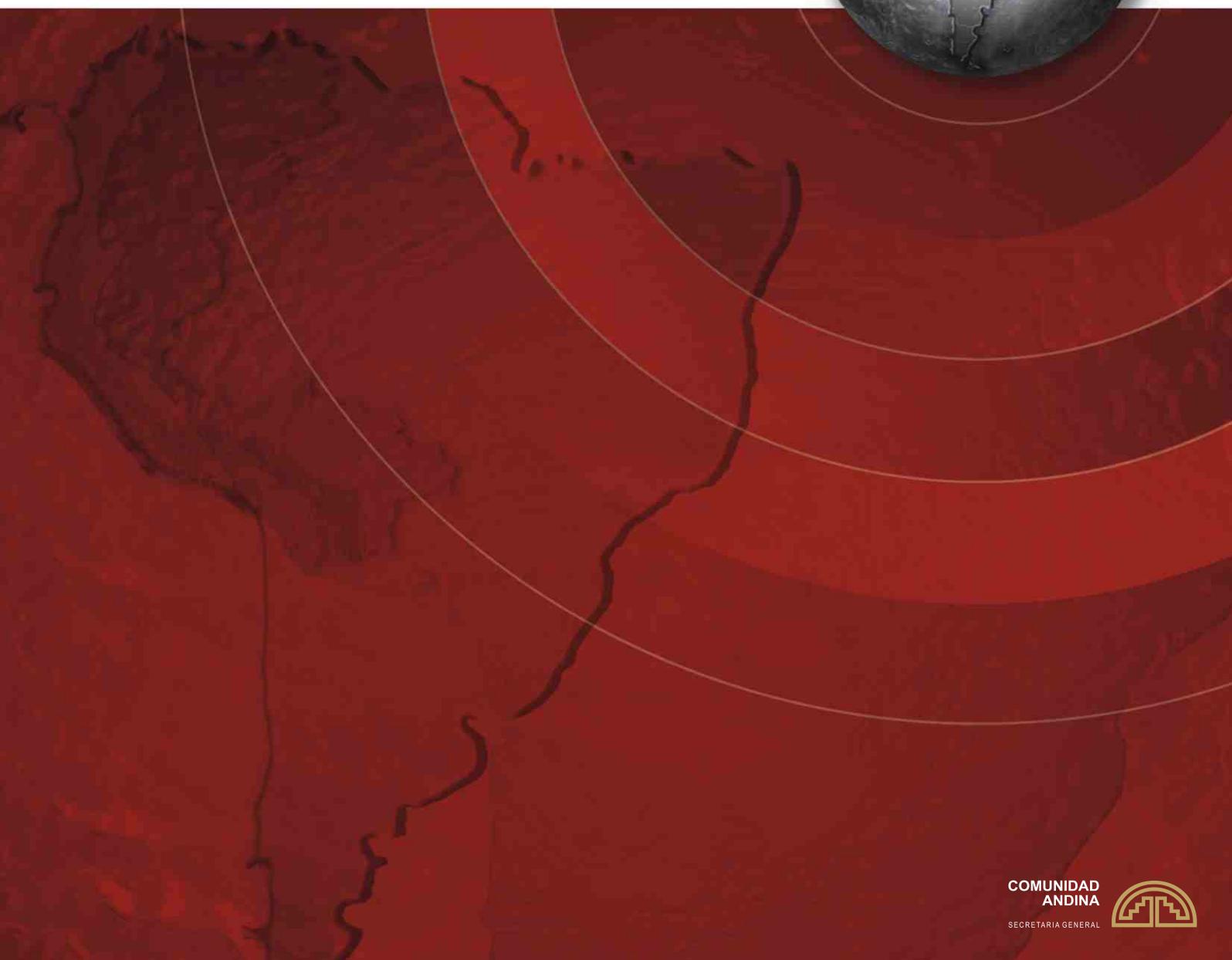
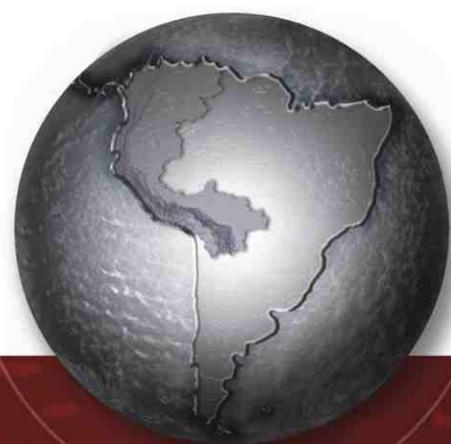


Ecosistemas
de los
Andes
del Norte y Centro







Ecosistemas
de los
Andes
del Norte y Centro





Foto: Robert Hofstede

Secretaría General de la Comunidad Andina

Av. Aramburú - Cuadra 4, Esq. con Paseo de la República,
San Isidro, Lima - Perú
Teléfono: (+511) 411-1400
Fax: (+511) 221-3329
www.comunidadandina.org

Coordinación técnica

Francisco Cuesta, CONDESAN
Carmen Josse, NatureServe
María Teresa Becerra, Secretaría General de la CAN

Cítese como:

Documento técnico:

Josse C., Cuesta F., Navarro G., Barrena V., Cabrera E.,
Chacón-Moreno E., Ferreira W., Peralvo M., Saito J. y
Tovar A. 2009. **Ecosistemas de los Andes del Norte y
Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y
Venezuela.** Secretaría General de la Comunidad Andina,
Programa Regional ECOBONA-Intercooperation,
CONDESAN-Proyecto Páramo Andino, Programa
BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, IAvH, LTA-UNALM,
ICAE-ULA, CDC-UNALM, RUMBOL SRL. Lima.

Mapa:

Josse C., Cuesta F., Navarro G., Barrena V., Cabrera E.,
Chacón-Moreno E., Ferreira W., Peralvo M., Saito J. y
Tovar A. 2009. **Mapa de Ecosistemas de los Andes del
Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y
Venezuela.** Secretaría General de la Comunidad Andina,
Programa Regional ECOBONA, CONDESAN-Proyecto
Páramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia,
NatureServe, LTA-UNALM, IAvH, ICAE-ULA, CDC-
UNALM, RUMBOL SRL. Lima.
www.infoandina.org/ecosistemasandinos

Diseño y diagramación:

Alejandra Chávez Subiría
(511) 99792-0759

Diseño de mapas:

José Antonio Saito

Impresión:

Nanuk E.I.R.L.
(511) 99417-3588

Edición general:

Francisco Cuesta, Carmen Josse y María Teresa Becerra

Derechos de reproducción:

Secretaría General de la Comunidad Andina
Año 2009

Este documento es el resultado del trabajo interinstitucional de la Secretaría General de la Comunidad Andina, el Programa Regional ECOBONA de Intercooperation, el Proyecto Páramo Andino de CONDESAN, el Programa BioAndes, NatureServe, EcoCiencia, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, el Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas-Universidad de Los Andes (ICAE-ULA), el Laboratorio de Teledetección- Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), el Centro de Datos para la Conservación-Universidad Nacional Agraria La Molina (CDC-UNALM), y RUMBOL SRL. La información contenida en este documento incorpora resultados de la discusión técnica de los autores y no representa necesariamente posiciones de la Secretaría General de la Comunidad Andina o los Países Miembros.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú
N° 2009-03568

ISBN: 978-9972-787-77-5



9 789972 787775

Equipo técnico:

El mapa de ecosistemas de los Andes del Norte y Centro fue posible gracias al trabajo técnico de las siguientes instituciones y personas en cada uno de los países andinos:

Bolivia

Gonzalo Navarro, RUMBOL
Wanderley Ferreira, RUMBOL

Colombia

Edersson Cabrera, Instituto Alexander von Humboldt

Ecuador

Manuel Peralvo, EcoCiencia
Francisco Cuesta, CONDESAN
Carmen Josse, NatureServe

Perú

Antonio Tovar, Centro de Datos para la Conservación, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina

José Saito, Centro de Datos para la Conservación, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina

Victor Barrena, Laboratorio de Teledetección Aplicada y SIG, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina

Venezuela

Eulogio Chacón, Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas. Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Mérida

Fuentes de Información temática:

El Mapa de Ecosistemas de los Andes fue elaborado utilizando la clasificación temática de sistemas ecológicos de NatureServe y sobre la siguiente información:

Bolivia: Mapa de Vegetación de Bolivia (Navarro & Ferreira 2007), Imágenes Landsat ETM y mosaicos geocover e Índices bioclimáticos (1Km).

Colombia: Mapa de Ecosistemas de los Andes Colombianos (laVH 2000), Base climática nacional (IDEAM 2000) e Índices bioclimáticos (1Km).

Ecuador: Mapa de Sistemas Ecológicos del Ecuador Continental (Peralvo *et al.* 2006), Mapa de uso y cobertura del suelo para el año 2000 (MAG-IICA-Clirsen 2002) e Índices bioclimáticos (1Km).

Perú: Mapa Forestal del Perú (INRENA 2000), 30 escenas Landsat TM de los años 1998 al 2000 e Índices bioclimáticos (1Km).

Venezuela: Mapa de Unidades Ecológicas del Estado de Mérida (Ataroff y Sarmiento 2003), 10 escenas Landsat TM de los años 2000-2001 e Índices Bioclimáticos ajustado (1Km).





Agradecimientos

La Secretaría General de la Comunidad Andina y las demás instituciones participantes de esta iniciativa agradecen el apoyo de las siguientes personas que han contribuido al logro de este importante resultado para la región:

Bert De Bièvre, Coordinador Regional del Proyecto Páramo Andino - CONDESAN
Galo Medina, Director Regional del Programa Regional ECOBONA-Intercooperation
Miguel Saravia, Coordinador - CONDESAN
María Argüello, Coordinadora Nacional en Ecuador del Programa Regional BioAndes
Rob Alkemade, Investigador de la Agencia Ambiental Holandesa
Michele Ataroff, Directora Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas - Universidad de Los Andes
Eugenia Ponce de León, Directora Instituto Alexander von Humboldt
Luis Daniel Llambí Cartaya, Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas - Universidad de Los Andes
Julia K. Smith, Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas - Universidad de Los Andes
Maximina Monasterio, Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas - Universidad de Los Andes
Roberto Kómetter, Coordinador Nacional en Perú del Programa Regional - ECOBONA
Walter Huamani, Viceministerio de Desarrollo Estratégico de Recursos Naturales, MINAM
Ignacio Lombardi, Profesor, Departamento Académico de Manejo Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina
Steffen Reichle, Director Científico Andes Sur - TNC
Henry Campero, Director Técnico WWF, Bolivia
Susana Arrázola, Directora Centro de Biodiversidad y Genética (CBG), Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba
Robert Hofstede, Director Técnico, UICN - Sur
Wouter Buytaert, Escuela de Geografía, Universidad de Bristol, UK
María Augusta Almeida, UICN - Sur
Luis Suárez, Conservación Internacional, Programa Ecuador
Lloani Quiñonez, Secretaría General de la CAN

Los autores agradecen los aportes técnicos y la información proporcionada por las siguientes personas e instituciones:

Bolivia

Stephan Beck y Alfredo Fuentes, Herbario Nacional de Bolivia (LPB), La Paz
Saúl Altamirano, Nelly De la Barra, Margoth Atahuachi y Carola Antezana, Herbario Forestal Nacional "M. Cárdenas" (BOLV), Cochabamba
Martha Serrano, Herbario de Sucre

Colombia

Nelly Rodríguez, Instituto Alexander von Humboldt

Sonia Sua, Instituto Alexander von Humboldt

Diana Ramírez, Instituto Alexander von Humboldt

Ecuador

Francis Baquero, EcoCiencia

Karla Beltrán, EcoCiencia

Silvia Benítez, The Nature Conservancy

Tarsicio Granizo, The Nature Conservancy

Paola Maldonado, EcoCiencia

Gabriela Riofrio, EcoCiencia

Linda Grijalva, Consultora

Julio Novoa, EcoCiencia

Perú

Carlos Garnica, Laboratorio de Teledetección

Aplicada y SIG, Facultad de Ciencias Forestales,

Universidad Nacional Agraria La Molina

Patricia Huerta, Laboratorio de Teledetección

Aplicada y SIG, Facultad de Ciencias Forestales,

Universidad Nacional Agraria La Molina

Hatzel Ortiz, Laboratorio de Teledetección Aplicada y

SIG, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad

Nacional Agraria La Molina

Claudia Véliz, Centro de Datos para la Conservación,

Universidad Nacional Agraria La Molina

Pedro Vásquez, Director del Centro de Datos para la

Conservación, Universidad Nacional Agraria La Molina

Venezuela

Tiani Caribay Márquez, Instituto de Ciencias

Ambientales y Ecológicas. Facultad de Ciencias,

Universidad de Los Andes, Mérida

Mayanín Rodríguez, Instituto de Ciencias Ambientales

y Ecológicas. Facultad de Ciencias, Universidad de Los

Andes, Mérida

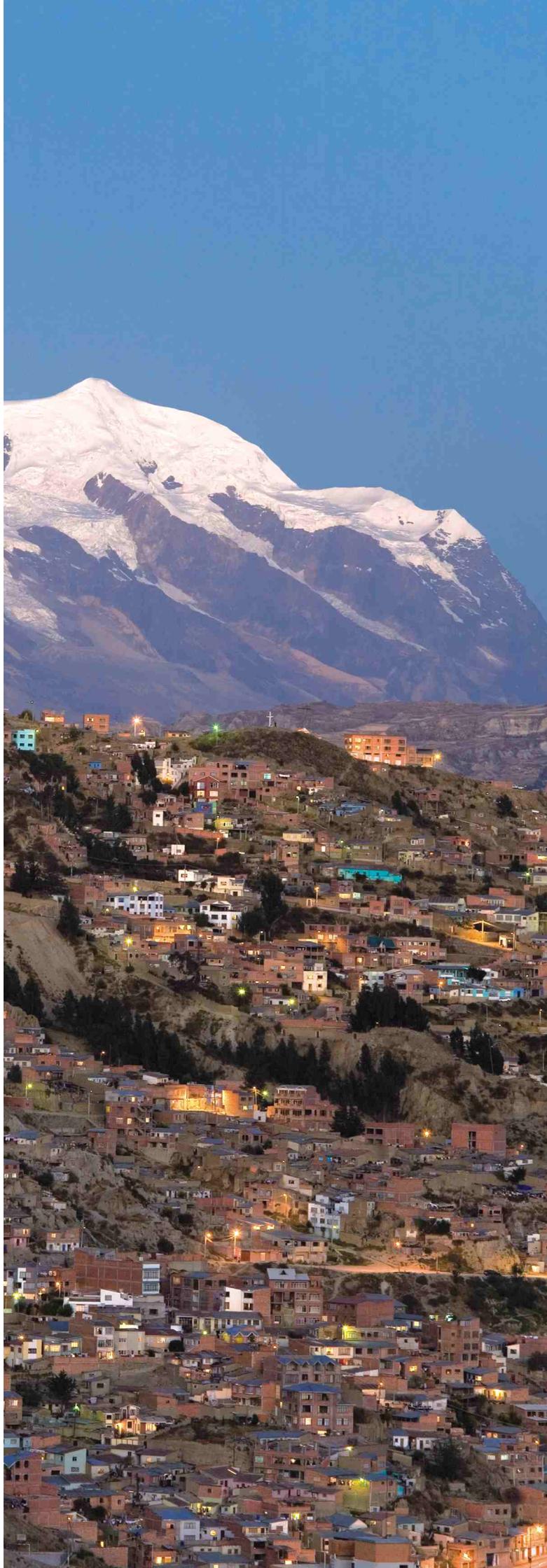
Alma Ulloa, Instituto de Ciencias Ambientales y

Ecológicas. Facultad de Ciencias, Universidad de Los

Andes, Mérida

Asimismo agradecen a la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España, la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), el Fondo Mundial para el Ambiente (GEF/PNUMA) y la Agencia Ambiental Holandesa (MNP) que han aportado recursos financieros a través de los Programas Araucaria XXI de la SGCAN, ECOBONA de Intercooperation, BioAndes, Páramo Andino de CONDESAN y el Proyecto Biodiversidad y Cambio Climático en los Andes de EcoCiencia.

Especialmente agradecemos al Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas de la Universidad de Los Andes de Mérida, Venezuela que se ha unido a éste trabajo y nos ha ayudado a complementar la información sobre los Andes del Norte, la cual es de gran importancia para tener una visión integral de la Cordillera Andina.



Índice



- 7** **Presentación**
- 8** **Introducción**
- 10** **Base conceptual**
- 14** **Área de estudio**
- 32** **Metodología**
- 37** **Resultados**
- 60** **Información para la toma de decisiones:**
Aplicación del mapa en el contexto regional y de país
- 62** **Referencias bibliográficas**
- 65** **Anexos**
- 66** **Anexo 1:**
Detalle de fuentes y proceso de análisis de información por país para la integración de coberturas y homologación de la leyenda regional
- 71** **Anexo 2:**
Macrogrupos y ecosistemas andinos cartografiados en el mapa de los Andes del Norte y Centro
- 80** **Anexo 3:**
Superficie actual y al interior de los sistemas nacionales de áreas de conservación de cada ecosistema cartografiado en el mapa de los Andes del Norte y Centro
- 85** **Anexo 4:**
Superficie actual y al interior de los sistemas nacionales de áreas de conservación de cada ecosistema cartografiado en el mapa de los Andes del Norte y Centro a escala de país
- 93** **Glosario de términos**





Foto: Sebastián Crespo

Presentación

La Cordillera de los Andes Tropicales, se caracteriza por una compleja geografía y condiciones climáticas variadas, que otorgan a los países de la subregión una enorme heterogeneidad de ecosistemas y una alta diversidad biológica. Contar con esta enorme riqueza en nuestro territorio, implica para nuestros países la gran responsabilidad de emprender acciones que permitan conocerla y conservarla. En respuesta a esta responsabilidad, los estados de la Comunidad Andina, formularon su Estrategia Regional de Biodiversidad y posteriormente la Agenda Ambiental Andina, las que constituyen una plataforma para el desarrollo de actividades conjuntas entre los Países Miembros.

Como lo enuncia la Estrategia Regional de Biodiversidad, el conocimiento y la investigación científica son elementos fundamentales para asegurar la conservación de nuestra biodiversidad. Los países andinos han avanzado notablemente en el conocimiento de su riqueza natural gracias a los esfuerzos de grupos y centros de investigación, así como al desarrollo de tecnologías enfocadas en el manejo y análisis de información espacial. Es fundamental comprender que los esfuerzos científicos han trascendido, gracias a un relevante avance en el uso de herramientas adecuadas para difundir los conocimientos. La labor investigativa y los esfuerzos de conservación implementados por

los distintos países, constituyen una base para este trabajo que cuenta con más de 100 ecosistemas cartografiados. Esperamos que la información aquí presentada sea una herramienta para promover un mayor compromiso de ciudadanos, organizaciones y estados andinos por alcanzar la conservación de la riqueza de vida de Los Andes.

Para la Secretaría General de la Comunidad Andina, este avance en la identificación y clasificación de los ecosistemas de los Andes Tropicales constituye la base para el análisis de prioridades de conservación regional, la planificación y el monitoreo, y la promoción de acciones para lograr un mayor conocimiento de nuestra biodiversidad. Esta publicación es el resultado del trabajo de instituciones de investigación de los países de la Comunidad Andina y Venezuela, quienes han recopilado información, identificado los ecosistemas andinos y generado un esquema estandarizado de clasificación. De esta forma el estudio constituye un ejemplar esfuerzo de integración que muestra la importancia de una labor coordinada entre autoridades e instancias técnicas de los países de la Subregión. Esperamos, continuar con la coordinación de actividades y el desarrollo de acciones conjuntas que fortalezcan el conocimiento de nuestros ecosistemas y consoliden el camino hacia la integración.



Foto: Jorge Juan Anhalzer

Introducción

Los Andes del Norte y Centro o Andes Tropicales cubren una extensión de 1´542.644 Km² desde el Oeste de Venezuela hasta la frontera entre Bolivia, Chile y Argentina. Considerados como la región de mayor riqueza y diversidad biológica en la Tierra, los Andes Tropicales contienen aproximadamente más de 100 variedades de ecosistemas, 45.000 plantas vasculares (20.000 endémicas) y 3.400 especies de vertebrados (1.567 endémicos) en apenas el 1% de la masa continental de la Tierra (Myers *et al.* 2000). Los Andes Tropicales también albergan las fuentes de agua potable de las grandes ciudades andinas como Quito, Bogotá o La Paz y proveen el agua y la tierra que permite el sostenimiento de los modos de vida y estrategias productivas de los sistemas agrícolas andinos (Buytaert *et al.* 2006).



La ocupación desde hace más de 8.000 años de esta región ha incidido en el desarrollo de vías de comunicación que han facilitado importantes procesos de desarrollo e integración regional. Así lo demuestra el Qhapaq Ñan o Camino Principal Andino, los caminos de arrieros y la actual infraestructura vial que, comunicando a la Amazonía y la costa del Pacífico, impulsa la dinámica comercial de nuestros países. Los Andes han sido también testigo y asidero de múltiples culturas, dando paso a la consolidación de riquezas históricas y artísticas, como son los centros arqueológicos que se levantan a lo largo de toda la Cordillera, entre los que resaltan Machu Picchu y Tiwanacu; o el hecho de contar con cuatro ciudades declaradas Patrimonio Cultural de la Humanidad (Cuenca, Cusco, Quito y Sucre).

Capitales, importantes ciudades y poblados tanto urbanos como rurales albergan en Los Andes a más de 40 millones de personas, que dependen, en gran medida, del mantenimiento de los bienes y servicios que proveen los ecosistemas andinos. Granos, legumbres, frutas, raíces y tubérculos forman parte de la agrobiodiversidad que sostiene la alimentación andina y que representa una fuente de germoplasma

que ha permitido el desarrollo de variedades resistentes a plagas, capaces de ser producidas a gran escala por países de todo el mundo. Ejemplos principales de lo dicho son la papa, la quinua o el tomate de árbol.

En el año 2005, se acordó encomendar al Comité Andino de Autoridades Ambientales (CAAAM) el diseño y priorización de la Agenda Ambiental Andina para el periodo 2006-2010. Esta Agenda Ambiental fue concebida como un documento orientador, que se enmarca en una visión de largo plazo y a la vez propone acciones concretas y consensuadas de corto y mediano plazo en tres ejes temáticos: biodiversidad, cambio climático y recursos hídricos (CAN 2006).

El eje temático biodiversidad incluye el componente Conocer la Biodiversidad que está estructurado en dos líneas de acción: 1) Aumentar y compartir el conocimiento científico sobre la biodiversidad, a nivel genético, de especies y ecosistemas, y 2) Impulsar acciones tendientes a mejorar la generación, sistematización e integración de información sobre distintos aspectos de los componentes de la biodiversidad en la región andina.

El presente estudio fue concebido con el propósito de contar con bases conceptuales para la implementación de la Estrategia Regional de Biodiversidad y la Agenda Ambiental Andina, a través de documentar la distribución y el estado de conservación de los ecosistemas en los Andes del Norte y Centro. Los resultados de este estudio presentan una propuesta conceptual para la identificación y clasificación de los ecosistemas andinos. Esta propuesta se ha expresado con la

generación de un mapa que permite visualizar la diversidad ecosistémica de los Andes. Esperamos de esta manera contribuir con información para la planificación, la evaluación y el monitoreo ambiental en la región andina.

Debido al alto contenido de palabras técnicas, los autores han adjuntado en el Anexo 5 un glosario de términos que esperan sirva de referencia para aclarar cualquier duda.

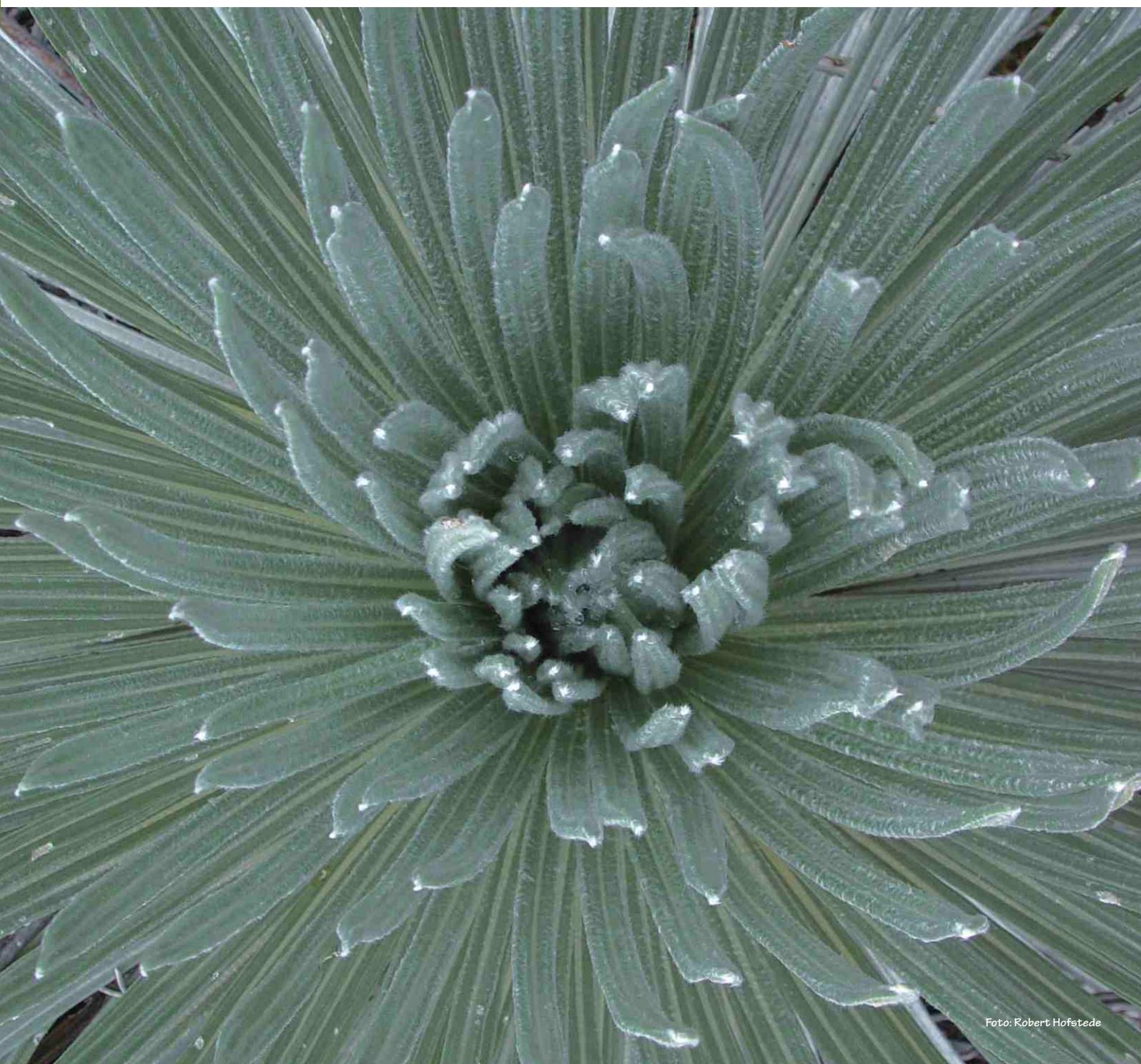




Foto: Jorge Juan Anhalzer

Base conceptual

El estado de conservación de la biodiversidad debe ser evaluado a diferentes niveles de organización y escalas de agregación. Desde una perspectiva supranacional se ha visto la necesidad de contar con una base de información que sea común y comparable de tal modo que se pueda contar con indicadores que permitan dicha evaluación. En este contexto, se ha planteado la utilización del ecosistema como unidad de análisis sobre la cual construir un sistema de indicadores, lo cual tiene varias argumentaciones a su favor.

Primero, los indicadores de conservación de biodiversidad a nivel ecosistémico sirven como un filtro inicial ya que de modo particular representan tanto la conservación de especies como el mantenimiento de los principales procesos naturales que las sustentan.

Segundo, los cambios en la cobertura vegetal han sido identificados como una de las principales causas para la pérdida de biodiversidad con resultados directos en los patrones de anomalías climáticas.

Tercero, el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) presenta y sugiere adoptar, para escalas regionales, un enfoque ecosistémico porque promueve una visión integradora de la conservación y el uso sostenible de los recursos de la biodiversidad. La implementación de este enfoque requiere infor-

mación sobre la extensión, distribución, riqueza y estado de conservación de los ecosistemas.

Cuarto, la evaluación de las metas del 2010 propuestas por el CBD y ratificadas por la Séptima Conferencia de las Partes (COP-7) propone la utilización de los patrones de cambios en la extensión y estructura (i.e. fragmentación) de algunos biomas, ecosistemas y hábitats como uno de los principales indicadores del estado de la biodiversidad y el cumplimiento de las metas propuestas.

El desarrollo del Mapa de Ecosistemas¹ de los Andes del Norte y Centro partió de evaluar las fuentes de información temática disponible en cada uno de los países y analizar la factibilidad de ser integradas temáticamente en una sola cobertura (Tabla 1).



1. Para fines de este estudio los ecosistemas andinos fueron identificados siguiendo la propuesta de clasificación de NatureServe, propuesta que utiliza la definición de sistema ecológico como homologable a la de ecosistema. Sin embargo el término ecosistema se mantiene en el título y a lo largo de esta publicación debido a la mayor familiaridad de este término.

TABLA 1.

Fuentes de información temáticas de cada país sobre la cual se generó el mapa de Ecosistemas de los Andes utilizando la clasificación temática de sistemas ecológicos de NatureServe (Josse *et al.* 2003).

	BOLIVIA	COLOMBIA	ECUADOR	PERÚ	VENEZUELA
Fuentes Temáticas	Mapa de vegetación de Bolivia (Navarro & Ferreira 2007)	Mapa de ecosistemas de los Andes colombianos (IaVH 2000)	Mapa de sistemas ecológicos del Ecuador continental (Peralvo <i>et al.</i> 2006)	Mapa Forestal del Perú (INRENA 2000)	Mapa de Unidades ecológicas del Estado de Mérida (Ataroff y Sarmiento 2003)
	Imágenes Landsat ETM y mosaicos geocover	Base climática nacional (IDEAM 2000)	Mapa de uso y cobertura del suelo para el año 2000 (MAG-IICA-Clirsen 2002)	30 escenas Landsat TM de los años 1998 al 2000	10 escenas Landsat TM de los años 2000-2001
	Índices bioclimáticos (1km)	Índices bioclimáticos (1km)	Índices bioclimáticos (1km)	Índices bioclimáticos (1km)	Índices bioclimáticos ajustado (1km)

El criterio para considerar una cobertura existente como integrable, fue que la representación de los ecosistemas sea el resultado de la combinación de sus dos elementos principales: (1) el medio físico/climático y (2) la vegetación natural determinada por ese medio. Adicionalmente, se puso especial énfasis en que los mapas de cada país tengan una resolución espacial similar (25 Ha como unidad mínima de mapeo), y que en lo posible las cartografías temáticas sean contemporáneas entre sí (p. ej. entre el 2000 y el 2003).

La homologación temática se realizó sobre la base de clasificación de ecosistemas de NatureServe. Esta clasificación ha sido desarrollada y perfeccionada desde hace más de 5 años, lo que ha permitido construir un esquema de clasificación para América Latina y el Caribe, que recoge avances conceptuales y prácticos permitiendo la integración de las diferentes clasificaciones nacionales bajo un concepto jerárquico y multiescalar. La unidad básica de clasificación es el ecosistema.

2.1. Clasificación de ecosistemas

Un ecosistema se define como un grupo de comunidades vegetales que tienden a co-ocurrir en paisajes donde comparten procesos ecológicos (p.ej. regímenes de fuego, inundaciones fluviales), sustratos similares (p.ej. suelos superficiales, material parental alcalino), y/o gradientes ambientales (p.ej. microclima, elevación, patrones hidrológicos) (Josse *et al.* 2003). El concepto detrás de esta unidad se basa en cómo los procesos en el paisaje modelan dichos sistemas, definiéndolos a través de una combinación de criterios bióticos y abióticos. Adicionalmente, el hecho de que la vegetación tiende a presentar unidades relativa-

mente discretas y discernibles mediante el uso de sensores remotos, se facilita su mapeo. Este sistema de clasificación describe 750 ecosistemas terrestres (incluyendo humedales) para toda América Latina y el Caribe (www.natureserve.org/infonatura).

Se trata pues de una clasificación concebida para brindar información sobre América Latina de unidades integradas de vegetación y paisaje de mediana escala y estandarizada desde el punto de vista de su concepto, resolución y criterios. Actualmente esta clasificación, con la respectiva descripción de sus unidades, existe para todo el hemisferio y su desarrollo se basó en un proceso iterativo de síntesis de información en dos sentidos: de lo particular a lo general y de lo general a lo particular. Múltiples referencias sobre comunidades vegetales a escala local se utilizaron para identificar las unidades potenciales para agrupar. De otro lado, las caracterizaciones abióticas y ambientales dentro de un contexto geográfico más amplio ayudaron a elegir los criterios específicos que son compartidos por estas comunidades y que a la vez, las separan o discriminan de otras.

Debido al énfasis en la conservación de la biodiversidad como una aplicación práctica de esta clasificación, otro criterio importante es la fitogeografía, es decir, la regionalización del espacio geográfico según su flora y/o la composición de las especies vegetales. Esta heterogeneidad se deriva de los patrones de origen y migración de las especies a través de los diferentes espacios físico-ambientales creados por los eventos geológicos en distintas etapas y más recientemente, por los cambios climáticos originados en la alternancia de los períodos glaciales e interglaciales del Pleistoceno (Gentry 1982). La integración del

criterio fitogeográfico en la clasificación permite distinguir entre ecosistemas que, por su estructura y fisonomía, pueden ser muy similares pero que contienen diferentes ensamblajes de especies. Estas diferencias son especialmente relevantes para incluir dichos ecosistemas individualmente, con el objeto de planificar su conservación.

En el caso de una topografía montañosa y compleja como la de los Andes, con gradientes altitudinales y latitudinales marcados, se produce una heterogeneidad climática importante y es así que el factor bioclimático es también un criterio clave en la clasificación de los ecosistemas andinos. Este criterio no solo está considerado e integrado al nivel de los ecosistemas, sino que, gracias al sistema de clasificación bioclimática utilizado (ver Sección 2.2), se facilitó la homologación entre las clasificaciones nacionales, siendo la base para la agregación de los ecosistemas a un nivel superior que define unidades denominadas macrogrupos.

2.2. Sistema bioclimático de Rivas-Martínez

Este sistema es un modelo conceptual y metodológico para la interpretación global de las relaciones entre la distribución de los tipos de vegetación y las variables climáticas que los determinan (Rivas-Martínez *et al.* 1999). Éste se basa en análisis comparativos entre los datos procedentes de las redes de las estaciones meteorológicas a escala global y los tipos de vegetación existentes en el área de cobertura o predicción climática de dichas estaciones.

El modelo de Rivas-Martínez se halla en desarrollo y aplicación constante desde hace más de doce años, con sucesivos ajustes y refinamientos según avanza su proceso de interpretación y análisis con datos procedentes de todas las regiones biogeográficas de la Tierra. Los datos meteorológicos que utiliza son parámetros fácilmente accesibles en la mayoría de los países, a partir de las redes de observatorios meteorológicos nacionales y regionales. Estos parámetros son las temperaturas y precipitaciones medias, anuales y mensuales; así como las temperaturas medias mínimas y máximas del mes más frío del año. Estos parámetros se combinan mediante expresiones matemáticas sencillas en forma de índices bioclimáticos que tratan de captar los factores críticos que determinan la distribución y diversificación de los tipos de vegetación. De esta forma, se genera una herramienta que permite predecir los tipos de vegetación y ecosistemas posibles, a partir de rangos numéricos de valores de los índices bioclimáticos. Lo inverso también es

factible, es decir, predecir los valores bioclimáticos a partir de la observación de la vegetación o los ecosistemas.

Los índices fundamentales y originales que propone este modelo, son: el Índice de Termicidad (It); los índices ombrotérmicos anuales (Io) y de los meses secos consecutivos del año (Iod2, Iod3); la Temperatura Positiva Anual (Tp) y el Índice de Continentalidad (Ic). La aplicación de estos índices posibilita la identificación y cuantificación comparativa de los siguientes conjuntos de variables que son críticas y decisivas para explicar y predecir la distribución de los tipos de vegetación y ecosistemas:

- a. La intensidad del frío en la época con las más bajas temperaturas del año, en relación a la termicidad anual. Este factor limitante se valora a través del It.
- b. La disponibilidad relativa y efectiva del monto anual de las precipitaciones en relación a las temperaturas medias anuales, las cuales son un indicador sencillo de la cuantía de la pérdida de humedad disponible debida a la evaporación. La valoración se lleva a cabo mediante la aplicación del Io.
- c. El ritmo anual de las precipitaciones, mediante la estimación de la intensidad de la época seca a través del cálculo del índice ombrotérmico de los dos o tres meses consecutivos con menos lluvia del año (Iod2, Iod3).
- d. La cantidad de calor relativa de una determinada estación, valorada mediante Tp o temperatura positiva anual, la cual es un sumatorio simple de las temperaturas medias de todos los meses del año en que ésta supera los cero grados centígrados.
- e. La amplitud o contraste térmico anual, mediante el índice de continentalidad (Ic).

Los rangos de valores numéricos obtenidos para cada uno de estos índices, determinan en la Tierra cinco macro-bioclimas: Tropical, Mediterráneo, Templado, Boreal y Polar. A su vez, dentro de cada macro-bioclima el sistema distingue diferentes bioclimas (Tabla 2a), ombroclimas (Tabla 2b) y termoclimas o pisos bioclimáticos (Tabla 2c).

Los intervalos de valores numéricos de estos índices, permiten determinar, según el modelo de Rivas-Martínez, las siguientes categorías bioclimáticas para la extensión del área cubierta por el Mapa:

TABLA 2.

Índices propuestos para el macro-bioclima tropical de acuerdo a la propuesta de Rivas-Martínez (1999):

a) Bioclimas

BIOCLIMA	Io	Iod2
Pluvial	$\geq 3,6$	$> 2,5$
Pluviestacional	$\geq 3,6$	$\leq 2,5$
Xérico	1,0-3,6	-
Desértico	0,2-1,0	-

b) Ombrotipos

OMBROTIPO	Io
Ultra-hiperárido	$< 0,2$
Hiper-árido	0,2-0,4
Árido	0,4-1
Semi-árido	1-2
Seco	2-3,6
Sub-húmedo	3,6-6
Húmedo	6-12
Hiper-húmedo	12-24
Ultra-hiperhúmedo	≥ 24

c) Termoclimas

TERMOTIPO	It	Tp
Criotropical	-	1-450
Orotropical	< 160	450-950
Supratropical	160-320	> 950
Mesotropical	320-490	> 1.700
Termotropical	490-710	> 2.300
Infratropical	710-890	> 2.900

Las principales ventajas derivadas de la aplicación de este sistema bioclimático, frente a otros existentes como Köppen (1931), Trewartha (1968), Gausson (1954), Holdridge (1947), Thornthwaite (1933), Troll (1964), Walter (1977), Walter et al. (1975), son las siguientes:

- Permite diferenciar de forma numérica los pisos bioclimáticos, facilitando una homologación objetiva a partir de las diferentes nomenclaturas locales o regionales existentes. Si bien estos índices tienen una correspondencia con la elevación, permiten resaltar las variaciones orográficas latitudinales y entre cordilleras que existen en un mismo piso bioclimático, que ocurren en diferentes cotas altimétricas.
- La consideración conceptual del ritmo de las precipitaciones, a través de los índices ombrotérmicos (Io, Iod2, Iod3), permite superar los errores e imprecisiones derivados del uso simple del valor total de la precipitación. De esta forma, el sistema enfatiza el hecho de que cantidades similares de precipitaciones anuales, determinan ecosistemas diferentes en función de su distribución en el año. La influencia de la distribución de la precipitación es especialmente notoria entre los bioclimas pluvial y pluviestacional, o entre los bioclimas xérico y desértico.
- Los diferentes ritmos ómbricos son la base principal para separar objetivamente los macrobioclimas tropical, mediterráneo y templado. Esto permite una correcta identificación y delimitación de los ecosistemas y floras determinados por un macrobioclima mediterráneo, que en anteriores modelos quedaron erróneamente clasificados dentro de sistemas templados o tropicales.
- Los diferentes ritmos ómbricos posibilitan además al modelo diferenciar bioclimáticamente desiertos tropicales y desiertos mediterráneos, los cuales en otros modelos quedaban en un solo grupo, a pesar de que sus floras y ecosistemas son marcadamente diferentes.





Foto: Sebastián Crespo

Área de estudio

El área de estudio es parte de los Andes Tropicales e incluye las regiones representadas en la Cordillera de los Andes de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela². El límite altitudinal inferior del área de estudio está determinado por los primeros ecosistemas extra-andinos colindantes, es decir, aproximadamente los 600 m. de elevación, con algunas variaciones según la vertiente y la ubicación latitudinal. Esta área abarca una extensión aproximada de 1,52 millones de Km² (Figura 1).

Los Andes Tropicales se extienden a lo largo de 4.000 Km y rara vez la cordillera desciende de los 2.000 m. y cuando lo hace, normalmente define límites entre subregiones fitogeográficas (García-Moreno *et al.* 1999; Fjeldså y Krabbe 1990). En ciertos sitios, la cordillera excede los 5.000 m. de elevación. Las cimas más altas se hallan en Bolivia en la Cordillera Occidental norte (departamento de Oruro), en la frontera con Chile, donde el pico más elevado del país es el Sajama con 6.542 m. Le sigue la Cordillera Real de La Paz con varios picos por encima de los 6.000 m. de elevación como el Illampu (6.421 m.), Illimani (6.402 m.), Hanko Uma (6.380 m.) y Huayna Potosí (6.088 m.).

El paisaje de los Andes en parte se caracteriza por empinadas pendientes, quebradas profundas, fondos de extensos valles y picos escarpados. No obstante, en los Andes Centrales forma una extensa meseta continua - el altiplano - sobre los 3.500 m. a lo largo del sur de Perú y oeste de Bolivia. Cerca de la Línea Ecuatorial la nieve se encuentra entre los 4.500 - 5.000 m. A partir de los 15 grados sur el límite nival se encuentra sobre los 5.000 m.

3.1. Los Andes del Norte y Centro

Los Andes Tropicales representan la extensión más larga y extensa de áreas temperadas en los Trópicos que ocurren desde 11 N° a 23° S. Considerando la complejidad tectónica de la Cordillera Andina, los Andes Tropicales han sido divididos en dos secciones: Norte y Centro (Clapperton 1993). Los Andes del Centro son más antiguos, con un levantamiento considerable en el período Terciario Temprano (Paleoceno/Mioceno) hace aproximadamente 50 millones de años. Los Andes Norte son relativamente jóvenes, en donde el mayor levantamiento inició en el Mioceno, hace aproximadamente 25 millones de años y con una mayor perturbación en el Plioceno tardío y el Pleistoceno temprano (Van der Hammen 1974).

En comparación con los Andes Centrales, los Andes del Norte son relativamente pequeños. Pequeñas cordilleras siguen el perfil costero venezolano hasta formar la Cordillera de Mérida, constituida por dos ramales: la Sierra de la Culata y la Sierra Nevada. El pico Bolívar es el más alto con algo más de 5.000 m.

2. El límite sur de este estudio corresponde a una delimitación política y no así al límite biogeográfico de los Andes Tropicales que se extienden más allá del límite de Bolivia. Los Andes Tropicales limitan por la diagonal árida, atravesando la cadena de los Andes entre el Volcán Lullaillo (24°30' S) y el Nevado de Tres Cruces (27° S) en dirección SE-NW, en la frontera entre Chile y Argentina (Emck *et al.* 2006).

80°0'0"W

70°0'0"W

60°0'0"W



10°0'0"N

10°0'0"N

0°0'0"

0°0'0"

10°0'0"S

10°0'0"S

20°0'0"S

20°0'0"S

Océano Atlántico

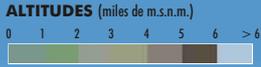
Océano Pacífico

MAPA ÁREA DE ESTUDIO

MAPA DE UBICACIÓN EN AMÉRICA DEL SUR



- LEYENDA:**
- Limite político
 - Limite del área de estudio
 - Ríos
 - Lagos y lagunas
 - Lago salado
 - Capitales nacionales
 - Ciudades principales



Proyección: Geográfica
 DATUM: WGS 84
 Escala: 1 / 14 500 000



Adicionalmente, los Andes venezolanos están constituidos por la serranía de Perijá que limita con Colombia y constituye la porción más septentrional de los Andes orientales Colombianos. En Colombia, los Andes se dividen en tres ramales (occidental, oriental y central) y convergen en el macizo colombiano a los 2° N. Estas cordilleras están divididas por dos valles que fluyen hacia el norte: el valle del Magdalena que separa la Cordillera Central de la Oriental, y el valle del Cauca que limita el ramal occidental de la Cordillera Central. La Cordillera Occidental es la más baja, casi no presenta vegetación de páramo y carece de nevados. Por otra parte la Cordillera Central es la más prominente con una línea de cumbre continua entre los 3.000 m. y 3.500 m. de altitud y alberga la mayor superficie de páramos y volcanes nevados activos de Colombia. El nevado del Huila es la cumbre más elevada y sobrepasa los 5.700 m. (Fjeldsa y Krabbe 1990).

A partir del Nudo de Los Pastos, en el sur de Colombia (Nariño), y a lo largo de Ecuador hasta los 3 grados de latitud Sur (Paute-Girón), los Andes conforman dos cadenas montañosas paralelas, las cordilleras Occidental y Oriental, que se extienden sobre unos 600 Km en sentido N-S y apenas entre 150 a 180 Km de Este a Oeste (Clapperton 1993). Entre ambos ramales varios "estrato volcanes" y lomas que conectan ambas cordilleras de Este a Oeste, conocidos como nudos inter-cordilleranos, definen una serie de valles interandinos que no descienden de los 2.000 m. de elevación. Al sur del valle de Paute-Cuenca-Girón, los Andes del Norte pierden elevación (las cimas más altas apenas sobrepasan los 4.000 m.) y no están claramente definidos como cordilleras.

Los Andes del sur de Ecuador y del norte de Perú forman un sistema intrincado de nudos, algunos de los cuales van de norte a sur y algunos de este a oeste. Conforme la cordillera se dirige al sur no solo pierde altitud sino también humedad hasta llegar a la confluencia del río Chinchipe con el Marañón y el Huancabamba, en el límite conocido como la depresión de Huancabamba. La depresión de Huancabamba en el paso de Porculla (6° S) a 2.145 m de elevación, delimita los Andes del Norte de los Andes Centrales. En este punto el valle del Marañón separa la Cordillera Central de la Occidental que se dirige hacia el sur por Huancabamba, en el Perú. Al sur del Departamento de Cajamarca, los Andes cobran nuevamente altura y conforman dos ramales, la Cordillera Occidental y la Central. La Cordillera Occidental forma varios macizos discontinuos (Cordillera Blanca, Huayhuash, y Raura) coronados por nevados mayores a

los 6.000 m. de elevación. Al contrario, el ramal Central es continuo pero de menor elevación y se extiende desde el departamento de Amazonas hasta Huánuco.

En Junín ambas cordilleras convergen y se circunscriben alrededor del altiplano del Lago de Junín. Desde este punto sur hasta el Aconcagua entre Chile y Argentina, los Andes son continuos y altos, sin un solo paso inferior a los 4.000 m. de elevación. Desde Cusco hasta el centro de Bolivia, los Andes orientales o la Cordillera Real constituyen una cadena montañosa continua interrumpida únicamente por dos cañones profundos en La Paz que se dirigen hacia tierras bajas. Cerca de Sucre en el centro de Bolivia, a los 19 grados de latitud Sur, los Andes alcanzan los 920 Km de amplitud medidos de Este a Oeste, siendo la mayor en toda la extensión de la Cordillera Andina (Clapperton 1993; Fjeldsa y Krabbe 1990).

El altiplano peruano-boliviano es un área de depósitos morrénicos y extensas planicies con drenaje interno (endorreicas y arreicas) que presentan grandes sistemas lacustres. Históricamente todo el altiplano estuvo cubierto por un gigantesco lago "Ballivian", que luego de sucesivas fases lacustres intercaladas por glaciaciones, ahora está fragmentado en los lagos actuales (Servant y Fontes 1978, Ballivian y Risacher 1981, Argollo y Mourguiart 1995). En el norte, el Titicaca cubre una superficie de 8.300 Km² y drena hacia el sur en el lago salobre Poopó. En el límite sur del altiplano, los grandes lagos salobres Uyuni y Coipasa se inundan anualmente durante el período de lluvias. Estos cubren un área de 10.000 y 2.220 Km², respectivamente. La Cordillera Real y los Andes Centrales terminan en el complejo Tunari-Cochabamba.

3.2. Regiones fitogeográficas

El área de estudio comprende dos grandes regiones: los Andes del Norte y los Andes del Centro.

La primera de ellas, los Andes del Norte, ha sido tratada en este estudio como una gran región fitogeográfica donde se diferencian dos subregiones biogeográficas: los Páramos y lo Norteandino. Este último grupo muestra la influencia de las varias floras adyacentes de las tierras bajas, reflejando una composición distinta y transicional de los ecosistemas de los pisos montano bajo y subandino en la vertiente norte hacia el Caribe, noreste hacia la Orinoquia, noroeste hacia el Chocó, este hacia la Amazonía y suroeste hacia la región Tumbes-Guayaquil.



En la segunda, los Andes del Centro, se reconocen cuatro regiones fitogeográficas bien definidas: Los Yungas, Puna Húmeda, Puna Xerofítica y Boliviano-Tucumano, que son el resultado de la interacción entre la topografía, las características climáticas influenciadas por esta topografía y los patrones de circulación regional.

Andes del Norte

Los Andes del Norte abarcan un área aproximada de 490.000 Km² y recorren una distancia de 2.000 Km desde 11° N a 6° S. Los Andes del Norte inician su recorrido en el Macizo de la Sierra de Santa Marta y desembocan en el Abra de Porculla, en la región conocida como la Depresión de Huancabamba en el norte de Perú (Van der Hammen 1974; Simpson 1975) (Figura 2a). En este estudio no se ha incluido la Sierra Nevada de Santa Marta debido a que no fue incluida en el mapa de Ecosistemas de los Andes Colombianos (Rodríguez *et al.* 2006), el cual fue utilizado como la fuente nacional para Colombia (ver Anexo 1).

De manera general, la vegetación de los Andes del Norte puede ser agrupada en bosques húmedos montanos, arbustales pluviestacionales y xerofíticos y los páramos. Los bosques montanos ocurren en ambos lados de las cordilleras de los Andes y cubren la mayor superficie del área mientras que los sistemas paramunos aparecen de manera dispersa - en una suerte de islas- en las cimas de las montañas rodeados de una matriz boscosa. Los arbustales están restringidos a las porciones inferiores de los valles interandinos siguiendo los cauces de ríos como el Magdalena, Guayllabamba y Maraón.

Los páramos constituyen un tipo de comunidad fisonómicamente bien definida de los altos Andes, caracterizados por su elevado nivel de especiación autóctona. Estos ecosistemas albergan la flora tropical de montaña más diversa en el mundo (Smith y Cleef 1988), con un alto grado de endemismo al nivel de especies y géneros (Sklenář y Ramsay 2001). El reciente trabajo de Sklenář *et al.* (2005) sobre la flora genérica del páramo reporta 3.595 especies de plantas vasculares distribuidas en 127 familias y 540 géneros de los cuales 14 son endémicos de los Andes del Norte. El origen de esta alta diversidad y endemismo relativos, se encuentra en su historia evolutiva, relacionada con el gradual levantamiento de los Andes y los ciclos glaciares del período plioceno/pleistoceno (Van der Hammen y Cleef 1986; Hooghiemstra y Cleef 1995). Otro factor favorable es una relativa constancia en cuanto a la humedad del clima que ha permitido la gradual adaptación de algunos géneros prove-

nientes de las tierras bajas, a diferencia de lo que ocurre en los Andes Centrales. Durante las glaciaciones, los géneros sufrieron procesos de retracción y dispersión caracterizados por periodos de aislamiento que favorecieron la especiación (Simpson y Todzia 1990).

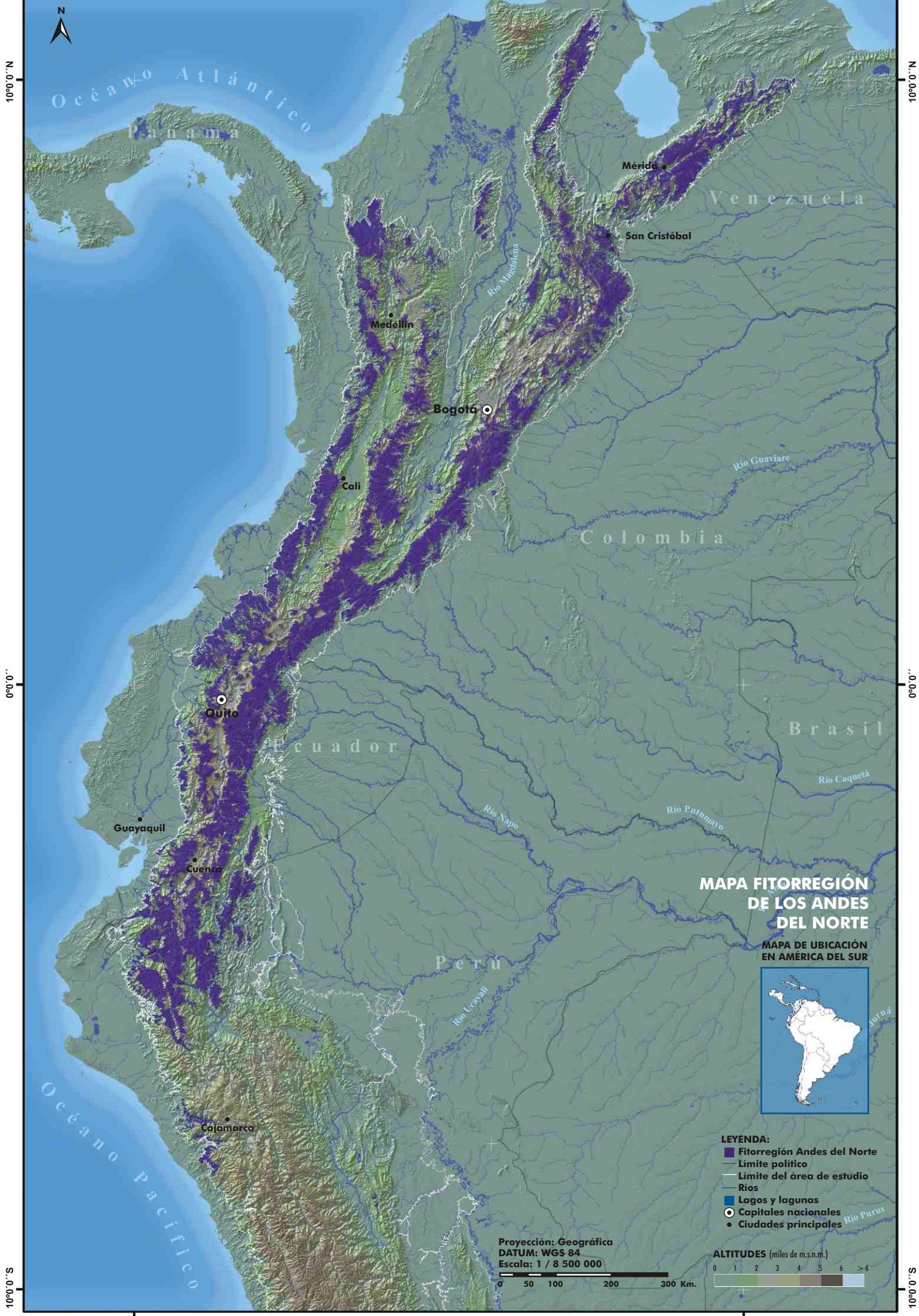
Los bosques norteandinos, ocurren generalmente en un rango aproximado entre 3.000-3.300 a 1.500 m. de elevación. La vegetación de páramo ocupa mayormente la sección inferior del piso altoandino y la superior del piso altimontano. Los bosques abarcan el resto del piso altimontano y el piso montano. Por debajo de los 1.500 m. el relieve está compuesto de montañas dispuestas paralela-mente que disminuyen progresivamente en altura, hasta terminar en un glacis de poca inclinación que se funde en las tierras bajas.

Si bien la diversidad de árboles de los bosques norteandinos es relativamente baja en comparación con los datos reportados para las tierras bajas amazónicas, estos ecosistemas reportan valores de diversidad excepcionales para otras formas de vida vegetales tales como hierbas, arbustos y epífitas (Churchill *et al.* 1995). Los patrones de diversidad vegetal en los bosques montanos evidencian valores muy altos en la diversidad beta y gama, siendo lo opuesto que los bosques amazónicos (Gentry 1995). Los bosques montanos presentan patrones excepcionales en el recambio de especies y comunidades debido en parte a la enorme heterogeneidad de hábitats producto de las fuertes gradientes ambientales (Kessler *et al.* 2001; Kessler 2002; Jorgensen & León-Yanez 1999).

La diversidad de estos bosques disminuye junto con el incremento en la elevación por encima de los 1.500 m.; hasta los 1.500 m. los bosques montanos son tan diversos como los de tierras bajas y presentan patrones de composición florística similares a éstos (Gentry 1995). Las especies arbóreas de la familia *Leguminosae* y *Bignoniaceae* en el caso de las lianas representan las familias más diversas en ambos casos. Por encima de los 1.500 m., los bosques andinos pierden diversidad pero su composición florística es marcadamente distinta, con una predominancia de especies y géneros de origen laurásico. La familia *Lauraceae* es predominantemente la más amplia en especies leñosas en todos los bosques montanos de los Andes localizados entre 1.500 y 2.900 m. de elevación, seguida por las familias *Rubiaceae* y *Melastomataceae*. En elevaciones superiores, las familias *Asteraceae* y *Ericaceae* pasan a ser los elementos de la flora leñosa más rica en especies (Gentry 1995).

80°0'0"W

70°0'0"W



Océano Atlántico
Panamá

Venezuela

Medina

San Cristóbal

Medellín

Bogotá

Cali

Río Guaviare

Colombia

Quito

Ecuador

Brasil

Río Caquetá

Guayaquil

Cuenca

Río Napo

Río Putumayo

MAPA FITORREGIÓN DE LOS ANDES DEL NORTE

MAPA DE UBICACIÓN EN AMÉRICA DEL SUR



- LEYENDA:**
- Fitorregión Andes del Norte
 - Límite político
 - Límite del área de estudio
 - Ríos
 - Lagos y lagunas
 - Capitales nacionales
 - Ciudades principales

Proyección: Geográfica
 DATUM: WGS 84
 Escala: 1 / 8 500 000

0 50 100 200 300 Km.

ALTITUDES (miles de m.s.n.m.)

0 1 2 3 4 5 6 >6

10°0'0"S

10°0'0"S

80°0'0"W

70°0'0"W

Océano Pacífico

Dado el gran número de regiones con las que limitan los Andes del Norte, la fisiografía descrita tiene variaciones determinadas por la distancia horizontal en la que se produce este gradiente. La vertiente exterior de la Cordillera Occidental de Colombia y Ecuador tiene un descenso relativamente directo hacia la planicie aluvial del Pacífico. Por el contrario, las vertientes externas orientales desde el sur de Colombia, incluyendo la Serranía de la Macarena, hasta la Cordillera del Cóndor en el norte de Perú está formada por estratos no volcánicos de la era terciaria o anteriores, levantados por fuerzas tectónicas. Estas montañas presentan una geología muy compleja con rocas de distintas edades y periodos que han sido levantadas, plegadas y replegadas. La composición va desde pizarras hasta conglomerados y desde calizas hasta areniscas (Neill y Jørgensen 1999). Algunas de ellas no han sufrido mayor inclinación en su levantamiento por lo cual presentan terrazas altas o mesetas, que albergan ecosistemas únicos debido a la combinación del sustrato expuesto y situaciones de escaso drenaje y alta precipitación.

Los diferentes ramales de la Cordillera están separados por valles que en los Andes del Norte son de variada magnitud y profundidad. En el caso de Venezuela y Ecuador, los valles son principalmente interandinos, es decir, valles que permanecen dentro del ámbito de la fitoregión porque no descienden más allá de unos 1.800 m. de altitud y se encuentran relativamente bien aislados de otras floras gracias a la elevación de los ramales que los rodean, cosa parecida ocurre con el llamado callejón internadino de Ecuador. Estos valles son generalmente pluviestacionales secos a xéricos debido al efecto de sombra de lluvia. En su flora xerofítica, se han encontrado numerosas especies de distribución endémica muy localizada, principalmente del grupo de los cactus. En Venezuela la Cordillera de Mérida es una extensión de la Cordillera Oriental colombiana, sin embargo está separada de esta última por una depresión topográfica que desciende hasta los 1.000 m. de altitud creando así un abra fitogeográfica que ha permitido la conexión y flujo de especies entre la Orinoquia y la región de influencia Caribe al noroeste de la Cordillera de Mérida.

En Colombia, en cambio, están los valles del Magdalena y del Cauca, que descienden respectivamente hasta aproximadamente 100 m. y 900 m. sobre el nivel del mar y se conectan a otras regiones fitogeográficas. La interacción entre estas floras y la flora andina de las cabeceras de estos dos valles, es parecida a la que ocurre en las vertientes externas de los Andes del Norte, tanto hacia la Amazonía, como hacia el Chocó o hacia el Caribe colombiano.

Dicha flora consiste en una mixtura de especies provenientes de las dos regiones en contacto, que generalmente supone un ascenso mayor de la vegetación adyacente hacia la vertiente andina, cuando el clima en la vertiente es más seco. Es decir que los rangos de los pisos altitudinales tienden a ascender. Mientras tanto, las vertientes húmedas se caracterizan por un descenso de estos rangos. En cualquier caso, siempre hay una franja de transición que presenta especies de ambas regiones florísticas en contacto y que ocurre sobre los contrafuertes colinados o montañosos descritos arriba y que aquí la denominamos como el piso Subandino.

Los patrones climáticos en los Andes Tropicales del Norte están determinados por las interacciones entre temperatura y precipitación, la cual controla las dinámicas de otros factores tales como la humedad. Los patrones de variación de la temperatura en los Andes son relativamente homogéneos internamente y presentan una fuerte relación con el gradiente altitudinal. En contraste, los patrones de precipitación son complejos; las variaciones regionales en la precipitación están asociadas con efectos orográficos producidos por la abrupta topografía de los Andes.

Los vientos provenientes del Pacífico y el Atlántico mantienen una humedad constante en ambos flancos externos de las cordilleras Andinas mientras que los flancos interiores muestran condiciones más variables. Las porciones superiores de los flancos interiores interceptan nubes cargadas de humedad y reciben una importante condensación manteniendo una condición húmeda siempreverde, mientras que las porciones medias e inferiores de los valles presentan un marcado patrón bimodal seco-húmedo debido al efecto de la sombra de lluvia (Kattan *et al.* 2004). Adicionalmente, el efecto de sombra de lluvia influye en la duración de la estación seca, la cual tiende a incrementarse al interior de los valles interandinos y en los extremos norte y sur del área de estudio. Las temperaturas varían desde climas calientes y estables en el piedemonte amazónico y del Orinoco, pasando por un rango de climas méxicos hasta condiciones criotropicales en las partes más altas de la región (Fjeldså y Krabbe 1990; Vuilleumier y Monasterio 1986).

Desde el valle de Girón, en la provincia del Azuay en Ecuador (3°S), hasta el Abra de Porculla en el norte de Perú (6°S), la cordillera presenta una topografía que se caracteriza por una menor elevación promedio, la presencia de valles en dirección oeste, y un clima que va de seco a semi-árido. El clima no es solo el producto de las sombras de lluvia de los valles interandinos, sino que representa la transición

hacia el clima xérico de la costa norte de Perú. Estas características fisiográficas han contribuido a crear una barrera biogeográfica entre los Andes del Norte y los Andes Centrales que se expresa en diferencias de composición de la flora y la fauna de ambas regiones (Duellman 1979; Duellman y Wild 1993; Duellman 1999; Weigend 2002).

El área entre el Abra de Porculla (Depresión de Huancabamba) y el inicio de la Cordillera Negra en los departamentos de La Libertad y Ancash (- 8°30'S) puede ser concebida como una región de convergencia y transición entre los Andes del Norte y Centro (Simpson y Todzia 1990; Gentry 1982). Esto se expresa en la presencia de especies de plantas endémicas únicas como por ejemplo *Laccopetalum giganteum*, *Ascidiogyne sanchezvegae*, y *Calceolaria caespitosa* (Sánchez-Vega y Dillon 2005). No obstante, también es un área que comparte elementos característicos de los páramos del Norte como de la Puna de los Andes Centrales. Este área de transición ha recibido el nombre de Jalca por varios autores que, basados en parámetros climáticos, edáficos y fitosociológicos, la definen como una formación biogeográfica particular que comprende la sierra alta de los Andes del Norte de Perú, distribuida al Oeste del río Marañón, sobre la Cordillera Occidental (Sánchez-Vega y Dillon 2005; Weigend 2002; 2004).

Las partes más bajas y de climas xéricos de esta parte de la Cordillera, incluyendo sus valles interandinos, es lo que Weigend (2004) define como la zona biogeográfica de Amotape-Huancabamba, que contiene especies endémicas principalmente entre grupos taxonómicos de los géneros de plantas *Nasa* (Loasaceae), *Ribes* (Grossulariaceae) y *Passiflora* (Passifloraceae).

Adicionalmente, la proximidad a la costa junto con la baja altitud de los Andes y el clima pluviestacional ha permitido el acceso desde la costa hacia los Andes, de una flora con evidencias acumuladas que permiten definirla como única. Dicha flora corresponde a la fitorregión Tumbes-Guayaquil distribuida por la costa, hasta el centro de Ecuador en el norte y por el sur hasta el norte de Perú (Weigend 2002, Linares-Palomino *et al.* 2003) Las relativamente bajas elevaciones en esta sección de la Cordillera, han permitido una migración de esta flora hacia valles que están situados en la vertiente oriental como el valle del Marañón y el valle del Chinchipe.

La región andina tropical alberga casi la mitad de la diversidad biológica de angiospermas (Gentry, 1982), aves (Fjeldså 1994), ranas (Lynch *et al.* 1997)

y mariposas (Andrade y Amat, 1996) que existen en el Neotrópico. A pesar de que su tamaño es aproximadamente 14 veces menor que el de la Cuenca Amazónica (490.000 Km² versus 6´869.000 Km²), los Andes del Norte tienen casi el mismo número de especies que las vastas tierras bajas del Amazonas, incluyendo 45.000 especies de plantas (Gentry, 1982), más de 1.400 especies de aves (15% del total mundial) y más de 500 especies de ranas (Duellman, 1999; Lynch *et al.*, 1997). Una porción grande de la flora y fauna consta de grupos taxonómicos únicos con rangos geográficos restringidos.

Los Yungas

Los Yungas se extienden por las laderas montañosas y cordilleras de las vertientes orientales de los Andes tropicales, desde el norte de Perú hasta el centro de Bolivia, entre la Puna Húmeda que la limita por el oeste y las llanuras de la Amazonía, con las cuales contacta hacia el este. Todos los ríos de los Yungas drenan hacia la Cuenca Amazónica (Figura 2b).

Los Yungas constituyen en conjunto una faja angosta alargada con una fuerte tendencia NE-SE. Entre los 6° y 13° Sur están asociados a un cinturón o pre-cordillera subandina que se levanta al este de manera discontinua y que hace que los ríos mayores que bajan de la Cordillera Oriental no tengan un recorrido típico Oeste-Este, sino que se desvíen hacia el norte, formando amplios valles paralelos a la orientación de la cordillera, antes de fluir hacia la Amazonía. Adicionalmente, la discreta altura de este cinturón subandino, ocasiona que las cimas más orientales tengan ambientes muy particulares donde especies y ecosistemas propios de los Andes y la Amazonía forman un mosaico en valles aluviales de ríos meándricos que ocurren sobre los 1.000 m. de altitud y se encuentran rodeados por laderas cubiertas de bosques montanos.

Los Yungas ocupan un rango altitudinal muy grande, desde 500 m. hasta algo más de 4.000 m. de elevación. Región de pendientes extremas en algunos sectores, donde se dan cambios altimétricos de tres o cuatro mil metros en distancias horizontales de 50 o 100 Km. Los Yungas se distribuyen en dos grandes fajas altitudinales de las vertientes orientales de los Andes: la faja Subandina, por debajo de los 2.000 m. de altitud, que corresponde con el piso ecológico Subandino; y la faja cordillerana propiamente dicha, que se extiende por encima de esa altitud e incluye tres pisos ecológicos: el piso montano, el piso altimontano y la parte inferior del piso altoandino (Tabla 3).



TABLA 3.

Correspondencia entre pisos bioclimáticos y pisos ecológicos, en relación con el rango altitudinal referencial.

PISOS BIOCLIMÁTICOS (<i>Termotipos</i>)	PISOS ECOLÓGICOS	LÍMITES ALTIMÉTRICOS (m) REFERENCIALES
Infratropical	Subandino y llanura	< 500- 800 m
Termotropical	Subandino (Basimontano)	Entre 500-800 m y 1.800-1.900 m.
Mesotropical	Montano	1.800-1900 m hasta 2.900-3.200 m
Supratropical	Altimontano	2.900-3.200 m hasta 3.900-4.100 m
Orotropical	Altoandino	3.900-4.100 m hasta 4.300-4.600 m
Criorotropical	Subnival	4.300-4.600 m hasta 4.800-5.200 m
Gélido o atérmico	Nival	> 4.800-5.200 m

La faja subandina está geológicamente constituida predominantemente por rocas sedimentarias de la era primaria o paleozoica (períodos Silúrico, Devónico y Carbonífero) en el subandino superior; mientras que el subandino inferior y piedemonte presenta rocas más recientes, de las eras secundaria o mesozoica y terciaria o cenozoica, predominando por este orden las areniscas, conglomerados, lutitas y calizas, según las zonas. La faja cordillerana, por contraste, está conformada mayormente por rocas más antiguas, de la era primaria o paleozoica (período Ordovícico), con predominio de rocas más o menos metamorizadas, como lutitas, limolitas, esquistos, pizarras y cuarcitas.

El factor ecológico regional clave que determina la vegetación yungueña, es la incidencia o choque de los vientos alisios zonales, procedentes del océano Atlántico, que choca contra la gran barrera montañosa que representan los Andes. Al darse este fenómeno los vientos cálidos y cargados de humedad, ascienden y por tanto se enfrían. Este proceso de convección genera nubosidad y neblinas casi constantes que liberan cuantiosas precipitaciones durante la mayor parte del año.

El pronunciado gradiente altitudinal, condiciona a la vez todo un rango de temperaturas, desde tórridas en las zonas más bajas yungueñas hasta muy frías en las partes elevadas. De igual manera, la diferente orientación y exposición topográfica de las laderas montañosas y valles yungueños, introduce un factor diversificador muy importante en el reparto efectivo de las importantes cantidades de lluvia que a escala regional reciben los Yungas. Los valles internos protegidos por serranías y las laderas montañosas orientadas hacia el oeste, reciben proporcionalmente mucha menos lluvia que el promedio regional. Este conjunto de factores

genera una gran variedad de condiciones bioclimáticas, desde ombroclimas muy secos hasta muy húmedos, con diferentes ritmos anuales de lluvias (pluvial, pluviestacional y xérico), combinados con toda la variación altitudinal de la temperatura. Como consecuencia, los ecosistemas y la vegetación de Los Yungas presentan una elevada heterogeneidad, variedad y diversificación, que es posiblemente la mayor de todas las provincias biogeográficas de Sudamérica. Asimismo, la flora y la fauna son excepcionalmente diversas en especies, destacando por ejemplo grupos como las orquídeas, las aves o los anfibios.

Para las poblaciones humanas de los Andes Centrales, Los Yungas han sido mayormente una zona de tránsito, sobre todo por lo que se refiere a la faja cordillerana, nublada, húmeda y fría, por encima de los 2.000 m. Esta faja conectaba las áreas habitadas y cultivadas de la Puna con los valles cálidos y templados del subandino yungueño, donde se cultivan productos como la coca, el café, los cítricos y el plátano, que complementaban la economía de los pueblos andinos. Este patrón de uso tradicional ha condicionado una población con tendencia itinerante o temporal que mantiene de modo parcial, principalmente en Bolivia, muchas de las características originales de sus sistemas productivos. Los asentamientos urbanos permanentes en Los Yungas datan en su mayoría de la época colonial o posterior, y por razones climáticas, se hallan en su mayoría situados en el tramo altitudinal superior del piso subandino o en el inferior del piso montano. Tan solo en el último siglo, han proliferado asentamientos humanos en casi todos los pisos ecológicos yungueños, con el avance de la deforestación, la colonización irregular y las fronteras agrícolas. Sin embargo, esta presión reciente es mayor y más rápida en el piso subandino.

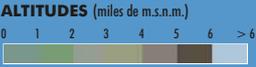


MAPA FITORREGIÓN LOS YUNGAS

MAPA DE UBICACIÓN EN AMÉRICA DEL SUR



- LEYENDA:**
- Fitorregión Los Yungas
 - Límite político
 - Límite del área de estudio
 - Ríos
 - Lagos y lagunas
 - Lago salado
 - Capitales nacionales
 - Ciudades principales



Proyección: Geográfica
DATUM: WGS 84
Escala: 1 / 10 200 000

80°0'0" W 70°0'0" W 0°0'0" S 10°0'0" S 20°0'0" S

Colombia Ecuador Perú Brasil Bolivia Chile Argentina

Quito Guayaquil Cuenca Cajamarca Lima Cusco Arequipa La Paz Cochabamba Sucre

Río Negro Río Caquetá Río Amazonas Río Putumayo Río Napo Río Ucayali Río Jurúa Río Purús Río Madre de Dios Río Mamoré

Lago Titicaca Lago Poopo Salar de Coipasa Salar de Uyuni

Océano Pacífico

Puna Húmeda

Esta provincia biogeográfica se encuentra distribuida desde el norte de Perú hasta el centro de la Cordillera Oriental de Bolivia. Se extiende por las altas cordilleras tropicales de los Andes Centrales, e incluye la gran cuenca altoandina del Lago Titicaca (Figura 2c). Asimismo, en la Puna Húmeda se incluyen diversos valles interandinos, que en Perú alcanzan longitudes considerables. La cuenca del Lago Titicaca, constituye una depresión casi plana, rellena en varias fases climáticas del Holoceno por sedimentos cuaternarios fluvio-lacustres y fluvio-glaciares.

Desde el punto de vista geológico, en la región de la Puna Húmeda predominan en general las rocas plegadas de edades paleozoica o primaria y mesozoica o secundaria, con extensos afloramientos de esquistos, lutitas, cuarcitas, areniscas y calizas. El suroeste de la Puna Húmeda en Perú es predominantemente volcánico y tanto en Bolivia como en Perú se intercalan diversos afloramientos masivos de rocas intrusivas graníticas. En Bolivia, el área ocupada por la Puna Húmeda está constituida sobre todo por rocas paleozoicas plegadas y parcialmente metamorizadas de los períodos Ordovícico, Silúrico y Devónico; sin embargo, afloran también serranías de areniscas del terciario al sur del Lago Titicaca, así como importantes batolitos de granitos en las cordilleras Real y Quimsa Cruz de La Paz.

Esta unidad biogeográfica cubre un amplio rango altitudinal, que va desde unos 2.000 m. en los valles interandinos, hasta más de 6.000 m. en las altas cumbres y nevados de la cordillera. En conjunto, predominan los bioclimas pluviestacionales húmedos a subhúmedos y hacia el norte de la provincia, también los bioclimas pluviales húmedos a hiperhúmedos. En los valles interandinos de esta unidad biogeográfica, por efecto de sombra de lluvia, los bioclimas predominantes son los pluviestacionales subhúmedos y los xéricos secos a semiáridos.

La vegetación potencial original de gran parte de la Puna Húmeda, en los pisos altimontano y altoandino, son los bosques bajos de Queñoa (*Polylepis Spp*), dominados en cada zona o gran macizo montañoso por una especie diferente y restringida a la misma. Sin embargo, el uso humano ancestral del paisaje de la Puna Húmeda, ha reducido drásticamente el área natural de los bosques puneños. Éstos han sido sustituidos en grandes extensiones por pajonales y matorrales seriales, quedando los remanentes boscosos actuales mayormente en situaciones de refugio, con

topografías abruptas o poco accesibles. Por ello, la vegetación está actualmente dominada por sistemas de pajonales y matorrales, cuya flora es notablemente diversa en especies.

En relación a los pajonales aparentemente similares de los páramos, los de la Puna Húmeda son en su mayor parte estacionales, es decir, se encuentran adaptados a los meses del año (coincidiendo con la época más fría) en los cuales las lluvias son mucho más escasas, llegando a crearse condiciones de déficit hídrico estacional. Durante esa época, las plantas reducen mucho su producción de biomasa y crecimiento, llegando a secarse y perder parte de sus hojas. A diferencia en las montañas, mayormente pluviales de los Andes del Norte, la lluvia mantenida durante todo el año posibilita una mayor actividad vegetativa y producción de biomasa. En comparación, la diversidad de especies y el grado de endemismo en géneros de gramíneas dominantes, tanto en el Páramo como en la Puna Húmeda, tales como *Festuca*, *Calamagrostis*, *Stipa* y *Poa*, es mayor en esta última, hasta el punto de ser considerados los Andes Centrales en el centro-sur de Perú y norte de Bolivia como una de los centros de mayor diversificación para estos géneros en los Andes. Algo similar ocurre para las especies de árboles del género *Polylepis*, cuyo centro de diversidad en los Andes se extiende desde el centro-norte de Perú al centro de Bolivia.

En las hondonadas o depresiones topográficas donde se acumula el agua, así como en torno a lagunas y cursos de agua, ocurren humedales que pueden alcanzar grandes extensiones y donde son característicos los ecosistemas de turberas altoandinas. Dichos ecosistemas alcanzan en esta unidad biogeográfica su mayor extensión y representatividad dentro del conjunto de los Andes Tropicales.

Históricamente, la Puna Húmeda ha sido la cuna de las civilizaciones andinas, principalmente waris, chavin, tiwanakotas, aymaras, incas, entre otros, con una larga historia de ocupación humana del territorio y de uso de sus recursos. Esto explica en gran parte el paisaje actual, dominado ampliamente por pajonales y matorrales seriales o secundarios y por cultivos.

El predominio de bioclimas pluviestacionales húmedos, con una clara separación entre la época cálida de lluvias y la época más fría y seca, favoreció el auge y la alta diversificación de los cultivos de tubérculos andinos. Estos cultivos necesitan de unos meses soleados con pocas precipitaciones pluviales, para poder terminar de desarrollarse sin amenazas de pudrición, tal como sucede en muchas de las

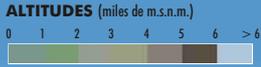


MAPA FITORREGIÓN PUNA HÚMEDA

MAPA DE UBICACIÓN EN AMÉRICA DEL SUR



- LEYENDA:**
- Fitorregión Puna Húmeda
 - Límite político
 - Límite del área de estudio
 - Ríos
 - Lagos y lagunas
 - Lago salado
 - Capitales nacionales
 - Ciudades principales



zonas con bioclima pluvial de los Andes del Norte. Los principales centros de origen y dispersión de las culturas andinas, como la Cuenca del Titicaca o la región de Cusco, mantienen hasta hoy niveles considerables de ocupación del espacio y de densidad de población, con promedios comparables a los existentes en los Andes del Norte. Sin

embargo, la mayoría del resto del área ocupada por la Puna Húmeda, ha experimentado en el último siglo intensos procesos migratorios de la población hacia las principales ciudades, por lo que mantiene actualmente densidades de población bajas, con promedios regionales de 2-25 habitantes por Km² (PNUMA-AGECI-MOPU 1990).



Puna Xerofítica

Esta provincia biogeográfica bioclimáticamente tropical, de gran extensión en el centro de los Andes, se distribuye fundamentalmente en el centro-sur del oeste de Bolivia y en el noroeste de Argentina, con extensiones menores en zonas adyacentes del suroeste de Perú y noreste de Chile. Ocupa un rango altitudinal muy amplio, que va desde unos 2.000 m. en los valles altos orientales o prepuna, hasta más de 6.000 m. en los altos nevados y volcanes de la cordillera andina occidental. Incluye la gran meseta del Altiplano andino, que con una altitud promedio de 3650 m., y situada en la zona más ancha de toda la cordillera de los Andes, constituye una de las mayores altiplanicies de la Tierra, similar a la de Tíbet en los Himalayas (Figura 2d).

Desde el punto de vista geológico, y en el área cubierta por el presente estudio, la Puna Xerofítica incluye las siguientes unidades:

- a. La Cordillera Oriental de Bolivia, en sus tramos central y sur. Está constituida mayormente por rocas paleozoicas antiguas (períodos Cámbrico y Ordovícico), plegadas y con diversos grados de metamorfismo. Predominan rocas como esquistos, pizarras, lutitas, areniscas y cuarcitas. Sin embargo, se intercalan también extensos afloramientos de rocas volcánicas de la era terciaria (mioceno-plioceno), principalmente en la alta Cordillera de Azanaques en Potosí y en el sureste (Sud Lípez Oriental).
- b. La Cordillera Occidental, extendida a todo lo largo de la frontera entre Bolivia y Chile, prolongándose hacia el norte en el suroeste de los Andes de Perú. Esta cordillera es casi totalmente volcánica, con extensos afloramientos de rocas volcánicas originadas en la era terciaria (mioceno-plioceno) en episodios volcánicos de tipo explosivo, con predominio de rocas ignimbríticas. Emergiendo de la alta superficie volcánica constituida por estas ignimbríticas, se elevan numerosos conos volcánicos (estratovolcanes) más recientes (pleistoceno-holoceno), que constituyen las principales cumbres y nevados de la Cordillera Occidental.
- c. En medio de ambas cordilleras, se extiende la amplia meseta del Altiplano, correspondiente a una depresión intra-andina rellena por sedimentos de las eras terciaria y cuaternaria. En esta meseta, predominan los sedimentos de origen fluvio-lacustre (limos, arcillas, evaporitas) y eólico (arenas), con afloramientos de pequeñas serranías dispersas constituidas por areniscas y conglomerados de la era terciaria o más antiguos. En el Altiplano, se encuentran además extensos lagos salados y salinas, los mayores de Sudamérica, con importantes depósitos de sales de sodio, potasio, boro y litio.

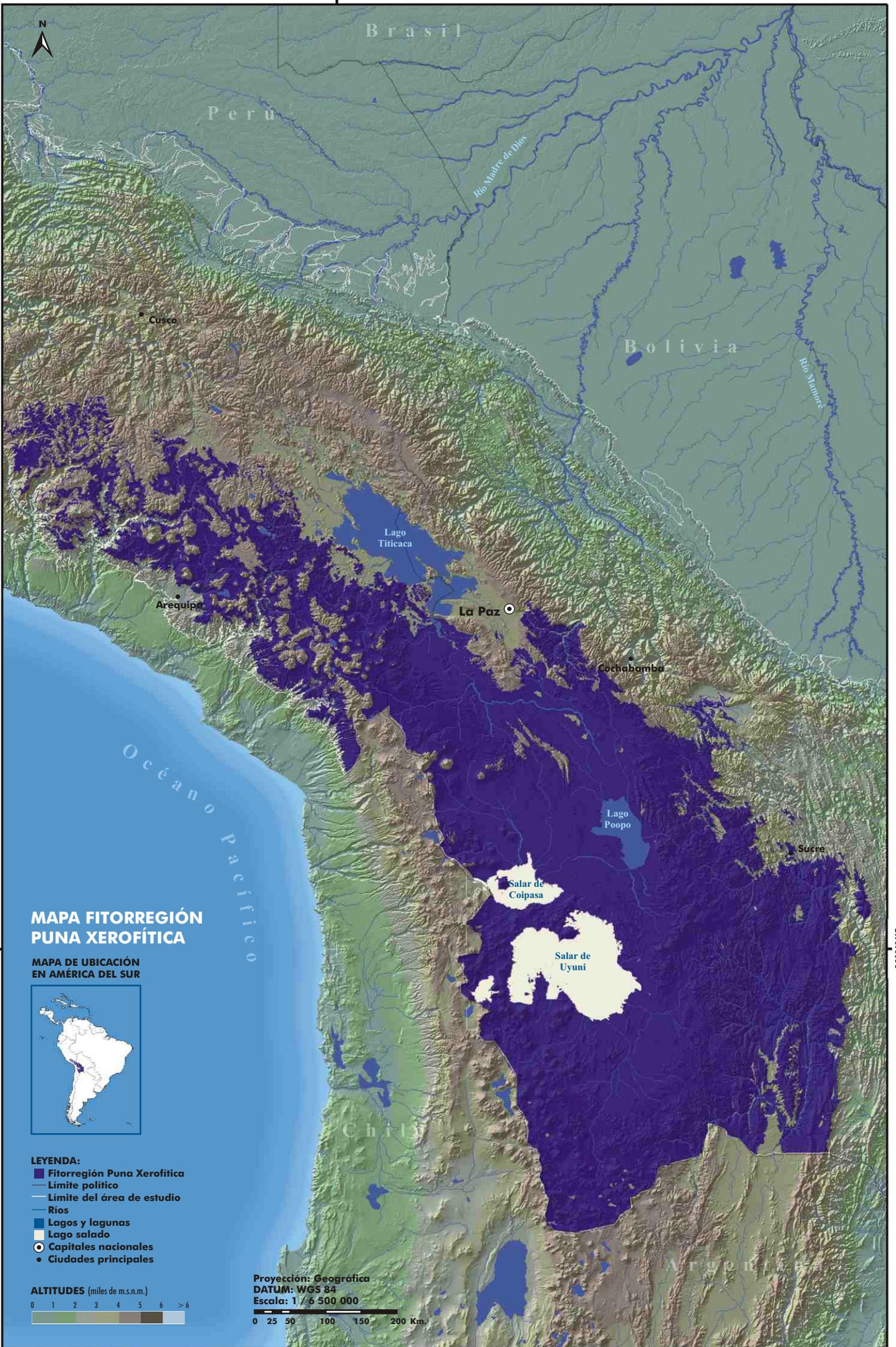
Al estar situada latitudinalmente en el área de influencia del cinturón de altas presiones subtropicales, el clima de la Puna Xerofítica es marcadamente estacional, con una época seca muy intensa, que se acentúa notablemente hacia el sur y hacia el oeste. Predominan los bioclimas xéricos secos y semiáridos, presentándose bioclimas pluviestacionales subhúmedos o localmente húmedos, tan solo en las altas montañas del centro-norte de esta provincia. Sin embargo, las altas cordilleras hacia el suroeste, en la zona de confluencia o frontera entre Bolivia, Chile y Argentina, son excepcionalmente secas, con bioclimas xéricos hasta las cumbres.

La vegetación de la Puna Xerofítica está notablemente diversificada, presentando varios ecosistemas restringidos a esta provincia. Entre ellos se destacan los grandes salares del Altiplano, que son probablemente los ecosistemas salinos de alta montaña más extensos de la Tierra, con flora endémica muy peculiar, y las altas cabeceras de valle o Prepuna, con una flora xerofítica rica en elementos endémicos restringidos, principalmente en familias como cactáceas, leguminosas, zigofiláceas y asteráceas o compuestas. En conjunto, la flora de la Puna Xerofítica tiene numerosos elementos exclusivos de ella. Sin embargo, hacia el norte comparte diversos elementos con la Puna Húmeda y hacia el suroeste recibe notables influencias florísticas de la Puna desértica de Atacama y de los Andes mediterráneos chilenos de alta montaña.

La mayor parte de la Puna Xerofítica, especialmente en su zona occidental, constituye una de las áreas con más baja densidad de población de Sudamérica, con menos de 2 habitantes por Km² en toda la mitad occidental del área y faja fronteriza entre Bolivia y Chile, incluyendo extensas zonas no habitadas (PNUMA-AGECI-MOPU 1990). La mitad oriental de esta provincia biogeográfica tiene densidades promedio de 2-25 habitantes por Km² y tan solo hacia el norte o en las inmediaciones de las principales ciudades (Oruro, Potosí) se alcanzan densidades de población entre 25 y 60 habitantes por Km² (PNUMA-AGECI-MOPU 1990).



70°0'0"W

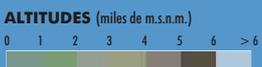


MAPA FITORREGIÓN PUNA XEROFÍTICA

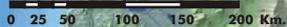
MAPA DE UBICACIÓN EN AMÉRICA DEL SUR



- LEYENDA:**
- Fitorregión Puna Xerofítica
 - Limite político
 - Limite del área de estudio
 - Ríos
 - Lagos y lagunas
 - Lago salado
 - Capitales nacionales
 - Ciudades principales



Proyección: Geográfica
 DATUM: WGS 84
 Escala: 1 / 6 500 000



70°0'0"W

20°0'0"S

20°0'0"S



Océano Pacífico

Brasil

Perú

Bolivia

Chile

Argentina

Cusco

Arequipa

La Paz

Cochabamba

Sucre

Lago Titicaca

Lago Poopo

Salar de Coipasa

Salar de Uyuni

Río Madre de Dios

Río Mampre



Boliviano-Tucumano

Provincia biogeográfica tropical, extendida hacia el sur a continuación de los Yungas, se distribuye por las laderas y serranías orientales de la Cordillera Andina, desde el centro de Bolivia al noroeste de Argentina, entre 600 m. y casi 4.000 m. de altitud. Hacia el oeste, limita con la provincia de la Puna Xerofítica y hacia el este con la Chiquitanía y el Gran Chaco. La mayor parte de la provincia Boliviano-Tucumana se sitúa en el piso subandino, por debajo de los 2.000 m. de altitud. En comparación, las fajas cordilleranas por encima de esa altitud, correspondientes a los pisos montano y altimontano ocupan un área considerablemente menor (Figura 2e).

En contraste con los Yungas, en la geología casi no aparecen las rocas más antiguas y metamorizadas correspondientes a la era primaria (Ordovícico), estando constituido casi todo el conjunto de serranías boliviano-tucumanas por una compleja intercalación de fajas de rocas paleozoicas (períodos Silúrico, Devónico, Carbonífero) y de fajas de rocas más recientes mesozoicas y terciarias, tendiendo a predominar estas últimas en el subandino inferior y piedemonte. Todo el conjunto de serranías se encuentra alineado en forma paralela, en sentido general norte-sur.

En general, el clima de esta región es globalmente mucho más estacional, menos húmedo y menos cálido que el de los Yungas subandinos, debido a varias razones:

- Su ubicación latitudinal más meridional, lo cual unido a la orientación predominante de las serranías en sentido norte-sur y paralelas entre sí, facilita el ingreso de las masas de aire frío procedentes del sur del continente ("surazos"), especialmente en los meses más secos del año (de mayo a octubre).
- La incidencia de los vientos alisios zonales, cálidos y húmedos, es mucho menor debido a la latitud más meridional y tiene efectos más significativos solo en la zona norte boliviano-tucumana y solo en los meses lluviosos del año (noviembre a abril).
- La proximidad a la faja zonal seca de altas presiones del hemisferio sur, la cual condiciona

una importante escasez de precipitaciones desde mayo a octubre.

Este conjunto de factores determina la ausencia de bioclimas pluviales boliviano-tucumanos, presentándose un predominio de bioclimas pluviestacionales húmedos y subhúmedos en situaciones topográficas y serranías expuestas hacia el este; alternándose con bioclimas xéricos secos y semiáridos en los valles internos y en laderas montañosas o serranías expuestas hacia el oeste.

La vegetación es altamente original, y aunque comparte algunos elementos florísticos con los Yungas hacia el norte y con la Chiquitanía o el Gran Chaco hacia el sur, la flora contiene numerosas especies propias o exclusivas de la provincia biogeográfica, destacando al respecto la elevada proporción de endemismos en las floras xerofíticas boliviano-tucumanas.

En Bolivia, la provincia biogeográfica Boliviano-Tucumana ocupa principalmente el centro de los departamentos de Chuquisaca y Tarija, con áreas menores en el sureste del Departamento de Cochabamba y en el suroeste del Departamento de Santa Cruz. La población humana de la zona Boliviano-Tucumana mantiene hasta la actualidad densidades bajas, con promedios generales entre 2 y 25 habitantes por Km² (PNUMA-AGECI-MOPU 1990). La excepción son las poblaciones asentadas en los principales valles, como Cochabamba y Tarija, que mantienen desde hace siglos altas densidades de población, relacionadas con importantes áreas de cultivo sobre los suelos aluviales del fondo de los valles interandinos. Fuera de estos casos, la mayoría de la población reside concentrada en pueblos pequeños a medianos, separados por amplios espacios casi despoblados. Muchos de estos pueblos tienen su origen en la época colonial y mantienen hasta ahora esquemas tradicionales de uso del territorio y los recursos, basados en la agricultura de subsistencia o dirigida a los mercados locales y en la ganadería extensiva de ramoneo en libertad, con cargas bajas a medias.

Tan solo recientemente se observa una creciente presión de colonización, que se dirige sobre todo hacia el subandino inferior de los departamentos de Chuquisaca y Tarija, con avances importantes en la deforestación, explotación no controlada de maderas y expansión de cultivos intensivos.



65°0'0"W



Bolivia

Santa Cruz de la Sierra

Sucre

20°0'0"S

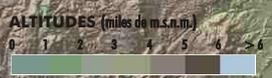
20°0'0"S

MAPA FITORREGIÓN BOLIVIANO-TUCUMANO

MAPA DE UBICACIÓN EN AMÉRICA DEL SUR



- LEYENDA:**
- Fitorregión Boliviano-Tucumano
 - Límite político
 - Límite del área de estudio
 - Ríos
 - Lagos y lagunas
 - Capitales nacionales
 - Ciudades principales



Proyección: Geográfica
 DATUM: WGS 84
 Escala: 1 / 2 500 000

Argentina

65°0'0"W

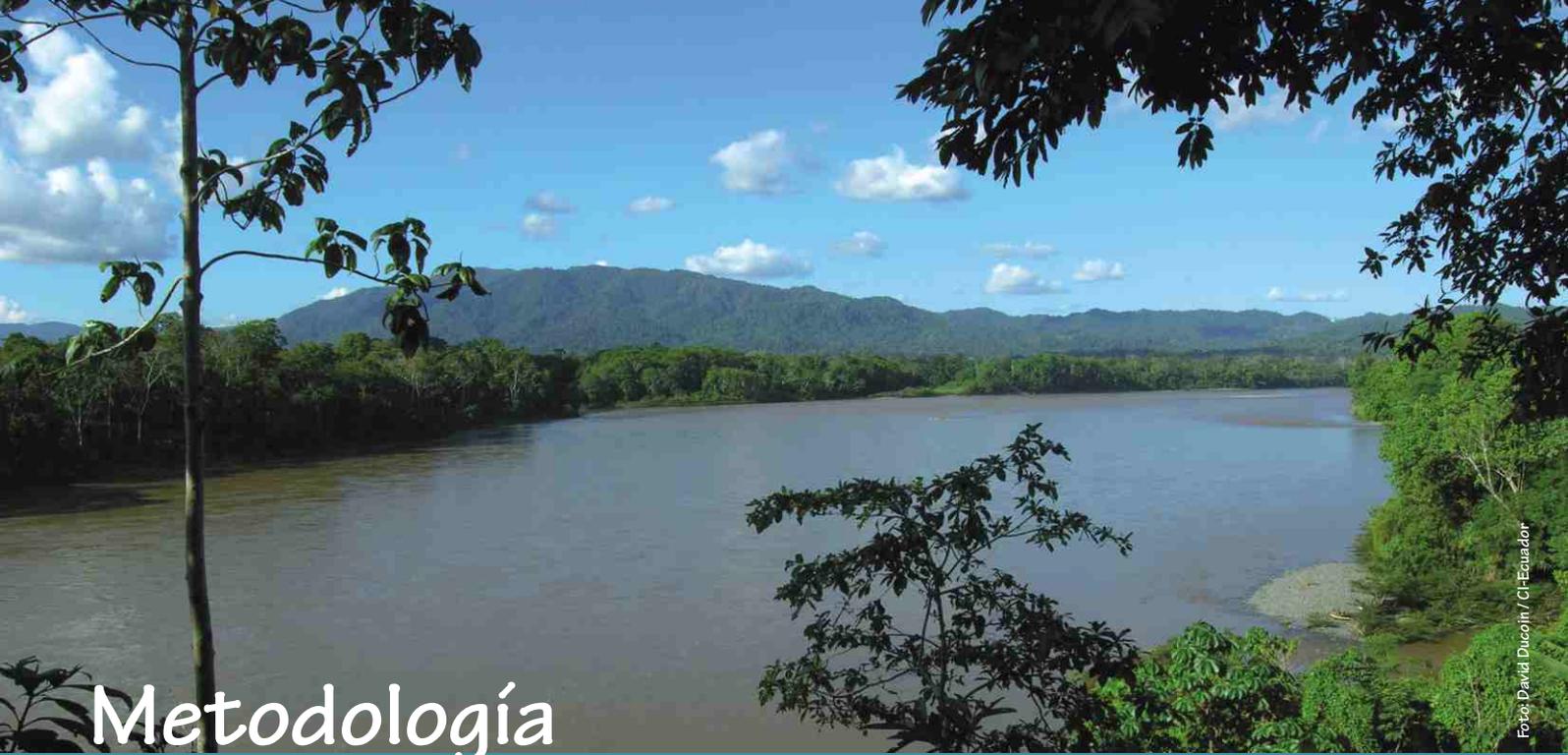


Foto: David Ducolín / CIEcuador

Metodología

El Mapa de Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro se desarrolló a partir de la homologación de una propuesta jerárquica de clasificación de los ecosistemas andinos, basada en la propuesta original de NatureServe para América Latina y el Caribe. Con base en esta dicha clasificación se integraron los mapas existentes en cada país y se obtuvo como resultado un mapa integrado. Los métodos usados se describen con detalle en este capítulo y se amplían en el Anexo 1.

4.1. Desarrollo de la propuesta jerárquica de clasificación

El ecosistema constituye el nivel de mayor detalle que se representa en el mapa de los Andes. El segundo nivel, definido como macrogrupo, representa la agrupación de ecosistemas con base en dos criterios principales: el bioclima y la fitogeografía. La creación de macrogrupos, permitió una clasificación jerárquica que, aplicada al mapa, permite una presentación y análisis de la unidad mapeada en dos niveles de resolución conceptual.

En los ambientes naturales, especialmente en los Andes, siempre hay áreas más o menos extensas de transición de un sistema hacia el adyacente. En estas zonas llamadas ecotonos, la composición de las comunidades vegetales es una combinación de especies de plantas de los dos sistemas vecinos que progresivamente varían en su abundancia, hasta que la composición a lo largo del gradiente se define y se vuelve característica de un sistema o de otro. Esto pasa tanto entre distintos ecosistemas del área de estudio, como entre los ecosistemas de los bordes o límites de la fitorregión andina y los de la fitorregión adyacente.

Al ser la región andina un área muy extensa y elongada, limita con fitoregiones y biomas muy variados que se extienden en las tierras bajas

adyacentes. Para la construcción del Mapa se decidió incluir estas zonas extra-andinas en la parte de su extensión representada por los ecosistemas transicionales. Esto con el objetivo de identificar y caracterizar el “vecindario” más próximo a los ecosistemas andinos y facilitar la integración de ejercicios posteriores enfocados en cartografiar los ecosistemas de las zonas bajas adyacentes. Si bien estos ecosistemas adyacentes fueron mapeados, no se aplicó en ellos la clasificación de macrogrupos y por tanto aparecen como clases genéricas (ej. Amazonía, Desierto Peruano) en la leyenda del mapa de macrogrupos.

4.2. Integración de mapas nacionales

Como se indica al inicio, el Mapa de los Andes es el resultado de la integración de mapas nacionales existentes. Para los casos de Venezuela y Perú no se contó con mapas de ecosistemas andinos a nivel nacional. En ambos casos los mapas que cumplían con los criterios requeridos de enfoque conceptual y resolución espacial, tenían una cobertura parcial de la región andina por lo que hubo que desarrollar el mapa para cubrir el área de estudio definida. En el caso de Venezuela, el vacío a completar fue el área andina fuera del estado de Mérida y en Perú, toda la región de Puna por encima de los bosques andino-yungueños, así como las estribaciones occidentales de la cordillera.

En la mayoría de los casos los mapas existentes, así como los que se desarrollaron durante este proyecto, fueron mapas de ecosistemas. Las excepciones son Colombia y Venezuela, que utilizan otras clasificaciones. En estos casos, y para asegurar la consistencia en los criterios de homologación entre todos los mapas que se integraron, se aplicó el sistema de Rivas-Martínez como herramienta conceptual de homologación objetiva entre las distintas clasificaciones nacionales de vegetación, según las siguientes consideraciones:

- a. Se asumió el postulado, generalizadamente aceptado, de que tipos similares u homólogos de ecosistemas son determinados por un mismo bioclima (Walter 1977, Walter *et al.* 1975).
- b. La agrupación de diferentes ecosistemas que comparten un determinado bioclima y piso bioclimático, permite crear de forma objetiva macro-unidades (a las que hemos llamado macrogrupos) coherentes y comparables a una escala continental. Esto es posible, independientemente de las variantes contempladas en las distintas clasificaciones nacionales, las cuales pueden ser, en cualquier caso, referidas de esta forma a un sistema común.

- c. Al responder a bioclimas y pisos bioclimáticos comunes, se espera que los macrogrupos compartan características análogas desde el punto de vista estructural, ecofuncional y de composición. Adicionalmente, esto permite asumir que dichas unidades responden de forma similar frente a procesos de transformación, uso, conservación o gestión del territorio.
- d. Teniendo en cuenta la extensión territorial cubierta por el mapa y la inexistencia de datos de campo suficientes sobre la vegetación o los ecosistemas para amplias áreas de los Andes tropicales, la aplicación del sistema Rivas-Martínez permite estimar en esas áreas los posibles ecosistemas presentes.

4.3. Aplicación de los criterios de homologación basados en el sistema Rivas-Martínez

A manera de ejemplo para explicar los pasos en la implementación de esta homologación, se presenta a continuación en la Tabla 4 los parámetros bioclimáticos de algunos macrogrupos presentes en Bolivia, país para el cual ya se contaba con un mapa de sistemas ecológicos. Adicionalmente, se presentan dos perfiles de vegetación que representa los diferentes macrogrupos de la vegetación andina en los Andes del Norte y Centro (Gráfico 1 y 2).

TABLA 4.

Bioclima de los macrogrupos presentes en Bolivia, ejemplo de los criterios de homologación utilizados.

MACROGRUPOS	BIOCLIMAS Y OMBROTIPOS	PISOS BIOCLIMÁTICOS (termotipos)
Bosque Altimontano y Altoandino Húmedo de Los Yungas	Pluvial - Pluviestacional, Húmedo-Hiperhúmedo	Orotropical, Supratropical
Bosque Altimontano Húmedo de la Puna	Pluviestacional, Húmedo-Subhúmedo	Supratropical
Bosque Montano Húmedo de Los Yungas	Pluvial - Pluviestacional, Húmedo-Hiperhúmedo	Mesotropical
Bosque Subandino Húmedo de Los Yungas	Pluvial - Pluviestacional, Húmedo-Hiperhúmedo	Termotropical
Bosque Altoandino de la Puna Xerofítica	Pluviestacional, Subhúmedo y Xérico, Seco	Orotropical
Bosque Altimontano Estacional de la Puna Húmeda	Pluviestacional, Subhúmedo	Supratropical
Vegetación Subnival de la Puna Xerofítica	Pluviestacional, Subhúmedo y Xérico, Seco	Criorotropical
Bosque Montano Xerofítico de Los Yungas	Xérico, Seco-Semiárido	Mesotropical

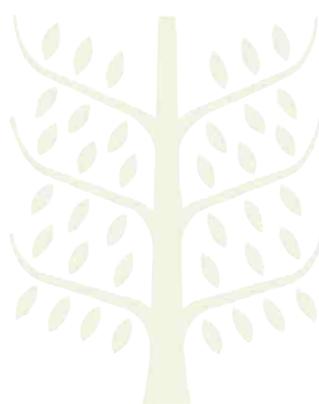
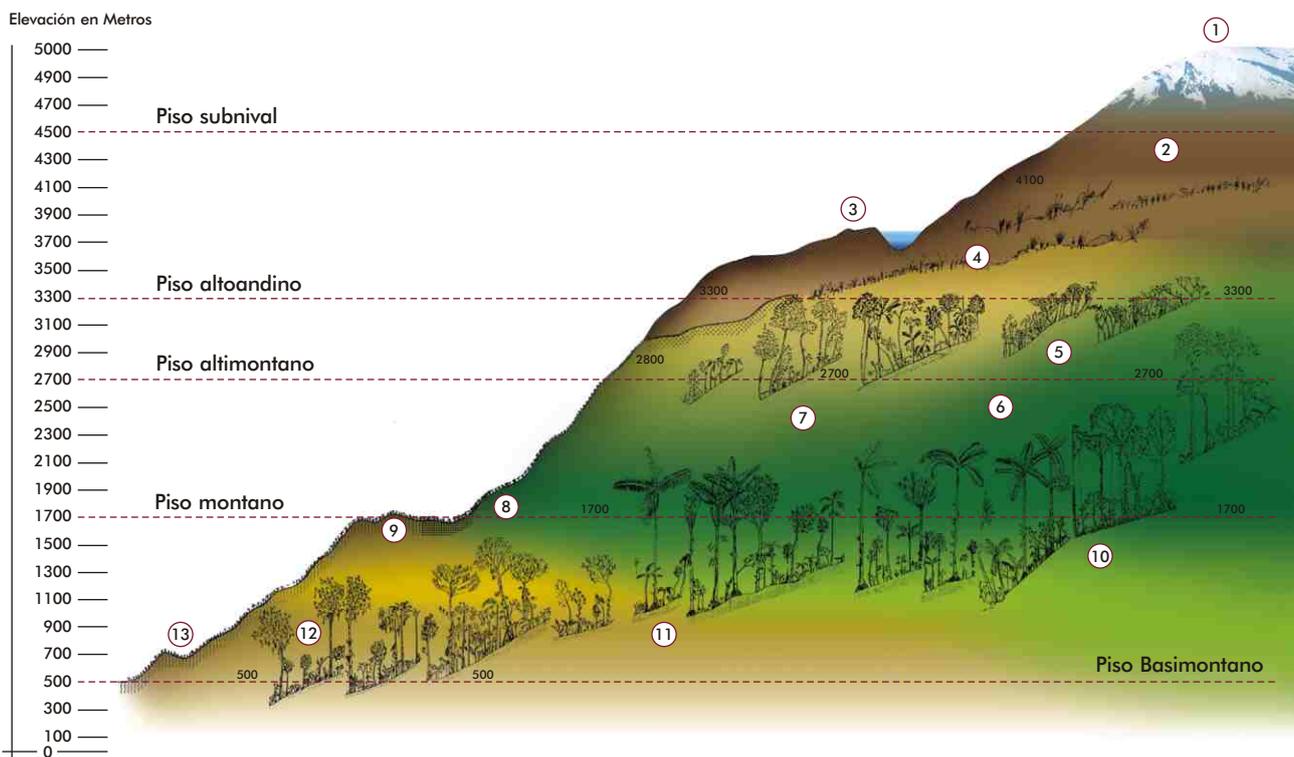


GRÁFICO 1.

Perfil de vegetación de los Andes del Norte

Perfil ecológico mostrando los diferentes macrogrupos de vegetación andina, desde la Cordillera Central colombiana hasta el piedemonte en el río Magdalena. Colombia. Variación altitudinal: 4900 m a 400 m.

Fuente: Esquema adaptado de Van der Hammen, T. and dos Santos, A.G. (eds) (1995). *La Cordillera Central colombiana: transecto Parque Los Nevados. Studies on Tropical Andean Ecosystems / Estudios de Ecosistemas Tropandinos Vol. 4 / 5.* J. Cramer, Berlin.



Piso subnival:

1. Vegetación subnival de los Andes del Norte

Piso altoandino:

2. Páramo húmedo de los Andes del Norte
3. Humedal altoandino y altimontano de los Andes del Norte
4. Bosque altoandino húmedo de los Andes del Norte

Piso altimontano:

5. Bosque altimontano húmedo de los Andes del Norte

Piso montano:

6. Bosque montano húmedo de los Andes del Norte
7. Bosque montano estacional de los Andes del Norte
8. Arbustal montano húmedo de los Andes del Norte
9. Arbustal montano estacional y xerofítico de los Andes del Norte

Piso basimontano:

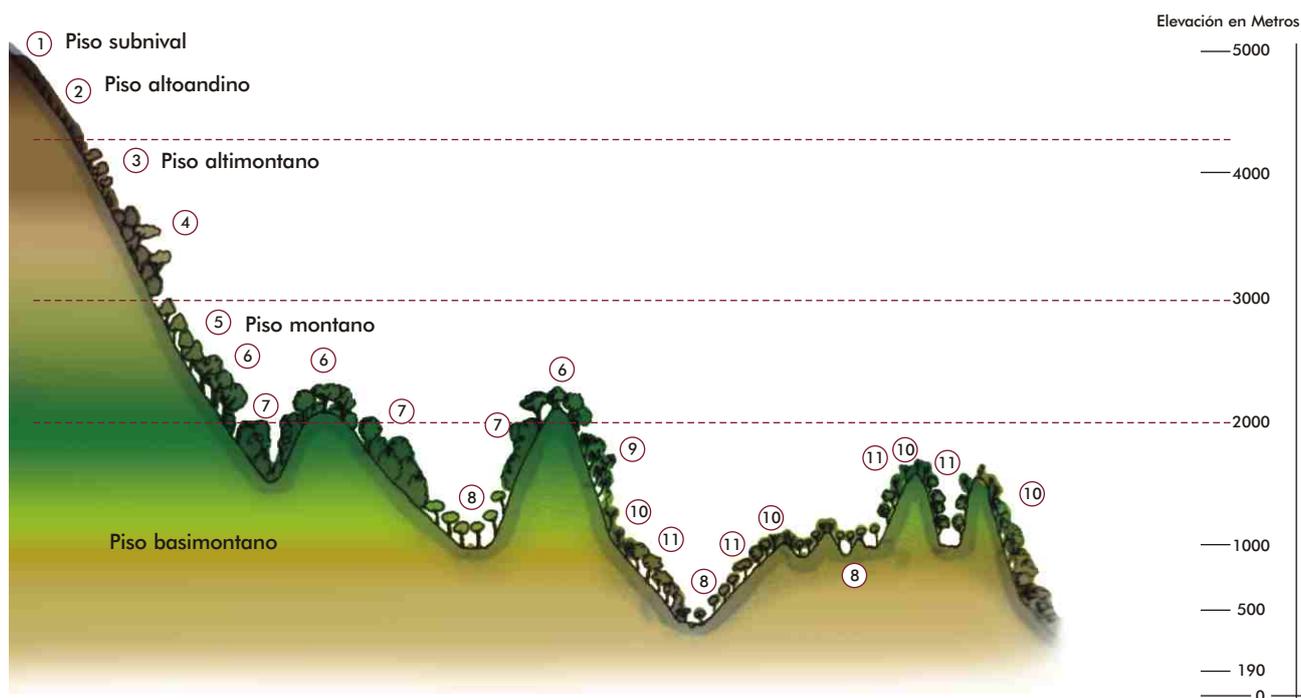
10. Bosque subandino húmedo de los Andes del Norte
11. Bosque subandino estacional de los Andes del Norte
12. Bosque subandino xerofítico de Andes del Norte
13. Arbustal subandino estacional y xerofítico de Andes del Norte

GRÁFICO 2.

Perfil de vegetación de los Andes del Centro

Perfil ecológico mostrando los diferentes macrogrupos de vegetación andina, desde la Cordillera Real hasta la llanura amazónica del piedemonte. Bolivia, Departamento de La Paz. Latitud: 16°20'S a 15°08'S. Variación altitudinal: 4900 m a 310 m.

Fuente: Navarro, G. y M. Maldonado. 2002. *Geografía Ecológica de Bolivia*. P. 286-287. Leyenda adaptada.

**Piso subnival:**

1. Vegetación subnival de la Puna Húmeda

Piso altoandino:

2. Puna altoandina húmeda

Piso altimontano: Bosque altimontano y altoandino húmedo de Los Yungas

3. Bosques de la zona altimontana superior
4. Bosques de la zona altimontana inferior

Piso montano: Bosque montano húmedo de Los Yungas

5. Bosques de la zona montana superior
6. Bosques de la zona montana inferior

Piso basimontano:

7. Bosque subandino estacional de Los Yungas (estacional húmedo); Siempreverde estacional
8. Bosque subandino estacional de Los Yungas (estacional subhúmedo); Semideciduo
9. Bosque subandino húmedo de Los Yungas (zona superior, pluvial hiperhúmedo); Siempreverde
10. Bosque subandino húmedo de Los Yungas (zona inferior, pluvial húmedo); Transición a la Amazonía
11. Bosque siempre verde estacional subandino del Suroeste de la Amazonía

Los ecosistemas que se caracterizan por presentar los ombrotipos y termotipos atribuidos a cada Macrorupo, se agrupan en el mismo. Los otros dos criterios que se toman en cuenta para la agrupación son la fitorregión y la fisonomía predominante de la vegetación. Así, además de compartir atributos bioclimáticos, los ecosistemas a agruparse deben compartir la afinidad fitogeográfica (p.ej. compartir taxa diagnósticos) y deben poseer una fisonomía común (ver Sección 5.2).

La intersección de los mapas bioclimáticos regionales con el mapa de cada país generó los insumos necesarios para realizar la homologación de la leyenda temática bajo el sistema de clasificación de NatureServe. Algunos ecosistemas de distribución disyunta (arbustales de los valles interandinos) o muy elongada (bosques montanos yungueños) evidenciaron una distribución de sus polígonos en una gran variedad de ombrotipos y termotipos. En casos como estos se decidió calcular el área de ocupación relativa de cada sistema en relación a cada tipo de bioclima.

En la mayoría de los casos, la asignación a la leyenda de homologación se la realizó asignando los polígonos a la categoría de bioclima con la mayor superficie relativa al total de la distribución del ecosistema. En algunos casos, como los del sur de Ecuador, permitió dividir una sola cobertura en dos ecosistemas distintos, cada uno relativo a su termotipo y ombrotipo dominante. Para mayor detalle sobre el proceso de homologación llevado a cabo en cada país referirse al Anexo 1.

4.4. Generación del mapa de índices bioclimáticos

La homologación de los ecosistemas se realizó siguiendo los criterios del sistema bioclimático de Rivas-Martínez (Rivas-Martínez *et al.* 1999). Así, para el Índice Ombrotérmico (I_o), el Índice Ombrotérmico del bimestre más seco del trimestre más seco del año (I_{od2}) y el Índice de Termicidad (I_t), se generaron mapas en formato raster a 1 Km de resolución. La climatología utilizada para generar los índices fue WORLDCLIM (Hijmans *et al.* 2005). Dicha base de

datos contiene superficies interpoladas de variables climáticas a 1 Km de resolución para las áreas continentales del planeta promediadas para el período 1950 - 2000.

Las variables utilizadas para calcular los índices fueron promedios mensuales de precipitación y temperatura, y las temperaturas máximas y mínimas mensuales promedio.

El Índice Ombrotérmico corresponde a:

$$I_o = (P_p / T_p) * 10 \quad \text{Eq. 1}$$

Donde P_p es la precipitación positiva anual de los meses con temperatura media mensual superior a 0°C y T_p es el sumatorio, en décimas de grados centígrados, de las temperaturas medias de los meses con temperatura media mensual mayor a 0°C .

Para calcular el Índice I_{od2} se obtuvieron los valores de precipitación para los cuatro trimestres del año. En cada trimestre se identificó los dos meses consecutivos con la menor precipitación. Una vez identificado el bimestre más seco, se calculó el I_o utilizando la expresión descrita en la Eq. 1.

El Índice de Termicidad (I_t) se calculó de acuerdo a:

$$I_t = (T + M + m) * 10 \quad \text{Eq. 2}$$

Donde T es la temperatura media anual en grados centígrados, M es la temperatura media de las máximas del mes más frío, y m es la temperatura media de las mínimas del mes más frío.

Para facilitar el uso de las superficies creadas, éstas se clasificaron de acuerdo a los rangos establecidos en la Tabla 2 a-c. Los índices así reclasificados fueron integrados en un solo mapa mediante una función de sobreposición donde cada pixel está caracterizado por la combinación resultante de bioclima, ombroclima y termotipo. Este mapa, así como las coberturas individuales de cada índice, fueron usados en el proceso de edición y homologación de los ecosistemas en el Mapa de los Andes.

Resultados

Foto: Alejandra Chávez

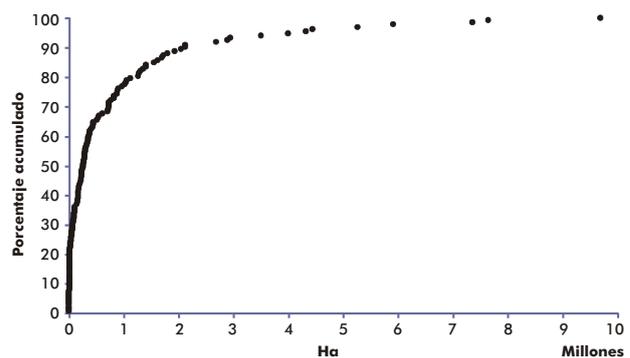
5.1. Patrones de diversidad y singularidad en los Andes del Norte y Centro

El mapa de ecosistemas de los Andes del Norte y Centro discrimina 133 ecosistemas³, de los cuales 113 son andinos y los restantes 20 corresponden a zonas de transición asociadas a fitorregiones colindantes de tierras bajas (ej. Chocó-Darién o Tumbes-Guayaquil) (Mapa de Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro; Anexo 2).

De los 133 ecosistemas cartografiados, 31 de ellos se distribuyen en una superficie mayor a un millón de Ha, lo que equivale al 59 por ciento del área de estudio. El ecosistema con la mayor cobertura es el Pajonal Altoandino de la Puna Húmeda seguido por el Bosque Siempreverde Subandino del Oeste de Amazonía y el Bosque Siempreverde Subandino del Suroeste de Amazonía, todos ellos con superficies mayores a los siete millones de Ha. Por el contrario, los restantes 102 ecosistemas ocurren en superficies considerablemente menores y de los cuales 29 se reportan en superficies inferiores a 20 mil Ha. En su conjunto estos 29 ecosistemas representan el 0,17 por ciento del área de estudio (Figura 3).

FIGURA 3.

Frecuencia acumulada de los 133 ecosistemas y sus valores asociados de superficie (en hectáreas).



Solo el 23% de los ecosistemas identificados cuentan con superficies mayores a un millón de hectáreas

Los Andes del Norte es la fitorregión que contiene el mayor número de ecosistemas y macrogrupos, seguida por las Yungas y el Boliviano-Tucumano (Tabla 5). La fitorregión que mayor diversidad de ecosistemas boscosos contiene es el Boliviano-Tucumano, mientras que la mayor cantidad de ecosistemas no boscosos (pastizales, salares y humedales de altura) se encuentran en la Puna



3. Para obtener una descripción de los sistemas ecológicos cartografiados en el mapa de los Andes del Norte y Centro, visitar el siguiente enlace: <http://www.natureserve.org/publications/pubs/EcosistemasAndesNorteYCentro.pdf>

80°0'0"W

70°0'0"W

60°0'0"W



10°0'0"N

10°0'0"N

0°0'0"

0°0'0"

10°0'0"S

10°0'0"S

20°0'0"S

20°0'0"S

Océano Atlántico

Océano Pacífico

MAPA ECOSISTEMAS DE LOS ANDES DEL NORTE Y CENTRO

MAPA DE UBICACIÓN EN AMÉRICA DEL SUR



- LEYENDA:**
- Limite político
 - Limite del área de estudio
 - Ríos
 - Lagos y lagunas
 - Lago salado
 - Capitales nacionales
 - Ciudades principales

Proyección: Geográfica
DATUM: WGS 84
Escala: 1 / 14 500 000



80°0'0"W

70°0'0"W

60°0'0"W



Panamá

Caracas

Medellín

Bogotá

Medellín

Cali

Quito

Guayaquil

Cuenca

Cajamarca

Lima

Cusco

Arequipa

La Paz

Cochabamba

Santa Cruz de la Sierra

Sucre

Salar de Coipasa

Salar de Uyuni

Paraguay

Chile

Argentina

Río Orinoco

Venezuela

Colombia

Río Guaviare

Río Negro

Ecuador

Río Napo

Río Putumayo

Río Caquetá

Río Amazonas

Brasil

Río Jurua

Río Purus

Perú

Río Ucayali

Río Madre de Dios

Río Mampoye

Bolivia

Lago Poopo

Lago Titicaca

Paraguay

Legenda de Macrogrupos y Ecosistemas:

AMAZONÍA

- 1. Bosque del piedemonte del oeste de la Amazonia
- 2. Bosque del piedemonte del suroeste de la Amazonia
- 3. Bosque inundable de la llanura aluvial de ríos de aguas blancas del suroeste de Amazonia

- 4. Bosque siempreverde estacional subandino del suroeste de Amazonia
- 5. Bosque siempreverde subandino del oeste de Amazonia
- 6. Bosque siempreverde subandino del suroeste de Amazonia

ARBUSTAL MONTANO ESTACIONAL Y XEROFÍTICO DE LOS ANDES DEL NORTE

- 7. Arbustal montano xérico interandino de los Andes del Norte
- 8. Vegetación saxícola montana interandina de los Andes del Norte

ARBUSTAL MONTANO HÚMEDO DE LAS CORDILLERAS SUBANDINAS ORIENTALES

- 9. Arbustal saxícola montano de las Cordilleras Subandinas orientales
- 10. Arbustal y herbazal sobre Mesetas Subandinas orientales

ARBUSTAL MONTANO HÚMEDO DE LOS ANDES DEL NORTE

- 11. Arbustal montano de los Andes del Norte

ARBUSTAL MONTANO XEROFÍTICO BOLIVIANO-TUCUMANO

- 12. Matorral xérico montano Boliviano-Tucumano

ARBUSTAL MONTANO XEROFÍTICO DE LOS YUNGAS

- 13. Matorral xérico interandino de Los Yungas
- 14. Vegetación saxícola montana de Los Yungas

ARBUSTAL MONTANO XEROFÍTICO DE LA PUNA HÚMEDA

- 15. Arbustales montanos xéricos interandinos de la Puna Húmeda
- 16. Bosques y arbustales montanos xéricos interandinos de la Puna Húmeda
- 17. Matorrales y herbazales xéricos interandinos de la Puna Húmeda

ARBUSTAL SUBANDINO ESTACIONAL Y XEROFÍTICO DE LOS ANDES DEL NORTE

- 18. Arbustal montano bajo xérico interandino de los Andes del Norte

BOSQUE ALTIMONTANO DE LA PUNA XEROFÍTICA

- 19. Bosque bajo altimontano de la Puna Xerofítica central
- 20. Bosque bajo xerofítico interandino de la Prepuna superior oriental

BOSQUE ALTIMONTANO DE LA PUNA HÚMEDA

- 21. Bosques bajos y arbustales altimontanos de la Puna Húmeda

BOSQUE ALTIMONTANO HÚMEDO BOLIVIANO-TUCUMANO

- 22. Bosque altimontano pluviestacional Boliviano-Tucumano

BOSQUE ALTIMONTANO Y ALTOANDINO HÚMEDO DE LOS YUNGAS

- 23. Bosque altimontano pluvial de Los Yungas
- 24. Bosque altimontano pluviestacional de Los Yungas
- 25. Bosque de Polylepsis altimontano pluvial de Los Yungas
- 26. Bosque de Polylepsis altimontano pluviestacional de Los Yungas
- 27. Bosque de Polylepsis altoandino pluvial de Los Yungas

BOSQUE ALTIMONTANO Y ALTOANDINO HÚMEDO DE LOS ANDES DEL NORTE

- 28. Bosque altimontano Norte-Andino siempreverde
- 29. Bosque de Polylepsis altimontano pluvial de los Andes del Norte
- 30. Bosques bajos y arbustales altoandinos paramunos

BOSQUE ALTOANDINO DE LA PUNA XEROFÍTICA

- 31. Bosque bajo altoandino de la Puna Xerofítica occidental
- 32. Bosque bajo altoandino de la Puna Xerofítica oriental
- 33. Cardonal altoandino de la Puna Xerofítica occidental

BOSQUE ALTOANDINO DE LA PUNA HÚMEDA

- 34. Bosque bajo altoandino de la Puna Húmeda
- 35. Bosque freatófilo del piso montano xerofítico
- 36. Bosque freatófilo subandino interandino Boliviano-Tucumano

BOSQUE RIBEREÑO SUBANDINO INTERANDINO BOLIVIANO-TUCUMANO

- 37. Bosque ribereño subandino interandino Boliviano-Tucumano
- 38. Vegetación ribereña del piso montano xerofítico
- 39. Bosque altimontano de las Cordilleras Subandinas orientales

BOSQUE HÚMEDO DE LAS CORDILLERAS SUBANDINAS ORIENTALES

- 40. Bosque montano bajo pluvial de la Cordillera del Cóndor
- 41. Bosque montano pluvial de las Cordilleras Subandinas orientales
- 42. Bosque pluvial sobre mesetas de arenisca de la Cordillera del Cóndor
- 43. Palmar pantanoso subandino de Los Yungas

BOSQUE MONTANO ESTACIONAL BOLIVIANO-TUCUMANO

- 44. Bosque montano Boliviano-Tucumano de Pino de Monte
- 45. Bosque montano subhúmedo Boliviano-Tucumano
- 46. Bosque subhúmedo ribereño montano Boliviano-Tucumano

BOSQUE MONTANO ESTACIONAL DE LOS YUNGAS

- 47. Bosque montano pluviestacional subhúmedo de Los Yungas
- 48. Bosque montano pluviestacional de los Andes del Norte

BOSQUE MONTANO HÚMEDO BOLIVIANO-TUCUMANO

- 49. Bosque húmedo montano Boliviano-Tucumano de Aliso
- 50. Bosque montano pluvial de Los Yungas

BOSQUE MONTANO HÚMEDO DE LOS ANDES DEL NORTE

- 51. Bosque montano pluviestacional húmedo de Los Yungas
- 52. Bosque montano pluvial de los Andes del Norte
- 53. Bosque montano xerofítico Boliviano-Tucumano

BOSQUE MONTANO XEROFÍTICO BOLIVIANO-TUCUMANO

- 54. Bosque y arbustal montano xérico interandino de Los Yungas
- 55. Bosque subandino Boliviano-Tucumano de transición con Los Yungas

BOSQUE SUBANDINO ESTACIONAL BOLIVIANO-TUCUMANO

- 56. Bosque subhúmedo Boliviano-Tucumano del subandino inferior
- 57. Bosque subhúmedo Boliviano-Tucumano del subandino superior
- 58. Bosques bajos edafoxerófilos montanos y basimontanos Boliviano-Tucumanos

BOSQUE SUBANDINO ESTACIONAL DE LOS YUNGAS

- 59. Bosque basimontano pluviestacional subhúmedo de Los Yungas del Norte
- 60. Bosque basimontano pluviestacional subhúmedo de Los Yungas del Sur
- 61. Bosque montano bajo pluviestacional subhúmedo de los Andes del Norte

BOSQUE SUBANDINO ESTACIONAL DE LOS ANDES DEL NORTE

- 62. Bosque piemontano pluviestacional subhúmedo de los Andes del Norte
- 63. Bosque subandino húmedo Boliviano-Tucumano

BOSQUE SUBANDINO HÚMEDO DE LOS YUNGAS

- 64. Bosque bajo de cresta pluviestacional de Los Yungas
- 65. Bosque basimontano pluviestacional húmedo de Los Yungas
- 66. Bosque y palmar basimontano pluvial de Los Yungas
- 67. Vegetación ribereña basimontana de Los Yungas

BOSQUE SUBANDINO HÚMEDO DE LOS ANDES DEL NORTE

- 68. Bosque montano bajo pluvial de los Andes del Norte
- 69. Bosque montano bajo pluviestacional húmedo de los Andes del Norte
- 70. Bosque piemontano pluvial de los Andes del Norte

BOSQUE SUBANDINO XEROFÍTICO BOLIVIANO-TUCUMANO

- 71. Bosque interandino subandino xerofítico Boliviano-Tucumano

BOSQUE SUBANDINO XEROFÍTICO DE LOS ANDES DEL NORTE

- 72. Bosque montano bajo xérico de los Andes del Norte
- 73. Bosque piemontano xérico de los Andes del Norte

BOSQUE SUBANDINO XEROFÍTICO DE LOS YUNGAS

- 74. Bosque basimontano xérico de Los Yungas del sur
- 75. Bosque y arbustal basimontano xérico de Los Yungas del norte
- 76. Complejo submontano seco de Los Yungas del norte
- 77. Complejo submontano y montano seco de Los Yungas del norte

CARIBE

- 78. Bosque húmedo de tierras bajas y submontano del suroccidente Caribeño

CHACO

- 79. Bosque transicional preandino del Chaco noroccidental
- 80. Bosques freatófitos del Chaco (Algarrobales)

CHIQUITANIA

- 81. Bosque subhúmedo semideciduo de la Chiquitania sobre suelos bien drenados

CHOCO DARIEN

- 82. Bosque pluvial piemontano del Choco-Darién

DESIERTO SUBANDINO

- 83. Cardonales desérticos montanos suroccidentales
- 84. Matorrales desérticos montanos noroccidentales
- 85. Matorrales desérticos montanos suroccidentales
- 86. Cardonales desérticos del piedemonte occidental de la Puna Húmeda
- 87. Cardonales y matorrales montanos desérticos occidentales de la Puna Húmeda
- 88. Rosetales desérticos basimontanos

DESIERTO ANDINO

- 89. Matorral altimontano de la Puna Xerofítica desértica
- 90. Bofedales altoandinos de la Puna Húmeda

HUMEDAL ALTOANDINO Y ALTIMONTANO DE LA PUNA HÚMEDA

- 91. Pajonal higrofitico altimontano de la Puna Húmeda
- 92. Pajonal higrofitico altoandino de la Puna Húmeda
- 93. Vegetación acuática y palustre altoandina de la Puna Húmeda

HUMEDAL ALTOANDINO Y ALTIMONTANO DE LA PUNA XEROFÍTICA

- 94. Bofedales altoandinos de la Puna Xerofítica
- 95. Pajonal higrofitico altoandino de la Puna Xerofítica
- 96. Vegetación acuática y palustre altoandina de la Puna Xerofítica

HUMEDAL ALTOANDINO Y ALTIMONTANO DE LOS ANDES DEL NORTE

- 97. Bofedales alimontanos paramunos
- 98. Bofedales altoandinos paramunos (Turberas)

ORINOQUIA

- 99. Bosque transicional preandino de los Llanos del Orinoco

PAJONAL ARBUSTIVO ALTIMONTANO ESTACIONAL BOLIVIANO-TUCUMANO

- 100. Matorral altimontano secundario Boliviano-Tucumano
- 101. Pajonal altimontano Boliviano-Tucumano
- 102. Pajonal arbustivo altoandino y altimontano pluviestacional de Los Yungas

PAJONAL ARBUSTIVO MONTANO Y SUBANDINO ESTACIONAL BOLIVIANO-TUCUMANO

- 103. Matorral altimontano secundario Boliviano-Tucumano
- 104. Matorral pluviestacional montano Boliviano-Tucumano
- 105. Pajonal pluviestacional montano Boliviano-Tucumano

PÁRAMO HÚMEDO DE LOS ANDES DEL NORTE

- 106. Arbustales bajos y matorrales altoandinos paramunos
- 107. Arbustales y frailejonales altimontanos paramunos
- 108. Matorral edafoxerófilo en cojín altoandino paramuno
- 109. Pajonal altimontano y montano paramuno
- 110. Pajonal arbustivo altimontano paramuno
- 111. Pajonal edafoxerófilo altimontano paramuno

PREPUNA MONTANA XEROFÍTICA

- 112. Arbustal xerofítico interandino de la Prepuna inferior oriental
- 113. Pajonales y matorrales altimontanos de la Puna Húmeda

PUNA ALTIMONTANA XEROFÍTICA

- 114. Arbustal espinoso altimontano de la Puna Xerofítica
- 115. Matorral altimontano de la Puna Xerofítica noroccidental

PUNA ALTOANDINA HÚMEDA

- 116. Matorral edafoxerófilo en cojín altoandino de la Puna Húmeda
- 117. Pajonal altoandino de la Puna Húmeda
- 118. Vegetación saxícola altoandina de la Puna Húmeda

PUNA ALTOANDINA XEROFÍTICA

- 119. Matorral altimontano y altoandino psamófilo de la Puna Xerofítica
- 120. Matorral higrofitico altoandino de la Puna Xerofítica ("tholares")
- 121. Matorrales y herbazales altimontanos y altoandinos de la Puna Xerofítica oriental
- 122. Pajonales y matorrales altoandinos de la Puna Xerofítica norte
- 123. Pajonales y matorrales altoandinos de la Puna Xerofítica suroccidental

SABANA DE LOS YUNGAS

- 124. Sabana arbolada montana y basimontana de Los Yungas

SABANA DE LOS ANDES DEL NORTE

- 125. Sabana arbolada montana baja de los Andes del Norte

SALAR ALTOANDINO DE LA PUNA XEROFÍTICA

- 126. Vegetación de los salares altoandinos de la Puna Xerofítica

TUMBES-GUAYAQUIL

- 127. Bosque Tumbesino deciduo de tierras bajas
- 128. Bosque Tumbesino deciduo espinoso
- 129. Bosque Tumbesino deciduo premontano

VEGETACIÓN SUBNIVAL DE LA PUNA HÚMEDA

- 130. Vegetación geliturbada subnival de la Puna Húmeda

VEGETACIÓN SUBNIVAL DE LA PUNA XEROFÍTICA

- 131. Vegetación abierta geliturbada altoandina de la Puna Xerofítica septentrional oriental
- 132. Vegetación abierta geliturbada altoandina de la Puna Xerofítica suroccidental

VEGETACIÓN SUBNIVAL DE LOS ANDES DEL NORTE

- 133. Vegetación geliturbada y edafoxerófila subnival paramuna

134. ÁREAS INTERVENIDAS

135. CIUDADES Y POBLADOS

136. GLACIARES, NIEVE Y NIVAL

137. SIN INFORMACIÓN

138. SUELO DESNUDO, AFLORAMIENTO ROCOSO

Xerofítica y en la Puna Húmeda, los cuales albergan la mayor diversidad de ecosistemas de alta montaña de los Andes con varios ecosistemas de distribución restringida y una gran cantidad de especies endémicas.

Los Andes del Norte junto con el Boliviano-Tucumano son las provincias biogeográficas que cubren la mayor cantidad de pisos térmicos en el área de estudio. Estas regiones se extienden desde el termo tropical inferior (700 m. de elevación) hasta el criotropical (>4.300 m. elevación) en el caso de los Andes del Norte, y desde el termo tropical hasta el supratropical en el Boliviano-Tucumano.

TABLA 5.
Número de ecosistemas, macrogrupos y fitorregiones cartografiadas en el mapa de los Andes del Norte y Centro.

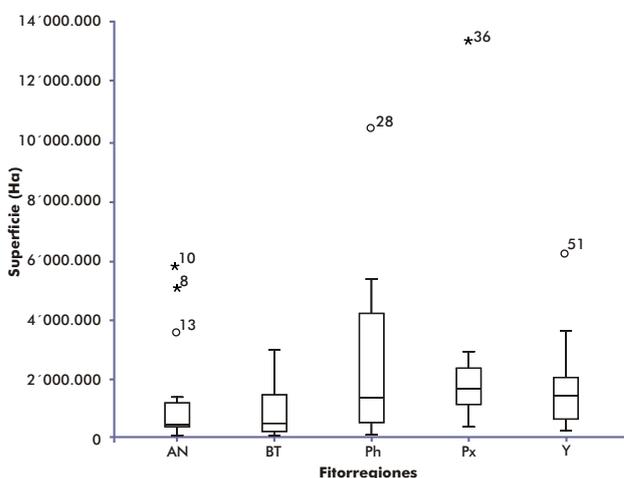
FITORREGIÓN	ECOSISTEMAS	MACROGRUPOS
Andes del Norte	32	15
Los Yungas	22	11
Puna Húmeda	18	8
Puna Xerofítica	19	8
Boliviano-Tucumano	22	11
Total	113	53

Los patrones de distribución de los macrogrupos entre fitorregiones muestran claramente que las punas, tanto la húmeda como la xerofítica, presentan los macrogrupos y ecosistemas con las distribuciones más extensas en el área de estudio. Esto se debe, en gran parte, a la gran extensión que cubre el altiplano entre Perú y Bolivia además de ser también la zona de mayor amplitud de la cordillera (450 Km en la Bolivia meridional).

Al contrario, los Andes del Norte evidencian ser la fitorregión con la mayor cantidad de macrogrupos que ocurren en superficies menores a los dos millones de hectáreas a excepción de dos valores extremos que sobrepasan las cuatro millones de Ha (Bosque Subandino Húmedo de los Andes del Norte y el Bosque Montano Húmedo de Los Andes del Norte). Esto contrasta con los datos reportados de riqueza de ecosistemas y macrogrupos para esta fitorregión, lo cual evidencia el hecho de que en los Andes del Norte las variaciones de condiciones ambientales en distancias cortas generan un gran mosaico de ambientes que se traducen en muchos

ecosistemas de distribución restringida y unos cuantos que son la matriz del paisaje noradino (Figura 4).

FIGURA 4.
Sinopsis de la superficie ocupada por cada macrogrupo en los Andes del Norte y Centro.



El gráfico indica la distribución de cada macrogrupo asociada a cada una de las cinco fitorregiones andinas: AN (Andes del Norte), BT (Boliviano-Tucumano), Ph (Puna Húmeda), Px (Puna Xerofítica), Y (Yungas). Se muestra (líneas horizontales negras) las medias de la superficie ocupada por cada macrogrupo con un 95% del intervalo de confianza. Las cajas del gráfico representan el rango intercuartil de los datos mientras que las patillas representan los centiles 5 y 95. Los asteriscos y círculos representan valores extremos en los datos.

A escala de país, el que presenta una mayor riqueza de ecosistemas es Perú seguido por Bolivia y Ecuador (Tabla 6a). Bolivia es el país que presenta el mayor número de ecosistemas singulares, es decir, que ocurren solo en su territorio, 37 de los 69 ecosistemas presentes en este país se encuentran restringidos a Bolivia, lo que equivale al 54% del total de ecosistemas presentes en este país (Tabla 6b).

TABLA 6.
Riqueza de ecosistemas en los países de los Andes del Norte y Centro. a) Macrogrupos; b) Ecosistemas singulares.

a) Macrogrupos

PAÍS	ECOSISTEMAS	MACROGRUPOS
Bolivia	69	37
Colombia	22	15
Ecuador	31	17
Perú	77	39
Venezuela	21	13

b) Ecosistemas singulares

PAÍS	ECOSISTEMAS	ECOSISTEMAS SINGULARES	PORCENTAJE RESPECTO DE TOTAL DE ECOSISTEMAS
Bolivia	69	37	53.6
Colombia	22	2	9.1
Ecuador	31	3	9.7
Perú	77	25	32.5
Venezuela	21	3	14.3

5.2. Niveles de remanencia y protección en los Andes del Norte y Centro

Los Andes del Norte y Centro de manera general, evidencian un estado de conservación de la cobertura vegetal aceptable. El 79% del área de estudio mantiene su cobertura natural mientras que apenas el 21% se encuentra intervenida y ha sido transformada a áreas de uso humano (Tabla 7).

TABLA 7.

Proporción de áreas naturales e intervenidas en los Andes del Norte y Centro.

ANDES DEL NORTE Y CENTRO	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE (%)
Áreas naturales	118'112.712	78,0
Áreas intervenidas	33'342.217	22,0
Total	151'454.928	100,0

Sin embargo, la distribución de las áreas transformadas es bastante asimétrica, con mayor concentración en los Andes del Norte que en los del

Centro. En los Andes del Norte la superficie intervenida (23'668.932 Ha) es mayor que el área que ocupa la vegetación remanente (19'763.452 Ha) mientras que en los Andes Centrales ocurre lo inverso. Apenas el 9% de la vegetación natural ha sido transformada en áreas de uso humano. No obstante esto puede ser producto de una subestimación de las áreas de uso agrícola y ganadero en la Puna de Bolivia y Perú, donde el nivel de uso es bastante bajo pero la ocupación humana del territorio se remonta a más de 1.000 años. En ejercicios futuros es prioritario discriminar y evaluar mejor estos paisajes culturales respecto de lo que podría calificarse como vegetación natural, sin un mayor grado de intervención o influencia directa humana que afecte su estructura y composición.

Al analizar los niveles de remanencia por países andinos, resalta mucho el nivel de intervención en los Andes venezolanos, colombianos y ecuatorianos y la aparente poca actividad humana en los de Perú y Bolivia (Tabla 8).

TABLA 8.

Proporción de áreas naturales e intervenidas por país en los Andes del Norte y Centro.

PAÍS	ÁREAS NATURALES (Ha)	ÁREAS NATURALES (%)	ÁREAS INTERVENIDAS (Ha)	ÁREAS INTERVENIDAS (%)
Bolivia	39'786.688	96,8	1'335.126	3,2
Colombia	11'650.856	40,5	16'937.195	58,9
Ecuador	6'310.003	56,8	4'791.295	43,2
Perú	58'562.572	87,5	8'338.158	12,5
Venezuela	1'802.593	48,1	1'940.443	51,9
Total	118'112.712	78,0	33'342.217	22,0

* Se reporta un 0.6% de la superficie del país como sin información

En los casos de Ecuador y Colombia las áreas de mayor intervención se encuentran en las vertientes interiores de las cordilleras (valles interandinos) así como en las zonas de producción agrícola de gran escala. En el caso de Ecuador en la vertiente externa

del ramal occidental predominan las áreas intervenidas y transformadas para ganadería y cultivos diversos; mientras que para el caso de Colombia sobresale la producción de café y la ganadería (Mapa de Remanencia).

80°0'0"W

70°0'0"W

60°0'0"W



10°0'0"N

10°0'0"N

0°0'0"

0°0'0"

10°0'0"S

10°0'0"S

20°0'0"S

20°0'0"S

Océano Atlántico

Océano Pacífico

Panamá

Medellín

Cali

Bogotá

Quito

Guayaquil

Cuenca

Cajamarca

Lima

Cusco

Arequipa

Lago Titicaca

Lo Paz

Cochabamba

Lago Poopó

Salar de Uyuni

Sucre

Santa Cruz de la Sierra

Caracas

Merida

San Cristóbal

Venezuela

Colombia

Ecuador

Perú

Brasil

Bolivia

Paraguay

Chile

Argentina

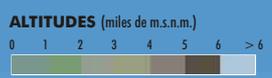
MAPA DE REMANENCIA

MAPA DE UBICACIÓN EN AMÉRICA DEL SUR



LEYENDA:

- Áreas transformadas
- Vegetación remanente
- Límite político
- Límite del área de estudio
- Ríos
- Lagos y lagunas
- Lago salado
- Capitales nacionales
- Ciudades principales



Proyección: Geográfica
 DATUM: WGS 84
 Escala: 1 / 14 500 000



De acuerdo con el objetivo de conservación propuesto en la Estrategia Mundial para la Conservación (UICN 1980), cada ecosistema debería tener una meta mínima de protección del 10% de su distribución actual. Si bien este es un número arbitrario, representa y ha sido utilizado en varios estudios de identificación de prioridades de conservación (Noss *et al.* 2002; Peralvo *et al.* 2007 Cuesta *et al.* 2007). Para analizar el estado de protección, con base en los resultados del mapa de ecosistemas andinos, se consideró la proporción del área actual de cada ecosistema que hace parte de los sistemas nacionales de áreas protegidas.

Con base en este análisis se encontró que la representatividad en los sistemas nacionales de áreas protegidas varía considerablemente entre ecosistemas y países. El 59% (n =78) de los ecosistemas no cumplen con el criterio mínimo del 10 % establecido y de éstos, 39 (el 50%) tiene una representatividad menor al 1% de su distribución (Anexo 3). En general muchos de estos ecosistemas se encuentran en los pisos térmicos medios en zonas pluviestacionales o xéricas de la Puna Xerofítica, Andes del Norte y del Boliviano-Tucumano. Por el contrario, 54 ecosistemas tienen una representatividad igual o mayor al 10%. Treinta y siete de ellos con una superficie de protección igual o mayor al 20% de su superficie (Anexo 3).

Al analizar, por país, la situación de protección de los ecosistemas andinos, se observó que Venezuela es el que presenta mayor porcentaje de protección de ecosistemas. De los 21 ecosistemas que posee, 14 tienen 15% o más de su área dentro de un área protegida y de ellos, 11 alcanzan porcentajes entre 40% y 100% de su superficie dentro de un área protegida (Anexo 4). Los ecosistemas con subrepresentados, en términos de protección, son los que se encuentran en pisos bajos y en zonas pluviestacionales o xéricas.

En el caso de Colombia 12 (54%) de sus 22 ecosistemas cumplen con el criterio mínimo del 10% de protección y entre ellos, 6 tienen 20% o más de su área bajo protección. Nuevamente aquí los ecosistemas en peor condición de conservación son los de los pisos térmicos medios en zonas pluviestacionales o xéricas (Anexo 4).

De los 31 ecosistemas presentes en el Ecuador, 16 (52%) tienen al menos un 10 % de su área de distribución dentro de áreas protegidas y 11 de ellos, cuentan con más del 20% de su superficie dentro del sistema nacional de áreas protegidas. Sin embargo, cabe resaltar que 11 de los ecosistemas andinos de Ecuador o el 35% de la diversidad de ecosistemas andinos del país, no tienen ningún grado de

protección y nuevamente esta situación se produce con los ecosistemas de los pisos montano y montano bajo en climas estacionales a xéricos (Anexo 4).

Hasta aquí el análisis da una idea de cuales deberían ser los ecosistemas prioritarios para alcanzar metas adecuadas de conservación en los Andes del Norte: remanentes boscosos y arbustivos de los valles interandinos secos y xéricos, así como los que están presentes todavía en algunas estribaciones externas de la cordillera con climas estacionales.

De los 77 ecosistemas andinos presentes en Perú, solo el 23 (30%) tienen el 10% o más de su superficie bajo protección, lo que en comparación con los otros países de la región es bajo, (Anexo 4). En el caso de Perú, los ecosistemas sub representados en el sistema nacional de áreas protegidas, cubren una variedad mayor de ambientes, pero también se evidencia una clara falta de protección de los ecosistemas de climas estacionales hasta xéricos. Un resultado que vale la pena resaltar es que el Perú tiene bajos niveles de protección de ecosistemas como la jalca y el páramo, que cumplen una importante función en la regulación hídrica de los altos Andes y por ende, influyen sobre las cuencas altas que abastecen de agua a gran parte de la población.

En el caso de Bolivia, de los 69 ecosistemas, 31 tienen el 10% o más de su superficie bajo protección y de ellos, 24 tienen más del 20% de su área dentro de una unidad de protección. De los 40 ecosistemas subrepresentados o no representados en áreas protegidas, la mayoría corresponde a las regiones biogeográficas de la Puna Xerofítica y del Boliviano-Tucumano (Anexo 4).

TABLA 9.

Proporción de ecosistemas con al menos 10% de su área dentro de los sistemas nacionales de áreas naturales protegidas por país:

PAÍS	ECOSISTEMAS	ECOSISTEMAS CON PROTECCIÓN >10%	ECOSISTEMAS CON PROTECCIÓN >10% (%)
Bolivia	69	31	45
Colombia	22	12	54
Ecuador	31	16	52
Perú	77	23	30
Venezuela	21	14	67

5.3. Macrogrupos de los Andes del Norte y Centro

Los ecosistemas andinos fueron agrupados en 53 macrogrupos agregados en las cinco fitorregiones andinas previamente descritas (ver área de estudio).

Los macrogrupos representan la agrupación de los ecosistemas con patrones bioclimáticos y fitogeográficos equivalentes. Los 53 macrogrupos andinos se describen a continuación y se listan en el Anexo 2. Los 20 ecosistemas de transición fueron asignados a un nivel de agregación similar bajo el nombre de la fitorregión correspondiente (Anexo 2).

I. ANDES DEL NORTE

Bosque Altimontano y Altoandino Húmedo de los Andes del Norte

Este macrogrupo incluye los ecosistemas de bosques bajos a medios, esclerófilos a subesclerófilos, generalmente densos y con dos estratos leñosos, abundantes epifitas y musgos. Se agrupan aquí los bosques de *Polylepis* que se encuentran dispersos limitando con ecosistemas de páramo, en situaciones de relictos sobre laderas abruptas, así como protegidos entre derrubios de grandes bloques o rocas en el piso altoandino. Se incluye también la llamada ceja de páramo o ceja andina que es básicamente la faja boscosa ubicada a mayor elevación y que limita por arriba con el páramo. Todos estos son bosques de baja estatura que crecen de los 3.000 m. para arriba, en suelos muy húmedos pero bien drenados, a menudo con una gruesa capa de musgo. Géneros característicos de este macrogrupo son *Polylepis*, *Escallonia*, *Hesperomeles*, *Weinmannia*, *Diplostephium*, *Libanothamnus*, *Espeletia*, *Gynoxis*, *Clethra*, *Ilex* y *Miconia*.

Bosque Montano Húmedo de los Andes del Norte

Bosques densos, siempreverdes y altos del piso supratropical con bioclima pluvial húmedo a hiperhúmedo. Crecen entre aproximadamente los 2.000 y 3.000 m. de elevación en las laderas de los diferentes ramales de la cordillera en los Andes del Norte y según la orientación de la pendiente, pueden estar rodeados diariamente de una capa de niebla que incide en su funcionamiento y estructura, por lo que también se los llama Bosques de Niebla. Son bosques muy diversos que pueden tener una presencia abundante de palmas, principalmente del género *Ceroxylon*. Otras especies importantes son *Hedyosmum bonplandianum*, *Ocotea calophylla*, *Brunnellia integrifolia*, *Ladenbergia macrocarpa*, *Oreopanax spp.*, *Ilex spp.*, *Persea spp.*, *Cinchona spp.*, *Retrophyllum rospigliosii*, *Billia columbiana*, *Clethra fagifolia*, numerosas especies de *Clusia* y de *Weinmannia*, así como de géneros de la familia *Lauracea*.

Bosque Húmedo de las Cordilleras Subandinas Orientales

Conjunto de sistemas boscosos densos que ocupa las laderas escarpadas hasta muy disectadas de montañas bajas y medias y de colinas altas de los ramales orientales de la Cordillera Oriental, sobre una variedad de geologías que incluyen rocas metamórficas, sedimentarias, volcánicas y hasta rocas calcáreas con modelado kárstico. Estos distintos sustratos y modelados, originan algunos sistemas que se distinguen por su estructura y composición a nivel de especies. Ocurre sobre los 1.400 m. de altitud hasta los 2.500 m. aproximadamente, con un bioclima pluvial húmedo a hiperhúmedo.

Bosque Montano Estacional de los Andes del Norte

Bosques siempreverdes estacionales o semidecíduos, con dosel de 10-15 m. Crecen en laderas y crestas montañosas en las vertientes de clima pluviestacional, sobre suelos bien drenados con sustratos diversos. Es un macrogrupo de distribución restringida, pues a lo largo de la extensión de los Andes del Norte, el piso mesotropical es mayormente pluvial húmedo y son relativamente escasas las áreas con una estacionalidad marcada. Otro motivo es que muchas de estas áreas, al encontrarse en valles han sido fuertemente modificados por los asentamientos humanos desde hace más de dos mil años. Especies propias de este macrogrupo son *Clusia multiflora*, *Roupala pseudocordata*, *Escallonia floribunda*, *Psidium caudatum*, *Psidium guianensis*, *Rapanea ferruginea*, *Myrsine ferruginea*, *Weinmannia glabra* y *Berberis discolor*.

Bosque Subandino Húmedo de los Andes del Norte

Agrupación de selvas altas, siempreverdes, muy diversas y pluriestratificadas que crecen en laderas y crestas de serranías subandinas de las vertientes externas de los ramales occidental y oriental de los Andes del Norte. Ocupa el piso termotropical con bioclima pluvial húmedo a hiperhúmedo y muchas veces cubierto por una capa de niebla. El dosel llega a 20-35 m. y está compuesto de una altísima diversidad de especies, a veces con abundantes palmas. Al igual que en el piso correspondiente en las Yungas, aquí también puede ser abundante la palma *Dyctiocaryum lamarckianum* y *Dyctiocaryum schultzei*, además de géneros como *Calatola*, *Gustavia*, *Tovomita*, *Hyeronima*, *Nectandra*, *Chrysochlamys*, *Clarisia*, *Caryodendron*, *Ruagea* y *Otoba*.

Bosque Subandino Estacional de los Andes del Norte

Bosque Siempreverde o Semideciduo de 10-15 m. de alto, el follaje tiende a presentar adaptaciones para la sequía como hojas de cutículas gruesas, los troncos son algo retorcidos y las ramificaciones son bajas. Crece en los extremos N y S del rango latitudinal de la provincia de Andes del Norte, solo en las vertientes secas. Especies características son *Clusia* aff. *minor*, *Toxicodendrum striatum*, *Viburnum tinoides*, *Roupala* aff. *pseudocordata*, *Escallonia floribunda*, *Psidium caudatum*, *Rapanea ferruginea*, *Byrsonima spicata*, *Myrsine coriacea*, *Croton* spp. y *Cassia* aff. *mutisiana*.

Bosque Subandino Xerofítico de Andes del Norte

Es la vegetación boscosa del piso termotropical superior con bioclima seco aproximadamente entre los 600 m. a 1.200 m. Estos ambientes son de escasa extensión en los Andes del Norte, son además sitios que, por sus características de clima, han sido desde hace mucho tiempo habitados de modo que la cobertura natural remanente en la actualidad es muy escasa. Algunos géneros representativos son *Bursera*, *Plumeria*, *Jacaranda* y *Eriotheca*.

Arbustal Montano Húmedo de los Andes del Norte

Este grupo recoge sistemas arbustivos que posiblemente son de origen antrópico, es decir que son el resultado de alteraciones que los han empobrecido y entre ellos están los bosques del piso supratropical inferior y mesotropical pluvial o pluviestacional húmedo. Se trata de un sistema relativamente extendido en los Andes del Norte a lo largo de vías de acceso y limitando con áreas de cultivo o de pajonales de páramos. Estos arbustales alcanzan unos 10 m. de alto y tienen numerosas especies de la familia *Ericaceae*, además de especies de *Escallonia*, *Coriaria*, *Berberis*, *Symplocos*.

Arbustal Montano Húmedo de las Cordilleras Subandinas Orientales

El macrogrupo incluye algunos tipos de herbazales y arbustales de fisonomías muy variadas que tienen en común el encontrarse sobre pendientes o mesetas de geologías variadas y con poco desarrollo del suelo, además de ocurrir en el piso mesotropical con bioclima pluvial húmedo a hiperhúmedo. La vegetación tiende a ser escleromorfa y son comunes las hemiepifitas, puede haber algo de cobertura boscosa pero es escasa y abierta. En situaciones de

meseta puede desarrollarse una capa orgánica que permanece saturada. La composición de los distintos ecosistemas que componen el macrogrupo es bastante original y con altos niveles de endemismo. Algunas especies representativas son *Paepalanthus ensifolius*, *Pseudonosseris chachapoyensis*, *Sphaeradenia* sp., *Stenospermation robustum*, *Clusia* cff. *elíptica*, *Clusia ducuooides*, *Purdiaea nutans*, *Xyris uleana*, *Gaultheria* spp., *Disterigma acuminatum*, *Graffenrieda emarginata*, *Axianea sclerophylla*, *Macrocarpea noctiluca*, y *Neurolepis* spp.

Arbustal Montano Estacional y Xerofítico de los Andes del Norte

El grupo representa los ecosistemas que cubren el piso mesotropical xérico seco a semi-árido, característico de los valles interandinos. Contiene bosques muy abiertos y bajos de hasta 6-8 m. y matorrales espinosos con abundantes *Opuntias* y otros géneros de cactus. En el dosel son frecuentes las leguminosas con copas aparasoladas de los géneros *Acacia*, *Prosopis* y *Cassia*. A menudo los árboles presentan bromeliáceas epifitas, algunas de ellas de floración muy vistosa. Las *Fourcraeas* (agaves) y *Puyas* terrestres también son abundantes. El suelo puede ser arenoso. Otros géneros característicos son *Croton*, *Dodonaea*, *Lantana*, y *Jatropha*.

Arbustal Subandino Estacional y Xerofítico de Andes del Norte

Bosques bajos con predominancia de leguminosas de copa aparasolada y arbustales xeromórficos con cactáceas. Se encuentran en los valles interandinos secos. La siguiente lista de especies es diagnóstica para este macrogrupo: *Prosopis juliflora*, *Mammillaria columbiana*, *Pilosocereus*, *Cleistocactus*, *Stenocereus griseus*, *Cereus hexagonus*, *Armatocereus griseus*, *Benthamantha caribaea*, *Opuntia wentiana*, *Thevetia peruviana*, *Pithecolobium dulce*, *Xylosma velutinum*, y *Croton* spp.

Páramo Húmedo de los Andes del Norte

Para efectos de este estudio se incluyeron en este macrogrupo todos los tipos de páramos diferenciados a nivel de ecosistemas, esto implica que se agrupan páramos arbustivos, páramos dominados por pajonales, aquellos dominados por frailejones y los de almohadillas. Los páramos se distribuyen desde Venezuela hasta el norte del Perú como una suerte de islas confinadas a las cumbres de los volcanes y montañas andinas, representando un archipiélago continental rodeado de una inmensidad de bosques montanos.





Así mismo debido a las variaciones de clima local y suelos, este macrogrupo abarca la gama desde páramos muy húmedos hasta los más estacionales, ubicados principalmente en los extremos norte y sur de la distribución biogeográfica de los páramos. La característica que los unifica es la de ser ecosistemas ubicados a gran altitud en zonas tropicales donde la vegetación arbórea o es ausente o muy discontinua. Varios autores que han descrito la vegetación de los páramos definen consistentemente tres grandes unidades de acuerdo a la fisonomía y estructura de la vegetación paramera: (1) el sub-páramo arbustivo, (2) el páramo de pajonal - a veces dominado por rosetas del género *Espeletia* o del género *Puya* -, y (3) el superpáramo (ubicado en otro macrogrupo).

El sub-paramo arbustivo cubre el ecotono entre la transición del bosque altoandino y el límite arbóreo y en muchos casos se encuentra dominado por arbustos erectos y esclerófilos de los géneros *Valeriana*, *Gynoxys*, *Diplostephium*, *Pentacalia*, *Monticalia*, *Chuquiraga*, *Berberis*, *Hypericum*, *Gnaphalium*, *Lupinus*, *Loricaria*, *Calceolaria* y *Hesperomeles*. Lastimosamente, este tipo de vegetación en extensas regiones ya no existe debido al avance de la frontera agrícola. El páramo de pajonal aparece de manera gradual conforme los efectos de la elevación y el clima reducen las formas de vida arbustivas y la dominancia de las gramíneas amacolladas (*Festuca*, *Calamagrostis* y *Stipa*) es evidente, junto con las rosetas gigantes (p.ej. *Espeletia*, *Puya*) y asociaciones de arbustos xerofíticos de los géneros *Diplostephium*, *Hypericum* y *Pentacalia* y parches de bosques monotípicos de *Polylepis*, *Gynoxis* o *Buddleja*.

Humedal Altoandino y Altimontano de los Andes del Norte

Los páramos de los Andes del Norte son predominantemente húmedos y esta característica aunada a la presencia frecuente de valles en forma de U, huella de las épocas glaciales, ha promovido la

formación de grandes extensiones de turberas, pantanos y lagunas. En general, todos estos ecosistemas caracterizados por el agua se llaman humedales y la diversidad de ambientes creados por las diferentes situaciones de escorrentía y drenaje en el suelo da lugar a mosaicos de comunidades que prefieren las aguas corrientes sea superficiales o subterráneas (*Cortaderia nitida*), o los sitios pantanosos (*Sphagnum* y varias especies formadoras de almohadillas como *Plantago*, *Oreobolus* y *Azorella*), así como plantas acuáticas que crecen a las orillas de lagos o ciénegas (*Isoetes*, *Lilaeopsis*).

Vegetación Subnival de los Andes del Norte

Este macrogrupo, conocido también como superpáramo, comprende las comunidades vegetales dispersas y escasas ubicadas a mayor altitud, sobre los 4.200 m., donde únicamente habitan las plantas más resistentes a las bajas temperaturas y los cambios del suelo provocados por la alternancia diaria del hielo y deshielo, en zonas con bioclimas pluviestacional húmedo y pluvial húmedo a hiperhúmedo, del piso bioclimático criotropical.

El superpáramo ha sido dividido en dos cinturones altitudinales. El super-páramo inferior se caracteriza por una vegetación cerrada de arbustos postrados (i.e. *Loricaria*, *Pentacalia*), cojines (*Plantago rigida*, *Xenophyllum*, *Azorella*), rosetas acaulecentes (*Hypochaeris*, *Oritrophium*), y hierbas amacolladas (*Calamagrostis*, *Festuca*). El super-páramo superior distribuido entre los 4400-4500 m. de elevación carece de arbustos postrados y hierbas amacolladas y la cobertura vegetal es muy localizada. Observaciones recientes indican que la composición florística del super-páramo depende de la disponibilidad de agua a escala de sitio, la cual está altamente correlacionada con los patrones de precipitación de cada montaña. En las zonas protegidas por grietas y rocas, crecen plantas de los géneros *Draba*, *Culcitium*, *Chuquiraga*, *Cortaderia*, *Baccharis*, *Senecio*, *Valeriana* y *Gentiana*.



II. LOS YUNGAS

Bosque Altimontano y Altoandino Húmedo de Los Yungas

Agrupar los bosques dominados por *Polylepis* y aquellos bosques diversos de los pisos altoandino y altimontano de Los Yungas en el contacto o transición hacia la Puna Húmeda, desde el norte de Perú al centro de Bolivia. Se desarrollan en áreas con bioclima pluvial húmedo a hiperhúmedo, hasta pluviestacional húmedo. Los bosques de *Polylepis* son densos o semiabiertos, tienen de 6 a 12 m. de alto y en el caso de los árboles más antiguos, pueden alcanzar circunferencias de casi 2 m. El dosel está entre 10 m. y 20 m., presentando varios niveles o estratos de sotobosque, gran biomasa de epífitas y lianas leñosas. Se distribuyen a lo largo de la provincia biogeográfica, entre 2.900-3.100 m. a 4.000-4.200 m. de elevación y ocurren en suelos pedregosos o rocosos sobre los que puede formarse una capa de musgo que guarda la humedad. Los bosques altimontanos se caracterizan por especies de árboles y arbustos siempre verdes y de hojas subescleromorfas. Entre estas especies, son importantes las de los géneros *Gynoxis*, *Weinmannia*, *Oreopanax*, *Hesperomeles*, *Clethra*, *Ilex* y *Miconia*. Este sistema se encuentra afectado por la tala de árboles, la extracción de leña, la ganadería y cultivos principalmente de papa y ají.

Bosque Montano Húmedo de Los Yungas

El grupo incluye los sistemas de bosques ubicados aproximadamente entre los 2.000 y 3.000 m. de elevación, en zonas de fuerte pendiente y con bioclima que oscila entre el pluvial húmedo, hiperhúmedo, hasta pluviestacional húmedo. Son bosques sumamente diversos sujetos a mucha precipitación y presencia frecuente de neblina, por lo que las epífitas son abundantes así como los helechos arborecentes y las lianas leñosas. El dosel es multiestratificado y alcanza los 30 m. Géneros de árboles característicos son *Podocarpus*, *Prumnopitys*, *Weinmannia*, *Cedrela*, *Clusia*, *Cinchona*, *Hedyosmum* y algunos de palmas, como *Ceroxylon* y *Geonoma*.

Bosque Montano Estacional de Los Yungas

Conjunto de bosques semidecíduos que constituyen la vegetación potencial de las laderas medias o altas de algunos de los valles secos interandinos de Yungas, en áreas con bioclima pluviestacional y ombroclima subhúmedo del piso mesotropical. Ocupan un rango altitudinal entre los 2.000-2.100 m. y los 2.800-3.100 m. de elevación. Estructural-

mente son bosques semi-caducifolios, con dosel de 15-20 m. de altura media, actualmente representados solo por manchas remanentes dispersas y de poca extensión. Entre las especies características están *Parapiptadenia excelsa*, *Erythrina falcata*, *Jacaranda mimosifolia*, *Carica quercifolia*, *Caesalpinia spinosa*, *Dasyphyllum brasiliensis*, *Juglans soratensis*, *Cedrela lilloi*, *Cedrela sp.*, *Aralia soratensis*, *Mimosa soratensis*, *Tecoma stans*.

Bosque Montano Xerofítico de Los Yungas

Están caracterizados por vegetación de los valles altos secos y semiáridos interandinos del piso montano de los Yungas, donde se presenta un marcado efecto climático de sombra de lluvia orográfica que origina un bioclima xérico. Distribuidos desde el norte de Perú al centro de Bolivia. Constituyen formaciones de bosques bajos y arbustales caducifolios con dosel semiabierto a abierto, dominados por especies xeromórficas entre las que se incluyen diversas cactáceas arbustivas. Las variantes más alteradas de este sistema tienen una fisonomía predominante de arbustales y matorrales espinosos o de hojas resinosas de 1-2 m., que se disponen en mosaico con manchas de herbazales gramínoideas amacollados. Hay algunas diferencias en la composición florística a lo largo de la distribución latitudinal de este sistema, pero en general, dominan especies de géneros como *Schinus*, *Tecoma*, *Carica*, *Delostoma*, *Mutisia* y *Zanthoxylum*, además de muchas especies de leguminosas.

Bosque Subandino Húmedo de Los Yungas

Este grupo reúne ecosistemas distribuidos en las partes más elevadas del piso montano bajo, por encima de los 1.200 - 1.400 m., hasta 1.700 - 2.000 m. de elevación. Ocupa preferentemente laderas altas y filos o crestas orográficas de las cumbres de las serranías subandinas bien expuestas a las lluvias y nieblas (fisonomía de palmar), o bien laderas con menor pendiente y suelos más profundos (fisonomía de bosque); en áreas con bioclima pluvial húmedo-hiperhúmedo. En general se desarrolla sobre suelos húmicos bastante profundos y bien drenados. En la composición florística son frecuentes dos variantes de estos bosques, aquellos altamente diversos y aquellos dominados por la palma *Dictyocaryum lamarckianum*.

Bosque Subandino Estacional de Los Yungas

Bosques semidecíduos yungueños de los valles internos del piso montano bajo o subandino. Se

ubican entre los 800 - 1.000 m. y los 1.700 - 2.000 m. de elevación. Tienen un bioclima pluviestacional subhúmedo. Estructuralmente son bosques parcialmente caducifolios, con el dosel a 20-25 m. de altura y varios niveles de sotobosque. Una característica particular de estos bosques es que contiene abundantes lianas leñosas. La composición florística está bien diferenciada entre las yungas de Bolivia y de Perú, y en el caso de las últimas, estos bosques se adentran hasta la provincia de Loja en el sur de Ecuador.

Bosque Subandino xerofítico de Los Yungas

Bosques caducifolios xerofíticos, propios de las zonas inferiores de los valles del piso montano bajo de Los Yungas. A menudo en laderas montañosas con suelos pedregosos bien drenados. Ocupan áreas del piso termotropical con bioclima xérico y ombroclimas seco y semiárido y se encuentran aproximadamente entre 800 y 2.000 m. de elevación. Como en el macrogrupo anterior, la composición florística está bien diferenciada entre las yungas de Perú y las de Bolivia, o del norte y sur. Estas diferencias se deben al origen distinto de ambas floras. En el norte, con géneros de afinidad a la flora de la región Tumbes-Guayaquil, como *Prosopis*, *Eriotheca*, *Erythrina*, *Ceiba*, y en el sur con afinidad a la flora Chiquitana presente en la provincia de Santa Cruz, ej. *Schinopsis*, *Anadenanthera*, *Phyllostylon*, *Astronium* y *Amburana*.

Arbustal montano xerofítico de Los Yungas

Comunidades vegetales secundarias o sustituyentes, producto de la degradación antrópica de los bosques montañosos xerofíticos originales o potenciales, de los altos valles secos interandinos de Los Yungas. Son matorrales abiertos o semiabiertos, a menudo dominados por especies xeromórficas de géneros como *Fourcraea*, *Jatropha*, *Croton*, *Lantana*, *Lippia*, *Salvia*, *Wissadula* y *Baccharis*, con diversos arbustos como *Tecoma arequipensis*, *Dodonaea viscosa*, *Acacia macracantha* y varias cactáceas: *Trichocereus bridgesii*, *T. cuzcoensis*, *Cleistocactus spp*, *Corryocactus spp.*, *Opuntia spp*. Ocupan una franja altitudinal promedio desde 2.100 m. hasta 2.900 m. de elevación, en áreas con bioclima xérico seco hasta semiárido, mesotropical. Este macrogrupo incluye la vegetación saxícola yungueña del piso montano xerofítico, generalmente dominada por diversas especies endémicas y geovicarias del género *Puya* y por pequeños helechos muy xeromórficos de los géneros: *Cheilanthes*, *Notholaena*, *Pellaea* y *Selaginella*.

Pajonal Arbustivo Altimontano y Altoandino Estacional de Los Yungas

Comprende comunidades vegetales generalmente secundarias o sustituyentes, producto de la degradación antrópica y eliminación de los bosques yungueños potenciales de los pisos altimontano y altoandino inferior, en zonas con bioclima pluviestacional húmedo supratropical y orotropical. Distribuidas de forma discontinua en áreas estacionales de Los Yungas altos de Perú y Bolivia.

Son comunidades mixtas, dominadas por gramíneas (*Festuca*, *Deyeuxia*, *Poa*, *Agrostis*) y con presencia variable, generalmente frecuente, de especies leñosas con porte de matorral o arbustos, sobre todo de familias como asteráceas (*Baccharis*, *Gynoxis*, *Senecio*, *Eupatorium*) y ericáceas (*Pernettya*, *Gaultheria*, *Brachyotum*). En situaciones menos degradadas, son formaciones de arbustales que forman orlas o prebosques y donde son comunes especies de géneros como: *Buddleia*, *Barnadesia*, *Berberis*, *Baccharis*, *Ribes*, *Rubus*, *Miconia*, *Siphocampylus*, *Monnina*, *Mutisia*, *Colletia*, entre otras. Aunque comparten muchos géneros y numerosas especies con el macrogrupo homólogo de pajonales arbustivos pluviales, se diferencian florísticamente de ellos por la presencia aquí de diversas especies diferenciales adaptadas al déficit hídrico estacional que se produce anualmente, desde junio a septiembre aproximadamente. Además, faltan aquí las especies que representan la influencia florística disyunta de los páramos de los Andes del Norte; y la escasez estacional de lluvias se manifiesta en una ausencia de la cobertura de musgos terrestres, que es por contraste muy notoria en los pajonales arbustivos yungueños pluviales.

Pajonal Arbustivo Altimontano y Altoandino Húmedo de Los Yungas

Comunidades vegetales generalmente secundarias o sustituyentes, producto de la degradación antrópica y eliminación de los bosques yungueños potenciales de los pisos altimontano y altoandino inferior, en zonas con bioclima pluvial hiperhúmedo y húmedo, supratropical y orotropical. Se distribuyen en las áreas pluviales de Los Yungas altos de Perú y Bolivia.

Son comunidades mixtas, dominadas por gramíneas (*Festuca*, *Deyeuxia*, *Poa*, *Agrostis*, *Cortaderia*) y con presencia variable, generalmente frecuente, de especies leñosas arbustivas, sobre todo de familias como asteráceas (*Baccharis*, *Gynoxis*, *Pentacalia*) y ericáceas: *Vaccinium*,



Pernettya, Orthaea, Brachyotum, Gaultheria. También son abundantes diversos helechos de porte herbáceo y arbustivo, de géneros como: *Blechnum, Selaginella, Dryopteris* y *Polystichum*; así como una importante cobertura de musgos terrestres. En situaciones menos degradadas, constituyen formaciones de arbustales que dan lugar a orlas forestales o prebosques, a veces de gran extensión en el paisaje actual y donde son comunes especies de géneros como: *Gynoxis, Chusquea, Rubus, Ribes, Myrica, Bocconia, Monnina, Siphocampylus.* De forma notable, en la composición florística, se presentan dispersas algunas especies disyuntas de géneros cuyo óptimo de distribución está en los páramos de los Andes del Norte, por ejemplo: *Hypericum, Loricaria, Diplostephium, Jamesonia* y *Swallenochloa.*

Sabana de Los Yungas

Conjunto de sabanas arboladas y bosques bajos abiertos, ambos de origen antrópico, derivadas de la destrucción de los bosques yungueños subandinos por tala, quema y pastoreo. Se distribuyen en los pisos subandino y montano inferior, sobre todo en zonas con bioclima pluviestacional húmedo y subhúmedo, termotropical y mesotropical; de forma menos importante, pueden aparecer también en algunas áreas con bioclima pluvial húmedo, termotropical. En la actualidad, pueden ocupar grandes extensiones muy degradadas, como en las regiones de Apolo, Mapiri y Coroico, en Los Yungas de La Paz (Bolivia). En su composición florística, se presentan elementos biogeográficos disyuntos, tanto de la Chiquitanía y El Cerrado, como de las sabanas amazónicas. Especies de árboles y arbustos comunes en estas sabanas yungueñas, son por ejemplo: *Didymopanax morototoni, Roupala montana, Alchornea triplinervia, Myrsine latifolia, Byrsonima crassifolia, Psidium guineense, Solanum wrightii, Vernonia patens, Miconia albicans, Qualea grandiflora, Cinchona calisaya, Plathymentia reticulata, Lafoensia pacari, Vochysia mapiriensis, y Simarouba amara.*

III. BOLIVIANO-TUCUMANO

Bosque Altimontano Húmedo Boliviano-Tucumano

Bosque bajo, siempreverde estacional y semiabierto, que constituye la vegetación potencial zonal del piso altimontano boliviano-tucumano, en áreas con bioclima pluviestacional húmedo supratropical. Ocupa una faja o cintura altitudinal, situada en promedio entre 2.800-3.000 m. y 3.900-4.000 m. de altitud. El bosque esta totalmente

dominado por especies de *Polylepis*, que son diferentes según las zonas geográficas: *Polylepis neglecta* y *Polylepis crista-gallii*, en Bolivia; *Polylepis australis* en el noroeste de Argentina.

Bosque Montano Húmedo Boliviano-Tucumano

Grupo de bosques boliviano-tucumanos, siempreverdes a siempreverde estacionales que constituye la vegetación potencial zonal climática del piso montano con bioclima pluviestacional húmedo mesotropical. Incluye varios tipos de bosques, respectivamente dominados por mirtáceas (*Myrcianthes, Siphoneugena*) o por Pino de Monte (*Podocarpus parlatorei*) o por Aliso (*Alnus acuminata*). Asimismo, se consideran dentro de este grupo los bosques ribereños montanos húmedos boliviano-tucumanos. El macrogrupo se distribuye desde el centro de Bolivia al centro-oeste de Argentina, ocupando en Bolivia una faja altitudinal situada en promedio desde 1.800 m. a 2.800 m. de elevación.

Bosque Subandino Húmedo Boliviano-Tucumano

Unidad que agrupa varios tipos de bosques climáticos boliviano-tucumanos, distribuidos en el piso subandino de los Andes orientales, desde el centro de Bolivia al oeste de Argentina. En Bolivia, ocupan una franja altitudinal promedio desde 600 m. a 1.900 m. de elevación, en áreas con bioclima pluviestacional húmedo termotropical. Son bosques siempre verdes a siempre verde estacionales, diversos, generalmente dominados por varias especies de lauráceas y/o mirtáceas, así como por nogal (*Juglans Spp.*) o por Tipa (*Tipuana tipu*). El macrogrupo incluye asimismo los bosques riparios y freatofíticos asociados en el paisaje en valles y cursos fluviales.

Bosque Montano Estacional Boliviano-Tucumano

Contiene varios tipos de bosques zonales climáticos boliviano-tucumanos, distribuidos en el piso montano de los Andes orientales, desde el centro de Bolivia al oeste de Argentina. En Bolivia, ocupan una franja altitudinal promedio desde 1.900 m hasta 2.900-3.100 m., en áreas con bioclima pluviestacional subhúmedo mesotropical. Son bosques semidecíduos, generalmente dominados por *Tipuana tipu* o por *Erythrina falcata*. En la actualidad, estos bosques han sido mayormente reducidos por el uso humano a remanentes degradados o refugiados en situaciones topográficas poco accesibles. El macrogrupo incluye también los bosques bajos estacionales de las



crestas o filos montañosos abruptos del piso montano, los cuales generalmente se hallan dominados por especies de mirtáceas. Asimismo, incluye los bosques freatofíticos y ribereños boliviano-tucumanos del piso montano estacional.

Bosque Montano Xerofítico Boliviano-Tucumano

Grupo de bosques bajos boliviano-tucumanos, espinosos, caducifolios a semideciduos, que constituyen la vegetación potencial zonal climática del piso montano con bioclima xérico seco y semiarido, mesotropical. Incluye varios tipos de bosques, generalmente dominados por *Schinopsis haenkeana*, *Carica angustifolia*, *Aspidosperma horko-quebracho* y diversas cactáceas. Se distribuye principalmente en los valles secos interandinos altos del centro-sur de Bolivia, con extensiones hacia áreas homologas del noroeste de Argentina. El macrogrupo incluye los bosques freatofíticos y ribereños del piso montano xerofítico, dominados respectivamente por *Prosopis alba* y por *Salix humboldtianum*.

Bosque Subandino Estacional Boliviano-Tucumano

Agrupación a los bosques semideciduos boliviano-tucumanos, del piso subandino, que ocupan una franja altitudinal que se extiende desde 600 m. hasta 1.900-2.100 m. de elevación, en áreas con bioclima pluviestacional subhúmedo termotropical. Se distribuyen desde el centro de los Andes orientales de Bolivia hasta el noroeste de Argentina. En el subandino superior, por encima de unos 1.100 m. de altitud, estos bosques están generalmente dominados por *Tipuana tipu* y *Parapiptadenia excelsa*. En el subandino inferior, se trata de bosques biogeográficamente transicionales, generalmente dominados por *Calycophyllum multiflorum* y *Anadenanthera colubrina*. También son comunes varios elementos de la Chiquitanía y asimismo algunos elementos menos xerofíticos del Gran Chaco. Se incluyen también en este grupo los bosques freatofíticos y ribereños del piso subandino estacional, así como los bosques bajos de las crestas y filos montañosos abruptos presentes en este piso. En las unidades cartografiadas en el Mapa de Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro, quedan además dentro de este grupo, varios tipos de bosques chiquitanos que ascienden en el subandino hasta unos 1.700 m., estos son: Bosques subhúmedos semideciduos de la Chiquitanía sobre suelos bien drenados; Chaparrales esclerófilos y sabanas arboladas de la Chiquitanía sobre suelos bien drenados; Bosques semideciduos, hidrofíticos y freatofíticos de la Chiquitanía.

Bosque Subandino Xerofítico Boliviano-Tucumano

Comprende el grupo de bosques bajos boliviano-tucumanos, espinosos, caducifolios a semideciduos. Éstos constituyen la vegetación potencial zonal climática del piso subandino termotropical con un bioclima xérico seco a semiarido. Incluye varios tipos de bosques, con flora muy diversa y rica en especies endémicas; están generalmente dominados por árboles de la familia *Anacardiaceas*, como: *Schinopsis haenkeana*, *Loxopterygium grisebachii*, *Cardenasiodendron brachypterum*, y por diversas cactáceas arborescentes y arbustivas. Se distribuye principalmente en los valles secos interandinos y en las serranías subandinas del centro-sur de Bolivia, con extensiones hacia áreas homologas del noroeste y centro-oeste de Argentina. El macrogrupo incluye los bosques freatofíticos y ribereños del piso subandino xerofítico, dominados respectivamente por *Prosopis alba* y por *Salix humboldtianum*. En el Mapa, quedan incluidos dentro de las unidades cartografiadas los bosques del Gran Chaco, que penetran en los Andes por el amplio valle del Río Pilcomayo y los bosques transicionales preandinos del Chaco noroccidental.

Vegetación Freatofítica y Ribereña Boliviano-Tucumana y Prepuneña

Grupo de vegetación azonal, distribuido en el fondo de los valles interandinos del centro-sur de Bolivia y noroeste de Argentina, desde el piso subandino al montano; preferentemente en áreas con bioclima xérico seco a semiárido, pero se extiende también a varias zonas con bioclima pluviestacional subhúmedo. Ocupa considerables extensiones en los fondos de valle planos de los valles internos de la Cordillera Oriental de los Andes Centrales, en los pisos bioclimáticos termotropical y mesotropical inferior, aproximadamente entre 800 m. y 2.600 m. de altitud. La ecología de este macrogrupo está determinada por la existencia de niveles de agua subterránea poco profundos, accesibles al menos estacionalmente a las plantas, o bien por inundación estacional debida al desborde de los ríos de los valles interandinos. La vegetación se establece en las terrazas fluviales recientes y subrecientes, en la zona distal o baja de los abanicos aluviales de piedemonte y en los márgenes deposicionales de los ríos interandinos. En las situaciones freatofíticas, se instalan mayormente bosques dominados por algarrobos (*Prosopis alba*, *P. flexuosa*); mientras que en condiciones riparias o ribereñas ocurren generalmente bosques dominados por el Sauce de Humboldt (*Salix humboldtiana*) y complejos de comunidades



sucesionales riparias donde son comunes o dominantes plantas como *Tessaria integrifolia* y *Baccharis salicifolia*.

Este macrogrupo ecológico, ha sido intensamente ocupado por las poblaciones humanas desde tiempos preincaicos, como zona preferencial de asentamientos urbanos, cultivos y pastoreo intensivo. Por ello, los bosques originales han sido mayormente eliminados y sustituidos por etapas seriales y actividad antrópica, estando representados en la actualidad por remanentes boscosos alterados, de diversa extensión y en diferentes grados de manejo y conservación.

Arbustal Montano Xerofítico Boliviano-Tucumano

Esta unidad que agrupa varias comunidades vegetales, generalmente seriales o secundarias y que sustituyen por el uso humano a los bosques bajos potenciales del piso montano boliviano-tucumano con bioclima xérico seco a semiárido, mesotropical. La fisonomía es de matorrales y arbustales xeromórficos, espinosos y con presencia frecuente de cactáceas arbustivas (*Harrisia tephrocantha*, *Opuntia sulphurea*); no obstante, se intercalan también de forma subordinada, diversas herbáceas anuales y subfruticasas. En muchas situaciones la especie dominante es *Prosopis laevigata* var. *andicola*. Están distribuidos desde 1.900-2.100 m. hasta aproximadamente 3.100-3.200 m. de altitud, en el centro-sur de los Andes orientales de Bolivia y noroeste argentino. Se incluyen también en este macrogrupo las comunidades vegetales saxícolas del piso montano xerofítico boliviano-tucumano.

Pajonal Arbustivo Altimontano Estacional Boliviano-Tucumano

Contiene comunidades vegetales seriales o secundarias, que comúnmente son el producto de la destrucción o degradación de los bosques originales altimontanos de *Polylepis* boliviano-tucumano. Constituidas por pajonales dominados por gramíneas (*Festuca*, *Poa*, *Agrostis*, *Stipa*, *Deyeuxia*), con mayor o menor proporción de matorrales en su composición, principalmente especies de los géneros: *Baccharis*, *Minthostachys*, *Calceolaria*, *Adesmia*. Las etapas seriales menos degradadas, son arbustales con posible presencia dispersa de algunos árboles del bosque original y donde son frecuentes especies de *Berberis*, *Buddleia*, *Satureja*, *Schinus*, *Dunalia*, *Citharexylum*, etc. El macrogrupo

tiene amplia distribución en el sur de los Andes orientales de Bolivia y en el noroeste de Argentina, ocupando laderas montañosas altas en zonas con bioclima pluviestacional subhúmedo a húmedo, supratropical. Se incluyen aquí las comunidades vegetales saxícolas naturales del piso altimontano boliviano-tucumano, desarrolladas sobre afloramientos rocosos y laderas abruptas muy pedregosas.

Pajonal arbustivo montano y subandino estacional Boliviano-Tucumano

Está constituido por comunidades vegetales generalmente seriales o secundarias, producto de la destrucción o degradación de los bosques estacionales montanos y subandinos boliviano-tucumano. En zonas degradadas, pero todavía con suelos poco erosionados, estas comunidades son generalmente pajonales dominados por gramíneas (*Elyonurus*, *Muhlenbergia*, *Paspalum*, *Eragrostis*, *Piptochaeta*, *Stipa*, etc.) y son frecuentes otras hierbas y una mayor o menor proporción de matorrales aromáticos en su composición (*Lantana*, *Lippia*, *Salvia*, *Lepechinia*). En zonas más degradadas, con quemas frecuentes, sobrepastoreo y suelos erosionados, tienden a predominar matorrales de hojas resinosas, estando muy extendidas formaciones de *Dodonaea viscosa*, *Eupatorium buniifolium*, *Mimosa lepidota* o de *Flourensia riparia*. Las etapas seriales menos degradadas, son arbustales donde todavía es posible la presencia dispersa de algunos árboles del bosque original y donde son frecuentes especies de los géneros: *Duranta*, *Escallonia*, *Litraea*, *Schinus*, *Tecoma*, *Vassobia*, *Mutisia*. El macrogrupo tiene una amplia distribución en el sur de los Andes orientales de Bolivia y en el noroeste de Argentina, ocupando laderas montañosas altas en zonas con bioclima pluviestacional subhúmedo a húmedo, mesotropical y termotropical superior. Se incluyen aquí las comunidades vegetales saxícolas naturales de los pisos montano y subandino boliviano-tucumano, desarrolladas sobre afloramientos rocosos o laderas abruptas muy pedregosas, y que son ricas en endemismos restringidos.

IV. PUNA HÚMEDA

Bosque Altimontano y Altoandino de la Puna Húmeda

Bosque bajo, siempreverde estacional y semiabierto o abierto, que constituye la vegetación potencial zonal de los pisos altimontano y altoandino de la

Puna Húmeda, en áreas con bioclima pluviestacional subhúmedo y húmedo, supratropical y orotropical. Está situado en laderas montañosas altas, desde 2.900-3.100 m. hasta 4.500-4.700 m. de altitud. Este bosque está dominado, según las áreas, por diversas especies geovicarias de *Polylepis*. El macrogrupo se distribuye principalmente en los Andes de Perú y Bolivia, con extensiones menores en el extremo noreste de Chile. En la actualidad, los bosques puneños altimontanos y altoandinos de *Polylepis*, han sido eliminados del paisaje de la Puna Húmeda debido al uso humano. En muchas zonas han sido reducidos a remanentes de diversa extensión, ubicados principalmente en situaciones topográficas de refugio y sustituidos por arbustales, pajonales y matorrales seriales. Sin embargo, se mantienen extensiones considerables en varias áreas, tanto en Perú como en Bolivia, aunque bajo estrategias de uso humano tradicional. Dentro del área de estos bosques, se incluyen también los bosques ribereños altimontanos de la Puna Húmeda, dominados generalmente por Aliso (*Alnus acuminata*) y que forman fajas angostas siguiendo los cursos de agua.

Puna Altimontana Húmeda

Es un conjunto o complejo de comunidades vegetales que constituyen el paisaje natural del piso altimontano de la Puna Húmeda. Ocupa una franja altitudinal que en promedio se sitúa desde 2.900-3.100 m. hasta 3.900-4.100 m. de elevación, en zonas con bioclima pluviestacional, húmedo y subhúmedo, supratropical. La Puna Altimontana Húmeda se distribuye en la mayor parte de los Andes peruanos y en los Andes orientales del norte y centro de Bolivia. La matriz del paisaje está generalmente constituida por pajonales dominados por gramíneas amacolladas robustas (*Festuca*, *Stipa*, *Deyeuxia*, *Poa*) y algunos matorrales (*Baccharis*, *Berberis*); intercalándose vegetación saxícola en los afloramientos rocosos y humedales de diversa extensión en torno a cursos de agua y depresiones muy húmedas; en situaciones abruptas, son también posibles algunos remanentes de los bosques altimontanos originales de *Polylepis*. El macrogrupo incluye la vegetación riparia de ríos y arroyos del piso altimontano de la Puna Húmeda.

Puna Altoandina Húmeda

Contiene a las comunidades vegetales que constituyen el paisaje natural del piso altoandino de la Puna Húmeda que ocupan una franja altitudinal que se sitúa desde 3.900-4.100 m. hasta 4.600-

4.700 m., en zonas con bioclimas pluviestacional y pluvial, húmedo, orotropical. La Puna altoandina húmeda se distribuye en la mayor parte de los Andes peruanos y en los Andes orientales del norte y centro de Bolivia. La matriz del paisaje está generalmente constituida por pajonales dominados por gramíneas amacolladas robustas (*Festuca*, *Stipa*, *Deyeuxia*, *Poa*, *Agrostis*), intercalándose vegetación saxícola en los afloramientos rocosos y humedales altoandinos de diversa extensión; en situaciones abruptas, son también posibles algunos remanentes de los bosques altoandinos originales de *Polylepis*.

Humedal Altoandino y Altimontano de la Puna Húmeda

Es el complejo de comunidades vegetales distribuidas en zonas con acumulación de agua, estacional o permanente, de los pisos altoandino y altimontano superior de la Puna Húmeda, en márgenes de lagunas o arroyos y afloramientos de agua. Generalmente constituye un mosaico que incluye: pajonales higrofiticos en las partes menos inundables (*Festuca*, *Deyeuxia*); turberas o bofedales permanentemente saturados de agua (*Distichia*, *Oxychloe*) y la vegetación acuática y palustre de los arroyos, charcas y lagunas (*Myriophyllum*, *Ranunculus*, *Isoetes*, *Potamogeton*, *Callitriche*, etc.). En conjunto, predominan en la Puna Húmeda Altoandina y Altimontana los humedales vinculados a aguas oligotróficas, poco a muy poco mineralizadas.

Vegetación Subnival de la Puna Húmeda

Vegetación muy abierta o dispersa, constituida por pequeñas plantas herbáceas a semi leñosas (*Werneria*, *Nototriche*, *Valeriana*, *Perezia*, *Senecio*, *Aschersoniodoxa*), generalmente pegadas al suelo, con fisonomías de rosetas o postradas y reptantes. Estas plantas se hallan provistas de raíces profundas o densamente ramificadas, específicamente adaptadas a los cambios de volumen y a los deslizamientos de los suelos. Ambos fenómenos son provocados por la alternancia diaria del hielo y deshielo, en el piso subnival de las altas montañas tropicales de la Puna Húmeda, en zonas con bioclimas pluviestacional húmedo y pluvial húmedo a hiperhúmedo, del piso bioclimático criorotropical. El macrogrupo se distribuye en Perú y en el norte-centro de Bolivia, ocupando por término medio una franja altitudinal desde 4.600-4.700 m. hasta 5.200-5.300 m. de elevación. La flora se caracteriza por los numerosos endemismos locales o regionales, a nivel de especie, aislados y diferenciados geográficamente en cada macizo cordillerano.





V. PUNA XEROFÍTICA

Bosque Altoandino de la Puna Xerofítica

Bosque bajo, siempreverde estacional y semiabierto, que constituye la vegetación potencial zonal del piso altoandino de la Puna Xerofítica, en áreas con bioclimas pluviestacional subhúmedo orotropical y xérico seco orotropical. Situado en laderas montañosas altas, desde 3.900-4.100 m. hasta 4.600-4.700 m. de altitud. Dominado según las áreas, por dos especies geovicarias de *Polylepis*: *P. tarapacana*, en el oeste y *P. tomentella* en el este. Asimismo, se incluyen aquí los bosques abiertos de cactáceas arbóreas, constituidos por *Trichocereus atacamensis* y distribuidos en Bolivia desde 3.600 m. hasta 4.100 m. en áreas altoandinas con bioclima xérico semiarido orotropical. El macrogrupo se distribuye principalmente en los altos Andes de Bolivia, con extensiones menores en el extremo suroeste del Perú y en el noreste de Chile. En la actualidad, los bosques altoandinos xerofíticos de *Polylepis*, han sido mayormente eliminados del paisaje por el uso humano y reducidos a remanentes de diversa extensión, ubicados principalmente en situaciones topográficas de refugio.

Bosque Altimontano de la Puna Xerofítica

Bosques bajos, abiertos o semiabierto, siempreverde estacionales, o bien espinosos y caducifolios, que constituyen la vegetación potencial zonal del piso altimontano de la Puna Xerofítica, en áreas con bioclimas pluviestacional subhúmedo supratropical y xérico seco supratropical. Situado en laderas montañosas altas, desde 2.900-3.100 m. hasta 3.900-4.100 m. de altitud. Dominados por *Polylepis tomentella* en el tramo altitudinal superior y por *Prosopis ferox* en el tramo inferior del piso. El macrogrupo se distribuye principalmente en los altos Andes de Bolivia, con extensiones menores en el extremo noroeste de Argentina. En la actualidad, los bosques altimontanos puneños xerofíticos de *Polylepis*, han sido mayormente eliminados del paisaje por el uso humano y representados por remanentes de diversa extensión, ubicados principalmente en situaciones topográficas de refugio. Sin embargo, los bosques espinosos de *Prosopis ferox*, incluidos en este macrogrupo, ocupan todavía extensiones notables, bajo uso humano tradicional, particularmente en el sur de Bolivia.

Prepuna Montana Xerofítica

Es un conjunto o complejo de comunidades vegetales, con numerosas especies endémicas, que

constituyen el paisaje natural del piso montano de la Puna Xerofítica, denominado Prepuna en Bolivia y Argentina. Se presenta en un termotipo mesotropical y ocupa una franja altitudinal que se sitúa en Bolivia desde 1.900-2.100 m. hasta 3.100-3.500 m., en zonas con bioclima xérico seco y semiárido. La Prepuna montana xerofítica se distribuye en los Andes orientales del centro y sur de Bolivia, extendiéndose también al noroeste de Argentina. La matriz del paisaje está generalmente constituida por arbustales o bosques muy bajos abiertos o semiabierto, espinosos y extremadamente xeromórficos, donde son característicos y dominantes: *Acacia feddeana*, *Prosopis ferox* y *Cercidium andicola*; con numerosas cactáceas arbustivas y arborescentes, muchas de ellas endémicas; en situaciones degradadas por el uso humano, el paisaje está dominado por matorrales seriales xeromórficos y por cardonales de cactáceas arborescentes. Se intercala vegetación saxícola en los afloramientos rocosos.

Puna Altoandina y Altimontana Xerofítica

Comprende al conjunto de comunidades vegetales que constituyen el paisaje natural de los pisos altoandino y altimontano de la Puna Xerofítica. Ocupan una franja altitudinal que en promedio se sitúa desde 2.900-3.100 m. hasta 4.200-4.500 m. de elevación. Característicos de zonas con bioclimas pluviestacional subhúmedo y xérico seco a semiárido, de los pisos bioclimáticos orotropical y supratropical. La Puna altoandina y altimontana xerofítica, se distribuye principalmente en los Andes del centro-sur de Bolivia y del noroeste de Argentina, con extensiones menores en el extremo suroeste de Perú y del noreste de Chile. En las zonas montañosas, secas y subhúmedas, la matriz del paisaje está generalmente constituida por pajonales dominados por gramíneas amacolladas robustas, xeromórficas, a menudo con hojas rígidas, duras y punzantes (*Festuca*, *Stipa*, *Deyeuxia*) con presencia variable de matorrales resinosos (*Baccharis*, *Senecio*, *Parastrephia*, *Fabiana*, *Azorella*); intercalándose vegetación saxícola en los afloramientos rocosos y humedales de diversa extensión, en torno a cursos de agua y depresiones topográficas muy húmedas; en situaciones abruptas, son también posibles algunos remanentes de los bosques originales de *Polylepis* o de los bosques espinosos puneños de *Prosopis ferox*, así como cardonales secundarios de cactáceas arbóreas (*Trichocereus*, *Oreocereus*). En las zonas semiáridas montañosas, principalmente en el centro-sur del Altiplano boliviano, en torno al Gran Salar de Uyuni, la Puna Altoandina Xerofítica se caracteriza por la existencia de extensos matorrales muy xeromórficos, con la cactácea arbórea

Trichocereus atacamensis, que incluyen asimismo numerosas cactáceas de menor porte y también algunas especies de matorrales compartidas con la Puna desértica adyacente de Chile (*Fabiana squamata*, *Atriplex imbricata*, *Lycium chañar*, *Adesmia aegiceras*). En las extensas llanuras fluvio-lacustres del Altiplano, la matriz del paisaje son matorrales higrofiticos o freatofiticos, dominados por diversas especies del género *Parastrephia* ("tholares"), que se intercalan con la vegetación halófila de los salares.

Humedal Altoandino y Altimontano de la Puna Xerofítica

Complejo de comunidades vegetales distribuidas en las zonas con acumulación de agua, estacional o permanente, de los pisos altoandino y altimontano superior de la Puna Xerofítica, en situaciones como márgenes de lagunas o arroyos y afloramientos de agua. Generalmente constituye un mosaico, que incluye: pajonales higrofiticos en las partes menos inundables (*Festuca*, *Deyeuxia*, *Puccinellia*); turberas o bofedales permanentemente saturados de agua (*Oxychloe*, *Patosia*, *Distichia*) y la vegetación acuática y palustre de los cuerpos de agua (*Potamogeton*, *Zannichellia*, *Lilaea*, *Triglochin*, *Ranunculus*, etc.). En conjunto, predominan en la Puna Xerofítica altoandina los humedales vinculados a aguas mesotróficas, medianamente a muy mineralizadas, incluso salobres.

Salar Altoandino de la Puna Xerofítica

Comprende el agregado de comunidades vegetales halófilas, que ocupan las playas y orillas de los

salares altiplánicos de la Puna Xerofítica Altoandina. El macrogrupo se encuentra distribuido principalmente en el Altiplano del centro-sur de Bolivia y noroeste argentino, con extensiones menores en el noreste de Chile y suroeste de Perú. La vegetación son praderas gramínoideas (*Distichlis humilis*) y matorrales abiertos pulvulares (en cojín o almohadilla densa y compacta) con plantas carnosas o suculentas endémicas adaptadas a la elevada salinidad de los suelos (*Sarcocornia*, *Atriplex*, *Suaeda*, *Anthobryum*). En la época de lluvia, estas comunidades vegetales altoandinas se anegan someramente o los suelos permanecen saturados de humedad.

Vegetación Subnival de la Puna Xerofítica

Vegetación muy abierta o dispersa, constituida por pequeñas plantas herbáceas a semi leñosas (*Nototriche*, *Chaetanthera*, *Valeriana*, *Perezia*, *Senecio*, *Menonvillea*), generalmente pegadas al suelo y provistas de raíces profundas o densamente ramificadas, específicamente adaptadas a los cambios de volumen y a los deslizamientos de los suelos; ambos fenómenos, son provocados por la alternancia diaria del hielo y deshielo. Se encuentran en el piso subnival de las altas montañas tropicales de la Puna Xerofítica, en zonas con bioclimas pluviestacional subhúmedo y xérico seco, criorotropical. El macrogrupo se distribuye en el centro-sur de Bolivia, extremo suroeste de Perú, noreste de Chile y noroeste de Argentina. La flora se caracteriza por los numerosos endemismos locales o regionales, a nivel de especie, aislados y diferenciados geográficamente en cada macizo cordillerano.

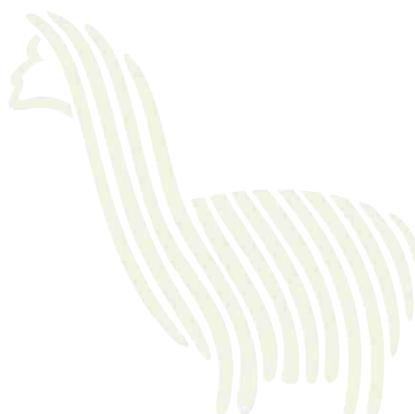






Foto: Sebastián Crespo

Información para la toma de decisiones: Aplicación del mapa en el contexto regional y de país

El mapa de Ecosistemas de los Andes generado en este estudio fue concebido, sobretodo, para apoyar a la implementación de la Agenda Ambiental Andina a través de constituirse en una fuente de información regional así como una herramienta para la planificación, la evaluación y el monitoreo ambiental. Quizá uno de los valores más importantes del mapa producido es que permite visualizar en su conjunto la enorme diversidad ecosistémica de los Andes e inferir sobre su estado de conservación.



60

Por otra parte, el mapa y la información que este ofrece, son un producto que puede y debe ser mejorado con el fin de tener una herramienta lo más ajustada posible que permita a los diferentes actores regionales analizar el estado de los ecosistemas y tomar medidas de conservación basadas en la mejor información disponible.

A continuación se sugieren una serie de aplicaciones y estudios complementarios que los autores consideramos prioritarios y que pueden seguir apoyando la Agenda Ambiental Andina, así como los esfuerzos nacionales en este sentido:

- Identificar vacíos y prioridades de conservación en los sistemas nacionales de áreas protegidas a escala de ecosistemas.
- Desarrollar un conjunto de indicadores que permita evaluar el estado de conservación de los ecosistemas andinos.
- Iniciar estudios de ecología del paisaje que permitan identificar los ecosistemas que presentan la mayor dinámica y patrones de fragmentación a nivel nacional y regional, que sirvan como insumo para orientar políticas de conservación efectivas de la biodiversidad.
- Evaluar la vulnerabilidad de los ecosistemas andinos a través del desarrollo de modelos de distribución de vegetación en escenarios de cambio climático y dinámicas de cambios en el uso del suelo.
- Desarrollar una estrategia de monitoreo de los ecosistemas, a través de la generación de una serie temporal (histórica y prospectiva) que evalúe la dinámica de cambios en la cobertura y uso del suelo que permitan identificar áreas prioritarias para el desarrollo de medidas de conservación.
- Mejorar el nivel de discriminación de los ecosistemas sobretodo en los Andes del Norte. Este perfeccionamiento de la clasificación debería generarse aplicando análisis estadísticos de las comunidades vegetales. Esta tarea

empezaría por la recopilación de información en una base de datos georeferenciada de todos los inventarios florísticos realizados que cumplan con estándares en la aplicación consistente de métodos de muestreo y en la calidad de las identificaciones taxonómicas.

- La construcción de esta base de datos permitirá eventualmente vincular información de la biodiversidad vegetal al nivel de especies con cada uno de los ecosistemas cartografiados en el mapa de los Andes. De esta manera es posible construir una herramienta de planificación que contenga información sobre biodiversidad a tres escalas: especies, comunidades y ecosistemas.

- Extensas áreas de la puna húmeda y xerofítica han sido sometidas durante varios siglos a usos extensivos de ramoneo libre y quemas cíclicas asociadas a los patrones de uso de la tierra. Esto ha determinado en que la estructura del paisaje, así como los procesos de las dinámicas de la vegetación, sea muy influenciada por estos usos humanos. En este contexto, una de las prioridades es desarrollar criterios que permitan discriminar y evaluar mejor estos paisajes culturales respecto a lo que podría calificarse como vegetación natural y así tener una mayor comprensión del estado de conservación de los ecosistemas en los Andes Centrales.





Foto: Sebastián Crespo

Referencias bibliográficas

Andrade, M. G. y G. Amat. 1996. Un estudio regional de las mariposas alto andinas en la Cordillera Oriental de Colombia. Documento no publicado.

Ataroff, M. y Sarmiento, L. 2003. Diversidad en los Andes de Venezuela. I Mapa de Unidades Ecológicas del Estado Mérida. CD-ROM, Ediciones Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

Argollo, J. y P. H. Mourguiart (Eds.). 1995. Climas cuaternarios en América del Sur. ORSTOM-UMSA. La Paz. 344 Pp.

Ballivian, O. y F. Risacher. 1981. Los Salares del Altiplano Boliviano. Métodos de estudio y estimación económica. ORSTOM y Universidad Mayor de San Andrés (UMSA). Paris. 246 Pp.

Buytaert, W., R. Celleri, B. De Bièvre, R. Hofstede, F. Cisneros, G. Wyseure, and J. Deckers. 2006. Human Impact on the Hydrology of the Andean Paramos. *Earth-Science Reviews*, 79: 53–72.

Clapperton, C. M. 1993. Quaternary Geology and Geomorphology of South America. Elsevier Press. Amsterdam. 795 Pp.

Churchill, S.P., H. Balslev, E. Forero, and L. Luteyn, Editors. 1993. Biodiversity and conservation of Neotropical Montane Forest. proceedings of the Neotropical Montane Forest Biodiversity and Conservation Symposium, the NYB, 21-26. The Ney York Botanical Garden. New York. Pp: 1-667.

Comunidad Andina - Agenda Ambiental Andina. 2006. Secretaría General de la Comunidad Andina. Pp 21. Lima.

Cuesta, F., M. Peralvo, A. Ganzenmüller, M. Sáenz, J. Novoa, M. G. Riofrío, y K. Beltrán. Identificación de vacíos y prioridades de conservación para la biodiversidad terrestre en el Ecuador Continental. En: Campos, F., Peralvo M., Cuesta-Camacho F. y Luna S. 2007. Prioridades para la conservación de la biodiversidad en el Ecuador Continental. Instituto de Investigaciones Marinas Nazca, Ecociencia, Ministerio de Ambiente del Ecuador, The Nature Conservancy, Conservación Internacional, Proyecto GEF - Ecuador, Birdlife International y Aves & Conservación. Quito. Pp 88.

Duellman, W. E. 1999. Distribution patterns of amphibians in South America. Pp. 255- 328 en: W. E. Duellman (Ed.). Patterns of distribution of amphibians. A global Perspective. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Duellman, W. and E. Wild. 1993. Anuran amphibians from the Cordillera Huancabamba, Northern Peru: Systematics, Ecology, and Biogeography. Occasional papers of the Museum of Natural History. The University of Kansas, Lawrence 57: 1-53.

Duellman, W. E. 1979. The Herpetofauna of the Andes: Patterns of Distribution, Origin, Differentiation, and Present Communities. PP 1-485 in Duellman, W. E. (Ed.), The South American Herpetofauna: Its Origin, Evolution, and Dispersal. Univ. Kansas Mus. Nat. Hist. Monogr. 7.

- Fjeldsá, J. 1994.** Geographical Patterns for Relict and Young Species of Birds in Africa and South America and Implications for Conservation Priorities. *Biodiversity and Conservation* 3: 207-226.
- Fjeldsá, J. y N. Krabbe. 1990.** Birds of the High Andes – A Manual to the Birds of the Temperate Zone of the Andes and Patagonia, South America. Zoological Museum – University of Copenhagen and Apollo Books. Svendborg.
- Gausson, H. 1954.** Théorie et Classification des Climats et Microclimats. 8me Congr. Internat. Bot. Paris, Sect. 7 y 3. Pp: 125-130.
- García-Moreno, J., P. Arctander, and J. Fjeldsá. 1999.** Strong Diversification at the treeline among Metallura hummingbirds. *The Auk* 116: 702-711.
- Gentry, A. 1982.** Neotropical Floristic Diversity: Phytogeographical Connections Between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or and accident of the Andean Orogeny. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 69: 557-593.
- Gentry A. H. 1995.** Patterns of Diversity and Floristic Composition in Neotropical Montane Forests. In: Churchill SP, Balslev H, Forero E and Luteyn JL (Eds.) *Biodiversity and conservation of Neotropical Montane Forests - proceedings of the Neotropical Montane Forest Biodiversity and Conservation Symposium, the NYB, 21-26 June 1993. The New York botanical Garden. New York . Pp 667.*
- Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones and A. Jarvis, 2005.** Very High Resolution Interpolated Climate Surfaces for Global Land Areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.
- Hooghiemstra, H., y A. M. Cleef. 1995.** Pleistocene Climatic Changes and Environmental and Genetic Dynamics in the North Andean Montane Forest and Paramo. *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest*. Ed. By S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero, and J. L. Luteyn. Pp 32-49. The New York Botanical Garden, New York.
- Holdridge, L.R. 1947.** Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data. *Science* 105: 367-368.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt-IAvH. 2004.** Mapa de Ecosistemas de los Andes Colombianos del año 2000, escala 1:250.000. Bogotá, Colombia.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales del Perú (INRENA). 2000.** Mapa forestal del Perú. Lima.
- Josse, C., G. Navarro, F. Encarnación, A. Tovar, P. Comer, W. Ferreira, F. Rodríguez, J. Saito, J. Sanjurjo, J. Dyson, E. Rubin de Celis, R. Zárate, J. Chang, M. Ahuit, C. Vargas, F. Paredes, W. Castro, J. Maco y F. Reátegui. 2007.** Sistemas Ecológicos de la Cuenca Amazónica de Perú y Bolivia. Clasificación y mapeo. NatureServe. Arlington, Virginia. Pp 94.
- Josse, C., G. Navarro, P. Comer, R. Evans, D. Faber-Langendoen, M. Fellows, G. Kittel, S. Menard, M. Pyne, M. Reid, K Schulz, K. Snow, and J. Teague. 2003.** Ecological Systems of Latin America and the Caribbean: A working classification of Terrestrial Systems. NatureServe. Arlington, Virginia.
- Kessler, M., S. K. Herzog, and J. Fjeldsá. 2001.** Species Richness and Endemism of Plant and Bird Communities along Two Gradients of Elevation, Humidity and Land Use in the Bolivian Andes. *Diversity and Distribution* 7: 61-67.
- Kessler, M. 2002.** The Elevational Gradient of Andean Plant Endemism: Varying Influences of Taxon-Specific Traits and Topography at Different Taxonomic Levels. *Journal Of Biogeography* 29: 1159-1165.
- Köppen, W. 1931.** Grundriss der Klimakunde. Walter de Gruyter. Berlin. 388 Pp.
- Linares-Palomino, R., R.T. Pennington y S. Bridgewater. 2003.** The Phytogeography of the Seasonally Dry Tropical Forests in Equatorial Pacific South America. *Candollea* 58: 473-499.
- Lynch, J., P. Ruiz-Carranza, and M. Ardila-Robayo. 1997.** Biogeographic Patterns of Colombian Frogs and Toads. *Revista Academia Colombiana de Ciencias* 21:237-248.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca, and J. Kent. 2000.** Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. *Nature* 403: 853-858.

Navarro, G. y W. Ferreira. 2007. Mapa de Vegetación de Bolivia a escala 1:250.000. The Nature Conservancy (TNC). Ed.digital. Santa Cruz de la Sierra. ISBN 978-99954-0-168-9.

Neill, D. A., and P. M. Jørgensen. 1999. Introduction In: Jørgensen, P. M., and S. León (Eds.). Catalogue of Vascular Plants of Ecuador. Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri.

Noss, R. F., C. Carroll, C. Vance-Borland, y G. Wuerthner. 2002. A multicriteria assessment of the irreplaceability and vulnerability of sites in the Greater Yellowstone Ecosystem. *Conservation Biology* 16:895-908.

Peralvo, M., Sierra R, Young KR, Ulloa-Ulloa C. 2007. Identification of biodiversity conservation priorities using predictive modeling: An application for the equatorial pacific region of South America. *Biodiversity and Conservation* 16:2649-75.

Rivas-Martínez, S., D. Sánchez-Mata and M. Costa. 1999. North American Boreal and Western Temperate Forest Vegetation. *Itinera Geobotanica* 12: 5–316.

Rodríguez, N., Armenteras D., Morales, M. y Romero, M. 2006. Ecosistemas de los Andes colombianos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogota, Colombia. 154 Pp.

Sánchez-Vega, I. y M. Dillon. 2006. Jalcas. Pp 77-90. En *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Eds.: M. Moraes R., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.

Servant, M. y J. Ch. Fontes. 1978. Les lacs quaternaires des hauts plateaux des Andes boliviennes. Premières interprétations paléoclimatiques. *Cahiers ORSTOM sér. Géologie*. 10: 9-23.

Smith, J. M. B. y A. M. Cleef. 1988. Composition and Origins of The World's Tropicalpine Floras. *Journal of Biogeography* 15: 631–645.

Sklenář P. y P. M. Ramsay. 2001. Diversity of Paramo Plant Communities in Ecuador. *Diversity and Distribution* 7: 113–124.

Sklenář, P., J. Luteyn, C. ulloa, P. Jørgensen, y M. Dillon. 2005. Flora genérica de los páramos. Guía ilustrada de las plantas vasculares. The New York Botanical Garden Press. New York, USA. Volume 92.

Simpson, B. B. y C. A. Todzia. 1990. Pattern and Processes in the Development of the High Andean Flora. *Am. J. Bot.* 77: 1419–1432.

Simpson, B. B. 1975. Pleistocene Changes in the Flora of the High Tropical Andes. *Paleobiology* 1: 273-294.

Thornthwaite, C. W. 1933. The Climates of the Earth. *Geographical Review* 23: 433-440.

Trewartha, G. T. 1968. An introduction to Climate. McGraw-Hill. New York. 408 Pp.

Troll, C. 1964. Karte der jahrzeiten-klimate der Erde. *Erdkunde* 17: 5-28.

Van der Hammen, T. 1974. The Pleistocene Changes of vegetation and Climate in Tropical South America. *Journal of Biogeography* 1: 3-26.

Van der Hammen, T., y A. Cleef. 1986. Development of the High Andean Paramo Flora and Vegetation. High altitude tropical biogeography. Ed. F. Vuilleumier and M. Monasterio. Pp 153-201. Oxford University Press. Oxford.

Vuilleumier, F. and M. Monasterio. 1986. High Altitude Tropical Biogeography. Oxford University Press, Oxford.

Walter, H. 1977. Vegetationszonen und Klima: Die Ökologische Gliederung der Biogeosphäre. Eugen Ulmer Verlag. Stuttgart. 309 Pp.

Walter, H., E. Harnickell and D. Mueller-Dombois. 1975. Climate-Diagram Maps of the Individual Continents and the Ecological Climatic Regions of the Earth. Springer-Verlag. Berlin. 36 Pp.

Weigend, M. 2002. Observations on the Biogeography of the Amotape-Huancabamba Zone in Northern Peru. *Botanical Review* 68: 38-54.

Weigend, M. 2004. Additional observations on the biogeography of the Amotape-Huancabamba zone in Northern Peru: Defining the South-Eastern limits. *Rev. Peru. biol* 11: 127-134.





Anexo 1

Detalle de fuentes y proceso de análisis de información por país para la integración de coberturas y homologación de la leyenda regional

Foto: Sebastián Crespo

1.1. Fuentes de datos primarios por país

a. Bolivia:

La base fue: Gonzalo Navarro & Wanderley Ferreira, 2007: Mapa de Vegetación de Bolivia. Esc. 1:250000. CD-ROM interactivo, The Nature Conservancy & Rumbol SRL. ISBN 978-99954-0-168-9.

b. Colombia:

En Colombia, se basó en la homologación del Mapa de Ecosistemas de los Andes Colombianos del año 2000, escala 1:250.000. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH. 2004. Bogotá, Colombia.

c. Ecuador:

En el caso de Ecuador se contaba con el Mapa de Sistemas Ecológicos del Ecuador Continental por Peralvo, M. F., F. Cuesta, F. Baquero, C. Josse, L. Grijalva, G. Riofrío y K. Beltrán, publicado como Anexo 1 en: F. Cuesta-Camacho, M. F. Peralvo, A. Ganzenmüller, M. Sáenz, G. Riofrío y K. Beltrán. 2006. Identificación de vacíos y prioridades de conservación para la biodiversidad terrestre en el Ecuador continental. Reporte técnico. EcoCiencia, The Nature Conservancy, Conservation Interna-

tional, Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito, Ecuador.

d. Perú:

En el caso de Perú se usaron los siguientes mapas como fuente para cubrir las distintas regiones. Las dos primeras fuentes consisten en mapas de ecosistemas, mientras que para cubrir la región de la Puna se utilizó el Mapa Forestal.

Josse, C., G. Navarro, F. Encarnación, A. Tovar, P. Comer, W. Ferreira, F. Rodríguez, J. Saito, J. Sanjurjo, J. Dyson, E. Rubin de Celis, R. Zárate, J. Chang, M. Ahuite, C. Vargas, F. Paredes, W. Castro, J. Maco y F. Reátegui. 2007. Ecosistemas de la Cuenca Amazónica de Perú y Bolivia. Clasificación y mapeo. NatureServe, Arlington VA, EE.UU.

Centro de Datos para la Conservación-UNALM, The Nature Conservancy y Carmen Josse. 2008. Mapa de ecosistemas terrestres del Desierto de Sechura. Planificación para la conservación ecoregional del Desierto de Sechura. Lima. En prep.

Mapa Forestal del Perú (INRENA, 2000) que fue elaborado a partir de la interpretación visual de la siguiente lista de imágenes Landsat TM y ETM+ en formato digital; la escala del mapa es 1:250 000.



N°	Path - Row	FECHA DE TOMA	
1	02-68	24/11/2000	
2	02-69	30/04/2000	
3	02-70	30/04/2000	
4	03-68	29/07/2001	
5	03-69	25/05/2000	15/10/2003
6	04-62	08/10/2001	
7	04-63	08/10/2001	
8	04-67	01/07/2000	
9	04-68	08/08/2002	
10	04-69	01/07/2000	
11	05-62	24/05/2001	
12	05-63	29/12/1999	
13	05-66	12/08/2001	
14	05-67	12/08/2001	
15	05-68	12/08/2001	
16	05-69	22/06/2000	
17	06-61	23/11/2001	
18	06-62	21/07/2002	
19	06-63	12/03/2001	
20	06-64	20/09/2001	
21	06-65	03/08/2001	
22	06-66	01/09/2000	16/07/2003
23	06-67	16/08/2000	16/07/2003
24	06-68	29/07/1999	16/07/2003
25	07-60	14/09/2002	
26	07-61	04/01/2003	
27	07-62	21/08/1999	
28	07-63	21/08/1999	
29	07-64	08/09/2000	
30	07-65	05/08/1999	
31	07-66	26/08/2001	04/01/2003
32	07-67	08/05/1999	
33	08-60	30/08/2000	
34	08-61	30/08/2000	
35	08-62	05/01/2001	
36	08-63	30/06/2001	
37	08-64	26.09.2001	
38	08-65	11/07/1999	15/08/2003
39	08-66	11/07/1999	
40	09-62	19/08/1999	
41	09-63	09/11/2000	
42	09-64	09/11/2000	
43	09-65	24/08/2001	
44	10-63	29/10/1999	
45	10-64	29/10/1999	
46	11-63	31/05/2000	
47	11-64	12/02/2001	

e. Venezuela:

En Venezuela el Mapa de Ecosistemas se basó en la publicación de Ataroff, M. y Sarmiento, L. 2003. Diversidad en los Andes de Venezuela. I. Mapa de Unidades Ecológicas del Estado de Mérida. CD-ROM. Ediciones Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICA). Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela y en la interpretación del siguiente grupo de imágenes Landsat TM:

Path - Row	FECHA ADQUISICIÓN
p005r53_7t20000318_z19	18/03/2000
p005r54_7t20001215_z19	15/12/2000
p006r53_7t20001120_z19	20/11/2001
p006r54_7t20010616_z19	16/06/2001
p006r54_7t20020126_z19	26/01/2002
p006r55_7t20010123_z19	23/01/2001
p007r54_7t20010725_z18	25/07/2001
p008r52_7t20010310_z18	10/03/2001
p008r53_7t20011004_z18	04/10/2001
p008r54_7t20010801_z18	01/08/2001

1.2. Detalle de la homologación en cada país de la leyenda del Mapa de Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro basada en la propuesta de clasificación de NatureServe (Josse *et al.* 2003).

En **Colombia** el proceso de homologación se basó principalmente en armonizar los componentes de bioclima y de fisonomía y fenología de la vegetación entre la clasificación de Sistemas Ecológicos de NatureServe y el Mapa de Ecosistemas de los Andes Colombianos (IAvH, 2004). En cuanto al componente de bioclima, se encontró una correspondencia entre las dos aproximaciones a homologar y se realizó una comparación entre los factores dominantes de los índices de Rivas Martínez que se usan para caracterizar climáticamente los ecosistemas: macrobioclimas y bioclimas (horizontes termotípicos y tipos ómbricos) (Rivas-Martínez, 1999), frente a la distribución de los pisos bioclimáticos y las provincias de humedad para los Andes colombianos (Rodríguez *et al.* 2006).

Las clases de cobertura de la tierra identificadas en el mapa de ecosistemas de los Andes colombianos del año 2000 (IAvH 2004), fueron homologadas a unidades cartográficas que reflejan la estructura y fenología de la vegetación: bosques, arbustales, frailejonales, bofedales, pajonales, vegetación saxícola, vegetación geliturbada y edafoxerófila, que son las fisonomías con que caracterizan a los

ecosistemas de la región (Josse *et al.* 2003). Respecto de las clases de cobertura seminaturales y antrópicas reportadas por IAvH 2004, de acuerdo a las reuniones temáticas del proyecto estas clases fueron cartográficamente generalizadas en una sola clase denominada "áreas intervenidas". La razón de esta generalización es que el Mapa está enfocado en representar la diversidad de los ecosistemas naturales remanentes y por otro lado, no todos los mapas nacionales tenían niveles de detalle y clasificaciones similares respecto de las áreas transformadas.

El mapa de ecosistemas de los Andes colombianos se obtuvo integrando los componentes homólogo-gados de cobertura de la tierra y macrogrupos bioclimáticos a través de procedimientos cartográficos y de análisis temático consistentes en ajustes de origen geográfico, escala espacial, desplazamientos y generalizaciones.

En el de **Ecuador**, se utilizó un mapa de ecosistemas que fue revisado en base al resultado de la sobreposición al mapa integrado de los índices de bioclima. Se analizó la distribución de los polígonos de cada ecosistema entre las diferentes combinaciones bioclimáticas posibles y en algunos casos se reclasificaron polígonos para ajustarlos al rango de parámetros bioclimáticos que caracteriza cada ecosistema. Una vez hechos estos ajustes, la asignación y agrupación de los sistemas a cada macrogrupo fue un proceso bastante directo.

En el caso de **Perú** se contaba con un mapa de ecosistemas para la región de Yungas y también de los ecosistemas de la vertiente occidental, pero hubo

que generar un mapa de ecosistemas para la región andina al oeste de las Yungas, es decir para toda la zona de la puna.

Para la producción de este mapa, la variable vegetación fue tomada del Mapa Forestal del Perú del 2000 (INRENA, 2000). Las clases de vegetación que presentaba el Mapa Forestal fueron agrupadas según su fisonomía en: bosques, montes, matorrales y pajonales, con el objetivo de usarlos en la determinación de los ecosistemas y macrogrupos.

De igual manera, se agruparon los desiertos, así como también las áreas con influencia humana se unieron en una clase mayor llamada Actividad humana. También presenta una clase nival y otra correspondiente a los cuerpos de agua.

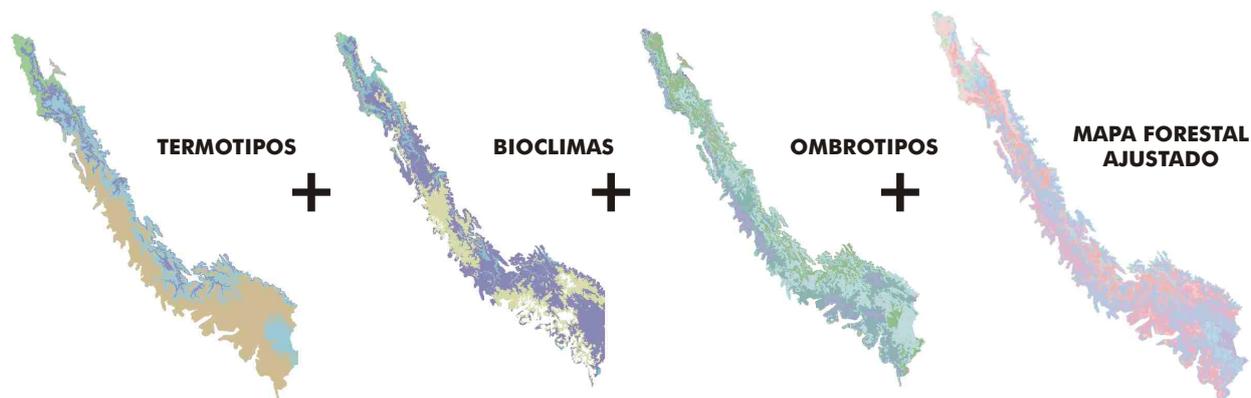
Para la revisión de estas clases de vegetación se realizó un análisis visual de 30 escenas Landsat TM de los años 1998 al 2000. En la mayoría de los casos únicamente se contó con una escena correspondiente a la época seca, cuando lo recomendable es contar con información tanto de la época seca como de la húmeda para interpretar vegetación.

El resultado fue un Mapa de Fisonomía de la vegetación en formato shape. Este mapa ha sido realizado con la proyección UTM (zona 18) y el datum WGS 84.

Luego con la información de los índices bioclimáticos en formato raster se procedió a superponerlos tal como se muestra en la Figura 1. De esta manera se desarrolló la primera etapa de la construcción del mapa de ecosistemas del área de estudio.

FIGURA 1.

Superposición de los índices bioclimáticos con el mapa forestal.



El resultado fue una primera aproximación a los ecosistemas teniendo unidades cuyos nombres fueron contruados a partir de los nombres de las unidades que le dieron origen, como por ejemplo: pajonal orotropical pluviestacional subhúmedo.

Esta etapa del trabajo se consolidó con 4 visitas de campo en los departamentos de Cajamarca, Junín, Cusco y Puno. Los objetivos de estas visitas fueron observar en el terreno la correspondencia con el mapa obtenido, observar la diferencia entre las unidades bosque, monte y matorral provenientes del Mapa Forestal y tomar fotografías, entre otros.

Luego, las unidades de este mapa fueron analizadas teniendo en cuenta su ubicación geográfica y asignadas a un ecosistema y a su respectivo macrogrupo con ayuda de la descripción de los ecosistemas. Así, el ecosistema correspon-

diente a la unidad tomada como ejemplo en el paso anterior (pajonal orotropical pluviestacional subhúmedo) fue: CES 505.028 Pajonales y matorrales altoandinos de la Puna Xerofítica norte que corresponde al macrogrupo: Puna Altoandina Xerofítica. Este proceso de reclasificación y ajuste de las unidades, fue realizado a través de una revisión exhaustiva del mapa.

En el caso de **Venezuela**, el mapa de ecosistemas se generó a partir de la homologación de la leyenda y el mapa de Unidades Ecológicas (potenciales) del estado Mérida (Ataroff y Sarmiento, 2003). Tanto el mapa como la definición de las unidades ecológicas sirvieron como primera aproximación para la clasificación e interpretación de las imágenes satelitales. A continuación se presenta la Tabla 1 de homologación final entre ecosistemas y las unidades ecológicas (Ataroff y Sarmiento, 2003).

TABLA 1.

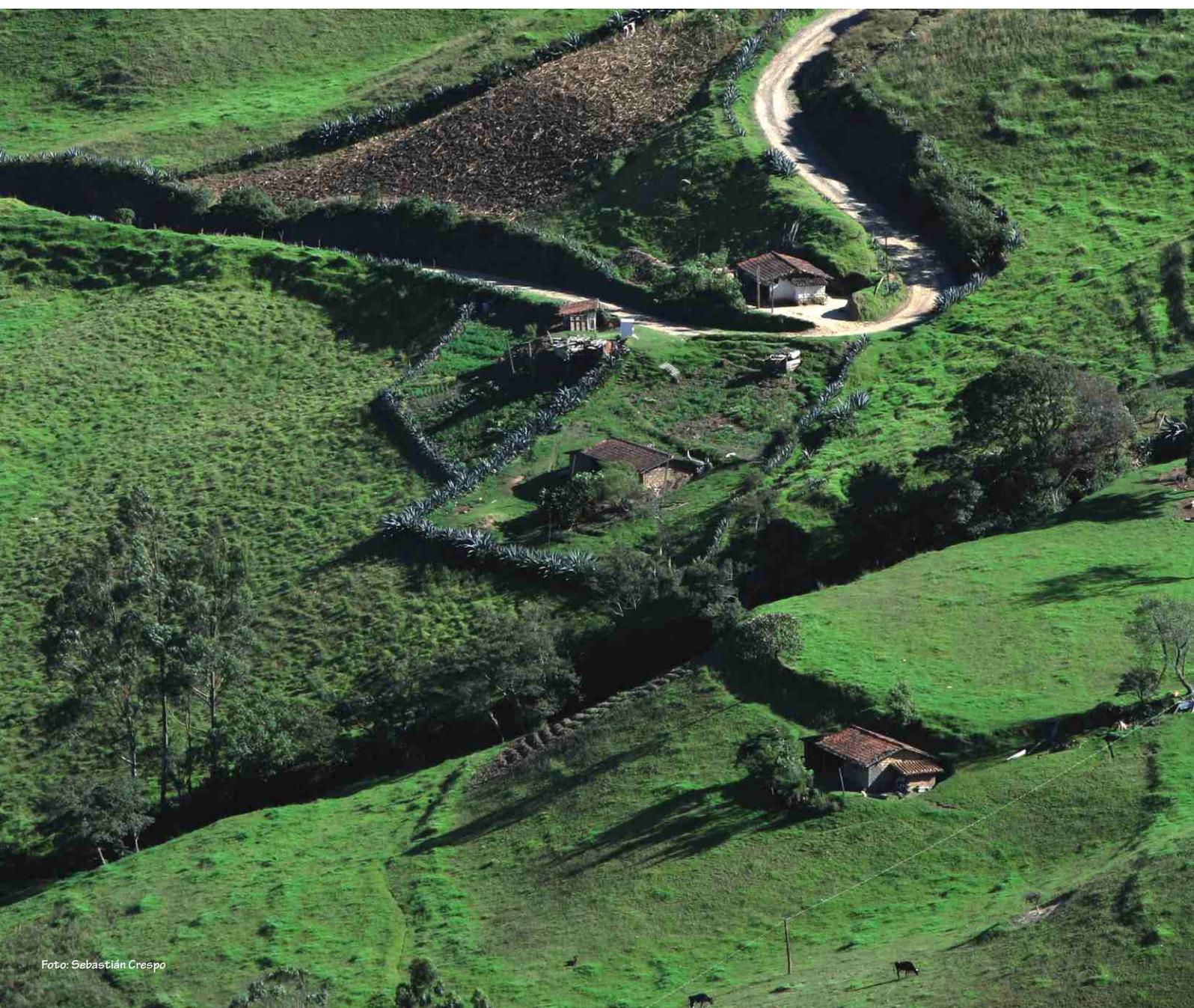
Homologación de leyenda entre los ecosistemas definidos para el mapa de Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro y las Unidades Ecológicas definidas y caracterizadas en el Mapa de Unidades Ecológicas del Estado Mérida (Ataroff y Sarmiento, 2003).

CÓDIGO SE	ECOSISTEMA	UNIDAD ECOLÓGICA (Ataroff y Sarmiento)
CES409.130	Vegetación geliturbada y edafoxerófila subnival paramuna	Desierto nival
CES409.122	Matorrales edafoxerófilos en cojín altoandinos paramunos	Páramo Altianoandino
CES409.104	Bosques altimontanos norte-andinos de Polylepis	Bosques de Polylepis
CES409.099	Arbustales y frailejonales altimontanos paramunos	Páramo Andino
CES409.124	Pajonal arbustivo altimontano paramuno	Páramo Andino
CES409.105	Bosques altimontanos norte-andinos siempreverdes	Bosques Parameros
CES409.110	Bosques montanos pluviales de los Andes del Norte	Selva Nublada Montana Alta
CES409.111	Bosques montanos pluviestacionales de los Andes del Norte	Selva Semicaducifolia montana
CES409.112	Bosques pluviales montano bajos de los Andes del Norte	Selva Nublada Montana Baja
CES409.120	Arbustal montano xérico internadino de los Andes del Norte	Arbustal espinoso
CES409.118	Bosque montano bajo pluviestacional subhúmedo de los Andes del Norte	Bosque Siempreverde Seco Montano
CES409.114	Bosques pluviestacionales piemontanos de los Andes del Norte	Selva Semicaducifolia Montana Baja
CES409.128	Sabana arbolada montano baja de los Andes del Norte	Sabana Montana
CES409.121	Matorrales xéricos interandinos montano bajos	Arbustal espinoso
CES409.922	Bosque montano bajo pluviestacional húmedo de los Andes del Norte	Selva Semicaducifolia Montana Baja
CES409.113	Bosques o Selvas pluviales piemontanas	Selva Submontana
Ag	Agua	Agua
Ai	Áreas Intervenidas	Áreas Intervenidas
I_Urb	Ciudades y poblados	Ciudades y poblados

En este caso, otro aspecto importante, desarrollado como paso previo y utilizado continuamente durante el proceso de clasificación de imágenes y definición de polígonos, fue la elaboración de los mapas bioclimáticos utilizando información puntual de las estaciones meteorológicas de los Andes de Venezuela. Considerando las características de la Cordillera de Mérida como su estrechez y la presencia de un valle intramontano entre las Sierra de la Culata y Nevada con depresiones cercanas a los 400 m, no se pudieron utilizar los datos de WORLDCLIM, por lo cual se elaboraron mapas locales de los parámetros climáticos a partir de datos de las estaciones meteorológicas de los andes en Venezuela. Se elaboraron los mapas de los parámetros bioclimáticos de termotipo y bioclima según el carácter ombrotérmico y ombrotipo, con base en la clasificación de Rivas-Martínez (Rivas-Martínez et al. 1999). Se generaron dos mapas

raster para el área de los Andes venezolanos a partir de la interpolación (kriging) de los datos climáticos en relación con el modelo digital de elevación. Estos mapas de variables climáticas fueron utilizados para la definición y delimitación de ecosistemas.

El procesamiento de información espacial y acoplamiento de información no espacial se realizó utilizando principalmente la clasificación supervisada de imágenes de satélite. De esta manera, para Venezuela, se elaboró un mapa de ecosistemas de los Andes de Venezuela a escala espacial 1:100.000 en formato digital y 1:250.000 para formato de impresión, a partir de información derivada principalmente de imágenes satelitales LANDSAT de los años 2001 y 2002 complementadas con visualización y confirmación de áreas utilizando imágenes SPOT, Aster y fotografías aéreas.



Anexo 2

Macrogrupos y ecosistemas andinos cartografiados en el mapa de los Andes del Norte y Centro

Foto: Murray Cooper / CI-Ecuador

Este anexo presenta cada uno de los macrogrupos y ecosistemas andinos cartografiados, especificando el código, el área que ocupa y el porcentaje que esta representa del área de estudio.

VEGETACIÓN SUBNIVAL DE LOS ANDES DEL NORTE			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.130	Vegetación Geliturbada y Edafoxerófila Subnival Paramuna	294.607	0,19

VEGETACIÓN SUBNIVAL DE LA PUNA HÚMEDA			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.090	Vegetación Geliturbada Subnival de la Puna Húmeda	2'945.230	1,94

VEGETACIÓN SUBNIVAL DE LA PUNA XEROFÍTICA			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES505.032	Vegetación Abierta Geliturbada Altoandina de la Puna Xerofítica Septentrional y Oriental	1'926.618	1,27
CES505.033	Vegetación Abierta Geliturbada Altoandina de la Puna Xerofítica Suroccidental	895.554	0,59

HUMEDAL ALTOANDINO Y ALTIMONTANO DE LOS ANDES DEL NORTE			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.102	Bofedales Alimontanos Paramunos	317.943	0,20
CES409.103	Bofedales Altoandinos Paramunos (Turberas)	14.710	0,009

HUMEDAL ALTOANDINO Y ALTIMONTANO DE LA PUNA HÚMEDA			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.072	Bofedales Altoandinos de la Puna Húmeda	253.863	0,16
CES409.085	Pajonal Higrofitico Altimontano de la Puna Húmeda	1.259	0,0008
CES409.086	Pajonal Higrofitico Altoandino de la Puna Húmeda	156.334	0,10
CES409.089	Vegetación Acuática y Palustre Altoandina de la Puna Húmeda	22.452	0,01

HUMEDAL ALTOANDINO Y ALTIMONTANO DE LA PUNA XEROFÍTICA

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	H _a	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES505.004	Bofedales Altoandinos de la Puna Xerofítica	237.049	0,15
CES505.027	Pajonal Higrofitico Altoandino de la Puna Xerofítica	717.308	0,47
CES505.034	Vegetación Acuática y Palustre Altoandina de la Puna Xerofítica	356.351	0,23

SALAR ALTOANDINO DE LA PUNA XEROFÍTICA

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	H _a	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES505.035	Vegetación de los Salares Altoandinos de la Puna Xerofítica	1'547.271	1,02

PÁRAMO HÚMEDO DE LOS ANDES DEL NORTE

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	H _a	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.096	Arbustales Bajos y Matorrales Altoandinos Paramunos	165.506	0,10
CES409.099	Arbustales y Frailejonales Altimontanos Paramunos	1'265.434	0,83
CES409.122	Matorral Edafoxerófilo en Cojín Altoandino Paramuno	981	0,0006
CES409.123	Pajonal Altimontano y Montano Paramuno	1'121.050	0,73
CES409.124	Pajonal Arbustivo Altimontano Paramuno	206.983	0,13
CES409.126	Pajonal Edafoxerófilo Altimontano Paramuno	53.031	0,03

PAJONAL ARBUSTIVO ALTIMONTANO Y ALTOANDINO HÚMEDO DE LOS YUNGAS

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	H _a	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.058	Pajonal Arbustivo Altoandino y Altimontano Pluvial de Los Yungas	2'114.771	1,39

PAJONAL ARBUSTIVO ALTIMONTANO Y ALTOANDINO ESTACIONAL DE LOS YUNGAS

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	H _a	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.059	Pajonal Arbustivo Altoandino y Altimontano Pluviestacional de Los Yungas	1'789.201	1,17

PAJONAL ARBUSTIVO MONTANO Y SUBANDINO ESTACIONAL BOLIVIANO-TUCUMANO

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	H _a	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.213	Matorral Pluviestacional Montano Boliviano-Tucumano	1'608.869	1,06
CES409.219	Pajonal Pluviestacional Montano Boliviano-Tucumano	322.237	0,21

PUNA ALTOANDINA HÚMEDA

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	H _a	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.082	Matorral Edafoxerófilo en Cojín Altoandino de la Puna Húmeda	17.612	0,01
CES409.084	Pajonal Altoandino de la Puna Húmeda	9'676.970	6,38
CES409.093	Vegetación Saxicola Altoandina de la Puna Húmeda	7.314	0,004

PUNA ALTIMONTANA HÚMEDA

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	H _a	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.087	Pajonales y Matorrales Altimontanos de la Puna Húmeda	5'249.151	3,46

PUNA ALTOANDINA XEROFÍTICA			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES505.019	Matorral Altimontano y Altoandino Psamófilo de la Puna Xerofítica	234.856	0,15
CES505.022	Matorral Higrófilo Altoandino de la Puna Xerofítica (Tolares)	3504.535	2,31
CES505.023	Matorrales y Herbazales Altimontanos y Altoandinos de la Puna Xerofítica Oriental	2674.996	1,76
CES505.028	Pajonales y Matorrales Altoandinos de la Puna Xerofítica Norte	5897.379	3,88
CES505.029	Pajonales y Matorrales Altoandinos de la Puna Xerofítica Suroccidental	281.425	0,18

PUNA ALTIMONTANA XEROFÍTICA			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES505.001	Arbustal Espinoso Altimontano de la Puna Xerofítica	32	0,00002
CES505.018	Matorral Altimontano de la Puna Xerofítica Noroccidental	292.004	0,19

PREPUNA MONTANA XEROFÍTICA			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES505.003	Arbustal Xerofítico Interandino de la Prepuna Inferior Oriental	171.0955	1,12

PAJONAL ARBUSTIVO ALTIMONTANO ESTACIONAL BOLIVIANO-TUCUMANO			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.212	Matorral Altimontano Secundario Boliviano-Tucumano	1.967	0,001
CES409.218	Pajonal Altimontano Boliviano-Tucumano	961.281	0,63

BOSQUE ALTIMONTANO Y ALTOANDINO HÚMEDO DE LOS ANDES DEL NORTE			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.104	Bosque de Polylepis Altimontano Pluvial de los Andes del Norte	1.110	0,007
CES409.105	Bosque Altimontano Norte-Andino Siempreverde	1 279.246	0,84
CES409.106	Bosques Bajos y Arbustales Altoandinos Paramunos	12.745	0,008

BOSQUE ALTIMONTANO Y ALTOANDINO HÚMEDO DE LOS YUNGAS			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.043	Bosque Altimontano Pluvial de Los Yungas	823.497	0,54
CES409.044	Bosque Altimontano Pluviestacional de Los Yungas	772.425	0,50
CES409.045	Bosque de Polylepis Altimontano Pluvial de Los Yungas	8.425	0,005
CES409.046	Bosque de Polylepis Altimontano Pluviestacional de Los Yungas	72.812	0,04
CES409.920	Bosque de Polylepis Altoandino Pluvial de Los Yungas	18.455	0,01

BOSQUE ALTIMONTANO HÚMEDO BOLIVIANO-TUCUMANO			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.194	Bosque Altimontano Pluviestacional Boliviano-Tucumano	188.103	0,12

BOSQUE ALTOANDINO DE LA PUNA HÚMEDA			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.068	Bosque Bajo Altoandino de la Puna Húmeda	17.331	0,01



BOSQUE ALTIMONTANO DE LA PUNA HÚMEDA

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.074	Bosques Bajos y Arbustales Altimontanos de la Puna Húmeda	436.819	0,28

BOSQUE ALTOANDINO DE LA PUNA XEROFÍTICA

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES505.007	Bosque Bajo Altoandino de la Puna Xerofítica Occidental	57.038	0,03
CES505.008	Bosque Bajo Altoandino de la Puna Xerofítica Oriental	95.093	0,06
CES505.014	Cardonal Altoandino de la Puna Xerofítica Occidental	612.519	0,40

BOSQUE ALTIMONTANO DE LA PUNA XEROFÍTICA

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES505.005	Bosque Bajo Altimontano de la Puna Xerofítica Central	867.804	0,57
CES505.009	Bosque Bajo Xerofítico Interandino de la Prepuna Superior Oriental	723.430	0,47

BOSQUE MONTANO HÚMEDO DE LOS ANDES DEL NORTE

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.110	Bosque Montano Pluvial de los Andes del Norte	4'315.464	2,84

BOSQUE MONTANO HÚMEDO DE LOS YUNGAS

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.050	Bosque Montano Pluvial de Los Yungas	2'118.269	1,39
CES409.051	Bosque Montano Pluviestacional Húmedo de Los Yungas	1'402.458	0,92

BOSQUE MONTANO HÚMEDO BOLIVIANO-TUCUMANO

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.198	Bosque Húmedo Montano Boliviano-Tucumano de Aliso	1.205	0,0007

BOSQUE MONTANO ESTACIONAL DE LOS ANDES DEL NORTE

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.111	Bosque Montano Pluviestacional de los Andes del Norte	277.912	0,18

BOSQUE MONTANO ESTACIONAL DE LOS YUNGAS

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.921	Bosque Montano Pluviestacional Subhúmedo de Los Yungas	1'348.009	0,89

BOSQUE MONTANO ESTACIONAL BOLIVIANO-TUCUMANO

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.197	Bosque Montano Boliviano-Tucumano de Pino de Monte	364.122	0,24
CES409.208	Bosque Montano Subhúmedo Boliviano-Tucumano	437.20	0,02
CES409.209	Bosque Subhúmedo Ribereño Montano Boliviano-Tucumano	11.708	0,007

BOSQUE FREATÓFITO Y RIBEREÑO BOLIVIANO-TUCUMANO			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.196	Bosque Freatófilo Subandino Interandino Boliviano-Tucumano	109.256	0,07
CES409.203	Bosque Ribereño Subandino Interandino Boliviano-Tucumano	40.443	0,02
CES505.010	Bosque Freatófilo del Piso Montano Xerofítico	13.031	0,008
CES505.036	Vegetación Ribereña del Piso Montano Xerofítico	8.725	0,005

BOSQUE HÚMEDO DE LAS CORDILLERAS SUBANDINAS ORIENTALES			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.903	Bosque Montano Bajo Pluvial de la Cordillera del Cóndor	283.836	0,18
CES409.904	Bosque Altimontano de las Cordilleras Subandinas Orientales	8.294	0,005
CES409.913	Bosque Montano Pluvial de las Cordilleras Subandinas Orientales	502.934	0,33
CES409.914	Bosque Pluvial Sobre Mesetas de Arenisca de la Cordillera del Cóndor	65.490	0,04

BOSQUE SUBANDINO HÚMEDO DE LOS ANDES DEL NORTE			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.112	Bosque Montano Bajo Pluvial de los Andes del Norte	3'987.080	2,62
CES409.113	Bosque Piemontano Pluvial los Andes del Norte	889.188	0,58
CES409.922	Bosque Montano Bajo Pluviestacional Húmedo de los Andes del Norte	215.750	0,14
CES409.061	Palmar Pantanoso Subandino de Los Yungas	47.632	0,03

BOSQUE SUBANDINO HÚMEDO DE LOS YUNGAS			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.048	Bosque y Palmar Basimontano Pluvial de Los Yungas	4'432.691	2,92
CES409.049	Bosque Bajo de Crestas Pluviestacional de Los Yungas	16.994	0,01
CES409.054	Bosque Basimontano Pluviestacional Húmedo de Los Yungas	1'042.291	0,68
CES409.065	Vegetación Ribereña Basimontana de Los Yungas	8.760	0,005

BOSQUE SUBANDINO HÚMEDO BOLIVIANO-TUCUMANO			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.075	Bosque y Arbustal Montano Xérico Interandino de Los Yungas	304.769	0,20

BOSQUE SUBANDINO ESTACIONAL DE LOS ANDES DEL NORTE			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.114	Bosque Piemontano Pluviestacional Subhúmedo de los Andes del Norte	101.181	0,06
CES409.118	Bosque Montano Bajo Pluviestacional Subhúmedo de los Andes del Norte	371.647	0,24

BOSQUE SUBANDINO ESTACIONAL DE LOS YUNGAS			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.053	Bosque Basimontano Pluviestacional Subhúmedo de Los Yungas del Sur	722.743	0,47
CES409.117	Bosque Basimontano Pluviestacional Subhúmedo de Los Yungas del Norte	88.516	0,05



BOSQUE SUBANDINO ESTACIONAL BOLIVIANO-TUCUMANO

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.195	Bosques Bajos Edafoxerófilos Montanos y Basimontanos Boliviano-Tucumanos	15.597	0,01
CES409.205	Bosque Subandino Boliviano-Tucumano de Transición con Los Yungas	162.968	0,10
CES409.206	Bosque Subhúmedo Boliviano-Tucumano del Subandino Inferior	537.497	0,35
CES409.207	Bosque Subhúmedo Boliviano-Tucumano del Subandino Superior	1059.307	0,69

BOSQUE SUBANDINO XEROFÍTICO DE ANDES DEL NORTE

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.119	Bosque Piemontano Xérico de los Andes del Norte	9.426	0,006
CES409.902	Bosque Montano Bajo Xérico de los Andes del Norte	355.287	0,23

BOSQUE MONTANO XEROFÍTICO DE LOS YUNGAS

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.075	Bosque y Arbustal Montano Xérico Interandino de Los Yungas	304.769	0,20

BOSQUE MONTANO XEROFÍTICO BOLIVIANO-TUCUMANO

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.210	Bosque Montano Xérico Interandino Boliviano-Tucumano	108.864	0,07

BOSQUE SUBANDINO XEROFÍTICO DE LOS YUNGAS

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.056	Bosque Basimontano Xérico de Los Yungas del Sur	139.310	0,09
CES409.079	Bosque y Arbustal Basimontano Xérico de Los Yungas del Norte	545.668	0,35
Co01Andes	Complejo Submontano y Montano Seco de Los Yungas del Norte	19.364	0,06
Co02Andes	Complejo Submontano Seco de Los Yungas del Norte	95.189	0,01

BOSQUE SUBANDINO XEROFÍTICO BOLIVIANO-TUCUMANO

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.211	Bosque Interandino Subandino Xerofítico Boliviano-Tucumano	2'882.741	1,90

ARBUSTAL MONTANO HÚMEDO DE LOS ANDES DEL NORTE

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.095	Arbustal Montano de los Andes del Norte	188.511	0,12

ARBUSTAL MONTANO HÚMEDO DE LA CORDILLERAS SUBANDINAS ORIENTALES

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.039	Arbustal y Herbazal Sobre Mesetas Subandinas Orientales	60.957	0,04
CES409.912	Arbustal Saxícola Montano de las Cordilleras Subandinas Orientales	21.887	0,01

ARBUSTAL MONTANO ESTACIONAL Y XEROFÍTICO DE LOS ANDES DEL NORTE

CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.120	Arbustal Montano Xérico Internadino de los Andes del Norte	258.740	0,17
CES409.132	Vegetación Saxícola Montana Interandina de los Andes del Norte	71.968	0,04

ARBUSTAL SUBANDINO ESTACIONAL Y XEROFÍTICO DE ANDES DEL NORTE			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.121	Arbustal Montano Bajo Xérico Internadino de los Andes del Norte	425.554	0,28

ARBUSTAL MONTANO XEROFÍTICO DE LOS YUNGAS			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.057	Matorral Xérico Interandino de Los Yungas	230.014	0,15
CES409.067	Vegetación Saxícola Montana de Los Yungas	10.295	0,006

ARBUSTAL MONTANO XEROFÍTICO BOLIVIANO-TUCUMANO			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.217	Matorral Xérico Montano Boliviano-Tucumano	6.629	0,004

ARBUSTAL MONTANO XEROFÍTICO DE LA PUNA HÚMEDA			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.077	Bosques y Arbustales Montanos Xéricos Interandinos de la Puna Húmeda	438.279	0,28
CES409.083	Matorrales y Herbazales Xéricos Interandinos de la Puna Húmeda	1.400	0,0009
CES409.071	Arbustales Montanos Xéricos Interandinos de la Puna Húmeda	818.297	0,53

SABANA DE LOS ANDES DEL NORTE			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.128	Sabana Arbolada Montano Baja de los Andes del Norte	11.490	0,007

SABANA DE LOS YUNGAS			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES409.062	Sabana Arbolada Montana y Basimontana de Los Yungas	160.400	0,10

DESIERTO ANDINO			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES504.008	Matorral Altimontano de la Puna Xerofítica Desértica	173.886	0,11

FITORREGIONES EXTRA ANDINAS

ORINOQUIA			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES405.479	Bosque Transicional Preandino de los Llanos del Orinoco	333.692	0,22

CARIBE			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES411.434	Bosque Húmedo de Tierras Bajas y Submontano del Suroccidente Caribeño	1'019.595	0,67

CHOCÓ DARIEN			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES402.614	Bosque Pluvial Premontano del Chocó-Darién	723.847	0,47



AMAZONÍA			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES408.531	Bosque Inundable de la Llanura Aluvial de Ríos de Aguas Blancas del Suroeste de Amazonía	3.458	0,002
CES408.543	Bosque Siempreverde Subandino del Suroeste de Amazonía	7'637.013	5,03
CES408.545	Bosque Siempreverde Estacional Subandino del Suroeste de Amazonía	2'046.354	1,34
CES408.565	Bosque Siempreverde Subandino del Oeste de Amazonía	7'637.013	5,03
CES408.570	Bosque del Piedemonte del Suroeste de la Amazonía	1'692.777	1,11
CES408.572	Bosque del Piedemonte del Oeste de la Amazonía	1'304.309	0,86

TUMBES-GUAYAQUIL			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES401.285	Bosque Tumbesino Deciduo de Tierras Bajas	270.668	0,17
CES401.306	Bosque Tumbesino Deciduo Espinoso	23.861	0,01
CES401.307	Bosque Tumbesino Deciduo Premontano	175.214	0,11

DESIERTO PERUANO			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES504.007	Cardonales Desérticos Montanos Suroccidentales	191.249	0,12
CES504.009	Matorrales Desérticos Montanos Suroccidentales	382.867	0,25
CES504.017	Matorrales Desérticos Montanos Noroccidentales	240.610	0,15
CES504.011	Rosetales Desérticos Basimontanos	2.647	0,001
CES504.014	Cardonales Desérticos del Piedemonte Occidental de la Puna Húmeda	191.249	0,12
CES504.015	Cardonales y Matorrales Montanos Desérticos Occidentales de la Puna Húmeda	1'404.051	0,92

CHACO			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES502.265	Bosque Transicional Preandino del Chaco Noroccidental	219.550	0,14
CES502.257	Bosques Freatofíticos del Chaco (Algarrobales)	2.478	0,001

CHIQUITANIA			
CÓDIGO	NOMBRE DEL ECOSISTEMA	Ha	ÁREA DE ESTUDIO (%)
CES406.238	Bosque Subhúmedo Semideciduo de la Chiquitania Sobre Suelos Bien Drenados	67.538	0,04



Anexo 3

Superficie actual y al interior de los sistemas nacionales de áreas protegidas de cada ecosistema cartografiado en el mapa de los Andes del Norte y Centro

Foto: Robert Hofstede

Este anexo presenta la superficie actual de cada uno de los ecosistemas cartografiados, la superficie del mismo que hace parte de los sistemas nacionales de áreas protegidas y los respectivos porcentajes. Esta información sirve de base para analizar la representatividad de los ecosistemas andinos en las áreas protegidas

ECOSISTEMA	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE PROTEGIDA (Ha)	SUPERFICIE SIN PROTECCIÓN (Ha)	% DENTRO DE AP	% FUERA DE AP
Pajonal Altoandino de la Puna Húmeda	9'676.971	660.937	9.016.033	6,8	93,2
Bosque Siempreverde Subandino del Oeste de Amazonía	7'637.013	2'097.888	5.539.126	27,5	72,5
Bosque Siempreverde Subandino del Suroeste de Amazonía	7'349.057	2'881.565	4.467.492	39,2	60,8
Pajonales y Matorrales Altoandinos de la Puna Xerofítica Norte	5'897.379	396.894	5.500.486	6,7	93,3
Pajonales y Matorrales Altimontanos de la Puna Húmeda	5'249.151	122.305	5.126.846	2,3	97,7
Bosque y Palmar Basimontano Pluvial de Los Yungas	4'432.692	1'759.335	2.673.356	39,7	60,3
Bosque Montano Pluvial de los Andes del Norte	4'315.465	1'023.628	3.291.837	23,7	76,3
Bosque Montano Bajo Pluvial de los Andes del Norte	3'987.081	942.546	3.044.535	23,6	76,4
Matorral Higrófilo Altoandino de la Puna Xerofítica ("tholares")	3'504.535	210.623	3.293.913	6,0	94,0
Vegetación Geliturbada Subnival de la Puna Húmeda	2'945.230	281.269	2.663.961	9,6	90,5
Bosque Interandino Subandino Xerofítico Boliviano-Tucumano	2'882.742	203.233	2.679.509	7,1	93,0
Matorrales y Herbazales Altimontanos y Altoandinos de la Puna Xerofítica Oriental	2'674.996	18.725	2.656.272	0,7	99,3
Bosque Montano Pluvial de Los Yungas	2'118.270	718.305	1.399.965	33,9	66,1
Pajonal Arbustivo Altoandino y Altimontano Pluvial de Los Yungas	2'114.771	232.625	1.882.147	11,0	89,0
Bosque Siempreverde Estacional Subandino del Suroeste de Amazonía	2'046.354	938.049	1.108.305	45,8	54,2
Vegetación Abierta Geliturbada Altoandina de la Puna Xerofítica Septentrional y Oriental	1'926.618	220.790	1.705.828	11,5	88,5
Pajonal Arbustivo Altoandino y Altimontano Pluvial de Los Yungas	1'789.201	161.565	1.627.636	9,0	91,0
Arbustal Xerofítico Interandino de la Prepuna Inferior Oriental	1'710.956	3.935	1.707.021	0,2	99,8
Bosque del Piedemonte del Suroeste de la Amazonía	1'692.778	964.545	728.233	57,0	43,0
Matorral Pluvial Montano Boliviano-Tucumano	1'608.869	22.202	1.586.667	1,4	98,6

ECOSISTEMA	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE PROTEGIDA (Ha)	SUPERFICIE SIN PROTECCIÓN (Ha)	% DENTRO DE AP	% FUERA DE AP
Vegetación de los salares Altoandinos de la Puna Xerofítica	1'547.272	68.544	1.478.727	4,4	95,6
Cardonales y Matorrales Montanos Desérticos Occidentales de la Puna Húmeda	1'404.051	24.711	1.379.340	1,8	98,2
Bosque Montano Pluvial Subhúmedo de Los Yungas	1'402.459	172.783	1.229.676	12,3	87,7
Bosque Montano Pluvial Subhúmedo de Los Yungas	1'348.010	19.007	1.329.003	1,4	98,6
Bosque del Piedemonte del Oeste de la Amazonía	1'304.309	117.910	1.186.400	9,0	91,0
Bosque Altimontano Norte-Andino Siempreverde	1'279.247	431.234	848.013	33,7	66,3
Arbustales y frailejonales Altimontanos Paramunos	1'265.435	566.029	699.406	44,7	55,3
Pajonal Altimontano y Montano Paramuno	1'121.051	376.225	744.826	33,6	66,4
Bosque Subhúmedo Boliviano-Tucumano del Subandino Superior	1'059.308	88.134	971.173	8,3	91,7
Bosque Basimontano Pluvial Subhúmedo de Los Yungas	1'042.292	187.821	854.471	18,0	82,0
Bosque Húmedo de Tierras Bajas y Submontano del Suroccidente Caribeño	1'019.596	112.156	907.440	11,0	89,0
Pajonal Altimontano Boliviano-Tucumano	961.281	72.769	888.512	7,6	92,4
Vegetación Abierta Geliturbada Altoandina de la Puna Xerofítica Suroccidental	895.554	348.191	547.363	38,9	61,1
Bosque Piemontano Pluvial los Andes del Norte	889.188	328.199	560.989	36,9	63,1
Bosque Bajo Altimontano de la Puna Xerofítica central	867.804	10.500	857.304	1,2	98,8
Bosque Altimontano Pluvial de Los Yungas	823.498	174.334	649.163	21,2	78,8
Arbustales Montanos Xéricos interandinos de la Puna Húmeda	818.298	27.822	790.475	3,4	96,6
Bosque Altimontano Pluvial Subhúmedo de Los Yungas	772.426	66.892	705.534	8,7	91,3
Bosque Pluvial Premontano del Choco-Darien	723.847	5.646	718.201	0,8	99,2
Bosque Bajo Xerofítico Interandino de la Prepuna Superior Oriental	723.431	2.170	721.260	0,3	99,7
Bosque Basimontano Pluvial Subhúmedo de Los Yungas del Sur	722.743	132.768	589.975	18,4	81,6
Pajonal Higrofitico Altoandino de la Puna Xerofítica	717.309	33.714	683.595	4,7	95,3
Cardonales Desérticos Montanos Suroccidentales	696.173	1.949	694.224	0,3	99,7
Cardonal Altoandino de la Puna Xerofítica Occidental	612.520	0	612.520	0,0	100,0
Bosque y Arbustal Basimontano Xérico de Los Yungas del Norte	545.669	764	544.905	0,1	99,9
Bosque Subhúmedo Boliviano-Tucumano del Subandino inferior	537.498	84.817	452.680	15,8	84,2
Bosque Montano Pluvial de las Cordilleras Subandinas Orientales	502.935	106.723	396.212	21,2	78,8
Bosques y Arbustales Montanos Xéricos interandinos de la Puna Húmeda	438.280	21.037	417.242	4,8	95,2
Bosques Bajos y Arbustales Altimontanos de la Puna Húmeda	436.819	35.470	401.350	8,1	91,9
Arbustal Montano Bajo Xérico Interandino de los Andes del Norte	425.555	18.341	407.213	4,3	95,7
Bosque Subandino Húmedo Boliviano-Tucumano	407.119	110.126	296.993	27,1	73,0
Matorrales Desérticos Montanos Suroccidentales	382.868	51.993	330.874	13,6	86,4
Bosque Montano Bajo Pluvial Subhúmedo de los Andes del Norte	371.647	1.933	369.715	0,5	99,5
Bosque Montano Boliviano-Tucumano de Pino de Monte	364.123	53.599	310.524	14,7	85,3
Vegetación Acuática y Palustre Altoandina de la Puna Xerofítica	356.352	7.483	348.868	2,1	97,9
Bosque Montano Bajo Xérico de los Andes del Norte	355.287	1.599	353.689	0,5	99,6
Bosque Transicional Preandino de los Llanos del Orinoco	333.693	37.273	296.419	11,2	88,8
Pajonal Pluvial Subhúmedo Montano Boliviano-Tucumano	322.237	580	321.657	0,2	99,8
Bofedales Alimontanos Paramunos	317.944	168.510	149.434	53,0	47,0
Bosque y Arbustal Montano Xérico Interandino de Yungas	304.769	91	304.678	0,0	100,0
Vegetación Geliturbada y Edafoxerófila Subnival Paramuna	294.607	176.205	118.403	59,8	40,2
Matorral Altimontano de la Puna Xerofítica Noroccidental	292.005	7.709	284.296	2,6	97,4
Bosque Montano Bajo Pluvial de la Cordillera del Cóndor	283.836	44.278	239.558	15,6	84,4



ECOSISTEMA	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE PROTEGIDA (Ha)	SUPERFICIE SIN PROTECCIÓN (Ha)	% DENTRO DE AP	% FUERA DE AP
Pajonales y Matorrales Altoandinos de la Puna Xerofítica Suroccidental	281.425	338	281.087	0,1	99,9
Bosque Montano Pluvial de los Andes del Norte	277.912	51.247	226.665	18,4	81,6
Bosque Tumbesino Deciduo de Tierras Bajas	270.669	2.761	267.908	1,0	99,0
Arbustal Montano Xérico Internadino de los Andes del Norte	258.740	11.152	247.588	4,3	95,7
Bofedales Altoandinos de la Puna Húmeda	253.863	53.844	200.019	21,2	78,8
Matorrales Desérticos Montanos Noroccidentales	240.611	0	240.611	0,0	100,0
Bofedales Altoandinos de la Puna Xerofítica	237.050	37.975	199.074	16,0	84,0
Matorral Altimontano y Altoandino psamófilo de la Puna Xerofítica	234.857	0	234.857	0,0	100,0
Matorral Xérico Interandino de Los Yungas	230.014	345	229.669	0,2	99,9
Bosque Transicional Preandino del Chaco Noroccidental	219.551	0	219.551	0,0	100,0
Bosque Montano Bajo Pluvial Húmedo de los Andes del Norte	215.750	95.362	120.389	44,2	55,8
Pajonal Arbustivo Altimontano Paramuno	206.983	40.279	166.704	19,5	80,5
Cardonales Desérticos del Piedemonte Occidental de la Puna Húmeda	191.250	2.371	188.878	1,2	98,8
Arbustal Montano de los Andes del Norte	188.511	5.486	183.026	2,9	97,1
Bosque Altimontano Pluvial Boliviano-Tucumano	188.103	0	188.103	0,0	100,0
Bosque Tumbesino Deciduo Premontano	175.214	3.417	171.798	2,0	98,1
Matorral Altimontano de la Puna Xerofítica desértica	173.886	0	173.886	0,0	100,0
Arbustales Bajos y Matorrales Altoandinos Paramunos	165.506	44.621	120.886	27,0	73,0
Bosque Subandino Boliviano-Tucumano de transición con Los Yungas	162.968	56.501	106.467	34,7	65,3
Sabana Arbolada Montana y Basimontana de Los Yungas	160.401	45.474	114.927	28,4	71,7
Pajonal Higrofitico Altoandino de la Puna Húmeda	156.335	3.127	153.208	2,0	98,0
Bosque Basimontano Xérico de Los Yungas del Sur	139.311	15.185	124.126	10,9	89,1
Bosque Freatófilo Subandino Interandino Boliviano-Tucumano	109.256	9.090	100.166	8,3	91,7
Bosque Montano Xérico Interandino Boliviano-Tucumano	108.865	13.630	95.235	12,5	87,5
Bosque Piemontano Pluvial Subhúmedo de los Andes del Norte	101.182	708	100.474	0,7	99,3
Complejo Submontano Seco de Los Yungas del Norte	95.189	0	95.189	0,0	100,0
Bosque Bajo Altoandino de la Puna Xerofítica Oriental	95.093	0	95.093	0,0	100,0
Bosque Basimontano Pluvial Subhúmedo de Los Yungas del Norte	88.516	699	87.817	0,8	99,2
Bosque de Polylepis Altimontano Pluvial de Los Yungas	72.812	14.628	58.184	20,1	79,9
Vegetación Saxicola Montana Interandina de los Andes del Norte	71.968	1.468	70.500	2,0	98,0
Bosque Subhúmedo Semideciduo de la Chiquitania sobre suelos bien drenados	67.538	41.171	26.367	61,0	39,0
Bosque Pluvial sobre Mesetas de Arenisca de la Cordillera del Cóndor	65.490	10.295	55.195	15,7	84,3
Arbustal y Herbazal sobre Mesetas Subandinas Orientales	60.958	15.264	45.694	25,0	75,0
Bosque Bajo Altoandino de la Puna Xerofítica Occidental	57.039	11.858	45.180	20,8	79,2
Pajonal Edafoxerófilo Altimontano Paramuno	53.032	14.928	38.103	28,2	71,9
Palmar pantanoso Subandino de Los Yungas	47.633	19.429	28.203	40,8	59,2
Bosque Montano Subhúmedo Boliviano-Tucumano	43.721	0	43.721	0,0	100,0
Bosque Ribereño Subandino Interandino Boliviano-Tucumano	40.443	13.819	26.624	34,2	65,8
Bosque Tumbesino Deciduo Espinoso	23.862	0	23.862	0,0	100,0
Vegetación Acuática y Palustre Altoandina de la Puna Húmeda	22.453	6.020	16.433	26,8	73,2

ECOSISTEMA	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE PROTEGIDA (Ha)	SUPERFICIE SIN PROTECCIÓN (Ha)	% DENTRO DE AP	% FUERA DE AP
Arbustal Saxícola Montano de las Cordilleras Subandinas Orientales	21.888	9.766	12.121	44,6	55,4
Complejo Submontano y Montano Seco de Los Yungas del Norte	19.364	0	19.364	0,0	100,0
Bosque de Polylepis Altoandino Pluvial de Los Yungas	18.455	0	18.455	0,0	100,0
Matorral Edafoxerófilo en Cojín Altoandino de la Puna Húmeda	17.612	9.349	8.264	53,1	46,9
Bosque Bajo Altoandino de la Puna Húmeda	17.332	258	17.073	1,5	98,5
Bosque Bajo de cresta Pluviestacional de Los Yungas	16.994	0	16.994	0,0	100,0
Bosques Bajos Edafoxerófilos Montanos y Basimontanos Boliviano-Tucumanos	15.598	1.140	14.458	7,3	92,7
Bofedales Altoandinos Paramunos (Turberas)	14.710	14.710	0	100,0	0,0
Bosque Freatófilo del Piso Montano Xerofítico	13.032	0	13.032	0,0	100,0
Bosques Bajos y Arbustales Altoandinos Paramunos	12.745	596	12.149	4,7	95,3
Bosque Subhúmedo ribereño Montano Boliviano-Tucumano	11.709	0	11.709	0,0	100,0
Sabana arbolada Montano baja de los Andes del Norte	11.491	0	11.491	0,0	100,0
Vegetación Saxícola Montana de Los Yungas	10.295	0	10.295	0,0	100,0
Bosque Piemontano Xérico de los Andes del Norte	9.427	0	9.427	0,0	100,0
Vegetación Ribereña Basimontana de Los Yungas	8.760	25	8.735	0,3	99,7
Vegetación Ribereña del piso Montano Xerofítico	8.725	311	8.414	3,6	96,4
Bosque de Polylepis Altimontano Pluvial de Los Yungas	8.425	72	8.353	0,9	99,1
Bosque Altimontano de las Cordilleras Subandinas Orientales	8.295	3.072	5.222	37,0	63,0
Vegetación Saxícola Altoandina de la Puna Húmeda	7.315	634	6.681	8,7	91,3
Matorral Xérico Montano Boliviano-Tucumano	6.630	280	6.350	4,2	95,8
Bosque Inundable de la Llanura Aluvial de Ríos de Aguas Blancas del Suroeste de Amazonía	3.459	0	3.459	0,0	100,0
Rosetales Desérticos Basimontanos	2.648	0	2.648	0,0	100,0
Bosques Freatofíticos del Chaco (Algarrobales)	2.479	0	2.479	0,0	100,0
Matorral Altimontano Secundario Boliviano-Tucumano	1.968	0	1.968	0,0	100,0
Matorrales y Herbazales Xéricos Interandinos de la Puna Húmeda	1.401	84	1.317	6,0	94,0
Pajonal Higrofitico Altimontano de la Puna Húmeda	1.259	99	1.160	7,9	92,1
Bosque Húmedo Montano Boliviano-Tucumano de Aliso	1.205	0	1.205	0,0	100,0
Bosque de Polylepis Altimontano Pluvial de los Andes del Norte	1.110	975	135	87,9	12,1
Matorral Edafoxerófilo en cojín Altoandino Paramuno	982	982	0	100,0	0,0
Arbustal Espinoso Altimontano de la Puna Xerofítica	33	26	7	80,0	20,0





Anexo 4

Superficie actual y al interior de los sistemas nacionales de áreas protegidas de cada ecosistema cartografiado en el mapa de los Andes del Norte y Centro a escala de país

Foto: Sebastián Crespo

En complemento al Anexo 3, este anexo representa los ecosistemas presentes por país, especificando la superficie de cada ecosistema y la superficie bajo protección en los sistemas nacionales de áreas protegidas.

BOLIVIA			
ECOSISTEMA	SUPERFICIE PROTEGIDA (Ha)	SUPERFICIE (Ha)	% DENTRO DE AP
Bosque Altimontano Pluvial Boliviano-Tucumano	0	188.103	0,0
Bosque Altimontano Pluvial de Los Yungas	0	48.588	0,0
Bosque Bajo Altoandino de la Puna Xerofítica Oriental	0	95.093	0,0
Bosque Freatófilo del Piso Montano Xerofítico	0	13.032	0,0
Bosque Húmedo Montano Boliviano-Tucumano de Aliso	0	1.205	0,0
Bosque Montano Subhúmedo Boliviano-Tucumano	0	43.721	0,0
Bosque de Polylepis Altoandino Pluvial de Los Yungas	0	17.097	0,0
Bosque Subhúmedo Ribereño Montano Boliviano-Tucumano	0	11.709	0,0
Bosque Transicional Preandino del Chaco Noroccidental	0	219.551	0,0
Bosque y Arbustal Montano Xérico Interandino de Los Yungas	0	25.276	0,0
Bosques Freatofíticos del Chaco (Algarrobales)	0	2.479	0,0
Cardonal Altoandino de la Puna Xerofítica Occidental	0	612.520	0,0
Matorral Altimontano Secundario Boliviano-Tucumano	0	1.968	0,0
Matorral Altimontano y Altoandino Psamófilo de la Puna Xerofítica	0	234.857	0,0
Pajonales y Matorrales Altimontanos de la Puna Húmeda	0	8.966	0,0
Vegetación Saxícola Montana de Los Yungas	0	809	0,0
Pajonales y Matorrales Altoandinos de la Puna Xerofítica Suroccidental	330	281.425	0,1
Pajonal Pluvial Montano Boliviano-Tucumano	568	322.237	0,2
Arbustal Xerofítico Interandino de la Prepuna Inferior Oriental	4.013	1'710.956	0,2
Bosque Bajo Xerofítico Interandino de la Prepuna Superior Oriental	2.140	723.431	0,3
Matorrales y Herbazales Altimontanos y Altoandinos de la Puna Xerofítica Oriental	18.805	2'674.997	0,7
Vegetación Abierta Geliturbada Altoandina de la Puna Xerofítica Septentrional y Oriental	6.721	752.303	0,9
Bosque Bajo Altimontano de la Puna Xerofítica Central	10.527	867.804	1,2

BOLIVIA

ECOSISTEMA	SUPERFICIE PROTEGIDA (Ha)	SUPERFICIE (Ha)	% DENTRO DE AP
Matorral Pluviestacional Montano Boliviano-Tucumano	22.163	1'608.869	1,4
Pajonales y Matorrales Altoandinos de la Puna Xerofítica Norte	55.887	3'478.346	1,6
Pajonal Higrofitico Altoandino de la Puna Húmeda	3.133	156.245	2,0
Vegetación Acuática y Palustre Altoandina de la Puna Xerofítica	7.471	356.295	2,1
Vegetación Ribereña del Piso Montano Xerofítico	310	8.725	3,6
Matorral Xérico Montano Boliviano-Tucumano	280	6.630	4,2
Vegetación de los Salares Altoandinos de la Puna Xerofítica	68.514	1'540.032	4,4
Pajonal Higrofitico Altoandino de la Puna Xerofítica	33.684	626.728	5,4
Matorral Higrófilo Altoandino de la Puna Xerofítica ("Tholares")	210.534	3'493.623	6,0
Pajonal Altimontano Boliviano-Tucumano	65.625	961.281	6,8
Bosque Interandino Subandino Xerofítico Boliviano-Tucumano	203.319	2'882.742	7,1
Bofedales Altoandinos de la Puna Xerofítica	6.472	86.489	7,5
Pajonal Higrofitico Altimontano de la Puna Húmeda	99	1.259	7,9
Bosque Freatofilo Subandino Interandino Boliviano-Tucumano	9.095	109.256	8,3
Bosques Bajos y Arbustales Altimontanos de la Puna Húmeda	35.396	412.770	8,6
Bosque Montano Xérico Interandino Boliviano-Tucumano	13.628	108.865	12,5
Bosque Subhúmedo Boliviano-Tucumano del Subandino Superior	155.638	1'059.308	14,7
Bosque Montano Boliviano-Tucumano de Pino de Monte	53.603	364.123	14,7
Bosque Subhúmedo Boliviano-Tucumano del Subandino Inferior	84.828	537.498	15,8
Bosque Montano Pluviestacional Húmedo de Los Yungas	36.117	216.106	16,7
Bosque Bajo Altoandino de la Puna Xerofítica Occidental	8.778	48.294	18,2
Bosque Basimontano Pluviestacional Subhúmedo de Los Yungas del Sur	116.858	613.219	19,1
Bosques Bajos Edafoxerófilos Montanos y Basimontanos Boliviano-Tucumanos	3.056	15.598	19,6
Pajonal Arbustivo Altoandino y Altimontano Pluviestacional de Los Yungas	125.001	614.244	20,4
Pajonal Altoandino de la Puna Húmeda	342.918	1'635.712	21,0
Bosque de Polylepis Altimontano Pluviestacional de Los Yungas	14.513	65.591	22,1
Bosque Montano Pluviestacional Subhúmedo de Los Yungas	6.242	27.625	22,6
Vegetación Acuática y Palustre Altoandina de la Puna Húmeda	6.021	22.453	26,8
Bosque Subandino Húmedo Boliviano-Tucumano	110.134	407.119	27,1
Bosque Basimontano Xérico de Los Yungas del Sur	29.369	104.805	28,0
Vegetación Geliturbada Subnival de la Puna Húmeda	71.817	249.642	28,8
Bosque Altimontano Pluvial de Los Yungas	36.796	110.382	33,3
Bosque Ribereño Subandino Interandino Boliviano-Tucumano	13.819	40.443	34,2
Bofedales Altoandinos de la Puna Húmeda	24.140	68.301	35,3
Vegetación Abierta Geliturbada Altoandina de la Puna Xerofítica Suroccidental	348.161	895.554	38,9
Bosque Siempreverde Subandino del Suroeste de Amazonía	880.863	1'885.262	46,7
Bosque Montano Pluvial de Los Yungas	367.973	782.526	47,0
Pajonal Arbustivo Altoandino y Altimontano Pluvial de Los Yungas	127.093	268.308	47,4
Bosque y Palmar Basimontano Pluvial de Los Yungas	630.828	1'154.435	54,6
Bosque Subhúmedo SemiDeciduo de la Chiquitanía Sobre Suelos Bien Drenados	41.171	67.538	61,0
Bosque Subandino Boliviano-Tucumano de Transición con Los Yungas	99.997	162.968	61,4
Bosque Basimontano Pluviestacional Húmedo de Los Yungas	102.170	164.905	62,0
Sabana Arbolada Montana y Basimontana de Los Yungas	45.468	72.056	63,1
Bosque Siempreverde Estacional Subandino del Suroeste de Amazonía	937.582	1'447.885	64,8
Bosque del Piedemonte del Suroeste de la Amazonía	160.116	244.430	65,5
Bosque Inundable de la Llanura Aluvial de Ríos de Aguas Blancas del Suroeste de Amazonía	3.459	3.459	100,0

COLOMBIA			
ECOSISTEMA	SUPERFICIE PROTEGIDA (Ha)	SUPERFICIE (Ha)	% DENTRO DE AP
Arbustal Montano Bajo Xérico Interandino de los Andes del Norte	0	65.295	0,0
Arbustal Montano de los Andes del Norte	0	658	0,0
Arbustal Montano Xérico Interandino de los Andes del Norte	0	2.466	0,0
Bofedales Alimontanos Paramunos	0	6	0,0
Bosque Montano Pluviestacional de los Andes del Norte	0	150	0,0
Bosque Piemontano Pluviestacional Subhúmedo de los Andes del Norte	0	24.742	0,0
Vegetación Saxícola Montana Interandina de los Andes del Norte	0	61.891	0,0
Bosque Pluvial Premontano del Chocó-Darién	5.656	723.847	0,8
Bosques Bajos y Arbustales Altoandinos Paramunos	596	12.745	4,7
Pajonal Altimontano y Montano Paramuno	2.434	23.439	10,4
Bosque Húmedo de Tierras Bajas y Submontano del Suroccidente Caribeño	112.111	1'019.573	11,0
Bosque Transicional Preandino de los Llanos del Orinoco	37.055	333.094	11,1
Bosque Siempreverde Subandino del Oeste de Amazonía	85.371	544.301	15,7
Bosque Montano Pluvial de los Andes del Norte	523.886	3'062.522	17,1
Bosque Montano Bajo Pluvial de los Andes del Norte	516.796	3'016.673	17,1
Bofedales Altoandinos Paramunos (Turberas)	3.268	14.691	22,2
Bosque Altimontano Norte-Andino Siempreverde	162.667	687.584	23,7
Arbustales Bajos y Matorrales Altoandinos Paramunos	44.585	165.311	27,0
Arbustales y Frailejonales Altimontanos Paramunos	422.276	1030.614	41,0
Bosque Piemontano Pluvial los Andes del Norte	312.159	719.794	43,4
Vegetación Geliturbada y Edafoxerófila Subnival Paramuna	26.321	27.582	95,4
Bosque Montano Bajo Pluviestacional Húmedo de los Andes del Norte	443	460	96,3

ECUADOR

ECOSISTEMA	SUPERFICIE PROTEGIDA (Ha)	SUPERFICIE (Ha)	% DENTRO DE AP
Arbustal Montano Bajo Xérico Interandino de los Andes del Norte	0	86.345	0,0
Bosque Montano Bajo Pluvial de la Cordillera del Cóndor	0	22.568	0,0
Bosque Montano Bajo Pluviestacional Húmedo de los Andes del Norte	0	20.255	0,0
Bosque Montano Bajo Pluviestacional Subhúmedo de los Andes del Norte	0	257.557	0,0
Bosque Montano Bajo Xérico de los Andes del Norte	0	39.347	0,0
Bosque del Piedemonte del Oeste de la Amazonía	0	1.412	0,0
Bosque Piemontano Pluviestacional Subhúmedo de los Andes del Norte	0	69.106	0,0
Bosque Piemontano Xérico de los Andes del Norte	0	9.427	0,0
Bosque Basimontano Pluviestacional Subhúmedo de Los Yungas del Norte	0	10.818	0,0
Bosque Tumbesino Deciduo de Tierras Bajas	0	830	0,0
Bosque Tumbesino Deciduo Premontano	0	101.548	0,0
Bosque Pluvial Sobre Mesetas de Arenisca de la Cordillera del Cóndor	0	22.695	0,0
Bosque Montano Pluviestacional de los Andes del Norte	709	137.001	0,5
Arbustal Montano Xérico Interandino de los Andes del Norte	887	131.494	0,7
Arbustal Montano de los Andes del Norte	5.490	145.247	3,8
Bosque Piemontano Pluvial los Andes del Norte	16.048	168.401	9,5
Bosque Siempreverde Subandino del Oeste de Amazonía	109.937	884.903	12,4
Pajonal Arbustivo Altimontano Paramuno	22.211	178.671	12,4
Vegetación Saxícola Montana Interandina de los Andes del Norte	1.471	9.962	14,8
Arbustal y Herbazal Sobre Mesetas Subandinas Orientales	6.706	43.818	15,3
Bosque Montano Pluvial de las Cordilleras Subandinas Orientales	99.485	467.328	21,3
Pajonal Edafoxerófilo Altimontano Paramuno	14.930	53.032	28,2
Arbustales y Frailejones Altimontanos Paramunos	15.343	50.819	30,2
Pajonal Altimontano y Montano Paramuno	372.156	1'016.036	36,6
Bosque Altimontano de las Cordilleras Subandinas Orientales	3.072	8.295	37,0
Bosque Montano Pluvial de los Andes del Norte	305.729	767.205	39,8
Bosque Altimontano Norte-Andino Siempreverde	210.086	458.863	45,8
Vegetación Geliturbada y Edafoxerófila Subnival Paramuna	112.284	228.005	49,2
Bosque Montano Bajo Pluvial de los Andes del Norte	293.143	556.502	52,7
Bofedales Alimontanos Paramunos	180.110	317.938	56,6
Arbustal Saxícola Montano de las Cordilleras Subandinas Orientales	9.637	12.927	74,5

PERÚ			
ECOSISTEMA	SUPERFICIE PROTEGIDA (Ha)	SUPERFICIE (Ha)	% DENTRO DE AP
Arbustal Montano Bajo Xérico Interandino de los Andes del Norte	0	140.328	0,0
Arbustal Montano de los Andes del Norte	0	42.606	0,0
Arbustal Montano Xérico Interandino de los Andes del Norte	0	77.850	0,0
Bosque Bajo de Crestas Pluviestacional de Los Yungas	0	16.994	0,0
Bosque Montano Pluviestacional de los Andes del Norte	0	14.980	0,0
Bosque de Polylepis Altoandino Pluvial de Los Yungas	0	1.358	0,0
Bosque Tumbesino Deciduo Espinoso	0	23.862	0,0
Complejo Submontano Seco de Los Yungas del Norte	0	95.189	0,0
Complejo Submontano y Montano Seco de Los Yungas del Norte	0	19.365	0,0
Matorral Altimontano de la Puna Xerofítica Desértica	0	173.886	0,0
Pajonal Higrofítico Altoandino de la Puna Húmeda	0	89	0,0
Pajonal Higrofítico Altoandino de la Puna Xerofítica	0	90.581	0,0
Rosetales Desérticos Basimontanos	0	2.648	0,0
Sabana Arbolada Montana y Basimontana de Los Yungas	0	88.345	0,0
Vegetación de los Salares Altoandinos de la Puna Xerofítica	0	7.240	0,0
Vegetación Saxícola Montana de Los Yungas	0	9.486	0,0
Matorrales Desérticos Montanos Noroccidentales	0,2	240.611	0,0
Bosque y Arbustal Montano Xérico Interandino de Los Yungas	101	279.494	0,0
Matorral Higrófilo Altoandino de la Puna Xerofítica ("Tholares")	4	10.913	0,0
Bosque Siempreverde Estacional Subandino del Suroeste de Amazonía	529	598.469	0,1
Bosque y Arbustal Basimontano Xérico de Los Yungas del Norte	761	545.669	0,1
Matorral Xérico Interandino de Los Yungas	350	230.014	0,2
Cardonales Desérticos Montanos Suroccidentales	1.966	696.173	0,3
Vegetación Ribereña Basimontana de Los Yungas	26	8.760	0,3
Bosques Bajos y Arbustales Altimontanos de la Puna Húmeda	76	24.050	0,3
Bosque Montano Bajo Xérico de los Andes del Norte	1.594	315.940	0,5
Bosque Basimontano Xérico de Los Yungas del Sur	234	34.505	0,7
Bosque de Polylepis Altimontano Pluvial de Los Yungas	73	8.425	0,9
Bosque Basimontano Pluviestacional Subhúmedo de Los Yungas del Norte	699	77.699	0,9
Bosque Montano Pluviestacional Subhúmedo de Los Yungas	12.582	1'320.385	1,0
Bosque Tumbesino Deciduo de Tierras Bajas	2.767	269.839	1,0
Cardonales Desérticos del Piedemonte Occidental de la Puna Húmeda	2.373	191.250	1,2
Arbustal Saxícola Montano de las Cordilleras Subandinas Orientales	120	8.961	1,3
Bosque Basimontano Pluviestacional Subhúmedo de Los Yungas del Sur	1.481	109.524	1,4
Bosque Bajo Altoandino de la Puna Húmeda	259	17.332	1,5
Vegetación Acuática y Palustre Altoandina de la Puna Xerofítica	0,8	57	1,5
Bosque de Polylepis Altimontano Pluviestacional de Los Yungas	115	7.222	1,6
Cardonales y Matorrales Montanos Desérticos Occidentales de la Puna Húmeda	24.746	1'404.051	1,8
Pajonal Altimontano y Montano Paramuno	1.661	81.577	2,0
Pajonales y Matorrales Altimontanos de la Puna Húmeda	122.108	5'240.185	2,3
Matorral Altimontano de la Puna Xerofítica Noroccidental	7.711	292.005	2,6
Pajonal Altoandino de la Puna Húmeda	214.173	8'041.258	2,7
Pajonal Arbustivo Altoandino y Altimontano Pluviestacional de Los Yungas	36.551	1'174.957	3,1
Arbustales Montanos Xéricos Interandinos de la Puna Húmeda	27.799	818.298	3,4
Bosque Montano Pluvial de las Cordilleras Subandinas Orientales	1.496	35.606	4,2

PERÚ

ECOSISTEMA	SUPERFICIE PROTEGIDA (Ha)	SUPERFICIE (Ha)	% DENTRO DE AP
Bosque Tumbesino Deciduo Premontano	3.304	73.666	4,5
Bosque Montano Bajo Pluviestacional Subhúmedo de los Andes del Norte	222	4.680	4,7
Bosques y Arbustales Montanos Xéricos Interandinos de la Puna Húmeda	21.056	438.280	4,8
Pajonal Arbustivo Altoandino y Altimontano Pluvial de Los Yungas	105.511	1'846.463	5,7
Matorrales y Herbazales Xéricos Interandinos de la Puna Húmeda	84,0	1.401	6,0
Vegetación Geliturbada Subnival de la Puna Húmeda	209.460	2'695.588	7,8
Vegetación Saxícola Altoandina de la Puna Húmeda	634	7.315	8,7
Bosque del Piedemonte del Oeste de la Amazonía	117.930	1'302.897	9,1
Bosque Altimontano Pluviestacional de Los Yungas	66.158	723.838	9,1
Bosque Basimontano Pluviestacional Húmedo de Los Yungas	85.641	877.387	9,8
Bosque Montano Pluviestacional Húmedo de Los Yungas	136.874	1'186.353	11,5
Bofedales Altoandinos de la Puna Húmeda	24.488	185.562	13,2
Matorrales Desérticos Montanos Suroccidentales	51.990	382.868	13,6
Pajonales y Matorrales Altoandinos de la Puna Xerofítica Norte	340.469	2'419.033	14,1
Bosque Montano Bajo Pluvial de la Cordillera del Cóndor	42.899	261.268	16,4
Vegetación Abierta Geliturbada Altoandina de la Puna Xerofítica Septentrional y Oriental	214.152	1'174.315	18,2
Bosque Altimontano Pluvial de Los Yungas	137.879	713.116	19,3
Bosque Montano Pluvial de los Andes del Norte	11.666	55.119	21,2
Bosque Pluvial Sobre Mesetas de Arenisca de la Cordillera del Cóndor	9.756	42.796	22,8
Bosque Siempreverde Subandino del Oeste de Amazonía	1'425.059	6'207.810	23,0
Bofedales Altoandinos de la Puna Xerofítica	36.708	150.561	24,4
Bosque Montano Pluvial de Los Yungas	350.430	1'335.744	26,2
Bosque Altimontano Norte-Andino Siempreverde	13.764	49.722	27,7
Pajonal Arbustivo Altimontano Paramuno	3.695	13.113	28,2
Bosque y Palmar Basimontano Pluvial de Los Yungas	1'142.887	3'278.257	34,9
Bosque Bajo Altoandino de la Puna Xerofítica Occidental	3.078	8.745	35,2
Palmar Pantanoso Subandino de Los Yungas	19.428	47.633	40,8
Bosque Siempreverde Subandino del Suroeste de Amazonía	2'305.088	5'463.795	42,2
Arbustal y Herbazal Sobre Mesetas Subandinas Orientales	8.406	17.140	49,0
Matorral Edafoxerófilo en Cojín Altoandino de la Puna Húmeda	9.348	17.612	53,1
Bosque del Piedemonte del Suroeste de la Amazonía	804.356	1'448.348	55,5
Arbustal Espinoso Altimontano de la Puna Xerofítica	26	33	80,0

VENEZUELA			
ECOSISTEMA	SUPERFICIE PROTEGIDA (Ha)	SUPERFICIE (Ha)	% DENTRO DE AP
Bofedales Altoandinos Paramunos (Turberas)	0	20	0,0
Bosque Piemontano Pluvial los Andes del Norte	0	994	0,0
Sabana Arbolada Montano Baja de los Andes del Norte	0	11.491	0,0
Vegetación Saxicola Montana Interandina de los Andes del Norte	0	115	0,0
Bosque Montano Bajo Pluviestacional Subhúmedo de los Andes del Norte	1.716	109.410	1,6
Arbustal Montano Bajo Xérico Interandino de los Andes del Norte	5.468	133.587	4,1
Bosque Piemontano Pluviestacional Subhúmedo de los Andes del Norte	546	7.334	7,4
Arbustales Bajos y Matorrales Altoandinos Paramunos	30	195	15,2
Arbustal Montano Xérico Interandino de los Andes del Norte	9.879	46.930	21,1
Bosque Transicional Preandino de los Llanos del Orinoco	231	599	38,5
Bosque Montano Pluviestacional de los Andes del Norte	50.520	125.782	40,2
Bosque Montano Pluvial de los Andes del Norte	195.234	430.620	45,3
Bosque Montano Bajo Pluviestacional Húmedo de los Andes del Norte	92.923	195.495	47,5
Bosque Altimontano Norte-Andino Siempreverde	44.174	83.078	53,2
Bosque Montano Bajo Pluvial de los Andes del Norte	242.449	413.906	58,6
Arbustales y Frailejonales Altimontanos Paramunos	130.454	184.002	70,9
Bosque de Polylepis Altimontano Pluvial de los Andes del Norte	975	1.110	87,9
Pajonal Arbustivo Altimontano Paramuno	14.324	15.198	94,2
Vegetación Geliturbada y Edafoxerófila Subnival Paramuna	37.599	39.020	96,4
Matorral Edafoxerófilo en Cojín Altoandino Paramuno	982	982	100,0
Bosque Húmedo de Tierras Bajas y Submontano del Suroccidente Caribeño	2.283	2.283	100,0





Glosario de términos

Autor: Gonzalo Navarro

Foto: Pete Oxford

Abra fitogeográfica: Límite de dos fitorregiones.

Altimontano: Piso ecológico situado por encima del montano y por debajo del altoandino, ubicándose por término medio en los Andes desde 2.900-3.000 m., hasta 3.900-4.000 m. de altitud. Corresponde con el piso bioclimático supratropical.

Altoandino: Piso ecológico situado por encima del altimontano y por debajo del subnival, ubicándose por término medio en los Andes desde 3.900-4.000 m. hasta 4.600-4.700 m. de altitud. Corresponde con el piso bioclimático orotropical.

Arbustal: Formación vegetal constituida por plantas leñosas de tamaño medio (arbustos entre 1 y 4 m. de altura).

Basimontano: Piso ecológico situado por debajo del montano, situándose por término medio en los Andes desde los 400-500 m. hasta 1.900-2.000 m. de altitud. Corresponde en los Andes, con el subandino.

Caducifolio: Bosque o, en general, tipo de vegetación que presenta una caída estacional de las hojas afectando a la gran mayoría o a la totalidad de los individuos (sinónimo de deciduo).

Ceja de Monte: Se denomina así, en los Andes Centrales, a la faja de bosque que alcanza mayor altitud en una ladera montañosa de una cordillera o serranía. Por encima de la Ceja de Monte solo es posible hallar pajonales, arbustales o matorrales.

Climatófilo: Tipo de ecosistema con vegetación que se desarrolla sobre los suelos ni muy húmedos ni muy secos, es decir, sobre suelos con humedad del clima, aportada por las precipitaciones o lluvias. Estos suelos no sufren ningún tipo de encharcamiento o acumulación de agua, ni tampoco presentan sustratos excepcionalmente secos, como piedras o arenas gruesas.

Criorotropical: Piso bioclimático o termoclima correspondiente al piso ecológico subnival, caracterizado por valores extremadamente bajos de la termicidad y por la presencia diaria de procesos de hielo y deshielo, que afectan notablemente a los suelos y al sustrato (geliturbación, geliflujión). La vegetación es muy dispersa (desierto frío tropical de alta montaña) y constituida por especies adaptadas a estas condiciones, a menudo endémicas locales o regionales.

Dosel forestal: Techo o estrato superior del bosque, formado por la mayoría de las copas de los árboles que lo componen.

Edafohigrófilo: Ecosistema con vegetación propia o exclusiva de los suelos afectados por un exceso o acumulación de agua, de forma temporal o permanente. Incluye los ecosistemas con niveles freáticos disponibles a la vegetación, las llanuras de inundación, así como márgenes de cursos fluviales y de lagos o lagunas.

Endémico: Especie animal o vegetal, o tipo de vegetación, que está restringido en su distribución exclusivamente a un área o región determinada.

Esclerófilo: Planta que tiene hojas rígidas o duras, provistas de cutículas gruesas.

Etapa serial: Tipo de vegetación (pajonal, matorral, arbustal) que sustituye a un bosque cuando es degradado o eliminado por acción humana.

Faciación: Variante o aspecto determinado de la vegetación, que es diferente al aspecto típico, debido a variaciones locales en las condiciones ambientales.

Freatófilo: Planta o tipo de vegetación propio de los suelos o terrenos que no se inundan, pero que tienen capas con agua a profundidades menores de 10 m., accesibles a las raíces de las plantas adaptadas a este ambiente.

Geófito: Planta que presenta estructuras subterráneas como bulbos o rizomas, que resisten enterradas la época seca y fría del año.

Hemicriptófito: Planta cuyos brotes o yemas de reemplazo se hallan casi sobre la superficie del terreno, medio ocultos entre los restos de hojas o tallos.

Higrofito: Planta o tipo de vegetación propio de suelos permanentemente húmedos o anegables.

Hidrófito: Planta acuática, incluyendo tanto las sumergidas y enraizadas en el fondo, como las flotantes no enraizadas y asimismo las enraizadas en el fondo con hojas flotantes.

Infratropical: Piso bioclimático o termoclima, caracterizado por valores de termicidad siempre muy altos. Existe principalmente en llanura, pero también en las zonas inferiores del subandino de los Andes del Norte.

Lauroide: Planta con hojas parecidas al laurel, es decir, gruesas pero flexibles y con cutículas lustrosas.

Llanura aluvial: Zona plana contigua a un río o arroyo, que periódicamente es inundada por el desbordamiento de sus aguas, recibiendo sedimentos transportados por el cauce.

Macrobioclima: Es la unidad tipológica superior de la clasificación bioclimática de Rivas Martínez (1999). Se trata de un modelo biofísico ecléctico, delimitado por determinados valores climáticos y vegetacionales, que posee una amplia jurisdicción territorial y que está relacionado con los grandes

tipos de climas, de biomas y de regiones biogeográficas que se admiten en la Tierra.

Matorral: Planta leñosa baja (caméfito), cuyos brotes o yemas de reemplazo se hallan entre 0.2 y 1 m. de alto sobre el suelo.

Mesotropical: Piso bioclimático o termoclima propio del piso ecológico montano y caracterizado por valores medios de termicidad. En este piso ecológico, las heladas, cuando existen, son raras y de poca intensidad durante pocos días al año.

Montano: Piso ecológico de la zona media de las montañas, ubicado por encima del piso basimontano y por debajo del altimontano; en promedio, en los Andes, desde 1.900-2.000 m. a 2.900-3.000 m. de altitud.

Napa freática: Capa o capas subterráneas de tierra, que están saturadas de agua y cuyo nivel o profundidad varía según la época del año.

Nival: Piso ecológico de las cumbres de las montañas, situándose en los Andes, aproximadamente por encima de los 5.100 - 5.300 m. de altitud. En los Andes del Norte y parte de los Centrales, con bioclimas pluviales y pluviestacionales. Este piso suele estar cubierto de nieve y hielo todo el año o la mayor parte de él. Sin embargo, en los Andes Centrales xerofíticos, la cubierta de nieve o hielo es temporal o inexistente. Corresponde con el piso bioclimático gélido tropical, caracterizado por tener un valor nulo de la temperatura positiva anual (sumatorio de las temperaturas medias de los meses en que ésta es superior a cero grados).

Ombroclima: Componente del clima definido por la lluvia que recibe un determinado lugar.

Ombrotipo: Tipo de humedad climática de un determinado lugar, que se calcula relacionando la precipitación anual con la temperatura media anual.

Orófilo: Tipo de vegetación o de planta adaptado a vivir en las altas montañas.

Orotropical: Piso bioclimático o termoclima propio del piso ecológico altoandino y caracterizado por valores muy bajos de termicidad. En este piso, la mayoría de las noches del año se producen heladas.

Pirogénico: Tipo de vegetación cuya estructura y composición de especies están determinados por la acción regular o periódica del fuego.

Piso bioclimático: Faja altitudinal en las montañas delimitada por un intervalo o rango definido de valores de termicidad.

Piso ecológico: Faja altitudinal en las montañas caracterizada por un conjunto determinado y propio de tipos de vegetación, flora, fauna y cultivos, que se encuentran adaptadas a un determinado piso bioclimático.

Pluvial: Bioclima caracterizado por la inexistencia de una época del año con falta notoria de agua disponible en el suelo para la vegetación. Durante 2-3 meses disminuyen algo las precipitaciones o cantidad de lluvia, pero no llega a producirse una escasez significativa de agua, con lo cual el crecimiento de las plantas se mantiene si las temperaturas no bajan de forma notable.

Pluviestacional: Bioclima caracterizado por la existencia de una época del año con falta de agua disponible en el suelo para la vegetación, lo cual origina síntomas perceptibles tales como caída parcial de hojas y una clara detención o lentitud de crecimiento. Este período de escasez de agua es por término medio, de 3 a 5 meses.

Prepuna: Valles altos y secos de los Andes Centrales, situados por debajo de la Puna, por término medio entre 2.200 m. y 3.000 m. de altitud. Corresponde con el piso bioclimático mesotropical xérico.

Pulvinular: Planta leñosa o parcialmente leñosa, con crecimiento bajo denso y compacto, que forma cojines o almohadillas de morfología esférica más o menos achatada.

Ripario: Vegetación de las orillas de los ríos. Equivale a ribereño.

Rosulado: Planta herbácea o semi-leñosa, que crece formando rosetas con sus hojas.

Saxícola: Planta o tipo de vegetación adaptado a vivir sobre afloramientos rocosos, en las grietas de las rocas o en suelos muy pedregosos de laderas montañosas con fuerte pendiente.

Secundario: Tipo de vegetación (bosque, arbustal, matorral, herbazal) que crece de nuevo en zonas degradadas, donde se ha destruido la vegetación original.

Semideciduo: Tipo de bosque que pierde parcialmente sus hojas en época seca.

Serie de vegetación: Conjunto definido de tipos de vegetación, constituido por el bosque o vegetación

maduro y por los diferentes tipos de vegetación que lo sustituyen cuando es perturbado o destruido (matorrales, arbustales y pajonales seriales).

Serial: Tipos de vegetación degradada (matorral, pajonal, arbustal, herbazal) que sustituyen a un bosque cuando es degradado, perturbado o destruido por acción del hombre o de perturbaciones naturales. Asimismo, estos tipos de vegetación serial pueden evolucionar con el tiempo por el mecanismo de la sucesión natural, reconstruyendo paulatinamente el bosque o tipo de vegetación original, una vez que cesa el impacto.

Siempre verde estacional: Bosque o tipo de vegetación, que aunque se mantiene con hojas verdes todo el año, una parte de ellas caen principalmente en época seca; pero son reemplazadas por otras nuevas en breve plazo o casi inmediatamente, no afectando sustancialmente al aspecto siempre verde del bosque.

Sombra de lluvia: Efecto climático a escala local o regional, producido en valles o laderas montañosas internos, afectados por barreras montañosas que impiden o dificultan, por su orientación o topografía, el paso de masas de aire con humedad suficiente para producir nubosidad y precipitaciones. De este modo se crean condiciones de falta de lluvia o de sequía.

Sotobosque: Son todos los niveles o estratos inferiores del bosque, por debajo del nivel de copas.

Subandino: Serranías y alineaciones montañosas en la Cordillera Oriental de los Andes, que presentan altitudes menores a los 1.900-2.000 m. de altitud. Equivale al piso ecológico basimontano y se corresponde con los pisos bioclimáticos termotropical o infratropical superior.

Subdosel: Nivel de arbolitos y árboles medianos situado inmediatamente por debajo del dosel o nivel de copas del bosque.

Subfruticoso: Planta con aspecto de hierba alta o de matorral, cuyos tallos son semi-leñosos, al menos en la base.

Subnival: Piso ecológico situado por encima del altoandino y por debajo del nival, ubicándose por término medio en los Andes desde 4.600 - 4.700 m. hasta 5.100 - 5.300 m. de altitud. Corresponde con el piso bioclimático criorotropical. En este piso ecológico son muy importantes y característicos los procesos diarios de hielo/deshielo típicos de la alta montaña tropical.



Supratropical: Piso bioclimático o termoclima propio del piso ecológico altimontano y caracterizado por valores bajos a moderados de termicidad. En este piso ecológico, las heladas son de intensidad media y se presentan solo durante aproximadamente la mitad del año.

Termotropical: Piso bioclimático o termoclima propio del piso ecológico basimontano o subandino y caracterizado por valores altos a muy altos de termicidad. En este piso ecológico las heladas son inexistentes.

Vegetación potencial: Es la vegetación madura o climática, en equilibrio con las condiciones climáticas y geo-edáficas de un territorio, así como con los procesos ecológicos y el régimen de perturbaciones propio del mismo. Generalmente, corresponde con la vegetación original, supuestamente existente antes de la perturbación humana. Sin embargo, la alteración muy importante del ambiente por acción humana u otras causas, puede cambiar la potencialidad de una zona determinada, haciéndola diferente a la original.

Xérico: Bioclima caracterizado por la existencia de una época del año muy seca, con intensa falta o ausencia total de agua disponible en el suelo para la vegetación. Este período de sequía, es por término medio, de 6 a 10 meses al año.

Xerofítico: Planta o tipo de vegetación adaptada específicamente a ambientes y/o suelos secos.

Xeromórfico: Planta o tipo de vegetación que presenta adaptaciones a la sequía, las cuales se manifiestan en aspectos característicos tales como presencia de espinas, hojas pequeñas, producción de resinas, tallos y hojas suculentos, etc.

Zonal: Tipo de vegetación más madura posible (vegetación climática) en equilibrio con las condiciones climáticas que existen en una región o territorio, sobre los suelos de condiciones medias, ni muy húmedos ni muy secos.





Proyecto Páramo Andino

PROYECTO ANDINO
ECOBONA

cooperation



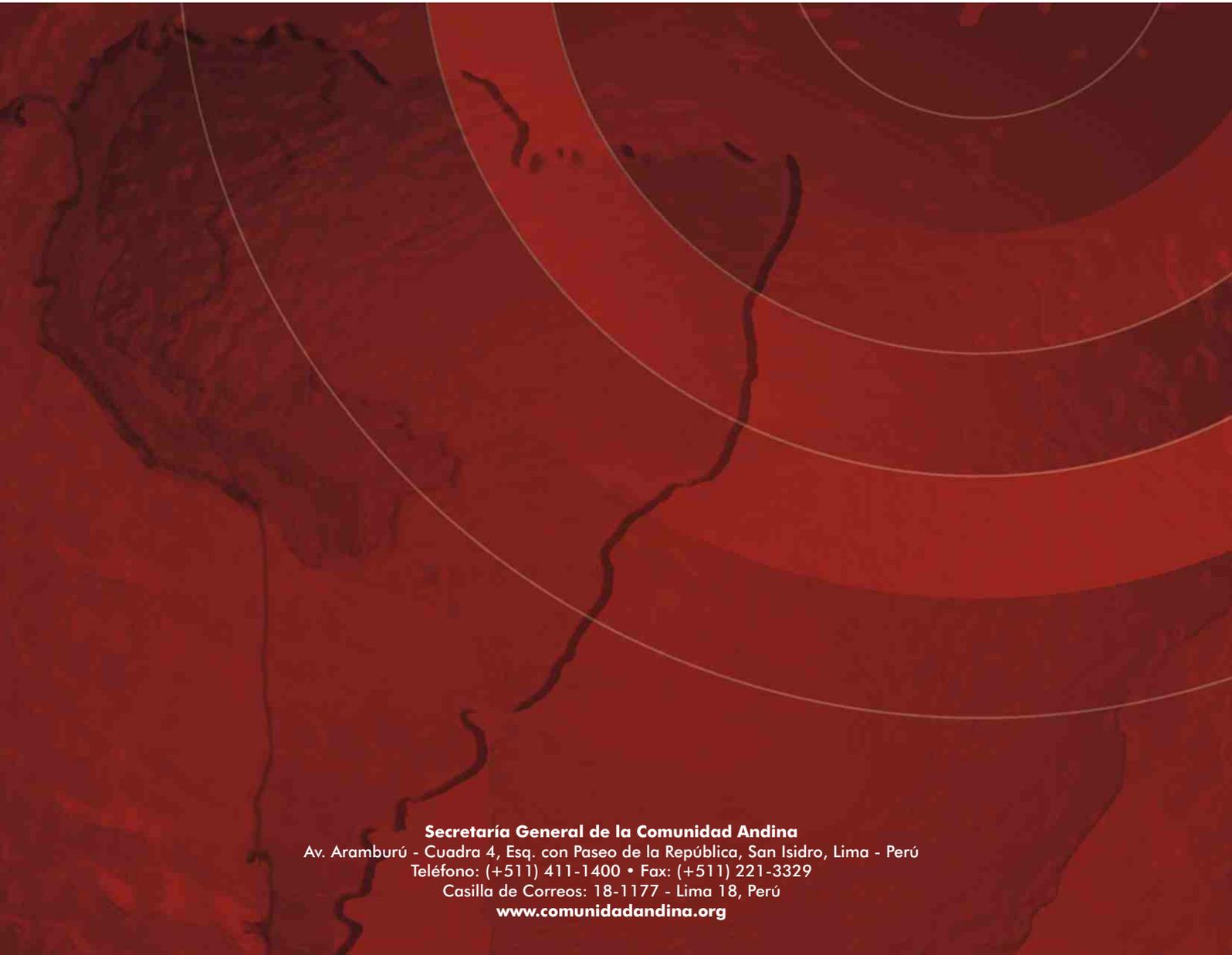
NatureServe



Con el apoyo de:



COMUNIDAD ANDINA



Secretaría General de la Comunidad Andina
Av. Aramburú - Cuadra 4, Esq. con Paseo de la República, San Isidro, Lima - Perú
Teléfono: (+511) 411-1400 • Fax: (+511) 221-3329
Casilla de Correos: 18-1177 - Lima 18, Perú
www.comunidadandina.org