreas, Carrasco con 2.588 hectáreas y Tariquía con 2.030 hectáreas; mientras que para el segundo periodo, del 2000 al 2010 destacan Amboró con 11.876 hectáreas, Carrasco con 10.558 hectáreas y TIPNIS con 10.392 hectáreas.

Todas las áreas protegidas, con excepción de Tariquía, subieron su tasa de regeneración entre los periodos 1990-2000 y 2000-2010.



Tabla 4. Cambios de cobertura de bosque por área protegida nacional de Bolivia, para los periodos 1990-2000 y 2000-2010. a) Deforestación; y b) Regeneración.

	a) Deforestación (en ha)			b) Regeneración (en ha)	
	Periodo 1990-2000	Periodo 2000-2010		Periodo 1990-2000	Periodo 2000-2010
San Matías	1.503	8.127	Amboró	916	11.863
Tariquía	473	7.685	Carrasco	2.585	10.568
TIPNIS	4.143	7.427	TIPNIS	8.318	10.395
lñao	622	5.856	Kaa-lya	1	4.359
Carrasco	10.394	5.557	Manuripi	1	4.225
Amboró	2.530	4.608	Madidi	94	3.477
Apolobamba	1.104	3.274	Apolobamba	11	1.774
Pilón	843	3.188	Pilón	34	1.642
Madidi	26	2.722	Aguaragüe	0	1.056
Manuripi	856	2.534	Cotapata	0	1.045
Kaa-lya	1.073	2.442	lñao	100	645
Aguaragüe	0	1.236	Noel Kempff	24	289
Noel Kempff	84	1.227	San Matías	59	203
EBB	0	800	Tariquía	14	183
Otuquis	67	780	EBB	0	41
Cotapata	1	59	Otuquis	0	5
Áreas Protegidas	23.814	57.489	Áreas Protegidas	14.102	51.760

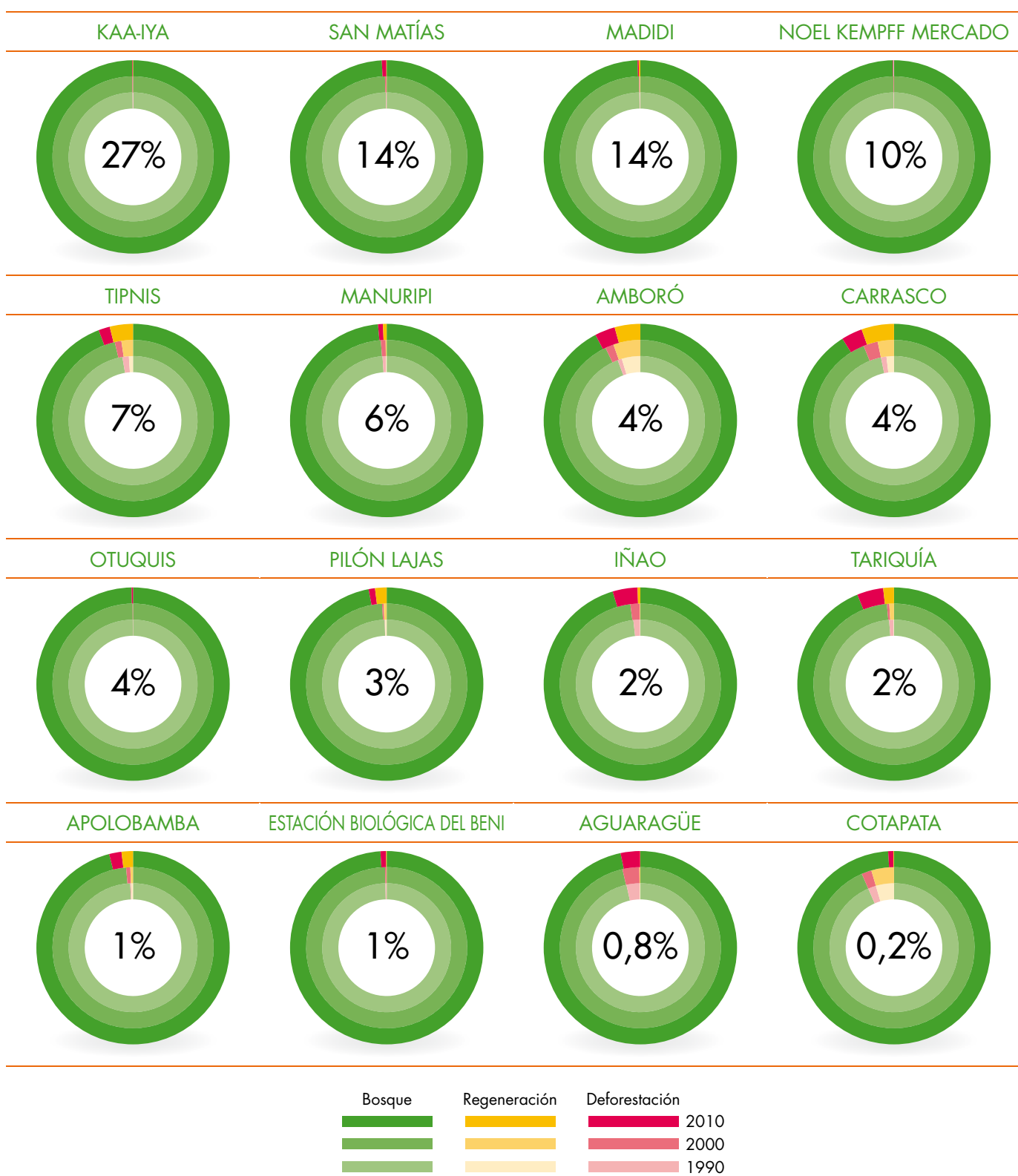
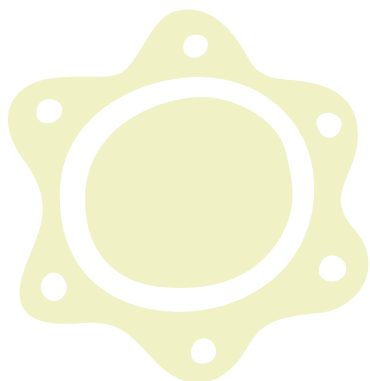


Figura 10. Distribución porcentual del área de bosque, deforestación y regeneración por departamento en Bolivia. El número al centro de los círculos representa el porcentaje de bosque que alberga cada área protegida respecto del total resguardado por todas las áreas protegidas nacionales, con datos al 2010.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



El presente estudio, bajo la metodología planteada y concertada entre varias instituciones, muestra una tendencia en la disminución paulatina de las superficies de bosques en Bolivia, mostrando que en la última década anualmente se perdieron más de 200.000 hectáreas de bosque. Consideramos que dicha pérdida es causada principalmente por el cambio de uso de suelos en nuestro país. Es importante tener en cuenta que la corroboración de las causas de deforestación son elementos que debieran acompañar tales afirmaciones, las cuales no se incluyen en esta sistematización por superar sus objetivos, por lo que se recomienda que dichos datos sean complementados, ampliados, profundizados y validados con trabajos *in situ* en las diferentes zonas y ecosistemas afectados.

A nivel del país, el departamento de Santa Cruz es el que cuenta con más superficie de bosque y presenta la mayor superficie identificada de deforestación; sólo este departamento alcanza casi el 80% de la pérdida de bosques en Bolivia.

A nivel de las áreas protegidas se observan procesos de pérdida de bosques, no obstante las superficies son mínimas o menores en relación a aquellas áreas que no están protegidas. La superficie deforestada afectada corresponde a menos del 1% de la superficie de bosque presente en las áreas protegidas. Asimismo, se destaca que al interior de las áreas protegidas se muestra altos valores de superficies en proceso de regeneración natural, atribuible en gran manera a los esfuerzos de conservación que realiza el Servicio Nacional de Áreas Protegidas como entidad administradora y gestora de estos espacios de gran valor en biodiversidad y reservorio de ecosistemas boscosos. Al respecto, es importante profundizar en futuros estudios la relación entre las categorías de conservación de cada una de las áreas protegidas y sus áreas deforestadas, considerando asimismo la ubicación de la deforestación en el contexto de cada una.

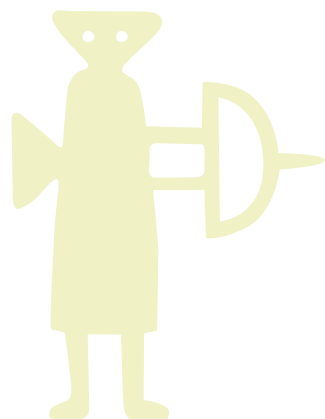
Finalmente, si bien este estudio brinda información y datos importantes que pueden ser una orientación para los diferentes actores institucionales y permiten realizar análisis específicos para los diferentes sectores, es importante mencionar que este trabajo es un primer intento de sistematizar datos y concertar una metodología sobre la compleja temática de deforestación y regeneración de bosque a nivel del país y de los áreas protegidas. Reconociendo las limitaciones del caso se recomienda realizar estudios y levantamientos de datos para su complementación y validación en campo a fin de tener resultados exactos al momento de brindar información oficial.

Sobre la metodología aplicada se ve que es imprescindible y urgente continuar con estudios de este tipo, a escala nacional, donde se recomienda tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- que los periodos sean similares; para ello se recomienda tomar lapsos de cinco años como mínimo para su actualización y/o repetición;
- que se aplique la misma metodología concertada; para ello recomendamos y proponemos la utilización de la metodología utilizada para este estudio a fin de poder contrastar los resultados y poder hacer un seguimiento y monitoreo de la deforestación;
- que se realicen estudios anuales sobre el cambio de la cobertura con la finalidad de entender de mejor manera los cambios naturales e inducidos por el hombre.



5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



Cuéllar, S.; Rodríguez, A.; Arroyo, J.; Espinoza, S.; Larrea, D.M. 2012. Mapa de deforestación de las Tierras Bajas y los Yungas de Bolivia 2000- 2005-2010. Proyección de Sistema de Coordenadas Geográficas, DatumWGS84, Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN), Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 2012. 1 mapa col. 75 x 70 cm.

ERDAS Inc. 2010, ERDAS *Field Guide*, USA.

Harper G.J., Steininger M.K., Killeen T.J., Talero Y., Sanabria M., Blanco Y., Martínez O., Vargas D., Ramírez D., Calderón V., Soria L., Quezada B. 2008. Andes Tropicales: Cobertura y Cambio de Bosque 1990-2000. Mapa escala 1:3.400.000. *Conservation Internacional*.

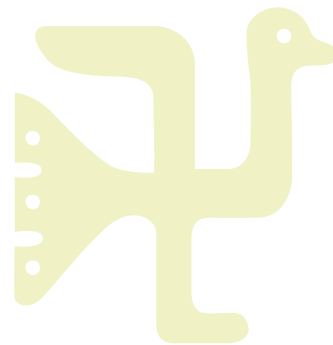
Killeen, T.; Calderón, V.; Soria, L.; Quezada, B.; Steininger, M.; Harper, G.; Solórzano, L.; Tucker, C. 2007. *Thirty years of land-cover change in Bolivia*. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 36 (7), 600–606.

Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. 2008. Análisis del Cambio en la Cobertura del Suelo dentro de las Áreas Protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia (SNAP), para el periodo 2005-2007. Informe técnico no publicado.

Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N., Underwood, E. C., D’Amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P., Kassem, K. R. 2001. *Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth*. *Bioscience* 51(11):933-938

Tou, Julius T. and Rafael C. González. 1974. *Pattern Recognition Principles*. Addison-Wesley Publishing Co.

6. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA UTILIZADA



- *Mapa de cobertura de 1990*

Harper G.J., Steininger M.K., Killeen T.J., Talero Y., Sanabria M., Blanco Y., Martínez O., Vargas D., Ramírez D., Calderón V., Soria L., Quezada B. 2008. Andes Tropicales: Cobertura y Cambio de Bosque 1990-2000. Mapa escala 1:3.400.000. *Conservation International*.

- *Mapa de cobertura de 2000*

Harper G.J., Steininger M.K., Killeen T.J., Talero Y., Sanabria M., Blanco Y., Martínez O., Vargas D., Ramírez D., Calderón V., Soria L., Quezada B. 2008. Andes Tropicales: Cobertura y Cambio de Bosque 1990-2000. Mapa escala 1:3.400.000. *Conservation International*.

- *Mapa de cobertura de 2010*

Servicio Nacional de Áreas Protegidas, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Conservación Internacional Bolivia. 2012. Mapa de cobertura de bosques de Bolivia en 2010.

- *Mapa de cambio de cobertura 1990-2000*

Servicio Nacional de Áreas Protegidas, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Conservación Internacional Bolivia. 2013. Mapa de cambio de cobertura 1990-2000.


- *Mapa de cambio de cobertura 2000-2010*

Servicio Nacional de Áreas Protegidas, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Conservación Internacional Bolivia. 2013. Mapa de cambio de cobertura 2000-2010.


ANEXOS

Anexo 1. Matrices de cambios de cobertura en Bolivia

Periodo 1990-2000


	Bosque	Deforestación	Vegetación en regeneración	Otras coberturas
Bosque	55.002.123	1.439.908	229.662	88.331
Deforestación	2.067	1.756.363	120.472	362
Vegetación en regeneración	493	144.756	513.396	1.069
Otras coberturas	13.405	5.629	1.362	28.605.313

Periodo 2000-2010


	Bosque	Deforestación	Vegetación en regeneración	Otras coberturas
Bosque	50.888.608	2.053.495	801.389	1.274.596
Deforestación	241.390	2.675.745	339.528	89.993
Vegetación en regeneración	126.261	438.172	268.285	32.173
Otras coberturas	1.326.803	902	71.598	27.292.568

Anexo 2. Matrices de cambios de cobertura en áreas protegidas

Periodo 1990-2000

	Bosque	Deforestación	Vegetación en regeneración	Otras coberturas
Bosque	12.337.793	23.814	20.059	2.579
Deforestación	489	44.572	13.611	0
Vegetación en regeneración	3	4.746	51.115	22
Otras coberturas	9.342	218	152	3.178.842

Periodo 2000-2010

	Bosque	Deforestación	Vegetación en regeneración	Otras coberturas
Bosque	12.028.645	57.489	61.241	200.251
Deforestación	14.351	35.924	20.103	2.971
Vegetación en regeneración	17.306	26.637	37.334	3.659
Otras coberturas	246.333	0	2.664	2.932.225



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA
VICEMINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE BIODIVERSIDAD, CAMBIOS CLIMÁTICOS
Y GESTIÓN Y DESARROLLO FORESTAL
SERVICIO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS
Calle Francisco Bedregal N° 2904
Teléfonos: (591-2) 2426268 - 2426272
www.sernap.gob.bo

Con el apoyo técnico y financiero de:

