

## Mapa de vegetación de los alrededores de la Estación Biológica de Tunquini, Bolivia

Vegetation map of the surrounding area of the Estación Biológica de Tunquini, Bolivia

Narel Paniagua-Zambrana<sup>1</sup>, Carla Maldonado-Goyzueta<sup>1</sup> & Claudia Chumacero-Moscoso<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología

<sup>2</sup> Centro de Análisis Espacial-CAE, Instituto de Ecología, Casilla 10077, Correo Central Calle 27, Cota Cota, Campus Universitario, La Paz, Bolivia

### Resumen

La Estación Biológica de Tunquini (EBT), creada con el fin de auspiciar estudios científicos en biología y promover la conservación en el bosque montano, cuenta a la fecha con escasa información acerca de su diversidad, por lo que la elaboración de un mapa de vegetación a escala 1:50.000 para esta área, aporta una herramienta que puede constituirse en la base para estudios posteriores.

Para los alrededores de EBT se diferenciaron ocho unidades de vegetación: cinco correspondientes a unidades naturales (páramo yungueño, sub-páramo yungueño, ceja de montaña, bosque nublado y bosque húmedo montano), dos originadas por influencia antrópica (bosque intervenido, zona de cultivos y pastizales de origen antrópico) y una producto tanto de las actividades antrópicas como de alteraciones naturales (vegetación pionera de derrumbes). Todas están diferenciadas según criterios de clasificación planteados por otros autores (Cuatrecasas 1979, 1989, Cleef 1981, Beck 1988, Gonzáles et al. 1990, Beck et al. 1993, Rangel 1995, Ribera 1995, Ribera et al. 1996) para áreas similares.

**Palabras clave:** Mapa de vegetación, Estación Biológica Tunquini, bosque montano, Bolivia.

### Abstract

The Tunquini Biological Station (EBT) was created in order to sponsor scientific studies in biology and conservation in the mountain forest of Bolivia. There is scarce information about its diversity, therefore, the vegetation map for this area at 1:50.000 provides a base for subsequent studies.

Eight vegetation units were differentiated for the surrounding areas of the EBT: five that belong to natural vegetation units (páramo yungueño, sub páramo yungueño, ceja de montaña, cloud forest, and humid mountain forest), two of anthropogenic origin and influence (intervened forest and the zone cultivation of and pastures of antropic origin) and one unit derived of both origins human and natural (pioneer vegetation on landslides). All were differentiated according to outlined classification criteria by others (Cuatrecasas 1979, 1989, Cleef 1981, Beck 1988, Gonzáles et al. 1990, Beck et al. 1993, Rangel 1995, Ribera 1995, Ribera et al. 1996) for similar areas.

**Key words:** Vegetation map, Tunquini Biological Station, montane forest, Bolivia.

## Introducción

La Estación Biológica de Tunquini (EBT), dependiente del Instituto de Ecología, es el único centro de investigación incluido en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado (PN-ANMI) Cotapata; creada con el fin de facilitar el desarrollo de trabajos de investigación y promover la capacitación para el trabajo en los ecosistemas de montaña (Moraes 2001), tan bien representados en este sector del departamento de La Paz.

El área que cubre la EBT se encuentra ubicada sobre la Cordillera Oriental, entre las provincias Murillo y Nor Yungas del departamento de La Paz. Altitudinalmente presenta un rango entre 1.500 y 3.600 m; corresponde a un área muy heterogénea desde el punto de vista de su ecología, en variaciones altitudinales de algunos cientos de metros existen cambios fuertes de temperatura, precipitación y suelo. El relieve difiere considerablemente según el piso altitudinal; es una zona con una topografía de laderas empinadas, profundos valles cortados transversalmente por ríos superpuestos y crestas expuestas con diferentes orientaciones.

Las condiciones climáticas locales son variables en distancias cortas y, de acuerdo a cada piso altitudinal, determinan a su vez, cambios en el tipo de vegetación. En las zonas más altas (por encima de los 3.000 m), la temperatura media anual es inferior a 10° C y son frecuentes las heladas sin una estacionalidad marcada. En la parte central, entre los 2.300 a 3.400 m, la temperatura media anual oscila entre los 12 y 17° C, siendo característica la presencia de frecuentes lluvias y neblinas "mojadoras" todo el año, lo que origina altos niveles de precipitación anual (más de 3.000 mm). Finalmente, por debajo de los 2.000 m impera el clima subtropical húmedo, con precipitaciones anuales inferiores a los 2.000 mm y temperaturas medias que oscilan entre 17-20°C, presentando además una estacionalidad más marcada en el régimen de

lluvias que en pisos altitudinales superiores (Morales 1990, Ribera 1995).

La vegetación que cubre el área corresponde a un bosque húmedo montañoso de Yungas en la parte inferior (700-2.800 m), a una transición hacia la ceja de monte en Yungas o ceja de monte yungueña en la parte media (2.800-3.400 m) y al páramo yungueño en el límite superior ([3.100] 3.400-4.200 m) (Ribera et al. 1996). En Bolivia, el bosque húmedo montano de Yungas ocupa una gran superficie de tierras montañosas en la porción norte de la faja subandina entre los 700 y 3.600 m en los departamentos de La Paz, Cochabamba y parte de Santa Cruz. Es una franja larga que tiene una orientación NNW-ESE. Corresponde a las regiones de Yungas medio y Yungas bajo que describen otros autores (Hueck 1978, Beck 1988).

La actividad humana en el área se da bajo diferentes modalidades, dependiendo de factores como la topografía, vías de acceso y oferta de recursos importantes (p.e., maderables o forrajeros) que condicionan el tipo y la intensidad de uso de los recursos naturales. Los tipos más comunes de uso son la agricultura, concentrada en las formaciones vegetales próximas a centros poblados y vías de comunicación y la ganadería, con ganado vacuno principalmente.

Dentro los numerosos instrumentos que sirven a la investigación, los mapas de vegetación son importantes para la realización de estudios cinéticos, ya que permiten dar una idea de la variación física y espacial de los diferentes tipos de vegetación (natural o de origen antrópico) que ocurren en un área, sus posibles interacciones y relaciones. La diferenciación de estas unidades, lejos de ser un artefacto de sistematización, constituye un intento de enmarcar, en un espacio geográficamente definido, cada conjunto interactuante de la biota y su medio físico. En este sentido y dados los fines por los cuales fue creada la EBT, el objetivo del presente trabajo es el de elaborar el Mapa de Vegetación de los alrededores de la Estación Biológica Tunquini

a escala 1:50 000, relacionando imágenes satelitarias, fotografías aéreas y el reconocimiento de campo, con el fin de brindar una herramienta que apoye los trabajos de investigación que se vienen desarrollando en la EBT que sirva como base para la planificación.

### Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en el Departamento de La Paz, entre las Provincias Murillo y Nor Yungas, comprende una superficie aproximada de 9.000 ha e incluye la EBT y sus alrededores. Tiene como límites los siguientes puntos (Fig. 1): hacia el sur, el punto de intersección de los ríos Huarinilla y Chimani entre las poblaciones de El Chairó y Pacallo; sigue, en dirección suroeste, el curso del río Huarinilla (aguas arriba) llegando hasta el punto de confluencia con el río Coscapa, de donde sube en dirección noroeste, sobre la cima del cerro Perolani pasando por la cima situada entre los cerros Alturas de Cruz Pata y Hornuni y siguiendo la ladera oeste del río Hornuni hasta el cerro Chaullani. De allí, el límite es trazado por líneas rectas, primero hacia el cerro Jachcha Hornuni, luego hacia el punto de confluencia de los ríos Hornuni y Hisikani, y de allí hacia la cima del cerro Volcanani. A partir de este punto el límite baja en dirección sureste siguiendo la cima del cerro Kellkhata, pasando por el cerro Supay Punco siguiendo las cimas y el línea recta hasta llegar al cerro Siquilpaya desde donde sigue el curso del río Chimani hasta el punto de inicio.

### Métodos

El análisis de la cobertura vegetal se realizó en base a:

- Un fragmento de la imagen satelital de La Paz LANDSAT TM6 tomada el mes de agosto de 1993;
- el modelo de elevaciones (MDE) elaborado a partir de la imagen satélite y a las cartas

topográficas Suapi (Hoja 6045III) y Unduavi (Hoja 6045 IV), escala 1:50.000 del año 1967 tomadas por Instituto Geográfico Militar (IGM),

- fotografías aéreas pancromáticas blanco y negro del año 1983 escala 1:30.000,
- mapas preliminares de vegetación elaborados para el área de al EBT y el PN-AMNI Cotapata (Chumacero 1999; Ribera 1995).

El análisis de la imagen se realizó de dos formas: un análisis manual y un análisis asistido por computadora utilizando el SIG Erdas Imagine 8.1. Dada la clasificación confusa de dos clases, la reclasificación tuvo que ser realizada manualmente de manera similar a la fotointerpretación, diferenciando clases en función del color y de la tonalidad, además de considerar el gradiente altitudinal.

Las unidades de vegetación fueron identificadas en base a los relevamientos de campo realizados entre enero y junio de 2001. En cada unidad de vegetación diferenciada se registraron puntos de control con datos de latitud, longitud y altitud, y se realizó una descripción cualitativa de la vegetación circundante (estratificación, altura y especies dominantes).

Para la elaboración del mapa final, además de la información obtenida en campo, se utilizaron como referencia mapas elaborados con anterioridad en la zona: Mapa preliminar de vegetación de la EBT-PN-ANMI Cotapata (Chumacero 1999) y Mapa de Vegetación de PN-ANMI Cotapata (Ribera 1995), entre otros. La edición final del mapa fue elaborada en el SIG Arc View 3.1.

### Resultados

Para los alrededores de la Estación Biológica de Tunquini, se diferenciaron 8 unidades de vegetación (Tabla 1, Fig. 2), diferenciadas por su altitud, fisionomía, estructura y la presencia de especies dominantes y/o características (p.e.,

indicadoras de humedad), tomando en cuenta los criterios de clasificación planteados por Beck (1988); Beck et al. (1993); Ribera (1995); y Ribera et al. (1996) para el páramo yungueño, los dos tipos de bosques y la vegetación intervenida y pionera; y la clasificación adaptada de Cuatrecasas (1979, 1989); Cleef (1981); Beck (1988); González et al. (1990); Rangel (1995) para el caso del subpáramo yungueño (Tabla 2).

### I. Páramo yungueño (por encima de los 3.400 m)

Esta unidad de vegetación es la que se encuentra a mayor altitud en el área. Ocupa aproximadamente el 2% de la superficie total. Ubicada en el sector suroeste, por encima de los 3.400 m de altitud, en la cima del cerro Hornuni, corresponde a una región frecuentemente influenciada por neblinas mojadoras, sujeta a constantes lluvias y con bajas temperaturas, además de tener influencia de los vientos cordilleranos y frecuentes heladas en gran parte del año (Ribera et al. 1996).

Fisionómicamente, la vegetación corresponde a un pastizal dominado por manojos densos y altos de gramíneas de *Festuca*,

*Poa*, *Deyeuxia* y *Cortaderia* como vegetación zonal; se encuentran además ciperáceas como *Rhynchospora* y *Carex*; numerosos helechos pequeños de los géneros *Jamesonia*, *Eriosorus* y algunas ericáceas rastreras como *Gaultheria*, *Pernettya* y *Disterigma*; en la parte de transición hacia el páramo, matorrales bajos de melastomatáceas como *Brachyotum* y *Miconia*, compuestas como las del género *Baccharis* y myrsináceas como *Myrsine*.

Es también característica la presencia de musgos, líquenes foliosos como *Cora pavonia* y licopodios, alternados con una rica flora de caméfitas de bajo porte como *Oreobolus* y algunas rosetas de bromeliáceas del género *Puya*.

En las clasificaciones tradicionales, esta zona es considerada parte de la ecoregión de puna húmeda (Troll 1968; Beck 1988).

### II. Subpáramo yungueño (entre 3.000-3.400 m)

Por debajo de la unidad anterior, ocupando alrededor del 8% de la superficie total del área mapeada, se encuentran comunidades de gramíneas que se entremezclan con arbustos de ericáceas y melastomatáceas típicos del

Tabla 1: Unidades de vegetación diferenciadas en el área de estudio.

Unidad de vegetación	Rango altitudinal	Superficie (ha)
Páramo yungueño	> 3.400*	150
Subpáramo yungueño	3.000–3.400*	589
Ceja de montaña	> 3.000	882
Bosque nublado	2.000-3.000	5.032
Bosque húmedo montano	≤ 2.000** y ≤ 2.600***	1.833
Bosque intervenido	1.500-3.000	670
Vegetación pionera de derrumbes		48
Cultivos y pastizales de origen antrópico		21
Sin información		39
<b>TOTAL</b>		<b>9.265</b>

\* Estas unidades sólo se encuentran ubicadas en el Cerro Hornuni.

\*\* Límite altitudinal correspondiente a esta unidad ubicada en el sector sudeste del área.

\*\*\* Límite altitudinal correspondiente a esta unidad ubicada en el cerro Hornuni.

Tabla 2: Unidades de vegetación y sus principales características de los alrededores de la EBT, Bolivia. (comparar con Fig. 1).

Unidad	Rango altitudinal (m snm)	Superficie aproximada (ha)	Altura aproximada de la vegetación (m)	Formación dominante	Especies y/o géneros típicos-ejemplos	Otros
Páramo	> 3.400	150	< 1	Pradera	Gramíneas: <i>Cortaderia</i> , <i>Festuca</i> , <i>Poa</i> , <i>Deyeuxia</i> , <i>Chusquea</i> , <i>Rhynchospora</i> , <i>Carex</i> , <i>Jamnesia</i> , <i>Eriosorus</i>	<i>Gaultheria</i> , <i>Disterigma</i> , <i>Brachyotum</i> , <i>Miconia</i> , <i>Baccharis</i> , <i>Gynoxys</i> , <i>Myrsine</i> , <i>Paiva</i>
Subpáramo yungueño	3.000-3.400	589	< 5	Mosaico de matorrales, praderas y fragmentos de bosque nublado	Matorrales: <i>Gaultheria</i> , <i>Diplostegium</i> , <i>Ilex</i> , <i>Symplocos</i> , <i>Myrsine</i> , estos tres últimos elementos que suben del tipo de vegetación colindante inferior, <i>Hesperomeles cuneata</i> , <i>Escallonia myrtilloides</i> , <i>Ribes</i> Gramíneas: <i>Chusquea</i> Helechos: <i>Elaphoglossum squamipes</i> , <i>Terpsicore longisetosa</i>	Helechos: <i>Neurolepis</i> , <i>Blechnum fragrans</i> Arboles: <i>Oreopanax</i> , <i>Escallonia</i> , <i>Polyplepis peppei</i> Arbustos: <i>Tibouchina</i> , <i>Miconia</i>
Ceja de montaña	> 3.000	882	3-6	Bosque bajo siempreverde mezclado con bosque achaparrado	Arboles: <i>Clusia flaciflora</i> , <i>C. multiflora</i> , <i>Weinmannia</i> , <i>Miconia theaezans</i> , <i>Podocarpus rusbyi</i> , <i>Oreopanax pentlandianum</i> , <i>Ilex</i> , <i>Symplocos</i> , <i>Persea</i> Arbustos: <i>Baccharis</i> , <i>Demosthenesia</i> ,	Epifitas: <i>Tillandsia</i> Palmas: <i>Geonoma</i> , <i>Ceroxylon</i> Gramíneas: <i>Chusquea</i> Helechos: <i>Blechnum</i>
Bosque nublado	2.000-3.000	5032	10-15	Bosque denso mediano a alto, escasamente cerrado	Arboles: <i>Podocarpus oleifolius</i> , <i>Clusia flaciflora</i> , <i>Clethra scabra</i> , <i>Weinmannia crassiflora</i> , <i>W. boliviiana</i> , <i>Myrsine coriacea</i> , <i>M. theaezans</i> , <i>Clusia multiflora</i> , <i>Miconia flavescens</i> , <i>Leandra crenata</i> , <i>Schefflera pentandra</i> , <i>Cybianthus lepidotus</i> , <i>Weinmannia microphylla</i> , <i>Brunellia boliviiana</i> Helechos arbóreos: <i>Cyathea caracasana</i> , <i>C. delgadoi</i> , <i>C. pallescens</i> , <i>C. bipinnatifida</i> , <i>Alsophila erinacea</i> . "Marañas" de: <i>Chusquea</i> spp., <i>Gleichenia</i> sp., <i>Sticherus</i> cf. <i>longipes</i> .	Palmeras: <i>Ceroxylon parvifrons</i> , <i>Geonoma densa</i> , <i>G. orbignyana</i> , <i>G. weberbaueri</i> Epifitas vasculares y no vasculares

continúa en la siguiente página

Bosque húmedo montano	≤ 2.000** y ≤ 2.600***	1833	15-20	Bosque abierto y alto	Arboles: <i>Hyeronima alchorneoides</i> , <i>Morus insignis</i> , <i>Licania triandra</i> , <i>Ficus trigona</i> , <i>F. guianensis</i> , <i>Meriania axinaeoides</i> , <i>Spondias mombin</i> , <i>Hedyosmum angustifolium</i> , <i>Virola</i> sp., <i>Inga</i> spp., <i>Ladenbergia</i> , <i>Bathysa</i> . Arbustos: <i>Piper</i> spp., <i>Allophylus punctatus</i> , <i>Trichilia clauseni</i>	Helechos terrestres: <i>Asplenium auritum</i> , <i>A. cirrhatum</i> , <i>Campyloneurum</i> sp., <i>Microgramma percussa</i> , <i>Pteridium aquilinum</i> , <i>Huperzia blechleri</i> Helechos epífitos: <i>Blechnum ensiforme</i> , <i>Campyloneurum ophiocaulon</i> , <i>C. angustipaleatum</i> Helechos arbóreos: <i>Alsophila</i> (= <i>Nephrolepis</i> ), <i>Cyathea</i> Lianas: <i>Ayapanopsis beckii</i> , <i>Viburnum seemanii</i> Arbustos: <i>Urera baccifera</i> , <i>Barnadesia odorata</i>
Bosque intervenido	1.500-3.000	670	10-15	Barbechos jóvenes y bosques secundario	Arboles: <i>Cecropia angustifolia</i> , <i>Piper elongatum</i> , <i>Ochroma pyramidale</i> , <i>Solanum riparium</i> , <i>Inga adenophylla</i> , <i>I. heterophylla</i> , <i>I. velutina</i> , <i>Croton angustifolium</i> , <i>Hyeronima alchorneoides</i> , <i>Mabea longifolia</i> , <i>Acalypha benensis</i> , <i>Cecropia pinnatifida</i> , <i>C. polystachya</i> , <i>Didymopanax morototoni</i> , <i>Ceciba salmonea</i> , <i>Acalypha martinicensis</i> , <i>Croton angustifolium</i> , <i>Bathysa obovata</i> , <i>Palicourea guianensis</i> , <i>Pithecolobium angustifolium</i> . Arbustos: <i>Baccharis</i> , <i>Barnadesia</i> , <i>Ribes</i> , <i>Berberis</i> .	
Vegetación pionera de derrumbes		47	< 3	Bosquecillo de carácter sucesional más basal y ralo que los anteriores, pobre en especies	"Marañas" de: <i>Clusia</i> spp., <i>Sticheris</i> , <i>Pteridium</i>	
Cultivos y pastizales de origen antrópico		21	-	Cultivos	Cafetales, frutales (naranja, lima, mandarina, plátano, palta, chirimoya, guayaba, pacay), cacaos	Cultivos de gualusa, yuca, racacha, maíz, locoto

\*\* Límite altitudinal correspondiente a esta unidad ubicada en el sector sudeste del área

\*\*\* Límite altitudinal correspondiente a esta unidad ubicada en el cerro Hornuni

subpáramo. Esta unidad se coloca, como una franja de amplitud irregular, entre el pastizal parámico y el bosque nublado, en la cima del cerro Hornuni, aproximadamente entre los 3.000 y 3.400 m y en pequeños parches en la cima de los cerros Tunquini (3.300 m) y Supay Punco (3.370 m) por encima de los 3.100 m al SE del área.

En el cerro Hornuni, corresponde a una zona de transición dominada por arbustos y pequeños manchones de árboles, no mayores a 5 m de alto, formando mosaicos con la vegetación típica del páramo (pajonales). Puntualmente, en los sitios más húmedos y pantanosos se presentan comunidades de herbáceas (gramíneas) y hierbas en roseta formando cojines.

Los restos de densos pastizales que se extienden en esta unidad desde el páramo pueden alcanzar más de 1 m de altura y alternan con un matorral alto y disperso con especies de hojas pequeñas y fuertemente coriáceas de los géneros *Gynoxys*, *Gaultheria*, *Diplostegium*, *Ilex*, *Symplocos*, *Myrsine*; estos tres últimos son elementos que suben del tipo de vegetación colindante inferior. Por otro lado, existen otras especies como *Hesperomeles cuneata*, *Escallonia myrtilloides* y varias bambusoideas del género *Chusquea* que prosperan profusamente en sectores de laderas más expuestos a neblinas y lloviznas orográficas, junto con helechos como *Elaphoglossum squamipes*, *Terpsicore longisetosa* y saxifragáceas del género *Ribes*.

En áreas más expuestas a vientos, se desarrollan pastizales dominados por una gramínea de hojas anchas del género *Neurolepis*, con individuos dispersos de un helecho con un tronco pequeño, *Blechnum fragans*.

En algunos sectores del macizo de Hornuni, se ha observado hacia los 3.400 m manchones de bosquecillos abiertos con especies como *Oreopanax*, *Escallonia*, *Polylepis pepeii* y manchones de un matorral denso de ericáceas y melastomatáceas (*Tibouchina* y *Miconia*), inmersos en un pastizal muy alto (Ribera 1995).

### III. Ceja de montaña (por encima de los 3.000 m)

Esta unidad corresponde a la situada en todas las cimas de montaña, excepto por encima de los 3.000 m en el cerro Hornuni, abarca el 9.5% de la superficie total.

Es probable que en las cimas de montaña, las condiciones climáticas y edáficas particulares sean las que den lugar a la presencia de un bosque bajo entre 3 y 6 m de altura, siempreverde y de hojas coriáceas, con fisionomía de bosque arbustivo o tipo chaparral y ramificaciones retorcidas (bosque enano o "elfin forest"; Ribera 1995).

Abundan las epífitas además de *Tillandsia*, especialmente los musgos y líquenes cubriendo los fustes, ramas y copas de los árboles y formando una gruesa capa suave que cubre el suelo.

Muchas especies de dosel presentan hojas gruesas y coriáceas, entre las que se encuentran *Clusia flaviflora*, *C. multiflora*, *Weinmannia* sp., *Miconia theaezans*, *Podocarpus rusbyi*, *Oreopanax pentlandianus*, *Ilex*, *Symplocos*, *Persea*, *Laplacea*, *Freziera*, *Baccharis*, *Thibaudia*, *Demosthenesia*, además de algunas palmeras como *Geonoma densa* y gramíneas del género *Chusquea*.

Puntualmente, por encima de los 3.000 m en sitios húmedos y pantanosos, como en la cima del cerro Tunquini (3.105 m), se desarrollan manchones de *Blechnum* sp., un helecho arbustivo con un tronco poco desarrollado y de frondes coriáceas, ferrugíneos en el envés.

### IV. Bosque nublado (entre 2.000-3.000 m)

Por encima de los 2.000 m, existe un bosque influenciado por las masas de humedad atmosférica originadas por el choque orográfico de vientos cargados de humedad, lo cual se traduce en lluvias torrenciales y lloviznas muy frecuentes todo el año, por lo que se da a este tipo de bosques la denominación de "bosque nublado" (Ribera 1995). La influencia de los

factores orográficos en este sector condiciona la presencia de bajas temperaturas (de 10 a 12° C aproximadamente) y altos niveles de precipitación (más de 2.500 mm), que los diferencian del bosque húmedo montano (la unidad vegetacional inmediata inferior).

El bosque nublado ocupa la mayor parte de la superficie del área (54%); altitudinalmente se encuentra entre los 2.600-3.000 m y se instala sobre crestas y laderas de pendientes muy pronunciadas. Estas condiciones limitan el desarrollo de esta unidad hacia un bosque denso, mediano a alto, con un dosel de 10 a 15 m de altura, escasamente cerrado, de árboles con ramas típicamente retorcidas, con emergentes dispersos y varios estratos inferiores densos y difíciles de diferenciar. Abundan las epífitas vasculares, hemiepífitas y musgos.

El dosel se encuentra dominado por especies siempreverdes que presentan hojas coriáceas como *Podocarpus oleifolius*, *Clusia flaviflora*, *Clethra scabra*, *Weinmannia crassiflora*, *W. boliviana* y *Myrsine coriacea*, destacando las cuatro primeras con la presencia de individuos emergentes (>12 m de alto) y varias especies de *Miconia*, como *M. theaezans*, que también alcanzan alturas considerables (8-10 m de alto).

A nivel del subdosel, las especies dominantes son: *Clusia multiflora*, *Miconia flavescens*, *Leandra crenata*, *Schefflera pentandra*, *Cybianthus lepidotus*, *Weinmannia microphylla*, *Brunellia boliviana*, entre otras. De forma aislada, crecen especies de helechos arborescentes de los géneros *Cyathea* y *Alsophila*, llegando en algunos sectores incluso a formar un segundo estrato por encima del sotobosque, con especies como *Cyathea caracasana*, *C. delgadii*, *C. pallescens*, *C. bipinnatifida* (esta última la más grande en quebradas) y *Alsophila erinacea*.

El estrato arbustivo inferior es denso y enmarañado por la gran densidad de lianas y bejucos presentes. En zonas alteradas, de pendientes muy inclinadas, destaca la presencia de gramíneas bambusoideas del género *Chusquea* spp. (hasta 4 especies) que forman

auténticas marañas conjuntamente con los helechos *Gleichenia* sp. y *Sticherus* cf. *longipes*. Estas últimas especies poseen una extraordinaria capacidad de crecimiento y regeneración vegetal, lo que posibilita una colonización rápida de grandes áreas deforestadas.

El epifitismo se encuentra representado tanto por plantas vasculares como no vasculares, estas últimas representadas por briófitos de los géneros *Campylopus*, *Grimmia*, *Anacolia*, *Leptodontium*, *Calyptoecium*, *Sphagnum* y *Racomitrium*; líquenes como *Cladonia* y *Dictyonema glabrata*. Entre las epífitas vasculares destacan las bromelias como *Tillandsia biflora*, *Guzmania sphraeroides*, *G. killipiana*, *G. marantoides*, *Racinaea tetrantha*, *R. parviflora*; orquídeas de los géneros *Maxillaria*, *Psigomorchis*; aráceas como *Anthurium weberbaueri*; y helechos como *Polypodium latipes*, *Polystichium platyphyllum*, *Microgramma percussa*. También se encuentran varias especies de licopodios y selaginelas (*Selaginella moritziana* var. *moritziana*) y otras afines como *Hymenophyllum speciosa*, *Ophioglossum palmatum* y *O. parvifrons*, no solo cubriendo los troncos y las ramas de los árboles de donde penden como largas barbas, dando un aspecto exuberante a los bosques, sino también en el suelo a manera de un colchón.

En esta formación también se encuentran las palmas *Ceroxylon parvifrons* (Ribera 1995), *Geonoma densa*, *G. orbignyana*, *G. weberbaueri*, que, según Balslev y Moraes (1989) y Ribera (1995), ascienden desde los 1.800 hasta los 3.300 m en esta región. En quebradas altas y laderas húmedas, un elemento que sobresale por sus hojas grandes es *Gunnera*, crece formando manchones.

## V. Bosque húmedo montano (entre 1.500-2.600 m)

Esta unidad ocupa el área inferior al bosque nublado, sobre laderas de fuerte pendiente, en valles aluviales relativamente amplios y



quebradas profundas. Su límite altitudinal difiere según donde se encuentre situado: en el sector sudeste del área se encuentra por debajo de los 2.000 m de altitud y en el cerro Hornuni por debajo de los 2.600 m, ocupando en total un 19.8% (1833.4 ha) de la superficie del área de estudio.

Corresponde a un área menos expuesta al choque de masas de aire muy húmedas, que son frecuentes a mayor altitud y que cambian el régimen hídrico de esta zona hacia un régimen más estacional. Los montos de precipitación son notablemente menores y con temperaturas mayores a las que se registran en formaciones más elevadas, lo que se refleja en la composición y estructura florística.

La vegetación dominante es la de un bosque más abierto y alto que el nublado, entre 15 y 20 m de altura, con un dosel denso y continuo, con emergentes de hasta 30 m de alto. Hacia el límite superior, presenta muchas afinidades de fisionomía, estructura y composición con el bosque nublado. En general corresponde a una transición perhúmeda neblinosa (Ribera 1995). El epifitismo es alto hacia el límite superior, en transición al bosque nublado y disminuye hacia su límite inferior. Los estratos inferiores son muy densos, en especial el sotobosque.

Entre las especies arbóreas más importantes que alcanzan el dosel están *Hyeronima alchorneoides*, *Morus insignis*, *Licania triandra*, *Ficus trigona*, *F. guianensis*, *Meriania axinaeoides*, *Spondias mombin*, *Hedyosmum angustifolium*, *Virola* sp., *Inga* spp., algunas especies de rubiáceas de los géneros *Ladenbergia* y *Bathysa*. En el sub dosel encontramos varias especies de piperáceas del género *Piper* e individuos de otras familias como *Allophylus punctatus*, *Trichilia claussenii* y *Morus insignis*, entre otras.

Las especies de helechos más importantes son *Asplenium auritum*, *A. cirrhatum*, *Campyloneurum* sp., *Microgramma percussa*, *Pteridium aquilinum*, *Huperzia blechleri*, como las terrestres y *Blechnum ensiforme*, *Campyloneurum ophiocaulon* y *C. angustipaleatum* entre las epífitas. Son comunes también las

epífitas aráceas como *Anthurium amoenum*, así como helechos arbóreos de los géneros *Alsophila* (= *Nephelea*) y *Cyathea*.

## VI. Bosque intervenido (entre 1.500-3.000 m)

En el área que corresponde a la Estación Biológica de Tunquini (EBT), el bosque húmedo montano constituye la unidad más afectada por la actividad humana. Aproximadamente una superficie de 670 ha (7% del área total) a lo largo del valle del río Santa Catalina, incluyendo cimas y laderas de pendiente moderada a baja, se encuentran cubiertas por un tipo de bosque húmedo montano intervenido. Este bosque es dominado por vegetación secundaria, que principalmente reemplaza al bosque húmedo montano y en menor proporción al bosque nublado.

Es la zona de mayor influencia humana debido a su clima favorable, con temperaturas cálidas durante el día y frescas durante la noche. Fue colonizada desde tiempos prehispánicos, por lo que la vegetación se encuentra muy alterada. Originalmente crecía en este piso altitudinal un bosque de mediana altura y con una diversidad de especies muy alta, algunos ejemplos de la vegetación original y ahora de gran valor forestal eran las especies de nogal (*Juglans* sp.), cedro (*Cedrela odorata*), pino de monte (*Podocarpus* spp.), que hoy en día son muy escasos. En los alrededores del cerro Nogalani, en dirección oeste, hasta hace unos años existía un aserradero que explotó las especies mencionadas hasta agotar localmente el recurso.

Una de las actividades de mayor impacto en la parte alta del área fue la construcción del camino que sube hacia la mina Ensueño, hace más de 20 años. Sin embargo, por la interrupción de la actividad minera hace aproximadamente 15 años, los bosques en este sector se encuentran menos alterados que los de la parte baja. En esta última, las actividades perturbadoras más importantes son las agrícolas y ganaderas, que

se concentran cerca del camino de acceso que va desde la EBT a las numerosas viviendas y campos de cultivo que se encuentran camino a Hornuni Bajo.

Las zonas recientemente deforestadas presentan barbechos jóvenes con una fisionomía de matorral denso que escasamente sobrepasa los 3 m de altura, una coloración verde muy clara y predominancia de especies como *Pteridium aquilinum*, *Sticherus* sp., *Miconia albicans*, *M. clathrantha*, *Tibouchina stenocarpa*, *Piper psilophyllum*, *Vernonia ferruginea* y *Psychotria trichotoma*. Con una baja cobertura en el estrato arbóreo, el bosque presenta una altura promedio entre 4 y 5 m de alto, el dosel es abierto con muy pocos emergentes como *Hedyosmum racemosum* y *Saurauia peruviana*, que no superan los 10 m de alto. El estrato inferior está dominado por árboles con un diámetro menor a 10 cm como *Baccharis oblanceolata*, *Piper psilophyllum* y *Vernonia ferruginea*.

Gran parte de área corresponde a zonas de barbechos más antiguos (entre 10 y 20 años), caracterizados por una vegetación arbórea con una altura mayor (10 – 15 m), un dosel más abierto y una notable pobreza de especies, destacando por su dominancia *Cecropia angustifolia*, *Piper elongatum*, *Ochroma pyramidale*, *Solanum riparium*, *Inga adenophylla*, *I. heterophylla*, *Croton angustifolium*, *Hyeronima alchorneoides*, *Mabea longifolia* y *Acalypha benensis*. Algunas zonas presentan manchones de bosque aparentemente de mayor edad (más de 20 años); estos parches de bosque se diferencian por una mayor altura de dosel, mayor número de estratos y una mayor diversidad de especies, encontrándose individuos de *Cecropia pinnatifolia*, *C. polystachya*, *Didymopanax morototoni*, *Ceiba salmonea*, *Inga adenophylla*, *I. vellutina*, *Acalypha mapiriensis*, *Croton angustifolium*, *Bathysa obovata*, *Palicourea guianensis* y *Pithecollobium angustifolium*.

Como consecuencia de la actividad agrícola que se da en el área, el estrato arbustivo (y en algunos casos, el sotobosque) se torna denso y

enmarañado y el herbáceo es pobre y poco desarrollado. Así, el sotobosque está compuesto por pequeños arbustos de *Baccharis* y especies espinosas-apoyantes, como *Barnadesia*, además de *Ribes* y *Berberis*, entre otras. También se encuentran lianas como *Ayapanopsis beckii*, *Viburnum seemenii* y gramíneas bambusoideas del género *Chusquea*, además de *Pteridium aquilinum*, un helecho terrestre muy abundante en la zona. En este sector destaca también la presencia de especies pioneras como la ortiguilla (*Urera baccifera*) y *Barnadesia odorata*, que se desarrollan en áreas abiertas de laderas altas como consecuencia de la eliminación o apertura del dosel.

## VII. Vegetación pionera de derrumbes

Dentro la unidad del bosque intervenido, en la franja que corresponde al bosque nublado, se observan frecuentemente parches o manchones naturales de vegetación sucesional. Por su forma alargada característica, se puede inferir que son producto de los derrumbes y deslizamientos en los terrenos de pendiente muy pronunciada originados, ya sea de forma natural o por la construcción del camino o por el establecimiento de campos de cultivo. Comprenden una superficie que no supera el 0.1 % del área total de estudio.

En estos parches, el típico bosque es reemplazado por un bosquecillo de carácter sucesional más bajo y ralo, relativamente pobre en especies, pero rápidamente invadido principalmente por especies de los géneros *Chusquea*, *Sticherus* y *Pteridium*. También se pueden encontrar melastomatáceas y otros helechos arbustivos.

Debido a la topografía del área y a la frecuencia con la que se dan estos fenómenos, también es frecuente encontrar áreas de deslizamientos recientes, carentes de vegetación o recién colonizadas por especies pioneras.

Dentro del bosque nublado y el bosque húmedo montano, también se presentan estas áreas, cuya superficie y grado de agregación

son menores a las observadas en el bosque intervenido y que por la escala a la que se presenta el mapa no ha sido posible incluirlas en el mapa.

### VIII. Cultivos y pastizales de origen antrópico

Gran parte del bosque húmedo montano en los sectores de bajo Hornuni y la ladera que sigue a la quebrada de Santa Catalina por debajo de la EBT, ha sido reemplazado por áreas de cultivo y cafetales. Entre estos cultivos, además del café (*Coffea arabica*), se encuentran otras especies introducidas como el naranjo (*Citrus sinensis*), la lima (*Citrus limetta*), la mandarina (*Citrus reticulata*), el plátano (*Musa acuminata*), la palta (*Persea americana*), la chirimoya (*Annona cherimolia*), guayaba (*Psidium guajava*) y especies domesticadas como el pacay (*Inga adenophylla*). También se pueden observar algunos cultivos pequeños de coca (*Erythroxylum coca*), gualusa (*Xanthosoma sagittifolia*), yuca (*Manihot utilissima*), racacha (*Arracacia xanthorrhiza*), maíz (*Zea mays*), locoto (*Capsicum pubescens*) y otros.

Producto de las quemadas para la producción de pastos de mejor calidad, sobre terrenos relativamente planos en las cimas, se desarrolla un pajonal denso donde predominan gramíneas de los géneros *Trachypogon*, *Imperata*, *Setaria*, *Andropogon*, *Axonopus*, *Schizachyrium*, *Panicum* y *Paspalum*. Entremezclados con éstos, se encuentran helechos del género *Pteridium* y arbustos dispersos de los géneros *Miconia*, *Tibouchina* y *Baccharis* (Ribera, 1995).

### Área sin información

Corresponde a un área que aparece en la imagen satélite con una coloración y textura diferentes a las verificadas en campo para el resto del área. Debido a su inaccesibilidad desde la EBT, esta unidad fue diferenciada en el mapa, pero no verificada.

## Conclusiones

Para los alrededores de la Estación Biológica Tunquini, se diferenciaron 8 unidades de vegetación: cinco correspondientes a unidades de vegetación naturales (páramo yungueño, subpáramo yungueño, ceja de montaña, bosque nublado y bosque húmedo montano); dos a unidades originadas por influencia antrópica (bosque intervenido y cultivos y pastizales de origen antrópico) y una producto tanto de las actividades antrópicas como de alteraciones naturales (vegetación pionera de derrumbes).

En la actualidad, no se tiene niveles de fuerte perturbación, principalmente por la accesibilidad restringida al área. Las áreas perturbadas existentes son producto de actividades pasadas y se concentran en la parte sudeste del área de estudio. Las unidades boscosas dominantes presentan un buen estado de conservación.

El mapa presentado da una visión muy general del área. La escala de trabajo no permitió mostrar mayores variaciones existentes en la cobertura vegetal originadas por la exposición, la pendiente y otros factores. Gran parte del sector norte ha sido trabajado con base en la extrapolación de la información obtenida en la parte sur del área, existiendo incluso unidades que no coinciden con las observadas en el resto del área. En este sentido, este mapa deberá ser debidamente corregido y modificado a medida que el conocimiento de la zona se incremente.

## Referencias

- Balslev, H. & M. Moraes. 1989. Sinopsis de las Palmeras de Bolivia. AUU Reports 20:1-107.
- Beck, S. 1988. Las ecoregiones y las unidades fitogeográficas de Bolivia. Pp. 233-267. En: C. de Morales (Ed.). Manual de Ecología. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.

- Beck, S. Killeen T. & E. García. 1993. Vegetación de Bolivia. pp. 6-24. En: T. Killeen, E. García & S. Beck (eds). Guía de Árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia-Missouri Botanical Garden. Quipus, La Paz.
- Cleef, A. M. 1981. The vegetation of the paramos of the Colombian Cordillera Oriental. *Diss. Bot.* 61: 1-321.
- Chumacero, C. 1999. Mapa preliminar de vegetación de la Estación Biológica de Tunquini, PN-AMNI Cotapata. No publicado. La Paz.
- Cuatrecasas, J. 1979. Comparación fitogeográfica de páramos en varias cordilleras. En: Salgado-Lavouriau (ed.) 1979. El medio ambiente páramo. CEA-IUIC, UNESCO-MAB, CIFCA, Mérida.
- Cuatrecasas, J. 1989. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Perez-Arbelaezia* 2(8):155-284.
- González, E., G. Guillot, N. Miranda & D. Pombo (eds.). 1990. Perfil ambiental de Colombia. Impresiones Escala, Santafé de Bogotá. 289 p.
- Hueck, K. 1978. Los bosques de Sudamerica. *GTZ, Eschborn.* 476 p.
- Moraes R., M. 2001. La Estación Biológica de Tunquini: un sitio favorable para entrenamiento e investigación biológica de los bosques montanos de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 35: 1-2.
- Morales, C. 1990. Bolivia: Medioambiente y ecología aplicada. Instituto de Ecología-Universidad Mayor de San Andrés. La Paz.
- Rangel, Ch. J. O. 1995. Consideraciones sobre la diversidad y la vegetación en la altamontaña en Colombia. Memorias del seminario taller sobre altamontaña colombiana (J. A. Lozano & J. D. Pabón, Eds.). Colección Memorias 3:33-60.
- Ribera, M. 1995. Aspectos ecológicos, del uso de la tierra y conservación en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata. pp. 1-84. En: Morales, C. (Ed.). Caminos de Cotapata. Instituto de Ecología/FUND-ECO/FONAMA-EIA. La Paz.
- Ribera, M.; Beck, S.; M. Liberman & M. Moraes. 1996. Vegetación de Bolivia. pp. 169-222. En: Mihotek, K. (ed.). Comunidades, Territorios Indígenas y Biodiversidad en Bolivia. CIMAR, Santa Cruz.
- Troll, 1968. The Cordilleras of the Tropical Americas. En: *Geoecology of the Mountainous Regions of the Tropical Americas. Colloquium Geographicum, Bonn, N° 17.* 17 p.

Artículo manejado por: Renate Seidel

Recibido en: Febrero de 2002.

Aceptado en: Febrero de 2003.