

# Conservación Colombiana

Número 10 • Septiembre 2009

© 2009 – ProAves • ISSN: 1900-1592 • Bogotá, D.C. Colombia

A close-up photograph of a hummingbird perched on a thin, brown branch. The bird's body is primarily black, with iridescent green feathers on its chest and belly. A prominent blue patch is visible on its throat and forehead. The background is a soft-focus forest scene with various shades of green and brown.

Una aproximación a los bosques de  
*Polylepis* en Colombia



## Conservación Colombiana

Revista de difusión de acciones de conservación de la biodiversidad en Colombia.

ISSN 1900-1592

Entidad sin ánimo de lucro S0022872 – Cámara de Comercio de Bogotá.

**Conservación Colombiana** es una revista científica publicada por la Fundación ProAves, institución que tiene como misión «proteger las aves silvestres y sus hábitats en Colombia a través de la investigación, acciones de conservación puntuales y el acercamiento a la comunidad». El propósito de la revista es divulgar las acciones de conservación que se llevan a cabo en Colombia, para avanzar en su conocimiento y en las técnicas correspondientes. El formato y tipo de los manuscritos que se publican es variado, incluyendo reportes de las actividades de conservación desarrolladas, resultados de las investigaciones y el monitoreo de especies amenazadas, proyectos de grado de estudiantes universitarios, inventarios y conteos poblacionales, planes de acción o estrategias desarrolladas para especies particulares, sitios o regiones y avances en la expansión de la red de áreas protegidas en Colombia.

**Conservación Colombiana** está dirigida a un público amplio, incluyendo científicos, conservacionistas y personas en general interesadas en la conservación de las especies amenazadas de Colombia y sus hábitats.

Fundación ProAves – Colombia

Dirección: Carrera 20 No. 36-61, La Soledad, Bogotá

Teléfonos: (1) 245 5134 – 340 3239

Fax: (1) 340 3285

www.proaves.org

## Edición y corrección de estilo

Diana Patricia Montealegre Moreno

## Cítese como:

Fundación ProAves (2009). Una aproximación a los bosques de *Polylepis* en Colombia. *Conservación Colombiana* 10: 1-69.

## Con el apoyo de:

Yesid Fandiño

David Alfonso Caro Sabogal

Sandra V. Valderrama

Juan Carlos Verhelst

## Fotografía portada

Inca Oscuro (*Coeligena orina*) © Fundación ProAves www.proaves.org

## Diagramación

Diana Patricia Montealegre Moreno

## Permisos y derechos de autor

Toda reproducción parcial o total de esta obra está prohibida sin el permiso escrito de los autores y de la Fundación ProAves.

**Conservación Colombiana** está cobijada por la ley colombiana de derechos de autor, Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993 y Decisión 351 de la Comisión del Acuerdo de Cartagena de 1993.

**Conservación Colombiana** es publicada gracias al apoyo de nuestros donantes: American Bird Conservancy, Comunidad Andina y ECOAN



## Contenido

---

- Presentación: Conservando los bosques de *Polylepis*. Saving *Polylepis* forests.  
*Alejandra Sampson* 5
- Mapa general de identificación de áreas potenciales de bosques de *Polylepis* en los Andes Colombianos. General map identifying potential areas of *Polylepis* forests in the Colombian Andes.  
*Yesid Fandiño & David Alfonso Caro Sabogal* 7
- Avifauna asociada a los bosques de *Polylepis* en Colombia. Avifauna associated with *Polylepis* forest in Colombia.  
*Sandra V. Valderrama & Juan Carlos Verhelst* 45





Bosques de *Polylepis* en la Reserva Natural de las Aves Colibrí del Sol © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)



## Conservando los bosques de *Polylepis*

---

### Presentación

El género *Polylepis* incluye 25 especies distribuidas a lo largo de toda la región de los Andes, desde Venezuela hasta el norte de Argentina y Chile. La mayor concentración se localiza en Perú y Bolivia, disminuyendo el número a medida que nos acercamos a los extremos de la región. Existen dentro del género especies con un amplio rango de distribución, como es el caso de *P. sericea*, con presencia en cinco países, otras tantas tienen una distribución mucho más restringida. Su distribución y nivel de amenazas han permitido clasificarlas desde Vulnerables hasta especies en Peligro Crítico. Presentan en casi toda la región, con excepción del centro de Argentina y algunas zonas en el norte de Chile, un patrón insular dentro de la puna y el páramo, donde se localizan generalmente en altitudes superiores a los 3000 m.

La conservación de estos bosques resulta de especial interés por dos razones principales. En primera instancia la elevada biodiversidad, el alto grado de endemismo presente en ellos y el gran número de aves especialistas y en peligro de extinción, asociadas a estos bosques. En segundo lugar, el patrón fragmentado que presentan y las fuertes presiones a las que están constantemente sometidos, ya sea por tala, fuego, sobrepastoreo o en algunos casos, por ampliación de la frontera agrícola. Los bosques de *Polylepis* han sido valorados como bancos de recursos genéticos que desempeñan un importante papel en la regulación de los recursos hídricos de los ecosistemas de altura.

El reconocimiento de la importancia de estos bosques para la sobrevivencia de otras especies de fauna y flora, muy especialmente de aves, así como su vulnerabilidad actual, ha motivado la creación del componente “*Polylepis*” dentro del proyecto “Conservando la biodiversidad de los Andes Tropicales” financiado por el American Bird Conservan-

cy y la Gordon and Betty Moore Foundation. Este componente tiene como propósito sumar esfuerzos de todos los países andinos, siendo la Fundación ProAves la representante en Colombia, para proponer estrategias concretas de conservación para estos ecosistemas. La meta actual está dirigida a la identificación de los bosques prioritarios para su conservación a nivel regional y los primeros pasos para alcanzarla es conocer su **distribución real** y **caracterizarlos** (Arnal, en preparación).

La primera etapa dentro del proceso de identificación y delimitación de bosques de *Polylepis*, a lo largo de todos los Andes y específicamente en Colombia, ha sido alcanzada con un fuerte apoyo en el uso de herramientas de teledetección y Sistemas de Información Geográfica (SIG). La aplicación de estas técnicas ha permitido valorar extensas superficies e integrar gran cantidad de variables para el reconocimiento de bosques de *Polylepis*, que serían muy difíciles de abarcar con sólo estudios de campo. Con el uso de estas tecnologías no sólo se ha conseguido información sobre su posición geográfica, también se obtuvieron datos sobre tamaño, posición topográfica, distribución altitudinal y contexto paisajístico, elementos que junto a otros han servido en la caracterización de estos ecosistemas. Los resultados obtenidos a partir de imágenes de satélites y SIG, deben ser vistos como una primera aproximación a la identificación de estos bosques, la segunda etapa debe centrarse en las verificaciones y comprobaciones en campo.

El siguiente aspecto considerado, como se ha mencionado anteriormente, ha estado dirigido a la caracterización de estos bosques, tomando en cuenta no sólo su composición estructural sino también todos los elementos bióticos asociados a ellos. Los estudios adelantados a nivel regional y muy especialmente en Colombia, sobre la identificación de especies endémicas, especialistas o afines a los bosques de *Polylepis*, así como el grado

de vulnerabilidad y amenaza en el que se encuentran, han generado información clave para el establecimiento de prioridades y estrategias concretas de conservación.

Los estudios alcanzados hasta ahora, han permitido identificar y describir más de 1000 bosques de *Polylepis* o fragmentos de bosques dominados por especies de dicho género en todos los Andes y establecer prioridades de conservación para cada país. Entre los criterios considerados en la selección de prioridades se destacan: tamaño, contexto paisajístico en el que se encuentran, estado o condición actual, importancia taxonómica considerando la(s) especie(s) de *Polylepis* y su rango de distribución, endemismos, biodiversidad y grado de amenazas, tanto de los bosques como de las especies presentes en ellos. Los resultados obtenidos a nivel regional permitirán dirigir más eficientemente los recursos y esfuerzos de conservación en pro de la preservación de todas las especies de *Polylepis* y de las especies relevantes de fauna y flora asociadas a ellos.

Alejandra Sampson

Geógrafa

Gerente del departamento de Geografía aplicada, SIG y Teledetección

Fundación Programa Andes Tropicales

Venezuela

---

## Bibliografía

Arnal, H. (Ed.): En preparación. Una contribución al conocimiento de los bosques Altiandinos de *Polylepis*: distribución, diversidad y estado actual de los bosques más altos del mundo. American Bird Conservancy – Comunidad Andina, Lima, Perú.

# Mapa general de identificación de áreas potenciales de bosques de *Polylepis* en los Andes colombianos

Yesis Fandiño<sup>1</sup> & David Caro<sup>1</sup>

Fundación ProAves Colombia<sup>1</sup>. Cra. 20 No. 36–61, Bogotá

Correspondencia dirigirla a: dcaro@proaves.org

## Resumen

Los bosques de *Polylepis* están distribuidos a lo largo de toda la Cordillera de los Andes desde Venezuela hasta el norte de Argentina, en general su distribución altitudinal va desde los 3400 m y en algunos casos excepcionales en Bolivia hasta los 5200 m. En los Andes colombianos se encuentran ubicados en las tres Cordilleras y su distribución altitudinal va desde los 3300 a los 4600 m.

La importancia de los bosques de *Polylepis* radica en que son ecosistemas que contienen una fauna y flora única, caracterizada por especialistas de hábitat y altos niveles de endemismo, en muchos casos son hábitats refugio de aves en peligro crítico de extinción y un gran banco de recursos genéticos objeto de conservación. Infortunadamente estos bosques también representan uno de los ecosistemas más vulnerables de la alta montaña debido a la fuerte presión antropogénica existente (ampliación de la frontera agrícola, tala para leña y obtención de materiales de construcción y sobrepastoreo), ya que constituyen el único recurso maderable en esas alturas.

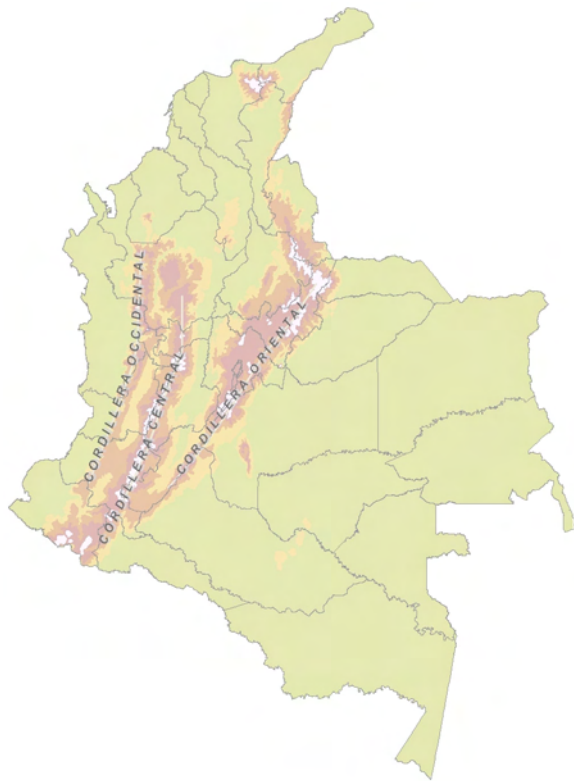
Estas razones han impulsado a nivel internacional el desarrollo de proyectos encaminados a la protección y conservación de los bosques de *Polylepis* con el fin de adelantar procesos de recuperación en estos hábitats degradados. Es importante aclarar que el análisis que aquí se presenta forma parte de un proyecto macro, en donde participan seis paí-

ses además de Colombia y que busca producir el “**Mapa de bosques altoandinos de *Polylepis* para conservación**” (Arnal *et al.*, en preparación).

En Colombia se ha dando inicio a este proceso y una de los etapas iniciales es identificar su distribución geográfica. Para realizar este estudio fue necesaria la utilización de imágenes de sensores remotos, herramientas y análisis de SIG, en donde a través de diferentes procesos se pudo obtener una aproximación a nivel general en la identificación de áreas probables donde existan bosques de *Polylepis* en los Andes colombianos.

El resultado del proceso de interpretación arrojó que en los Andes colombianos, existen 3058,02 ha de bosques de *Polylepis*; distribuidas en 828 parches, presentes en 17 departamentos a lo largo de las tres cordilleras. De estas 3058 ha identificadas el 61,9% (1893,07 ha) corresponde a la especie *P. sericea* distribuida a lo largo de la Cordillera Central, en la Cordillera Oriental está presente únicamente la especie *P. quadrijuga*, con un área total de 1032,2 ha (33,7%) y en el páramo de Frontino en la Cordillera Occidental la especie *P. quadrijuga* con un área de 132,74 ha equivalentes al 4,9% del área total de bosques de *Polylepis* identificadas para el país.

Es preciso resaltar que debido a la escala de trabajo, la extensión del proyecto y la cantidad de elementos de análisis, esta información se debe tomar como una referencia general para el estudio de dis-



**Figura 1.** Mapa de ubicación general de los ecosistemas de páramo en los Andes colombianos.© Fundación ProAves www.proaves.org

tribución de los bosques de *Polylepis* en Colombia, debe ser sometido a validación en campo y análisis e interpretación detallados con el fin de corroborar y validar los resultados obtenidos.

## 1. Introducción

Los bosques de *Polylepis* están caracterizados por tener altos niveles de endemismo. Son hábitats refugio de aves en peligro crítico de extinción y un gran banco de recursos genéticos objeto de conservación, es por esta razón que se han unido esfuerzos con el objeto de adelantar procesos de recuperación en las zonas de origen de esta especie y que presentan un alto grado de degradación.

En Colombia se ha dando inicio a este proceso y una de los etapas iniciales es identificar su distribución geográfica. Para esto fue necesario la utilización de imágenes de sensores remotos, herramientas y análisis de SIG, en donde se pudo obtener una aproximación general de las áreas probables donde

existan bosques de *Polylepis* en los Andes colombianos.

Este documento se constituye así en un insumo básico que servirá de herramienta para el establecimiento de los lineamientos de conservación, protección y recuperación de los bosques de *Polylepis* en Colombia.

## 2. Localización

El área se extiende sobre la totalidad de los ecosistemas de páramo del país, estos se encuentran sobre los 3200 m a lo largo de las tres Cordilleras (Rangel 2000). El área abarca los páramos colombianos es de aproximadamente el 2,6% de la superficie del país; en el mapa general de los ecosistemas de Colombia (Etter 1998) hace referencia a un total de 1'379.000 ha de páramos en el territorio nacional, correspondientes al 1,3 % de la extensión del país.

## 3. Bosques de *Polylepis*

### 3.1 Distribución geográfica

Los bosques de *Polylepis* se encuentran ubicados en los páramos de los Andes colombianos distribuidos a lo largo de las tres Cordilleras a alturas generalmente superiores a 3400 m. Su ubicación es discontinua debido a la marcada disección del relieve, presentan generalmente un clima frío y húmedo, con súbitos cambios climáticos. Aunque la fluctuación de temperatura anual es pequeña (2 a 10°C), los cambios de temperatura diaria varían desde el punto de congelación hasta los 30°C. Estas fluctuaciones producen un ciclo diario de congelación, aumento de temperatura y fuerte exposición a la radiación solar (Hedberg 1964).

Estas particularidades otorgan a los páramos una fauna y flora características, adaptadas a condiciones físicas extremas propias de la alta montaña tropical: alta radiación solar, baja presión atmosférica, cambios diarios extremos de temperatura y marcada estacionalidad de lluvias.



En la actualidad dos especies de *Polylepis* de las 15 actualmente reconocidas están presentes en los Andes colombianos, estas son *P. quadrijuga* y *P. sericea*, la primera está ampliamente extendida sobre los páramos en la Cordillera Oriental y en el macizo de Frontino en la Cordillera Occidental, para la Cordillera Central se establecen los bosques con *P. sericea*.

Los bosques colombianos de *Polylepis* han sido reseñados en la literatura desde los estudios realizados por Cuatrecasas en el periodo comprendido entre 1941-1958, esto para la Cordillera Central y en estudios posteriores han sido caracterizados aspectos florísticos y ecológicos por varios autores muy destacados para las cordilleras Oriental y Occidental.

### 3.2 Posición topográfica y fisonomía

Los bosques de *Polylepis* constituyen parches de vegetación muy discontinuos, crecen en laderas inclinadas y muy inclinadas, se establecen preferiblemente en lugares abrigados, también es frecuente encontrarlos en zonas planas y por lo general sobre derrubios rocosos, turberas, agrupaciones de bloque y taludes de montaña.

Fisionómicamente estos bosques se caracterizan como matorrales altos, y bosques achaparrados, en la mayoría de los casos son parches de vegetación muy transformados, son frecuentes en las orillas de las quebradas o en abrigos rocosos generalmente en sitios protegidos. En muchas ocasiones su estado de transformación y fragmentación es muy alto lo cual le confiere características estructurales particulares.

### 3.3 Composición florística

Las generalidades en cuanto a las asociaciones existentes al interior de los bosques de *Polylepis*, y la información detallada es tratada de manera extensa en el estudio realizado por Orlando Rangel y Henry Arellano del Instituto de Ciencias Naturales

de la Universidad Nacional en “*Los Bosques de Polylepis en Colombia: riqueza y amenazas para su conservación*”.

Los bosques de *Polylepis* se encuentran dispersos por el páramo conformando pequeñas áreas de bosques achaparrados y matorrales, dentro de ellos se observan estratos conformados por *Polylepis* mayores al 60% aunque en muchos casos este porcentaje puede variar, el género *Polylepis* es la especie dominante acompañada por otras especies propias de este ecosistema, la composición florística de las especies acompañantes es diferente en cada una de las cordilleras.

En la Cordillera Oriental es común encontrar el género *Polylepis* asociado con *Weinmannia microphylla* (Encenillo), *Oreopanax mutisianum*, *Myrsine dependens*, *Miconia salicifolia*, *Ageratina tinifolia*, *Ribes* sp., *Monticalia baccharoides*, *Tibouchina* sp. y especies de *Hesperomeles*, *Hypericum* y *Berberis*.

Para la Cordillera Central, Rangel & Arellano (2007) describen bosquetes con un estrato de arbolitos con cobertura entre 65-70%, en donde además de la especie dominante *P. sericea* aparecen *Myrsine parvifolia*, *Miconia salicifolia* y *Gynoxys baccharoides*.

El estrato arbustivo con cobertura de 20% está dominado por *Baccharis prunifolia* y *Disterigma alaternoides*. En otras áreas específicamente en el departamento del Quindío se encuentra asociado con *Weinmannia microphylla*, *Hesperomeles ferruginea*, *Myrsine dependens* y *Dilostephium tenuifolium*, *Miconia salicifolia*, *Leandra melanodesma* e *Hypericum laricifolium*. Los bosques del Parque Nacional Natural Los Nevados son más ricos en especies y poseen elementos diferenciales como *Festuca sublimis*, *Diplostephium violaceum*, *Bromus lanatus* y *Myrrhidendron glaucescens*.

En la Cordillera Occidental los bosques de *P. quadrijuga* del páramo de Frontino tienen rasgos fisionómicos similares a los de la Cordillera Central y PNN Los Nevados, aunque las condiciones

**Tabla 1.** Coordenadas puntos tomados en campo páramo de Frontino, departamento de Antioquia.

Sitio	Coordenadas geográficas		Altitud
	N	W	
Páramo	6° 26' 16,3"	76° 5' 17.6"	3500
Páramo	6° 26' 20,5"	76° 5' 15.9"	3470
Alto del Burro	6° 26' 58,8"	76° 5' 13,3"	3681

del hábitat son muy diferentes. Entre las especies que se comparten figuran: *Pentacalia vernicosa*, *Miconia salicifolia*, *Pleurozium schreberi*, *Bartsia* cf. *pedicularioides*, *Luzula gigantea* y *Diplostelium eriophorum*.

#### 4. Metodología

La metodología para la interpretación y el análisis geográfico de los bosques de *Polylepis* en Colombia parte de la verificación de información secundaria, recopilación de imágenes de sensores remotos e interpretación y la realización de una serie de procesos y análisis mediante la utilización de Sistemas de Información Geográficos.

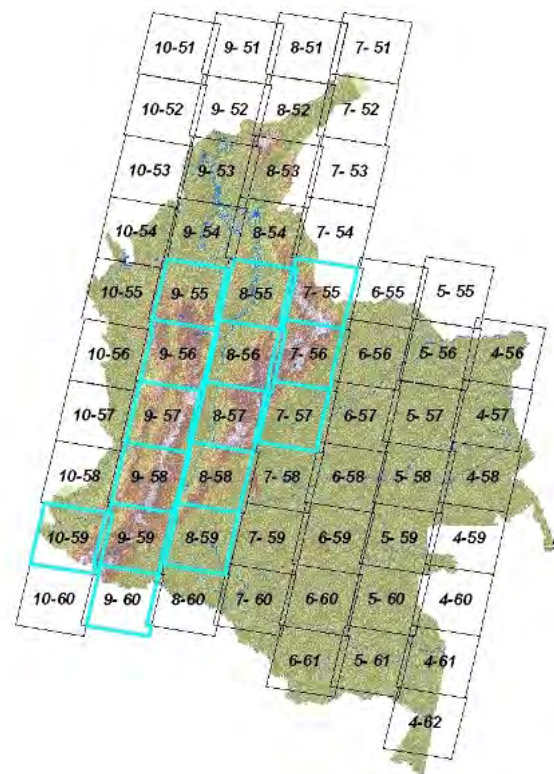
#### 4.1 Fuentes de información

**4.1.1 Recopilación, revisión y análisis de información.** En primera instancia se realizó el análisis de información secundaria tomada de diversas fuentes (Rangel & Arellano 2007; Rangel 2000a, 2000b; IDEAM 2002); de forma paralela se revisaron las colecciones de *Polylepis* existentes en el Herbario Nacional Colombiano, Herbario de la Universidad de Antioquia y el Herbario Forestal de la Universidad Distrital.

Como resultado de esta revisión se encontró un total de 27 registros del género *Polylepis*, fueron tomados datos de ubicación geográfica, posición topográfica y ecología de la especie. Es preciso destacar que un alto porcentaje de esta información es anterior a la década de los 90s, razón por la cual no contiene información geográfica precisa (coor-

denadas y altimetría), únicamente cuenta con datos como nombre del municipio y en algunos casos vereda y sitio, dificultando así la ubicación geográfica exacta necesaria para determinar los patrones de interpretación.

Además como resultado del trabajo de campo del biólogo Diego Carantón de la Fundación ProAves se obtuvo puntos tomados con GPS en donde existen bosques de *Polylepis* en la Reserva Natural de las Aves El Colibrí del Sol en el páramo de Frontino en el departamento de Antioquia. Esta infor-



**Figura 2.** Grilla de imágenes satélite Landsat para Colombia, la cuadrícula resaltada hace referencia a las imágenes utilizadas en el proyecto. © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)



mación geográfica es de especial utilidad para la determinación de patrones de interpretación de los bosques de *Polylepis* (Tabla 1).

#### 4.1.2 Imágenes de sensores remotos

- **Imágenes de satélite.** El mapa de bosques de *Polylepis* se elaboró a partir de la interpretación de 15 imágenes de satélite Landsat 7 ETM, las cuales cubren el área de interés. Cada imagen Landsat de Colombia comprende un sector dentro de una grilla preestablecida para este sensor, las imágenes se identifican en la grilla en términos de columna (Path) y fila (Row). En la Figura 2 se ilustra la grilla con las imágenes Landsat seleccionadas.

Las 15 imágenes Landsat 7 ETM, utilizadas son de tipo multiespectral, poseen una resolución espacial mejorada de 15 m con la utilización de la banda pancromática, para la interpretación visual, fueron empleadas la combinaciones de bandas RGB 452 y RGB 742 las cuales otorgan un realce y contraste adecuados para la identificación de masas boscosas de interés.

**Tabla 2.** Imágenes de satélite Landsat utilizadas.

Sensor	Path - Row	Fecha
Landsat 7 ETM	007-55	13/12/2000
Landsat 7 ETM	007-56	13/12/2000
Landsat 7 ETM	007-57	13/12/2000
Landsat 7 ETM	008-56	16/07/2001
Landsat 7 ETM	008-57	16/07/2001
Landsat 7 ETM	009-57	14/10/2002
Landsat 7 ETM	009-58	24/08/2001
Landsat 5 TM	009-59	07/08/1989
Landsat 7 ETM	009-60	09/09/2001
Landsat 7 ETM	010-59	12/04/2002
Landsat 7 ETM	18N 05 2000	2000
Landsat 7 ETM	18N 00 2000	2000

Los criterios para la selección de las imágenes fueron básicamente dos: las imágenes deben tener una cobertura de nubes mínima en las áreas específicas de interés y deben comprender el mismo rango en la fecha de toma (1998-2000-2002). Estos factores generaron dificultades en la consecución de imágenes con las características óptimas de visibilidad para las áreas de interés. Las imágenes fueron descargadas del banco de imágenes del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y del servidor de imágenes de la Universidad de Maryland (Tabla 2).

- **Modelo digital de elevación.** El modelo digital de elevaciones es una capa generalmente raster que representa las características del relieve de la superficie terrestre derivada de la información de elevación del terreno, el modelo digital de elevación utilizado es el que se encuentra disponible en el banco de imágenes del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Este modelo fue generado por interferometría de radar a partir de la información capturada por la Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Los valores de elevación son dados en metros, la resolución espacial del modelo digital de elevación es de 30 m.
- **Fotografías aéreas.** Dada la magnitud del proyecto el uso de fotografías aéreas se vio limitado a áreas de interés específico como el páramo de Frontino en el departamento de Antioquia y en algunas otras áreas se utilizó como soporte la interpretación de las imágenes de satélite para determinar la cobertura de bosques de *Polylepis*.

**4.1.3 Cartografía temática.** La información cartográfica temática adicional se obtuvo en formato análogo y digital. Se utilizó información cartográfica político administrativa de todo el país, cartografía de las áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN) y el Mapa de Ecosistemas de los Andes

**Tabla 3.** Insumos cartografía temática.

Insumo	Formato	Fuente
Mapa político-administrativo de Colombia	Digital	DANE
Mapa general de áreas protegidas	Digital	SPNN
Mapa de Ecosistemas de los Andes Colombianos (2000)	Análogo	IAvH
<i>Dane: Departamento Administrativo Nacional de Estadística</i> <i>SPNN: Sistema de Parques Nacionales Naturales</i> <i>IAvH: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt</i>		

Colombianos (2000) elaborado por Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (**Tabla 3**).

La información cartográfica recopilada es muy importante, el mapa de ecosistemas se utilizó en la etapa inicial del proceso, de este se obtiene la delimitación de las áreas de páramo y subpáramo necesarias para el proceso de interpretación, los mapas generales de áreas protegidas y político administrativo son utilizados en los análisis geográficos realizados después del proceso de interpretación.

## 4.2 Descripción de la fase de implementación

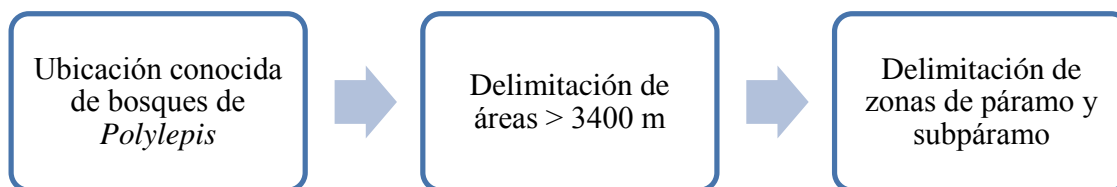
Una vez han sido determinadas las imágenes necesarias para realizar el proceso de interpretación, se dio inicio revisando los datos provenientes de diferentes orígenes tal como se mencionó en el ítem fuentes de información.

La **Figura 3 y 4**, ilustran las actividades que se realizaron para la generación del mapa general de identificación de áreas potenciales de bosques de *Polylepis* en los Andes colombianos. De este flujo de actividades es preciso resaltar tres que son las

que sirven como filtro determinante en la delimitación de las áreas generales para la interpretación de los bosques de *Polylepis*.

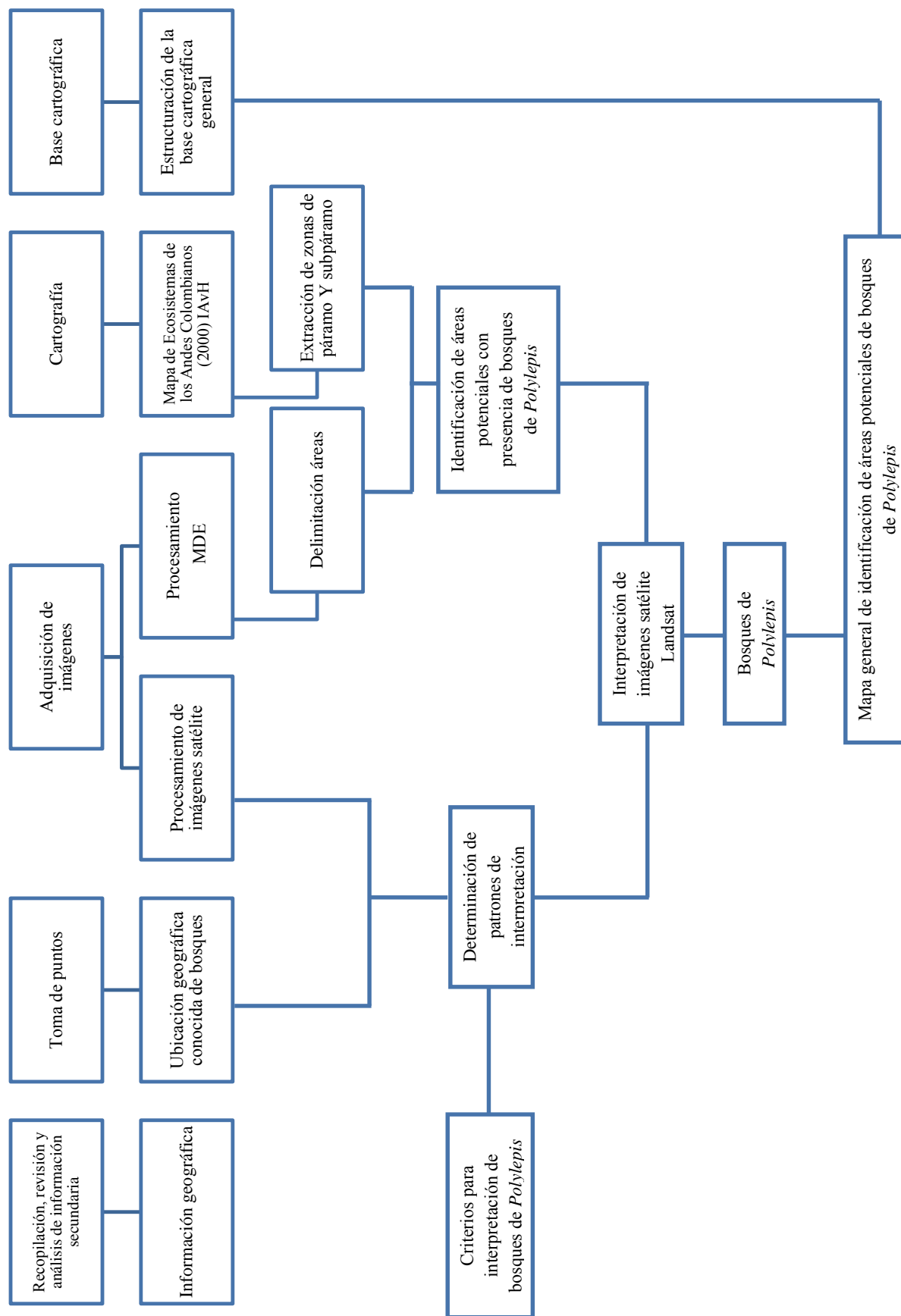
**4.2.1 Análisis de información.** De la revisión, recopilación y análisis de la información secundaria se obtuvo la información geográfica de los sitios donde han sido reportados los relictos de bosques de *Polylepis*, paralelamente los puntos de GPS de bosques de *Polylepis* conocidos tomados en campo fueron referenciados en el SIG, de estos subprocessos se obtiene el primer filtro: la ubicación geográfica conocida de los bosques de *Polylepis* (**Figura 5**).

**4.2.2 Procesamiento de las imágenes de sensores remotos.** El procesamiento de las imágenes satélite no fue tan exigente como su búsqueda, las imágenes recopiladas poseen correcciones de orden radiométrico por parte del USGS y sólo requieren los ajustes de georreferenciación en este caso el sistema es UTM 18 N. La mayoría de las imágenes descargadas cuenta con resolución espacial mejorada (píxel de 15x15m), pero para algunas áreas que presentaban alta nubosidad fue necesario descargar imágenes de otras fechas de toma y hacer la

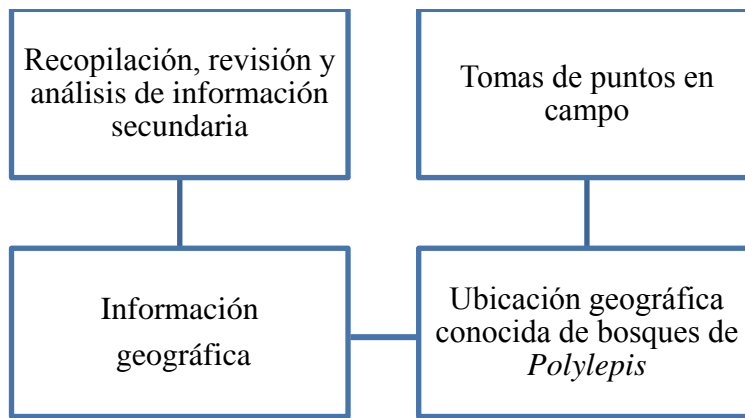


**Figura 3.** Operaciones filtro determinantes en la delimitación de áreas de interpretación. © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)

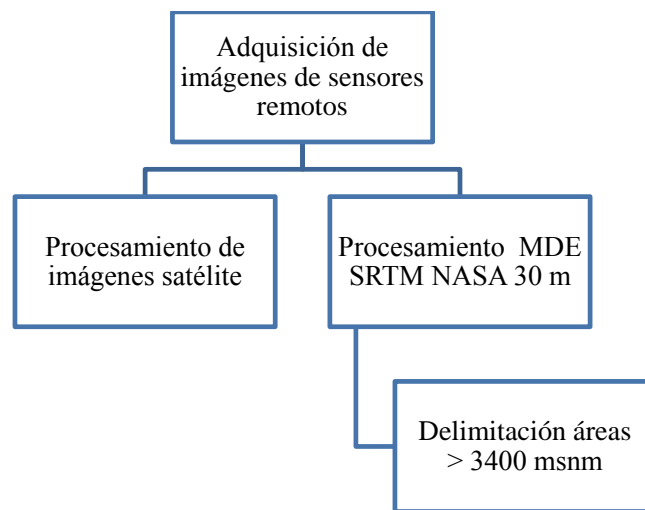




**Figura 4.** Flujo de actividades para la realización del mapa general de identificación de las áreas potenciales de *Polyplepis* en los Andes colombianos. © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)



**Figura 5.** Flujo de actividades para determinar la ubicación geográfica de los bosques de *Polylepis*.  
© Fundación ProAves www.proaves.org



**Figura 6.** Flujo de actividades imágenes de sensores remotos. © Fundación ProAves www.proaves.org

composición multibanda con resolución espacial de 30x30m y remuestrearlas con la banda pancromática de 15x15m que habilita la interpretación de la cobertura deseada (**Figura 6**).

Paralelamente se realizó el procesamiento del modelo digital de elevación (MDE) a partir de la misión de radar SRTM NASA de 30 m de resolución espacial, como resultado de esta operación se generaron curvas de nivel cada 25 m en las áreas de interés específico, con el fin de delimitar claramente las áreas con elevación superior a 3400 m que es la cota base desde la cual se encuentran los bosques de *Polylepis*. De esta operación se determina el segundo filtro importante en la delimitación de las áreas de interés específicas.

**4.2.3 Cartografía temática.** De los insumos cartográficos recopilados en esta etapa se uti-

lizó el mapa de ecosistemas de los Andes colombianos (IAvH, 2000), de este se delimitaron únicamente las áreas de páramo y subpáramo; este es el último de los filtros necesarios para la delimitación de las áreas de interpretación. Los demás insumos cartográficos son utilizados en los análisis geográficos realizados a los bosques de *Polylepis* identificados (**Figura 7**).

#### **4.2.4 Definición de áreas de interpretación.**

La definición de áreas de interpretación se establece por medio de la superposición de diferentes niveles de información temática con el fin de determinar las áreas precisas de interpretación de los bosques de *Polylepis*.

En la definición de estas áreas se utilizó la información procesada del modelo digital de elevación (MDE) y la información de los páramos y subpá-





**Figura 7.** Mapa de ubicación general de los páramos en los Andes colombianos. © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)

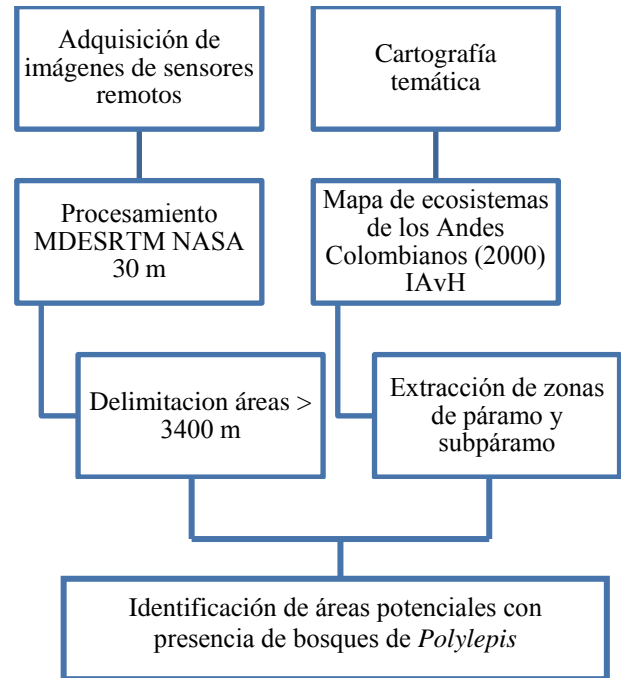
ramos extraída del mapa de ecosistemas. Del MDE se calcularon las curvas de nivel cada 50 m a partir de los 3000 m, con el fin de tener información de elevaciones general del ecosistema de páramo; a partir de los 3400 m se delimitan claramente las áreas en las que existe alta probabilidad de encuentro de los bosques de *Polylepis*.

Con estos dos insumos se realiza superposición cartográfica y se identifica de forma precisa las áreas potenciales con presencia de bosques de *Polylepis* (**Figura 8**).

### 4.3 Interpretación de imágenes

La interpretación de las imágenes de sensores remotos, consiste en examinarlas y analizarlas con el propósito de identificar objetos dentro de ellas. Esta identificación esta expresada en términos de posible, probable o segura (Melo & Camacho 2005).

En el proceso de interpretación, el reconocimiento y la extracción de la información de los objetos es la clave; para lograr este objetivo es preciso



**Figura 8.** Flujo de actividades para la identificación de áreas potenciales con presencia de bosques de *Polylepis*. © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)

basarse en la observación de las diferencias entre los objetos y el plano de fondo, esto se logra apoyándose en la combinación de características como forma, tamaño, tono y color, patrón, textura, posición geográfica y asociación.

Estas características hacen referencia a los aspectos propios de la imagen y los objetos presentes en ella y deben ser utilizados como pieza fundamental en la interpretación visual de imágenes de sensores remotos.

#### 4.3.1 Criterios para la interpretación de imágenes

- Los criterios de identificación dependen de las características propias de los objetos que se encuentran en la imagen, estos criterios son utilizados en la interpretación visual de las imágenes y en ellos se analizan las características pictórico mórnicas de un objeto o fenómeno. Entre estas características se indican como fundamentales el análisis

de forma, tamaño, tono y color, patrón, textura, posición geográfica y asociación. **Forma:** se define la forma como los rasgos característicos inherentes a los objetos y que permiten la identificación de la imagen. La forma como estructura espacial de un objeto es determinante para su identificación (Melo & Camacho, 2005).

- **Tamaño:** este es uno de los indicios más útiles que llevan a la identificación de un objeto. Por la medida de un objeto, el intérprete puede eliminar de su consideración gran parte de las posibilidades de identificación. A partir de este conocimiento, apreciación de la escala o resolución, la estimación del tamaño podrán permitir la diferenciación entre varios tipos de masas boscosas.
- **Tono y color:** los tonos de las imágenes se encuentran influenciados por una multitud de factores, estos hacen referencia a la intensidad de energía registrada por el sensor en una determinada banda. Cada cubierta de usos/ocupación de la tierra tiene determinados tonos según la banda espectral del satélite que se utilice. Por otra parte la composición coloreada de distintas bandas espectrales de una misma escena produce un aumento de la información disponible para poder interpretar una determinada imagen.
- **Patrón:** es el arreglo espacial de un conjunto de objetos o asociaciones de objetos similares, así como la repetición sistemática de formas (CIAF 2004).
- **Textura:** esta cualidad hace referencia a la aparente suavidad o rugosidad de determinadas áreas de la imagen y es fruto de la relación entre el tamaño de los objetos representados en la imagen y la resolución espacial del sistema sensor. Dentro de cierto rango de escalas, la textura con que aparecen en la imagen

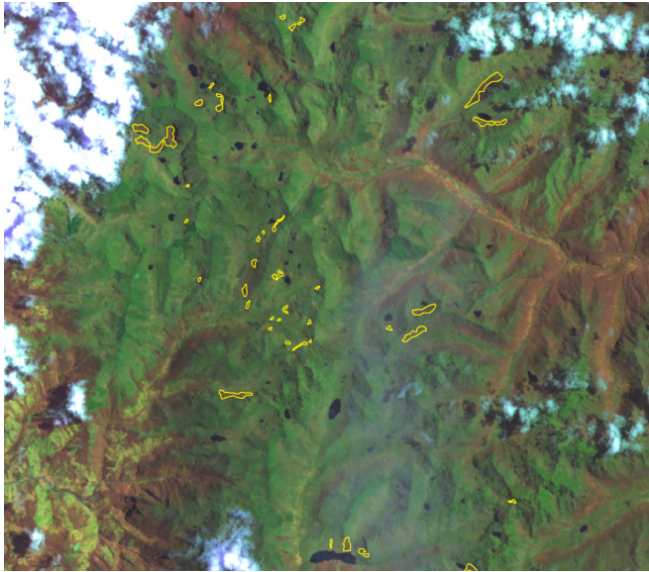
grupos de objetos puede ser distintivo suficiente para servir de indicio cierto para la identificación de los objetos.

- **Posición geográfica:** determinadas cubiertas de interés pueden ser discriminadas con criterios de interpretación basados en el conocimiento del área de estudio por parte del intérprete. El contexto espacial es imposible de abordar por técnicas digitales y permite afinar los resultados de cualquier tipo de interpretación.

#### 4.3.2 Identificación de bosques de *Polylepis*.

Con base en los criterios de interpretación expuestos se realiza la identificación e interpretación visual de los bosques de *Polylepis* (Figura 9).

- **Forma:** su forma es irregular. No existe un patrón definido, se pueden observar los límites de los bosques de *Polylepis* claramente con relación a las áreas de páramo que los rodean.
- **Tamaño:** su tamaño es variable desde pequeñas hasta medianas extensiones.
- **Tono y color:** para composiciones RGB 453 el bosque tiene tonalidades que varían un poco desde el color rojo al marrón oscuro.
- **Patrón:** se caracteriza por estar asociado a zonas donde la intervención humana es baja a media en zonas de alta montaña.
- **Textura:** esta varía un poco, se observa una textura que va desde fina a homogénea en algunos bosques hasta muy fina, en general con rugosidad muy baja a nula.
- **Posición geográfica:** los bosques de *Polylepis* crecen en laderas inclinadas y muy inclinadas, preferiblemente en lugares abrigados también es frecuente encontrarlos en zonas planas y por lo



**Figura 9.** Identificación de parches de bosques de *Polylepis* en el nevado de Huila. **A.** Imagen de satélite Landsat 7, RGB 453; **B.** Panorámica de un bosque de *Polylepis*. © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)

general sobre derrubios rocosos, turberas, agrupaciones de bloque y taludes de montaña; American Bird Conservancy (2007), definió para el análisis de la posición topográfica la escala de categorías dada por Godron *et al.* (1968). Dicha escala contempla las siguientes posiciones topográficas: escarpe, ladera alta, ladera media, ladera baja, cumbre redondeada y plano o fondo de valle (**Figura 10**).

Una vez definidos y ajustados los criterios y patrones de interpretación, se realizó la interpretación visual en pantalla de las imágenes de satélite Landsat, escena por escena, de las unidades de bosques de *Polylepis*.

## 4.4 Edición

El proceso de edición hace referencia a la revisión y corrección sistemática de seguimiento del avance de las diferentes actividades que se deben adelantar en cada una de etapas del proceso de interpretación, con el fin de garantizar la calidad geométrica, temática y topológica de la información geográfica.

### 4.4.1 Control de calidad temática. Corres-

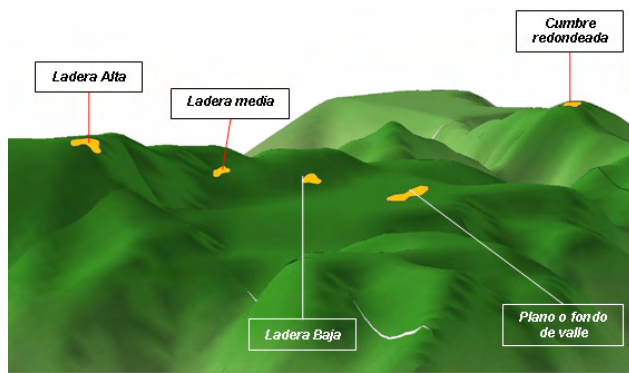
ponde a un proceso de revisión y corrección sistemático que se adelantó sobre cada una de las áreas principales interpretadas, estas áreas corresponden a las tres cordilleras, al finalizar la interpretación de cada una de estas grandes áreas, se realizó una revisión temática general con el propósito de evaluar y garantizar confiabilidad y exactitud temática y espacial.

Uno de los procesos más importantes en esta etapa de la generación del mapa fue la de evaluar la exactitud de los polígonos en cuanto a su delimitación, codificación y nivel de detalle. Las inconsistencias debido a una incorrecta delimitación y/o asignación de códigos, son ajustados y corregidos directamente, garantizando la consistencia del proceso cartográfico.

### 4.4.2 Control de calidad topológica.

En esta etapa se evalúa el proceso de delimitación de los parches de bosque de *Polylepis* interpretado, analizando los aspectos técnicos alusivos a la relación entre cada uno de ellos en lo que tiene que ver con posibles inconsistencias asociadas a la presencia de polígonos sin cerrar completamente, existencia de polígonos con el mismo código, polígonos con más de un código, entre otros.





**Figura 10.** Diagrama general de posición topográfica según la escala propuesta por Godron *et al.* (1968). © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)

Este proceso es realizado paralelamente con el control de calidad temático y en la generación de los análisis geográficos.

#### 4.5 Tabla de atributos

American Bird Conservancy (2007) elaboró una tabla de 35 atributos basada en los criterios expuestos para determinar la “prioridad de conservación” de los bosques de *Polylepis*, estos criterios son el resultado de la unión y adaptación del material proveniente de varios artículos y libros, de los criterios expuestos en *Con-Polylepis II* en el “informe de país de Bolivia” (**Anexo 1**).

#### 5. Alcances y limitaciones

El objetivo principal del proyecto es proteger los bosques de *Polylepis* de las vertientes de las montañas de los Andes, hábitats de varias especies en vía de extinción. (Fundación ProAves, 2007). Basados en este marco la Fundación ProAves adelantó el Proyecto SIG *Polylepis*, cuyo alcance principal es realizar la delimitación de los bosques de *Polylepis* existentes en los Andes colombianos.

El estudio estuvo limitado a la generación de una mapa escala 1:1.000.000 de los bosques de *Polylepis* existentes en el país. Sin embargo la escala de presentación dada la resolución y el tamaño de los bosques no permite una adecuada visualización de las áreas de interés; así mismo las limitaciones de

la técnica empleada, la ausencia de recorridos de campo, el corto tiempo para el desarrollo del estudio y el nivel de detalle requerido no estaban dentro del desarrollo del convenio, razón por la cual el producto final de este estudio debe ser objeto de verificación a un nivel más detallado, por estas razones esta información sirve como una referencia válida y una aproximación a la delimitación y ubicación de los bosques de *Polylepis* en Colombia.

### 6. Resultados

#### 6.1 Mapa general de identificación de áreas potenciales de bosques de *Polylepis* en los Andes colombianos

Finalizado el proceso de interpretación de las tres cordilleras y realizada la edición de la información temática, se generó el mapa que contiene la interpretación y delimitación de los bosques de *Polylepis*. Con el apoyo de una de las herramientas básicas del SIG se realizó el cálculo del área total de los bosques de *Polylepis* en los Andes colombianos, resultando una superficie total de 3058,02 ha; distribuidas en 828 parches de bosque y presentes en 17 departamentos a lo largo de las tres cordilleras.

En la **Tabla 4** se presentan los resultados generales por cordillera. El mayor número de parches de bosques se encuentra en la Cordillera Central, allí se registró un total de 442 parches, con un área de 1893,07 ha que corresponden al 61,9% del área total de bosques de *Polylepis*.

Los datos generales de la interpretación arrojaron que 79,9% de los parches de *Polylepis* tienen menos de 5 ha, el 14,2% tienen entre 5 y 10 ha, el 3,6% entre 10 y 15 ha y el 2,5% restante son áreas de bosques mayores a 15 ha (**Figura 11**).

El hecho de que casi el 80% de los parches de bosques de *Polylepis* identificados sean menores de 5 ha, es una evidencia clara del alto nivel de transformación y fragmentación, representando la fragilidad de estos bosques y demostrando su vulnerabilidad ante la presión generada por el hombre.

**Tabla 4.** Resultados generales de la identificación de bosques de *Polylepis* en los Andes colombianos.

Cordillera	Número de parches	Área ha	% área
Oriental	362	1032,21	33,75
Central	442	1893,07	61,9
Occidental	24	132,74	4,94
Total	828	3058,02	100,59

**6.1.1 Posición topográfica.** Del análisis realizado a partir del modelo digital de elevación (MDE) fue posible determinar la posición topográfica de los parches de bosques de *Polylepis* identificados, de estos el 48,3% se encuentra ubicado en ladera media y un 24,1% en áreas planas o fondo de valle. De lo anterior es posible inferir que las condiciones bióticas y abióticas en esta posición topográfica favorecen el establecimiento de estos bosques y permite un mayor desarrollo de la especie (**Figura 12**).

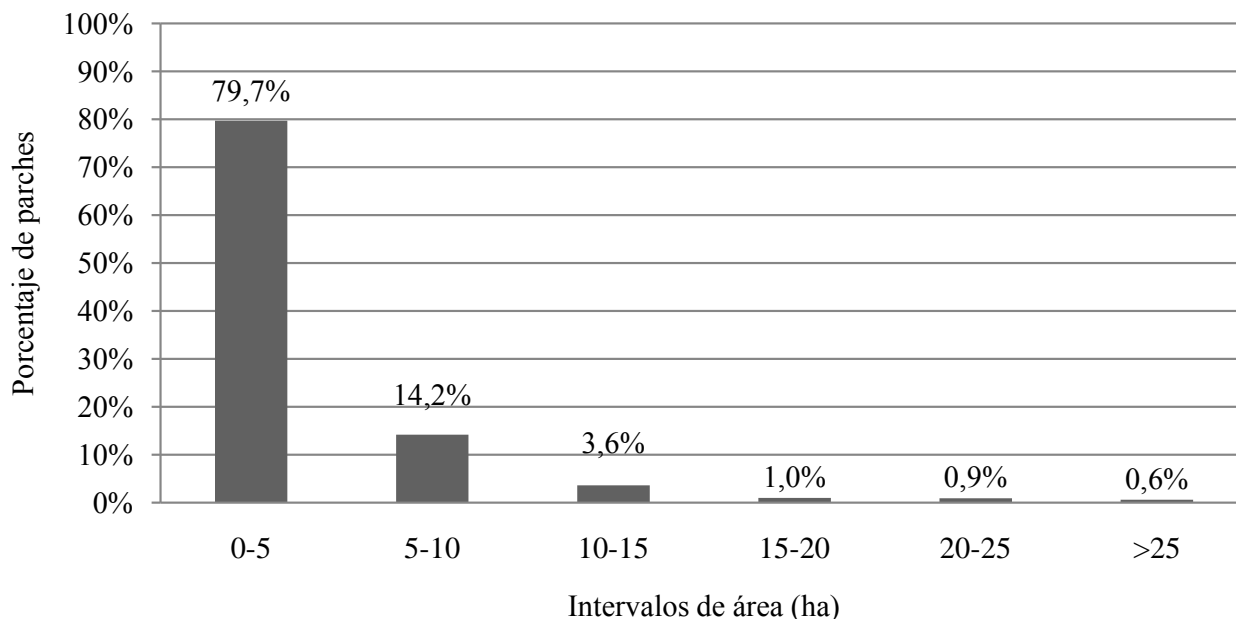
**6.1.2 Distribución altitudinal.** El análisis de distribución altitudinal de los bosques de *Polylepis* identificados arrojó que el 68,8% del área de bosques se encuentran distribuidos entre los 3500 y 3900 m; encontrándose el pico

de distribución mayor alrededor de los 3700 m (**Figura 13**).

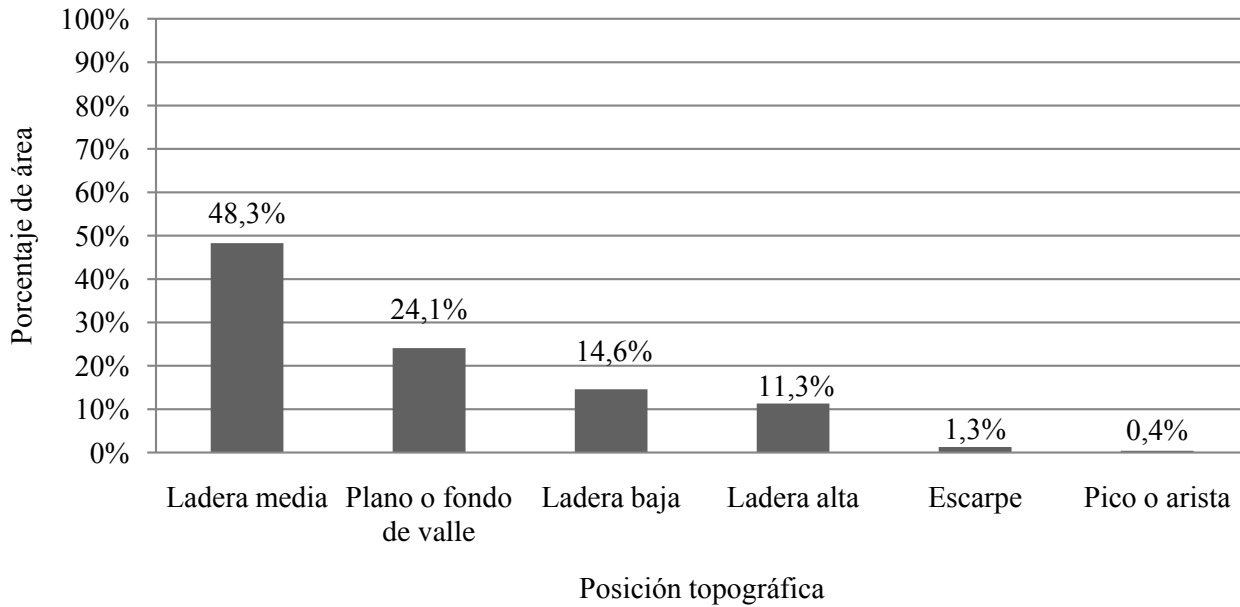
Estos datos indican que los bosques de *Polylepis* que pueden llegar a ser afectados por la extensión de la frontera agrícola son alrededor del 6% del total del área detectada. En algunos casos en la Cordillera Oriental la presión sobre los bosques puede llegar a ser hasta el 11% del área total de bosques de *Polylepis*.

**6.1.3 Contexto paisajístico.** El análisis del contexto paisajístico es uno de los criterios principales en la determinación de las prioridades de conservación de los bosques de *Polylepis* (American Bird Conservancy 2007).

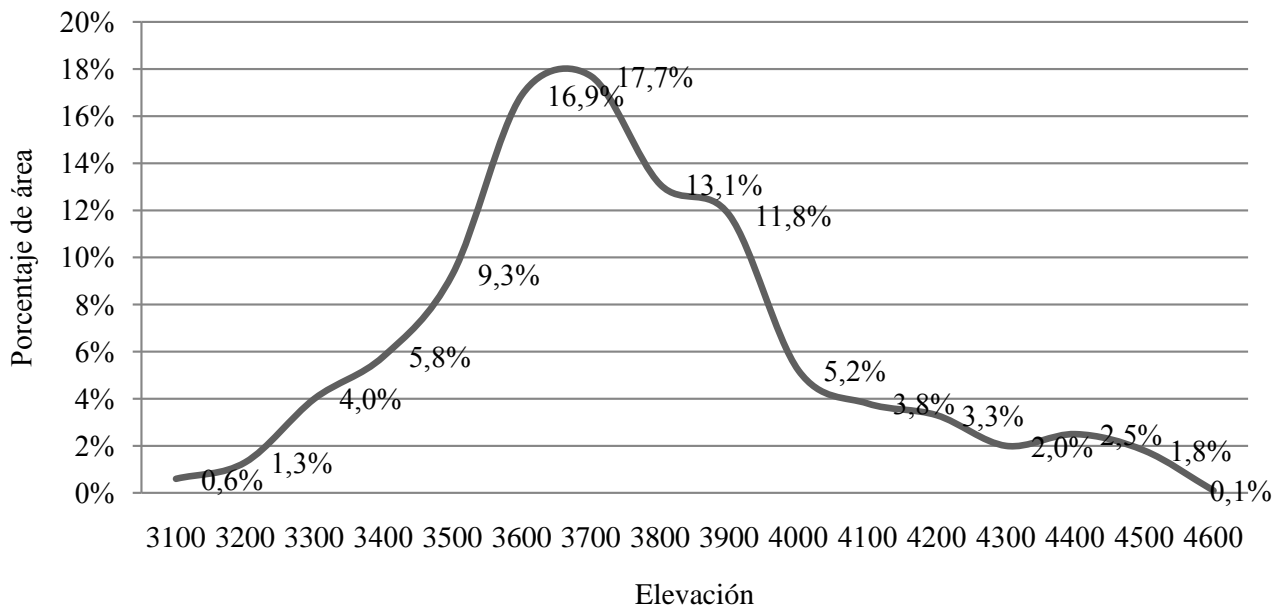
El análisis de este criterio fue el resultado de la



**Figura 11.** Porcentaje de parches de bosques de *Polylepis* por intervalo de área. © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)



**Figura 12.** Porcentaje de área de bosques de *Polylepis* por posición topográfica. © Fundación ProAves www.proaves.org



**Figura 13.** Distribución altitudinal de los bosques de *Polylepis*. © Fundación ProAves www.proaves.org

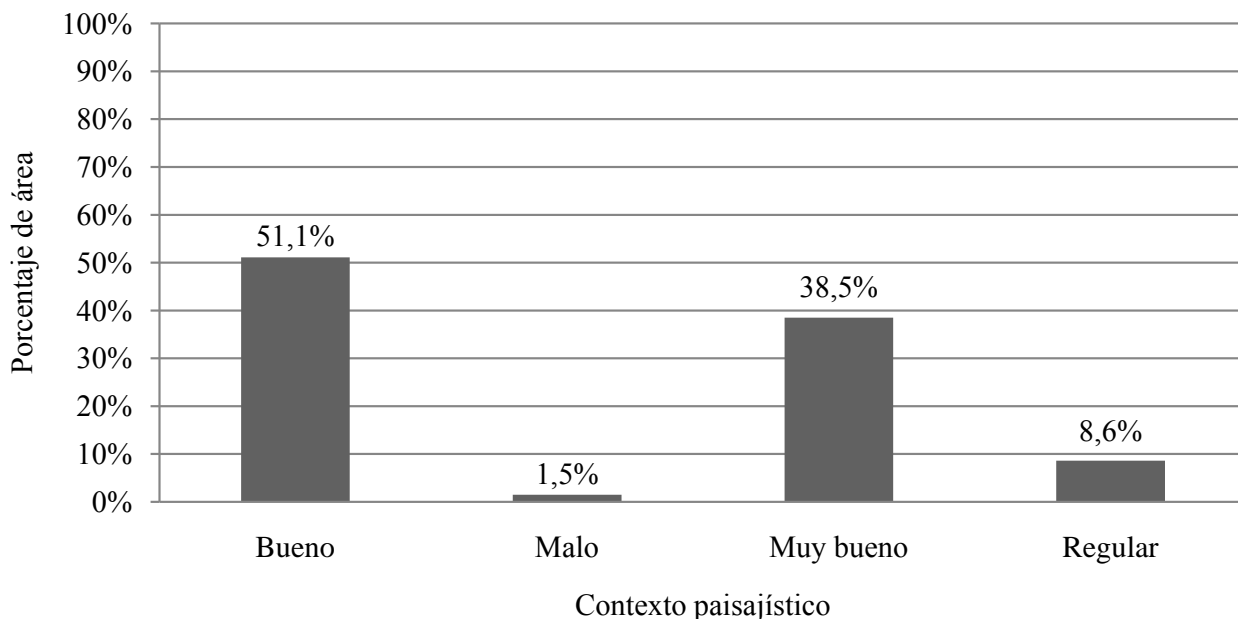
interpretación visual de las imágenes de satélite donde se determinaron las condiciones y estado del paisaje de las áreas en las cuales se identificaron los bosques.

Como se observa en la **Figura 14**, los análisis indican que el 51% de los bosques de *Polylepis* se encuentran en áreas que registraron buenas condicio-

nes del contexto paisajístico, lo que significa que son áreas poco a medianamente fragmentadas alrededor del 25 al 50%, los factores antrópicos como agricultura de subsistencia y pastoreo extensivo fueron detectados con baja densidad de ocurrencia.

En estas áreas los bosques de *Polylepis* aun no están afectados directamente y existe conectividad





**Figura 14.** Porcentaje de área de bosques de *Polylepis* por contexto paisajístico. © Fundación ProAves www.proaves.org

con otras áreas boscosas es importante resaltar que el ganado en estas áreas aun no ha afectado el bosque.

El 38,5% de las áreas de bosques de *Polylepis* están rodeadas de amplios ecosistemas de alta montaña (>80%), además existen otros bosques en distancias medias y cortas, algunos de ellos se encuentran en áreas protegidas ya establecidas y poseen bajos índices de amenaza.

El 10,45% restante está afectado por degradación y fragmentación de su ecosistema (>70%), alterado por actividades humanas. La conectividad con otros ecosistemas naturales es nula. Es muy probable que el fuego haya afectado la zona, incluyendo el bosque de *Polylepis*, el ganado ha invadido o usa el bosque; en casos muy extremos El bosque se mantiene como una ‘isla’ de ecosistema natural, sin conectividad alguna con otros sistemas naturales.

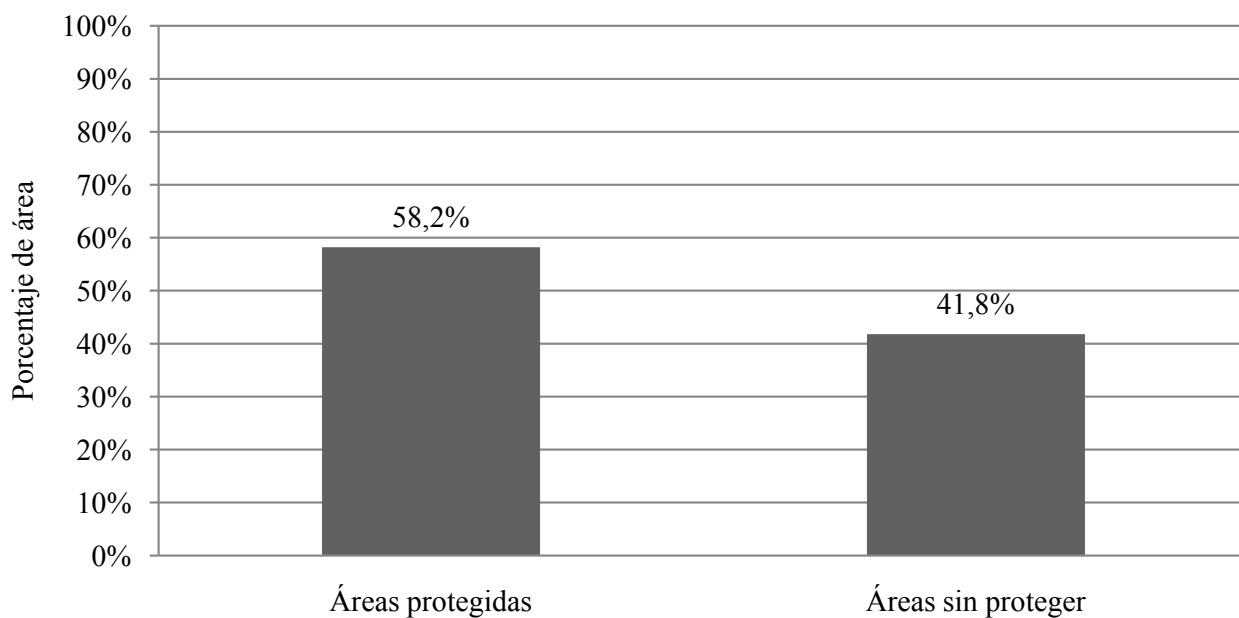
**6.1.4 Áreas protegidas y sin protección.** Algunas de las áreas de mayor importancia ecológica protegidas por el Sistema de Parques Nacionales Naturales son los ecosistemas de páramo, a pesar de esto más allá de estas áreas protegidas

existen ecosistemas de páramo en un grave peligro ecológico, los cuales soportan una fuerte presión antropogénica derivada de la extensión de la frontera agrícola, sobrepastoreo, tala, incendios forestales y hasta cultivos ilícitos.

Dentro de las áreas protegidas por Parques Nacionales fue reconocido un 58,2% del total del área de bosques de *Polylepis* identificados, esto respalda el por qué de los valores tan altos registrados en los análisis del contexto paisajístico; sin embargo el hecho de que los bosques de *Polylepis* se encuentren dentro de áreas protegidas en algunos casos no son garantía de reducción en los niveles de amenaza sobre ellos.

El 41,8% restante se encuentra en áreas desprotegidas siendo por esta razón objeto de preocupación por su alta probabilidad de ser afectadas por actividades antropogénicas las cuales pueden alterar la estabilidad e integridad de estos fragmentos de bosque en el tiempo (**Figura 15**).

Paralelamente es preciso anotar que alrededor del 45% del área total de bosques identificados de *Polylepis* no están amenazados o tienen un nivel



**Figura 15.** Bosques de *Polylepis* en áreas protegidas y no protegidas. © Fundación ProAves www.proaves.org

muy bajo de amenaza, sin embargo se identifican bosques que a pesar de estar dentro de áreas protegidas su área posee niveles de amenaza medio y alto (10 y 3,5% respectivamente) similares a los índices calculados para áreas fuera del sistema de áreas protegidas.

Es importante revisar este resultado, con el fin de verificar el papel de algunas áreas protegidas entorno a la conservación del ecosistema en general, dado que la presión no es ejercida directamente sobre los bosques de *Polylepis*, pero sí afecta severamente su entorno, aumentando los factores de riesgo que alimentan los procesos de fragmentación de los mismos.

Es preciso fortalecer ese sistema con el fin de mejorar las condiciones en las áreas limítrofes del sistema de áreas protegidas, ya que es en estas donde se están desarrollando lentamente procesos que contribuyen al detrimento ambiental del ecosistema.

**6.1.5 Amenazas.** Siguiendo la clasificación de amenazas propuesta en los criterios para determinar la “prioridad de conservación” de los bosques de *Polylepis* (American Bird Con-

servancy, 2007) son el resultado de la unión y adaptación del material proveniente de varios artículos y libros, de los criterios expuestos en *Con-Polylepis II* (American Bird Conservancy, 2007) en el “informe de País de Bolivia”. (**Anexo1**). El presente estudio estableció un paralelo de la valoración de los niveles de amenaza en áreas protegidas y áreas sin protección (**Figura 16**).

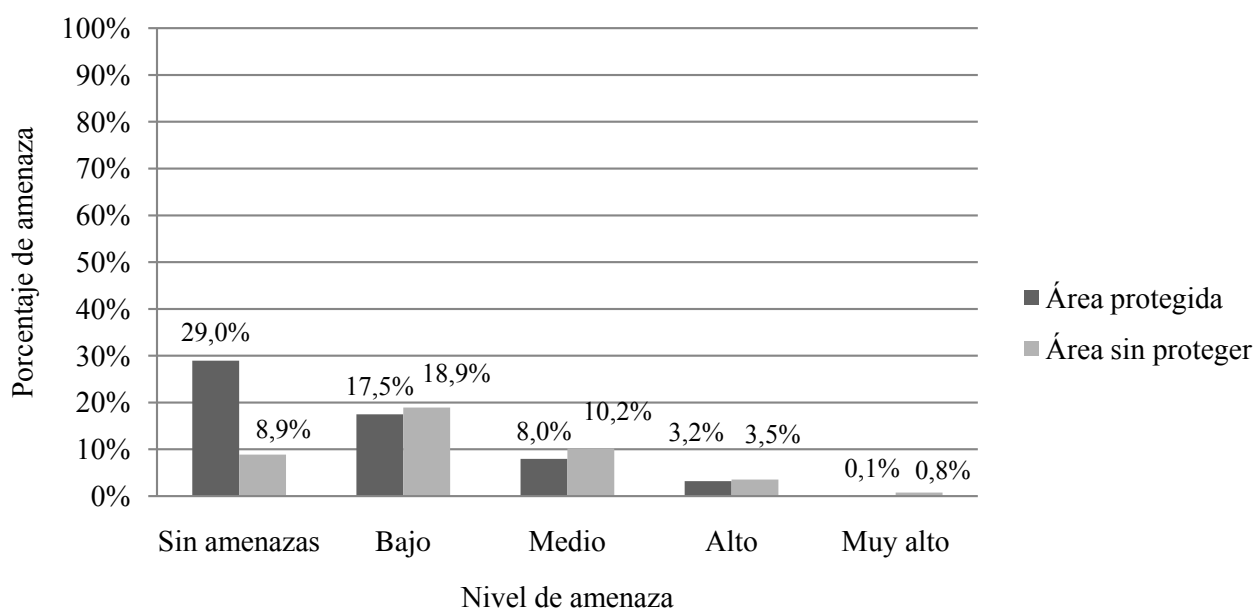
Para mayor detalle en la **Tabla 5**, se registran los datos estadísticos de los niveles de amenazas detectados tanto en áreas protegidas, como áreas sin protección.

Es importante resaltar que el 37,82 % del área total de bosques de *Polylepis* identificados para el país no fueron detectadas amenazas que puedan poner en peligro su existencia y un 36,42 % posee una amenaza baja, esto asociado a los resultados de información de posición topográfica, muestra como la dificultad e inaccesibilidad por factores topográficos mantienen una barrera que aísla con bastante éxito un alto porcentaje de los bosques identificados (**Tabla 6**).

Por otra parte 18,17% presenta un nivel de amenaza medio lo cual indica que de no tomarse medi-

**Tabla 5.** Nivel de amenaza los bosques de *Polylepis* en áreas protegidas y no protegidas.

Nivel de amenaza	% área sin proteger	% área protegida	% total
Sin Amenazas	8,88	28,95	37,82
Bajo	18,94	17,48	36,42
Medio	10,20	7,97	18,17
Alto	3,54	3,21	6,76
Muy alto	0,77	0,06	0,83
Total	42	58	100



**Figura 16.** Nivel de amenaza de los bosques de *Polylepis* en áreas protegidas y no protegidas. © Fundación ProAves www.proaves.org

das conservacionistas en los próximos años se perderán entre el 25 y 50% del área de estos bosques.

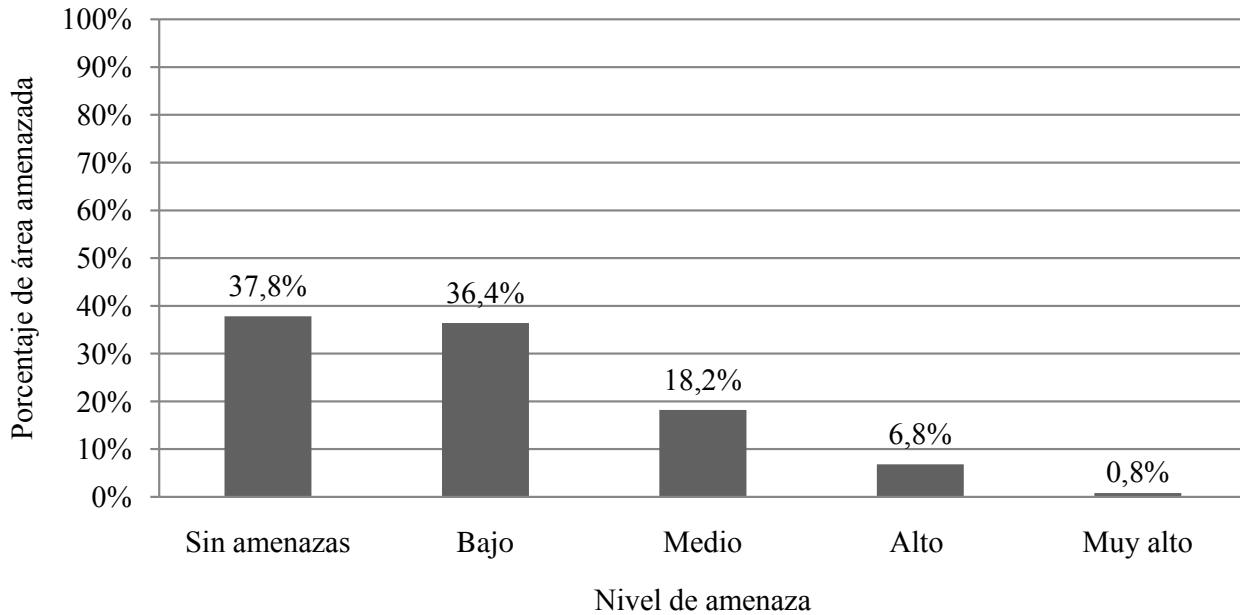
El 6,76 % del área de bosques presenta un nivel de amenazas alto, lo cual sugiere que en los próximos 10 años se perderá entre 50 y 75% del bosque aún tomando medidas conservacionistas.

Se encontró un área de 0,83% del total de los bosques identificados con nivel de amenaza muy alto, el cual según los criterios establecidos por American Bird Conservancy en los próximos 10 años se perderá más del 75% del bosque aún tomando medidas conservacionistas (**Figura 17**).

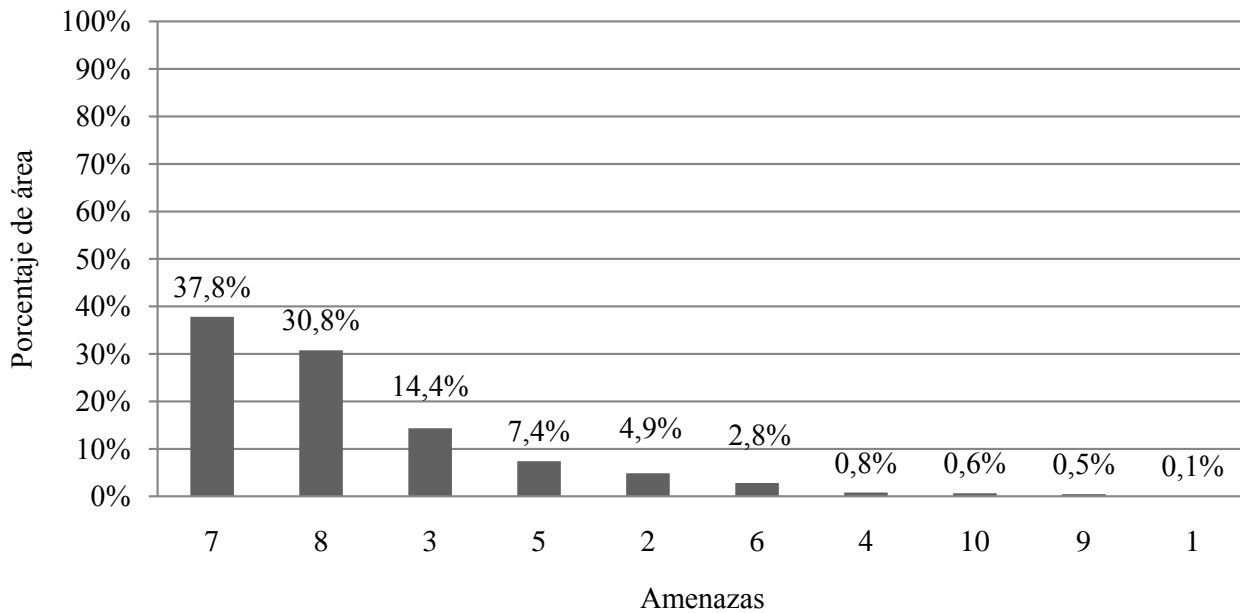
En general el 62,18% del área total de los bosques de *Polylepis* colombianos presentan algún tipo de amenaza, de este porcentaje el 30,7% por tala y el 14,3 % por ampliación de la frontera agrícola (**Figura 18**).

Las amenazas detectadas en el análisis no son nuevas, ya han sido descritas y comentadas por diversos autores en estudios anteriores, aquí se identificaron nuevamente por medio del análisis visual del contexto paisajístico de las áreas cercanas, determinando de esta forma como los bosques de *Polylepis* frecuentemente se encuentran en continua vulnerabilidad por presión antrópica (tala, am-





**Figura 17.** Porcentaje de área de bosques de *Polylepis* por nivel de amenaza. © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)



**Figura 18.** Porcentaje de área de bosques de *Polylepis* por tipo de amenaza. © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)

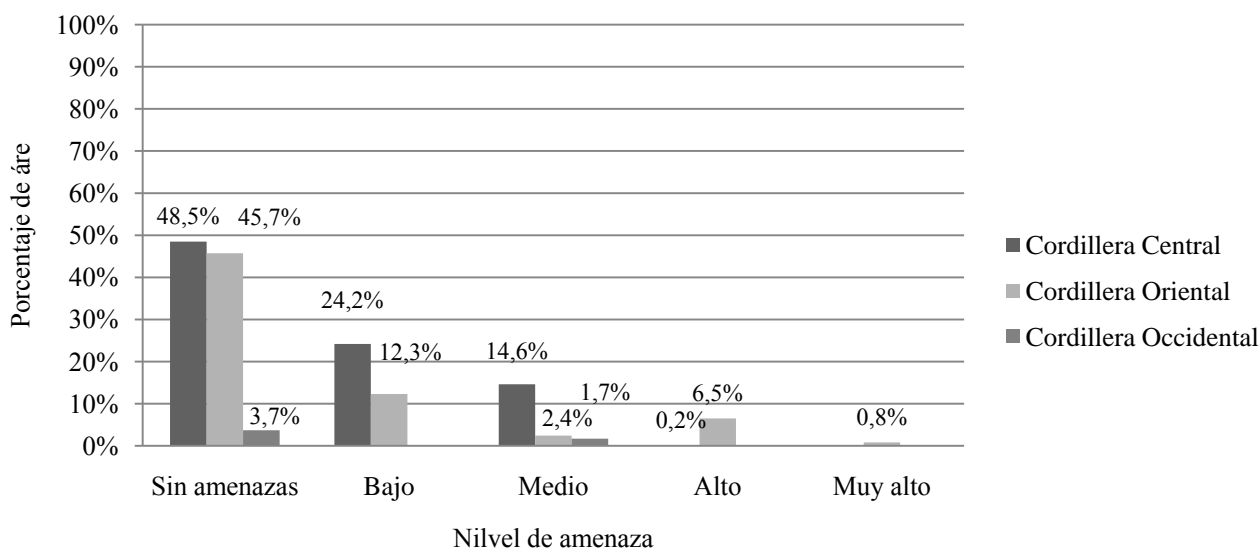
pliación de la frontera agrícola y sobrepastoreo), estas causas principales de amenaza sin dejar de lado otras que aunque no tienen un alto porcentaje de ocurrencia, si es preciso ejercer monitoreo para determinar su evolución en el tiempo.

La **Figura 19** y la **Tabla 7** muestran un panorama

general de las tres cordilleras en cuanto a los niveles de amenaza detectados, es evidente el alto porcentaje de bosques para los cuales no se identificó una amenaza (37,8%), también se debe resaltar que el 36,4% de áreas de bosque tienen un valor de amenaza baja, contrastando con este panorama esperanzador se encontró porcentajes significati-

**Tabla 6.** Porcentaje de área de bosques amenazados por factores de amenaza.

Código	Amenaza	% área
7	Sin Amenazas	37,82
8	Tala	30,76
3	Ampliación de la frontera agrícola, tala	14,35
5	Fuego	7,42
2	Ampliación de la frontera agrícola, sobrepastoreo tala	4,87
6	Fuego, tala	2,83
4	Erosión del suelo	0,79
10	Tala, erosión del suelo	0,64
9	Tala, ampliación de la frontera agrícola	0,46
1	Ampliación de la frontera agrícola	0,05



**Figura 19.** Porcentaje de área de bosques de *Polylepis* por nivel de amenaza en las cordilleras colombianas. © Fundación ProAves www.proaves.org

vos del 6,5% y 0,8% de amenaza alta y muy alta respectivamente en la Cordillera Oriental.

Los niveles de amenaza alta y muy alta fueron registrados en la Cordillera Oriental, en la cual la problemática derivada de la fuerte presión generada por los cultivos de papa y la extensión de su frontera hacia las áreas de páramo, acompañada por los procesos de tala para la obtención de madera para leña y en algunos casos para postes de

cerca han generado el detrimento de los relictos de bosques de *Polylepis* presentes allí. Las áreas sin amenazas o con un bajo nivel de amenazas se encuentran distribuidas a lo largo de las áreas protegidas de esta cordillera.

En el caso de la Cordillera Central desempeñan un papel importante dos factores: el porcentaje de área de bosques que se encuentran dentro de áreas protegidas y la inaccesibilidad en que se encuentran

**Tabla 7.** Porcentaje de área de bosques de *Polylepis* por nivel de amenaza en las cordilleras colombianas.

Nivel de amenaza	Cordillera			Total
	Occidental	Oriental	Central	
Sin Amenazas	3,7	15,7	18,5	37,8
Bajo	-	12,3	24,2	36,4
Medio	1,2	2,4	14,6	18,2
Alto	-	6,5	0,2	6,8
Muy Alto	-	0,8	-	0,8
<b>Total</b>	<b>4,9</b>	<b>37,7</b>	<b>57,5</b>	<b>100</b>

muchos de los fragmentos de bosque, permitiendo por estas razones que los niveles de amenaza sean nulos en un 18,5%, bajos en un 24,2%, medio en un 14,6% y alto en un 0,2% del área total de bosques identificados en esta cordillera. Sin embargo estos valores implican que es de suma importancia conservar los bosques presentes en esta área dada sus características de conservación.

El panorama positivo que indican los niveles de amenaza para la Cordillera Occidental dados los valores nulos de amenaza identificados, sustentan la importancia de áreas de protección alrededor de estos ecosistemas de interés, así mismo la posibilidad de restaurar y proteger áreas de bosques que aun presentan viabilidad en el desarrollo de actividades de restauración, protección y conservación.

**6.1.6 Bosques identificados con “prioridad de conservación”.** Según los criterios expuestos para determinar la “prioridad de conservación” de los bosques de *Polylepis* propuestos por American Bird Conservancy (2007), fueron identificados 51,2% del área total de bosques con prioridad alta de conservación y un 13,7% con prioridad muy alta de conservación (**Tabla 8 y 9, Figura 20**).

Los valores altos registrados en este ítem corresponden a los bosques de *Polylepis* que registraron bajos niveles de amenaza, están ubicados dentro de áreas protegidas y/o contexto paisajístico bueno a muy bueno.

## 7. Conclusiones

- Por la escala de trabajo, la extensión del proyecto y la cantidad de elementos de análisis, este estudio se debe tomar como una referencia para el estudio de distribución de los bosques de *Polylepis* que debe ser sometida a validación en campo y análisis e interpretaciones detalladas con el fin de corroborar y validar los resultados obtenidos.
- El área total de bosques de *Polylepis* identificados por medio de interpretación de imágenes de satélite en los Andes colombianos, es de 3058,02 has; distribuidas en 828 parches de bosque y presentes en 17 departamentos a lo largo de las tres cordilleras.
- El mayor número de parches de bosques se encuentra en la Cordillera Central, en total son 442, con un área de 1893,07 ha que corresponden al 61,9% del área total de bosques de *Polylepis*.
- El 80% de los parches de bosques de *Polylepis* identificados tienen un área menor de cinco hectáreas, resultado que evidencia claramente el alto nivel de transformación y fragmentación, representando la fragilidad de estos bosques y demostrando su vulnerabilidad ante la presión generada por el hombre.
- El 48% de los bosques se encuentran

**Tabla 8.** Sitios donde fueron identificados bosques de *Polylepis* con prioridad muy alta de conservación.

Cordillera	Departamento	Municipio
Oriental	Santander	Charala
		Onzaga
		Encino
		Coromoro
	Boyacá	Duitama
		Santa Rosa de Viterbo
		Belén
	Tutaza	
Central	Nariño	Cumbal
Occidental	Antioquia	Urrao

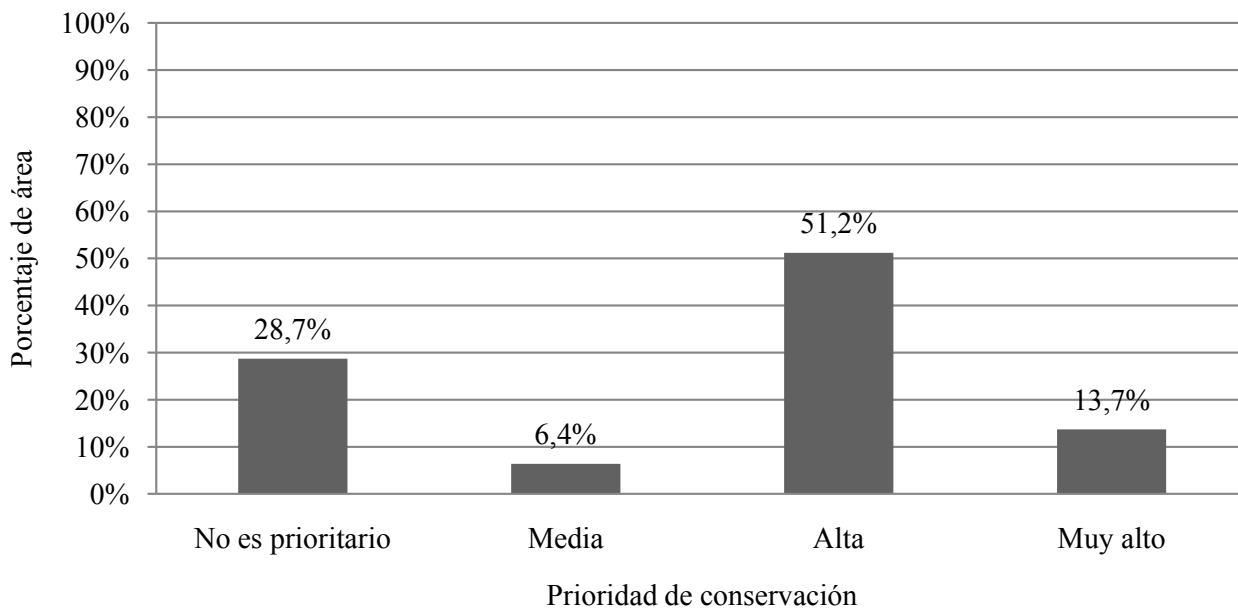
ubicados en ladera media y un 24% en áreas planas o fondo de valle, derivado de estos resultados es posible establecer que las condiciones bióticas y abióticas más favorables para el desarrollo de la especie se encuentran en esta posición topográfica favoreciendo el establecimiento y buen desarrollo de los bosques.

- El 51% de los bosques de *Polylepis* se encuentran en áreas que registraron buenas condiciones del contexto paisajístico, lo que significa que son áreas poco a medianamente fragmentadas alrededor del 25 al 50 %, los factores antrópicos como agricultura de subsistencia y pastoreo extensivo fueron detectados con baja densidad de ocurrencia.
- El 10,4% está afectado por degradación y fragmentación del ecosistema (>70%), alterado por actividades humanas. La conectividad con otros ecosistemas naturales es nula, es muy probable que el ganado haya invadido o use el bosque; en casos muy extremos. En estas áreas el bosque se mantiene como una “isla” de ecosistema natural, sin conectividad alguna con otros sistemas naturales.
- Dentro de las áreas protegidas por Parques Nacionales fue reconocido un 58,2% del total del área de bosques de *Polylepis* identificados, sin embargo es importante prestar especial atención a este resultado, con el fin de verificar el papel de algunas áreas protegidas entorno a la conservación del ecosistema en general, dado que la presión no es ejercida directamente sobre los bosques de *Polylepis*, pero sí afecta severamente su entorno, aumentando los factores de riesgo que alimentan los procesos de fragmentación.
- El 37,8 % del área total de bosques de *Polylepis* identificados no están amenazados y el 36,4 % poseen una amenaza baja; estos resultados pueden estar asociados a la dificultad e inaccesibilidad favorecida por factores topográficos que mantienen una barrera que aísla con bastante éxito un alto porcentaje de los bosques identificados ya que aproximadamente el 70% de los bosques están ubicados en laderas.
- En general el 62,18% del área total de los bosques de *Polylepis* colombianos presentan algún tipo de amenaza, de este porcentaje el 30,7% por tala y el



**Tabla 9.** Sitios donde fueron identificados bosques de *Polylepis* con prioridad alta de conservación.

<b>Cordillera</b>	<b>Departamento</b>	<b>Municipio</b>
Oriental	Arauca	Tame
	Boyacá	Chiscas
		El Cocuy
		Guican
		Tasco
	Cundinamarca	Cabrera
		Choachi
		Fomeque
		Guasca
		Junín
	Huila	La Calera
		Colombia
	Meta	La Uribe
Mesetas		
San Luís de Cubarral		
Bogotá D.C.	Bogotá D. C.	
Central	Caldas	Villamaría
	Cauca	Corinto
		La Vega
		Miranda
		Páez
		Puracé
		Toribio
	Huila	Isnos
	Nariño	Consaca
		Cumbal
		Guachucal
		Mallama
		Pasto
		Sapuyes
		Tangua
		Tuquerres
		Yacuanquer
	Quindío	Salento
	Risaralda	Pereira
		Santa Rosa de Cabal
	Tolima	Anzoátegui
		Casabianca
		Chaparral
Ibagué		
Murillo		
Planadas		
Rioblanco		
Santa Isabel		
Valle	Buga	
	Palmira	



**Figura 20.** Porcentaje de área de bosques de *Polylepis* por prioridad de conservación. © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)

14,3% por ampliación de la frontera agrícola.

- Los mayores niveles de amenaza fueron registrados en la Cordillera Oriental, allí la problemática derivada de la fuerte presión generada por los cultivos de papa y la extensión de su frontera hacia las áreas de páramo, acompañada por los procesos de tala para la obtención de madera para leña y en algunos casos para postes de cerca han generado el detrimento de los relictos de bosques de *Polylepis*.
- En la Cordillera Oriental las áreas sin amenazas o con un bajo nivel de amenazas se encuentran distribuidas a lo largo de las áreas protegidas.
- La Cordillera Central registra niveles nulos de amenaza para los bosques de *Polylepis* en un 18,5%, bajos en un 24,2%, medio en un 14,6% y alto en un 0,2% del área total de bosques identificados; por esta razón es de suma importancia impulsar y fortalecer las acciones

de conservación de los bosques presentes en esta área debido al buen estado y alta viabilidad de conservación que los caracteriza.

- En el caso del buen estado de conservación de los bosques de la Cordillera Central desempeñan un papel muy importante dos factores: el porcentaje de área de bosques que se encuentran dentro de áreas protegidas y la inaccesibilidad en que se encuentran muchos de los fragmentos identificados.
- Los niveles de amenaza indican un panorama positivo para la Cordillera Occidental, en esta se obtuvieron valores nulos de amenaza, este resultado da sustento a la importancia de las áreas de protección alrededor de estos ecosistemas de interés, así mismo la posibilidad de restaurar y proteger áreas de bosques que aun presentan viabilidad en el desarrollo de actividades de conservación.

---

## 8. Bibliografía

American Bird Conservancy, 2007. Criterios para determinar la "Prioridad de Conservación" de los bosques de *Polylepis*. Documento de trabajo.

Arnal, H., A. Sampson, C. Auca, G. Navarro, W. Ferreira, K. Romoleroux, D. Caro, I. Teich, H. Torres, C. Antezana, S. Arrazola, J. Balderrama, S. Beck, S. Burneo, A. Choque, N. De la Barra, Y. Fandiño, G. Ferro, I. Gómez, G. Guzmán, J. Herreros de Lartundo, J. Iglesias, M. Mercado, W. Palomino, D. Renison y E. Samochuallpa. 2007. Mapa de Bosques Altiandinos de *Polylepis* Prioritarios para Conservación. En H. Arnal (Ed.): En preparación. *Contribución al conocimiento de los bosques Altiandinos de Polylepis y su avifauna: distribución, diversidad y estado actual*. Comunidad Andina – American Bird Conservancy, Lima, Perú.

Centro De Investigación En Percepción Remota -CIAF- IGAC-. 2004. Notas de Clase. Fundamentos De Sistemas de Información Geográfica, IGAC.

Etter, A. 1998. Mapa general de los Ecosistemas del Colombia. Instituto de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Disponible en: <http://www.humboldt.org.co/unisig/ecosistemas/colombia/>

Fjeldså, J. & M. Kessler. 1996. Conserving the Biological Diversity of *Polylepis* Woodlands of the Highland of Peru and Bolivia. A Contribution to Sustainable Natural Resource Management in the Andes. NORDECO, Copenhagen, 250 pp

Fundación ProAves, 2007. Documento de Trabajo "esperanza para los bosques de *Polylepis*", Taller Lineamientos estratégicos para la Conservación de los bosques de *Polylepis* en Colombia. Bogotá.

Godron M. .P. Daget. L. Emberger. G. Long, E. Le Floch. J. Poissonet. C. Sauv Age & J. P. W Acquand .Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. C.N.R.S. Paris (1968) 296 pp.

Hedberg, O. 1964. Features of Afroalpine plant ecology. *Acta Phytogeogr. Suecica* **49**: 1-144.

IDEAM. 2002. Páramos y ecosistemas altoandinos de Colombia en condición HotSpot & Global Climatic Tensor. Bogota Colombia. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/publica/Paramos/Capitulo5.PDF>

Instituto de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH). 2000. Mapa Ecosistemas de los Andes Colombianos. Disponible en: <http://www.humboldt.org.co/unisig/ecosistemas/andes/>

Melo L. & Camacho M, 2005. Interpretación visual de imá-

genes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogota Colombia.

Rangel-Ch, O. 2000. Convenio de Cooperación Científica No 001/1999 para la Caracterización e identificación de Unidades de Coberturas Vegetales para la Cuenca del Río Grande de la Magdalena. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias - Instituto de Ciencias Naturales – IDEAM. Bogotá. Versión Electrónica.

Rangel, J. O. (ed.). 2000a. Colombia. Diversidad Biótica. Volumen II, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 902 pp.

Rangel, J. O. (ed.). 2000b. Colombia. Diversidad Biótica. Volumen III, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 902 pp.

Rangel J.O & Arellano, H. 2007. Los bosques de *Polylepis* en Colombia: riqueza y amenazas para su conservación. Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Ciencias Naturales. Disponible en: [http://www.paramo.org/portal/files/recursos/Documento\\_de\\_trabajo\\_Polylepis\\_\\_\\_ProAves.pdf](http://www.paramo.org/portal/files/recursos/Documento_de_trabajo_Polylepis___ProAves.pdf)

## Anexos

### 1. Tabla de Atributos American Bird Conservancy, criterios expuestos para determinar la “prioridad de conservación” de los bosques de *Polylepis*.

Atributo	Descripción
ID	Código único para cada parche de bosque de <i>Polylepis</i> . Este código comenzará con la letra P, para hacer referencia al <i>Polylepis</i> , con las siguientes dos letras se identificara el país (AR, BO, PE, CO, VE, CH, EC) y por ultimo tres números para los bosques en si, por ejemplo: PAR001, PBO001, PCO001.
ID2	Si sus bosques ya poseen un identificador y quieren que éste se vea reflejado en la tabla de atributos del mapa, por favor ingresarlo en esta columna.
País	País de ubicación del bosque de <i>Polylepis</i> .
Estado / Provincia /Departamento	Detalles de la ubicación del bosque dependiendo del país y su división política-administrativa.
Distrito / Municipio	Distrito o municipio de ubicación del bosque de <i>Polylepis</i> .
Sector / Localidad	Detalles de la ubicación del bosque dependiendo del país y su división política-administrativa.
Lugar / Sitio específico	Detalles de la ubicación del bosque dependiendo del país y su división política-administrativa.
Centroide Coord_E	ESTE: Coordenadas del centroide del bosque en Proyección UTM, Datum horizontal WGS (1984).
Centroide Coord_N	NORTE: Coordenadas del centroide del bosque en Proyección UTM, Datum horizontal WGS (1984).
Altitud (m)	Altitud expresada en metros sobre el nivel del mar.
Temperatura media anual (°c)	Temperatura media anual expresada en grados centígrados.
Precipitación media anual (mm)	Precipitación media anual expresada en mm.
Tamaño (ha)	Tamaño del bosque expresado en hectáreas.
Ecorregión	Según Dinnerstein <i>et al.</i> (1995) <sup>1</sup> .
Posición topográfica	Según Godron <i>et al.</i> (1968).
Contexto paisajístico	Califica la condición del paisaje adyacente al bosque de <i>Polylepis</i> .
Condición	Califica la condición propia de los individuos que conforman el bosque.
Importancia taxonómica	Califica la importancia taxonómica de los bosques de <i>Polylepis</i> , según su contexto regional/nacional.



## Continuación

1. Tabla de Atributos American Bird Conservancy, criterios expuestos para determinar la "prioridad de conservación" de los bosques de *Polylepis*.

Atributo	Descripción
Especies de <i>Polylepis</i> en este bosque	Especies de <i>Polylepis</i> presentes en el bosque.
% de Dominancia / Cobertura	Expresar como porcentaje la cobertura de <i>Polylepis</i> en el estrato arbóreo y arbustivo o la dominancia, cualquiera de los parámetros que permita entender la importancia de <i>Polylepis</i> en este bosque.
Especies aves muy especializadas en bosques de <i>Polylepis</i>	Según Fjeldsa & Kessler (1996).
Especies aves altamente afines a bosques de <i>Polylepis</i>	Según Fjeldsa & Kessler (1996).
Diversidad de aves (# de especies)	Número de especies de aves presentes en este bosque.
Aves amenazadas (CR, EN, VU)	Especies de aves vulnerables o en Peligro Crítico.
Aves endémicas	Aves endémicas conocidas para ese bosque.
Otros endemismos vertebrados	Vertebrados endémicos conocidas para ese bosque.
Otros endemismos plantas	Plantas endémicas conocidas para ese bosque. Deben omitirse registros excepcionales.
Área protegida pública (categoría IUCN)	Clasificación del área protegida publica según categorías IUCN.
Nombre del área protegida	Nombre oficial del área protegida.
Sitio AZE (nombre)	Si este bosque estuviese dentro de un sitio de la Alianza para Cero Extinción (AZE, por su nombre en inglés: Alliance for Zero Extinction) <sup>2</sup> .
Amenazas	Listado de amenazas probables a las que pueda ser sometido el bosque.
Nivel de amenaza	Calificación de los niveles de amenaza a los cuales está sometido el bosque.
Prioridad de conservación	Calificación del criterio de conservación.
Estrategias de conservación	Listado de posibles estrategias de conservación para los bosques.
Comentarios adicionales	Comentarios y observaciones generales.
Fuentes de información	Fuentes de información.
<p>1. <a href="http://www.worldwildlife.org/science/ecoregions/neotropic.cfm">http://www.worldwildlife.org/science/ecoregions/neotropic.cfm</a> <a href="http://www.nationalgeographic.com/wildworld/global.html?detail=undefined&amp;size=undefined&amp;id=0&amp;cMinx=-180&amp;cMaxx=180&amp;cMiny=-90&amp;cMaxy=90">http://www.nationalgeographic.com/wildworld/global.html?detail=undefined&amp;size=undefined&amp;id=0&amp;cMinx=-180&amp;cMaxx=180&amp;cMiny=-90&amp;cMaxy=90</a>                  2. <a href="http://www.zeroextinction.org">http://www.zeroextinction.org</a></p>	

2. Consolidado general de información de áreas identificadas de bosques de *Polylepis* por cordilleras.

<b>Cordillera Oriental</b>			
<b>Departamento</b>	<b>Número de parches</b>	<b>Área ha</b>	<b>% área</b>
Boyacá	17	413,05	40,02
Cundinamarca	12	274,73	26,62
Meta	4	147,26	14,27
Santander	4	89,03	8,63
Bogota D.C.	1	68,26	6,61
Arauca	1	36,83	3,57
Casanare	1	3,06	0,30
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>1032</b>	<b>100</b>

<b>Cordillera Central</b>			
<b>Departamento</b>	<b>Municipio</b>	<b>Área ha</b>	<b>% área</b>
Nariño	14	603,29	31,87
Tolima	8	601,65	31,78
Valle	6	326,40	17,24
Cauca	10	269,02	14,21
Caldas	1	47,77	2,52
Quindío	3	15,64	0,83
Putumayo	7	15,30	0,81
Huila	3	11,20	0,59
Risaralda	2	2,80	0,15
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>1893,07</b>	<b>100</b>

<b>Cordillera Occidental</b>			
<b>Departamento</b>	<b>Municipio</b>	<b>Área ha</b>	<b>% área</b>
Antioquia	3	132,74	100
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>132,74</b>	<b>100</b>

### 3. Consolidado detallado de información de áreas identificadas de bosques de *Polylepis* por cordilleras.

<b>Cordillera Oriental</b>				
<b>Departamento</b>	<b>Municipio</b>	<b>Número de parches</b>	<b>Área ha</b>	<b>% área</b>
Arauca	Tame	18	36,8270	3,57
Boyacá	Guican	54	238,0020	23,06
	Aquitania	10	39,2490	3,80
	Duitama	10	22,7150	2,20
	Belén	8	18,5550	1,80
	Chita	8	18,5090	1,79
	Rondon	3	17,7920	1,72
	Sogamoso	6	12,8870	1,25
	Chiscas	7	8,7870	0,85
	Villa de Leyva	4	7,8780	0,76
	Chiquiza	6	5,3920	0,52
	Tutaza	2	4,6470	0,45
	El Cocuy	1	4,4990	0,44
	San Rosa Viterbo	1	4,1180	0,40
	Toca	1	4,0770	0,39
	Pajarito	1	2,3660	0,23
	Tasco	1	2,2710	0,22
	Jericó	1	1,3010	0,13
Casanare	La Salina	1	3,0640	0,30
Cundinamarca	Fomeque	60	142,4040	13,80
	Junín	5	28,0510	2,72
	Gacheta	5	18,9060	1,83
	Guatavita	5	16,0360	1,55
	San Bernardo	4	15,5440	1,51
	Guasca	8	13,7110	1,33
	La Calera	6	11,9090	1,15
	Cabrera	3	11,7660	1,14
	Gutiérrez	2	7,0970	0,69
	Choachi	6	6,1640	0,60
	Pasca	3	2,0290	0,20
	Macheta	1	1,1090	0,11

## Continuación

### 3. Consolidado detallado de información de áreas identificadas de bosques de *Polylepis* por cordilleras.

Cordillera Oriental				
Departamento	Municipio	Número de parches	Área ha	% área
Meta	San Luís de Cubarral	24	79,1760	7,67
	Guamal	10	36,8590	3,57
	La Uribe	18	28,2590	2,74
	Mesetas	1	2,9640	0,29
Bogotá D.C.	Bogotá D. C.	31	68,2610	6,61
Santander	Coromoro	8	37,4940	3,63
	Encino	8	26,6250	2,58
	Charalá	5	12,5230	1,21
	Onzaga	1	12,3870	1,20
Total			1032,21	100

Cordillera Central				
Departamento	Municipio	Número de parches	Área ha	% área
Caldas	Villamaría	11	47,7690	2,52
Cauca	Puracé	13	64,7880	3,42
	Miranda	17	55,3350	2,92
	Corinto	5	41,6420	2,20
	Páez	10	39,3850	2,08
	Toribio	19	37,9420	2,00
	Silvia	4	13,8420	0,73
	La Vega	3	8,7950	0,46
	Bolívar	2	3,9870	0,21
	Sotara	2	2,8160	0,15
	Santa Rosa	1	0,4910	0,03
Huila	Isnos	1	4,6560	0,25
	Colombia	5	4,2730	0,23
	San Agustín	1	2,2720	0,12
Nariño	Cumbal	58	437,4600	23,11
	Pasto	11	43,9700	2,32



## Continuación

### 3. Consolidado detallado de información de áreas identificadas de bosques de *Polylepis* por cordilleras.

Cordillera Central				
Departamento	Municipio	Número de parches	Área ha	% área
Nariño	Tangua	5	34,7710	1,84
	Funes	8	26,4980	1,40
	Córdoba	5	12,4430	0,66
	Tuquerres	6	12,0840	0,64
	La Cruz	1	8,7670	0,46
	El Tablón	5	7,8930	0,42
	Buesaco	3	7,1400	0,38
	Sapuyes	1	3,5630	0,19
	Guachucal	1	3,0880	0,16
	Yacuanquer	1	3,0530	0,16
	Mallama	2	1,8120	0,10
	Consaca	1	0,7460	0,04
	Putumayo	Sibundoy	5	4,6660
Orito		2	3,3730	0,18
Santiago		2	3,2560	0,17
San Francisco		1	1,6940	0,09
Mocoa		1	1,1010	0,06
Colon		1	0,8370	0,04
Villagarzón		1	0,3770	0,02
Quindío	Salento	2	10,5960	0,56
	Génova	1	2,5510	0,13
	Pijao	1	2,4890	0,13
Risaralda	Santa Rosa de Cabal	3	1,8170	0,10
	Pereira	1	0,9830	0,05
Tolima	Rioblanco	47	214,2680	11,32
	Chaparral	17	145,9240	7,71
	Murillo	32	93,8680	4,96
	Planadas	7	54,5860	2,88
	Santa Isabel	6	46,0100	2,43
	Roncesvalles	8	32,1970	1,70
	Casabianca	1	10,1820	0,54

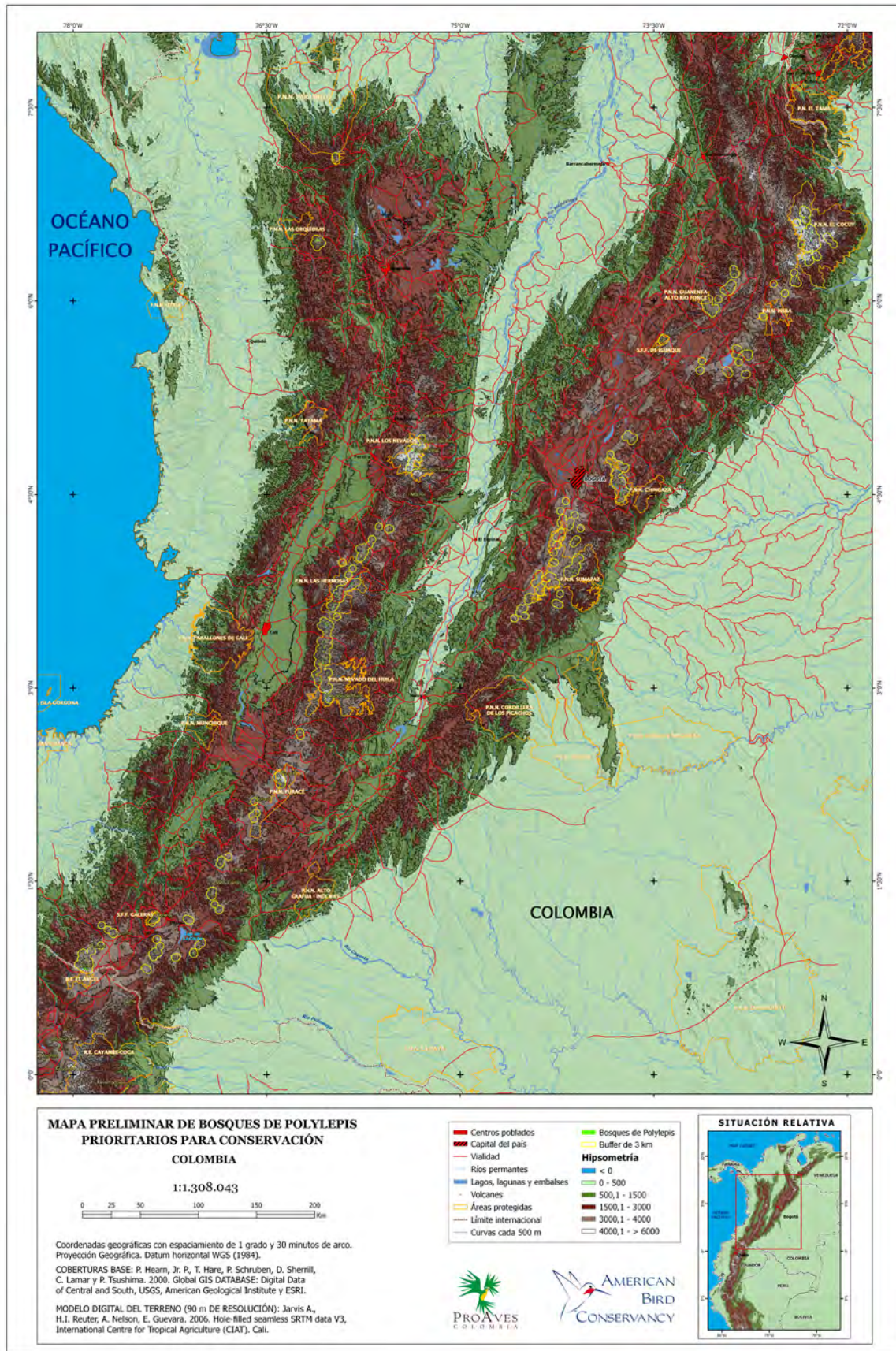
## Continuación

### 3. Consolidado detallado de información de áreas identificadas de bosques de *Polylepis* por cordilleras.

Cordillera Central				
Departamento	Municipio	Número de parches	Área ha	% área
Tolima	Rovira	2	4,6150	0,24
Valle	Florida	42	123,6440	6,53
	Palmira	36	111,0610	5,87
	Buga	5	33,5010	1,77
	Sevilla	10	32,2270	1,70
	Pradera	9	19,4420	1,03
	Tuluá	2	6,5240	0,34
Total			1893,07	100

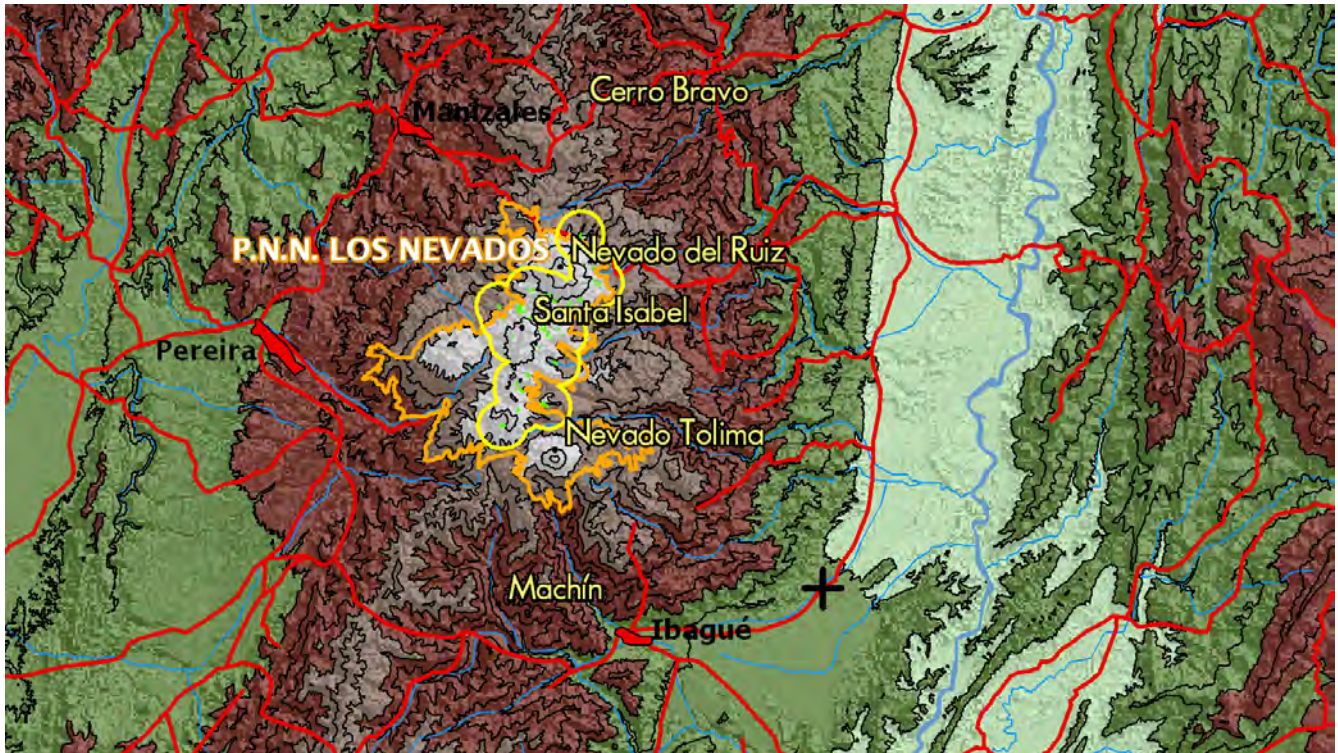
Cordillera Occidental				
Departamento	Municipio	Número de parches	Área ha	% área
Antioquia	Dabeiba	2	3,9830	3,00
Antioquia	Peque	1	3,3750	2,54
Antioquia	Urrao	21	125,3820	94,46
Total	3	24	132,7400	100,00

#### 4. Mapa preliminar de los bosques de *Polylepis* en Colombia.



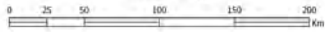


## 5. Detalle del mapa en el Parque Nacional Natural Los Nevados.



**MAPA PRELIMINAR DE BOSQUES DE POLYLEPIS  
PRIORITARIOS PARA CONSERVACIÓN  
COLOMBIA**

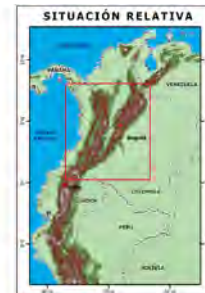
1:1.308.043



Coordenadas geográficas con espaciamento de 1 grado y 30 minutos de arco.  
Proyección Geográfica. Datum horizontal WGS (1984).

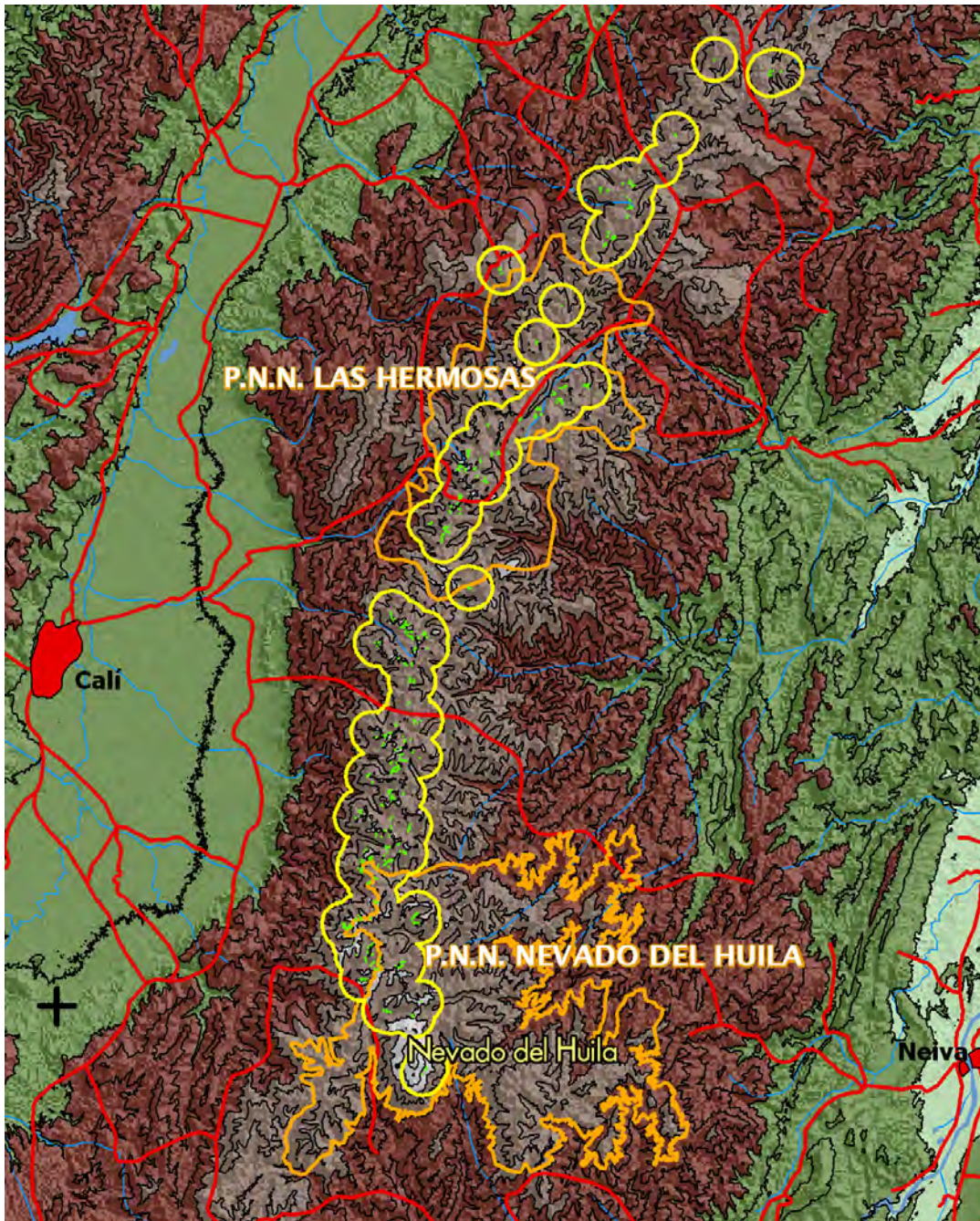
COBERTURAS BASE: P. Heam, Jr, P. T. Hare, P. Schruben, D. Sherrill,  
C. Lamar y P. Tsushima, 2000. Global GIS DATABASE: Digital Data  
of Central and South, USGS, American Geological Institute y ESRI.

MODELO DIGITAL DEL TERRENO (90 m DE RESOLUCIÓN): Jarvis A.,  
H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara, 2006. Hole-filled seamless SRTM data V3,  
International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), Cali.

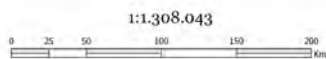




5. Detalle del mapa en el Parque Nacional Natural Las Herosas y Parque Nacional Natural Nevado de Huila.



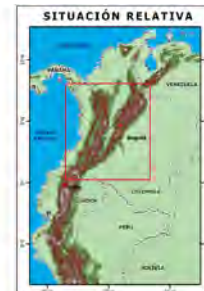
**MAPA PRELIMINAR DE BOSQUES DE POLYLEPIS  
PRIORITARIOS PARA CONSERVACIÓN  
COLOMBIA**



Coordenadas geográficas con espaciamento de 1 grado y 30 minutos de arco.  
Proyección Geográfica. Datum horizontal WGS (1984).

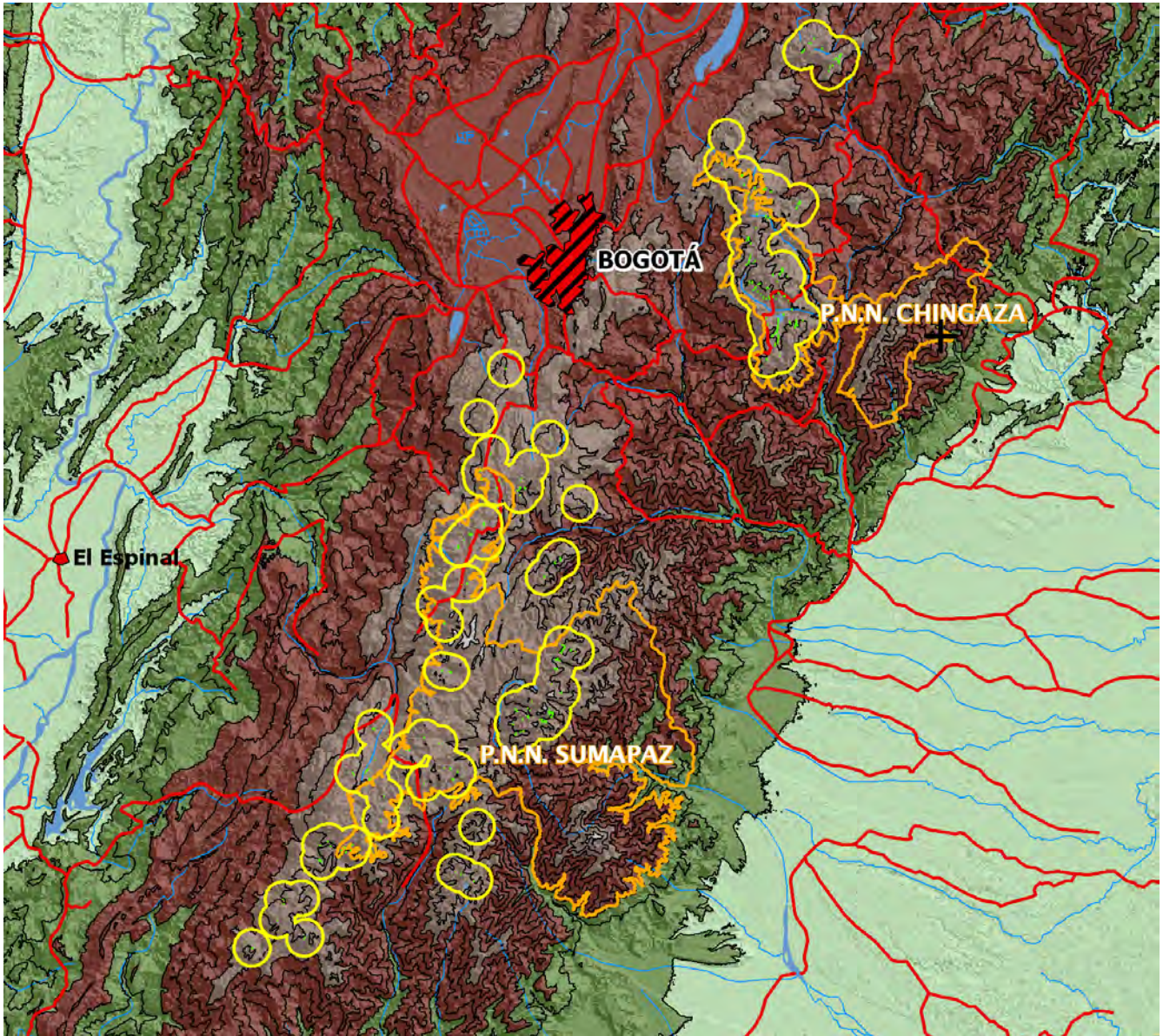
COBERTURAS BASE: P. Heam, Jr, P. T. Hare, P. Schruben, D. Sherrill,  
C. Lamar y P. Tsushima. 2000. Global GIS DATABASE: Digital Data  
of Central and South, USGS, American Geological Institute y ESRI.

MODELO DIGITAL DEL TERRENO (90 m DE RESOLUCIÓN): Jarvis A.,  
H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara. 2006. Hole-filled seamless SRTM data V3,  
International Centre for Tropical Agriculture (CIAT). Cali.



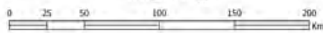


## 6. Detalle del mapa en el Parque Nacional Natural Chingaza y Parque Nacional Natural Sumapaz.



**MAPA PRELIMINAR DE BOSQUES DE POLYLEPIS  
PRIORITARIOS PARA CONSERVACIÓN  
COLOMBIA**

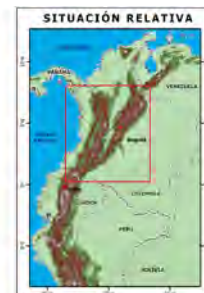
1:1.308.043



Coordenadas geográficas con espaciamento de 1 grado y 30 minutos de arco.  
Proyección Geográfica. Datum horizontal WGS (1984).

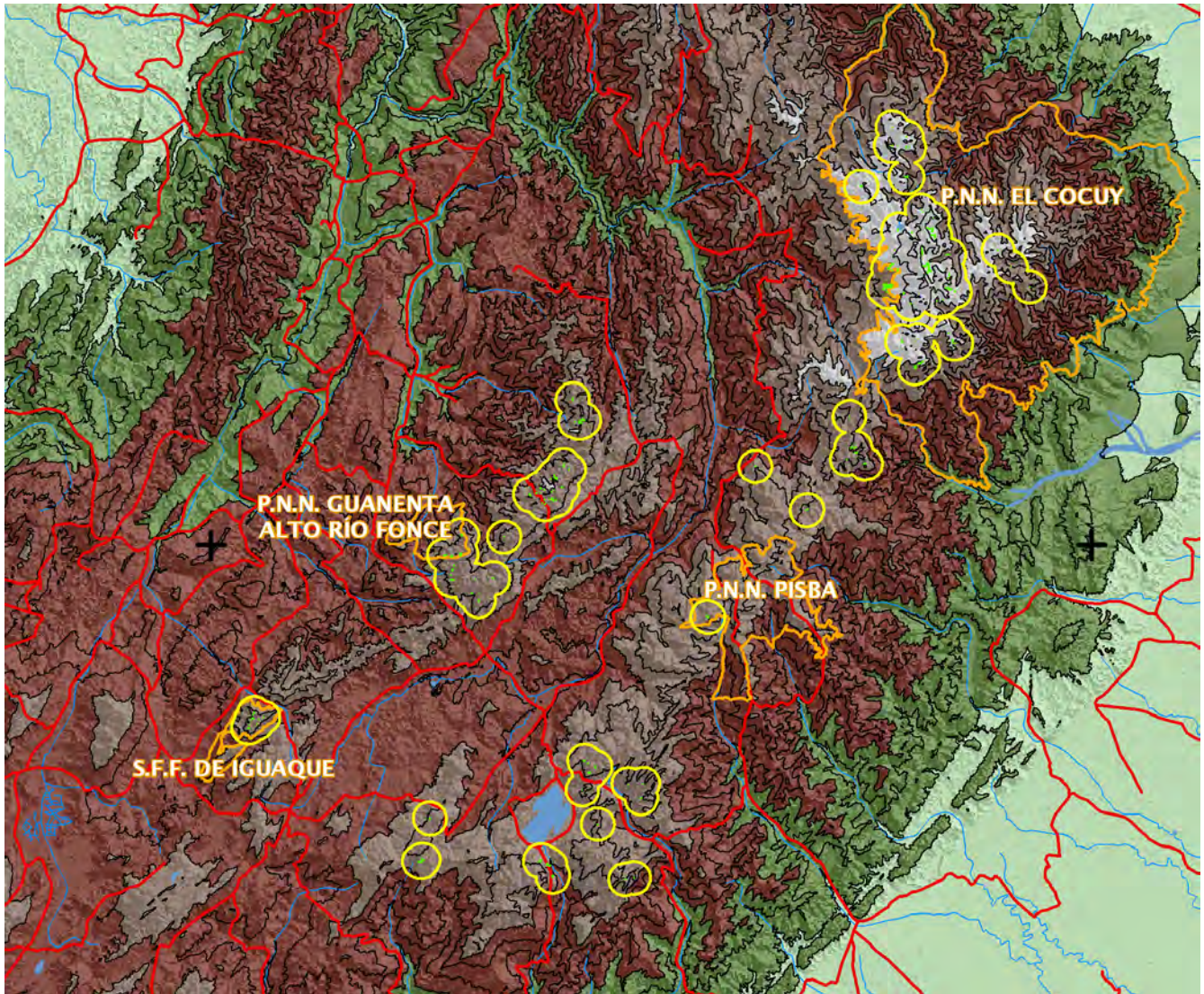
COBERTURAS BASE: P. Heam, Jr, P. T. Hare, P. Schruben, D. Sherrill,  
C. Lamar y P. Tsushima. 2000. Global GIS DATABASE: Digital Data  
of Central and South, USGS, American Geological Institute y ESRI.

MODELO DIGITAL DEL TERRENO (90 m DE RESOLUCIÓN): Jarvis A.,  
H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara. 2006. Hole-filled seamless SRTM data V3,  
International Centre for Tropical Agriculture (CIAT). Cali.



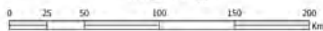


7. Detalle del mapa en el Parque Nacional Natural El Cocoy, Parque Nacional Natural Guanetá, alto del río Fonce, Parque Nacional Natural Pisba y Santuario de Flora y Fauna de Iguaque.



**MAPA PRELIMINAR DE BOSQUES DE POLYLEPIS  
PRIORITARIOS PARA CONSERVACIÓN  
COLOMBIA**

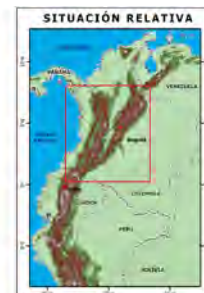
1:1.308.043



Coordenadas geográficas con espaciamento de 1 grado y 30 minutos de arco.  
Proyección Geográfica. Datum horizontal WGS (1984).

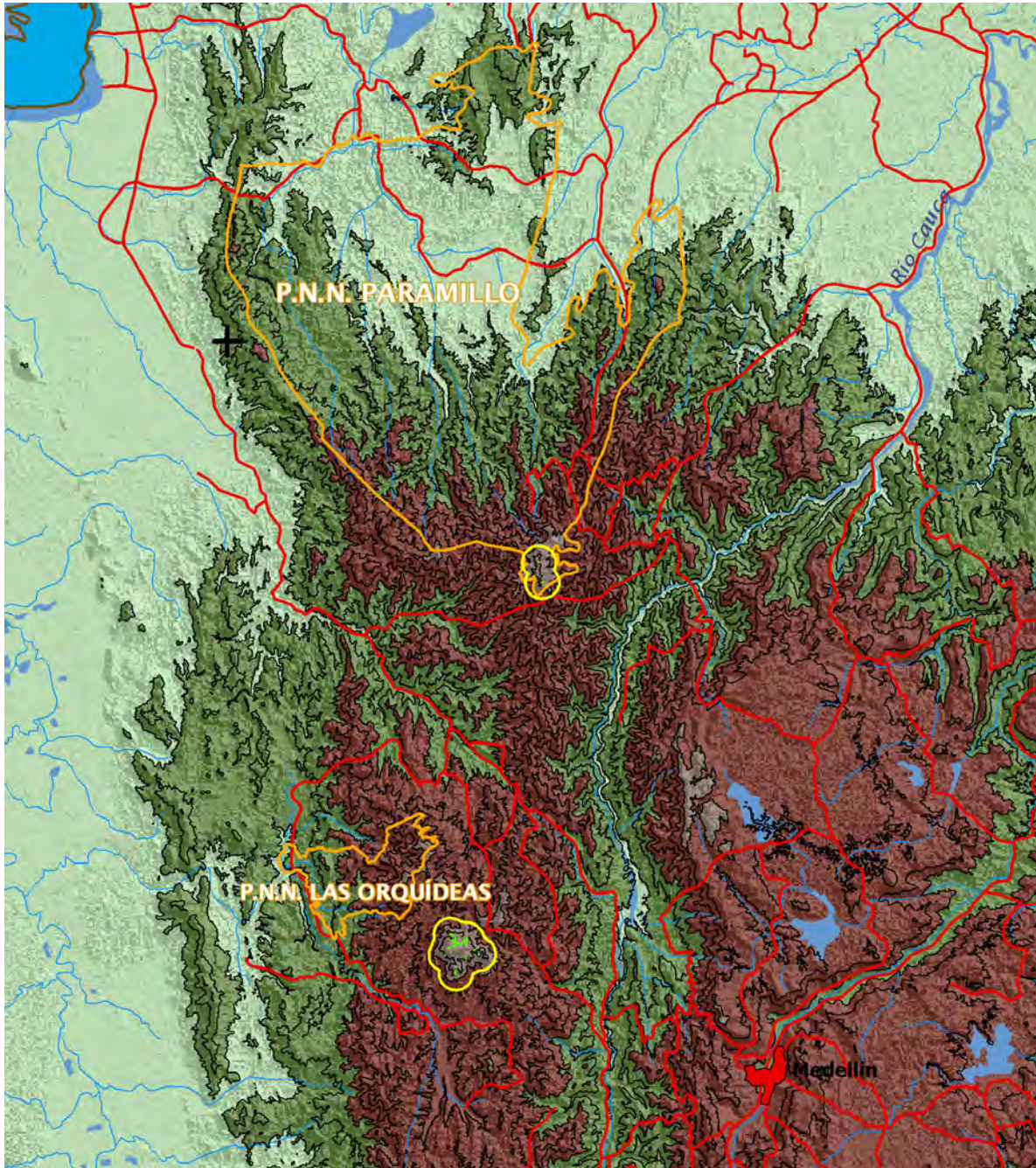
COBERTURAS BASE: P. Heam, Jr, P. T. Hare, P. Schruben, D. Sherrill, C. Lamar y P. Tsushima. 2000. Global GIS DATABASE: Digital Data of Central and South, USGS, American Geological Institute y ESRI.

MODELO DIGITAL DEL TERRENO (90 m DE RESOLUCIÓN): Jarvis A., H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara. 2006. Hole-filled seamless SRTM data V3, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT). Cali.



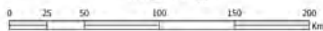


## 8. Detalle del mapa en el Parque Nacional Natural Paramillo y Parque Nacional Natural Las Orquídeas.



**MAPA PRELIMINAR DE BOSQUES DE POLYLEPIS  
PRIORITARIOS PARA CONSERVACIÓN  
COLOMBIA**

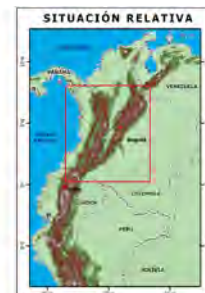
1:1.308.043



Coordenadas geográficas con espaciamento de 1 grado y 30 minutos de arco.  
Proyección Geográfica. Datum horizontal WGS (1984).

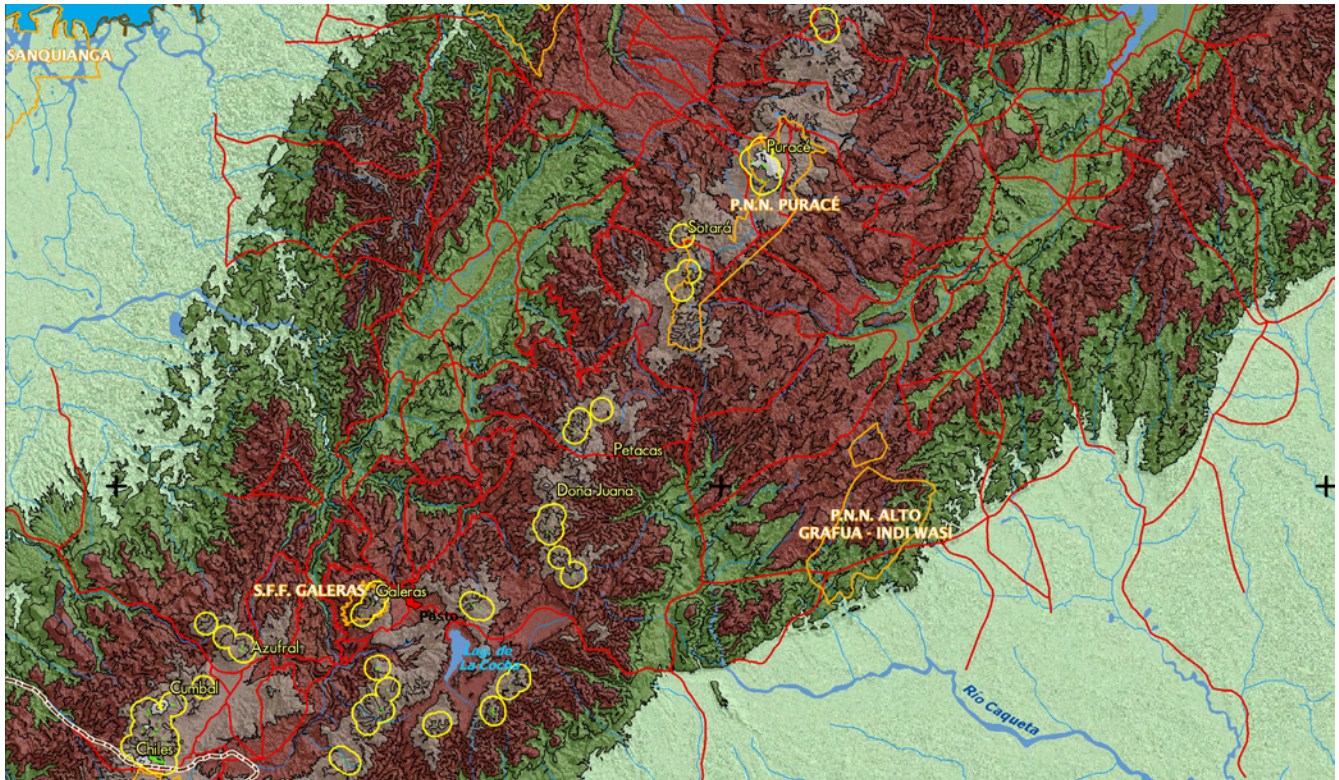
COBERTURAS BASE: P. Heam, Jr, P. T. Hare, P. Schruben, D. Sherrill,  
C. Lamar y P. Tsushima. 2000. Global GIS DATABASE: Digital Data  
of Central and South, USGS, American Geological Institute y ESRI.

MODELO DIGITAL DEL TERRENO (90 m DE RESOLUCIÓN): Jarvis A.,  
H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara. 2006. Hole-filled seamless SRTM data V3,  
International Centre for Tropical Agriculture (CIAT). Cali.



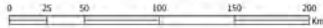


## 9. Detalle del mapa en el Parque Nacional Natural Puracé, Parque Nacional Natural Alto Fragua Indi Wasi y Santuario de Flora y Fauna Galeras.



**MAPA PRELIMINAR DE BOSQUES DE POLYLEPIS  
PRIORITARIOS PARA CONSERVACIÓN  
COLOMBIA**

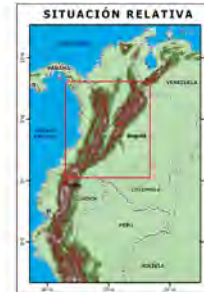
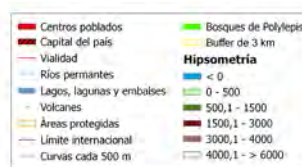
1:1.308.043



Coordenadas geográficas con espaciamiento de 1 grado y 30 minutos de arco.  
Proyección Geográfica. Datum horizontal WGS (1984).

COBERTURAS BASE: P. Heam, Jr, P. T. Hare, P. Schruben, D. Sherrill,  
C. Lamar y P. Tsushima, 2000. Global GIS DATABASE: Digital Data  
of Central and South, USGS, American Geological Institute y ESRI.

MODELO DIGITAL DEL TERRENO (90 m DE RESOLUCIÓN): Jarvis A.,  
H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara, 2006. Hole-filled seamless SRTM data V3,  
International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), Cali.



# Avifauna asociada a los bosques de *Polylepis* en Colombia

Sandra V. Valderrama<sup>1</sup> & Juan Carlos Verhelst<sup>1</sup>  
Fundación ProAves Colombia<sup>1</sup>. Cra. 20 No. 36-61, Bogotá  
Correspondencia dirigirla a: sandraaval@gmail.com

## Resumen

Se elaboró una lista de especies registradas en bosques de *Polylepis* en Colombia y se incluyeron especies que se consideraron probables. A través de una revisión de literatura se recopiló información utilizada para asignar categorías de probabilidad y analizar aspectos sobre distribución, conservación y ecología de las especies. Se encontraron 41 especies registradas en *Polylepis*, 104 se proponen como probables y en total 12 especies registradas y muy probables tienen alguna categoría de amenaza. Los análisis de distribución y ecología plantean que para la avifauna de los bosques de *Polylepis* en Colombia éste es un hábitat marginal y que además incluye sobre todo elementos del bosque altoandino, pero definitivamente es necesario y urgente llevar a cabo un estudio de campo.

**Palabras clave:** aves, *Polylepis*, páramo, conservación, Andes, Colombia

## Abstract

We compiled a list of bird species historically recorded in *Polylepis* forests in Colombia. In addition, we included species likely to inhabit *Polylepis* forests. We reviewed literature in order to gather information and assign categories of probability for the occurrence of the species included on the list. Also, aspects about the distribution, conservation and ecology of those species are analysed. We found 41 species previously recorded in *Polylepis*

forests and we propose 104 species as likely to be found in this ecosystem. In terms of conservation, 12 species recorded or that are potential inhabitants are threatened. Analyses of distribution and ecology show that *Polylepis* forests in Colombia are a marginal habitat for birds as they also use Andean cloud forests. Finally, we highlight the crucial importance of collecting field data and conducting rigorous research on extant avian communities in *Polylepis* forests in Colombia.

**Key words:** birds, *Polylepis*, páramo, conservation, Andes, Colombia.

## 1. Introducción

Los bosques de *Polylepis* se distribuyen desde Venezuela hasta Argentina, y se presentan en el límite de la vegetación arbórea y a mayores elevaciones, por lo que algunas veces estos bosques constituyen el mayor o el único componente arbóreo o arbustivo (Enrico *et al.*, 2004). Este ecosistema es importante porque tiene un alto número de endemismos y ayuda en la retención y conservación de agua y suelo a altas elevaciones (Fjeldså 1993, Fjeldså & Kessler 1996).

Históricamente, desde tiempos precolombinos, los bosques de *Polylepis* han sido un hábitat muy intervenido y fragmentado (Fjeldså & Kessler 1996, Purcell *et al.*, 2004), citan algunas fuentes una pérdida del 70 al 90 % de la cobertura original (Etter & Villa 2000). Algunas causas son la expan-



sión de la frontera agrícola, las prácticas ganaderas y el uso de combustible doméstico. En consecuencia es uno de los ecosistemas más afectados (Navarro *et al.*, 2005) y se ha clasificado como un ecosistema con una alta “prioridad de conservación” (Hjarsen 1997).

Adicionalmente, los bosques de *Polylepis* presentan un patrón biogeográfico insular, dentro de los ecosistemas de puna y páramo (Fjeldsa & Kessler 1996), caracterizado por un centro de diversificación entre Perú y Bolivia (Navarro *et al.*, 2005), donde se observa un mayor número de parches y extensiones de *Polylepis*. Mientras que hacia el norte, en Colombia, se han confirmado solamente dos especies. En Colombia las especies de *Polylepis* están confinadas a bosques relictuales en valles resguardados en la cordillera oriental, como en el caso de *Polylepis quadrijuga*, y bosques sobre cantos y rocas arrastradas por los glaciares en el caso de *Polylepis sericea* en la cordillera central (Luteyn 1999).

La distribución biogeográfica de los bosques de *Polylepis*, ha generado a su vez un patrón biogeo-

gráfico relacionado referente a fauna, el cual ha sido documentado para las aves en Perú y Bolivia (Fjeldsa & Kessler 1996). Se ha encontrado un mayor número de especies de aves especialistas asociadas a bosques de *Polylepis* en zonas con mayor diversidad y extensión de estos bosques, y se ha propuesto que el número de especies especialistas disminuye hacia el norte de la cordillera de los andes (Fjeldsa & Kessler 1996).

En Colombia, se han conducido gran cantidad de trabajos de investigación ornitológica en la región andina, pero aún hace falta información sobre ciertas regiones y ecosistemas. Un caso típico lo constituye la carencia de información sobre los grupos biológicos existentes en bosques de *Polylepis*. Por esta razón, este trabajo ha tenido como propósito determinar qué elementos de la avifauna Colombiana están asociados a bosques de *Polylepis* y cuál es su estado de amenaza en este hábitat. Para ello se plantearon como objetivos (1) producir una lista preliminar de las especies de aves asociadas a bosques de *Polylepis*, por medio de una recopilación de información a partir de estudios publicados y no publicados (literatura gris), y (2) determinar cuáles



Picaflor Pechirrufo (*Diglossa gloriosissima*). © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)



Calzoncitos Piernioscuro (*Eriocnemis derbyi*). © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)

de las especies de aves que están presentes en bosques de *Polylepis* tienen algún nivel de amenaza nacional o global y/o son especies endémicas o de rango restringido.

## 2. Metodología

Se construyó una base de datos a partir de la lista de especies de aves probables y registradas en bosques de *Polylepis* por Delgado & Rangel (2000), quienes identificaron algunos sitios con bosques de *Polylepis* en la Cordillera Oriental (Páramo de La Rusia, Sierra Nevada del Cocuy, Páramo de Sumapaz), la Cordillera Central (Nevado del Ruíz, Salento, Semillas de Agua, Páramo de Puli, Santa Isabel), la Cordillera Occidental (Frontino) y en el Macizo Colombiano en Nariño (Chiles, Cumbal, Azufral).

Posteriormente se incluyeron en la lista otras especies, como las aves registradas en bosques de *Polylepis* en Colombia consignadas en Hilty & Brown (1986) y Stotz *et al.*, (1996). Otros registros incluidos correspondieron a los obtenidos en el Volcán Chiles en el Departamento de Nariño por Sala-

man (1994), a los tomados por D. Carantón (com. pers.) en dos estaciones de muestreo en la estación de monitoreo de aves migratorias de la Fundación ProAves en el páramo de Frontino (departamento de Antioquia), y algunas observaciones hechas por J. Parra (com. pers.) en el Parque Nacional Natural Chingaza departamento de Cundinamarca.

Adicionalmente, a la lista inicial de aves registradas en *Polylepis* se hizo una lista de especies “probables” que podrían eventualmente usar bordes o claros en el interior de bosques de *Polylepis*. En ésta se incluyeron aves de todos los páramos en Colombia (Chaves & Arango 1998) y del Páramo de Frontino (Flórez *et al.*, 2004), así como aves encontradas en bosques de Perú y Bolivia (Fjeldsá & Kessler 1996) cuya distribución abarca Colombia. Se establecieron y asignaron tres categorías de probabilidad a las especies no registradas en *Polylepis*, definidas de acuerdo a la información disponible sobre las especies (Delgado & Rangel 2000; Hilty & Brown 1986): especies muy probables (MP), aquellas que habitualmente utilizan estratos de bosque y especies poco probables (PP), las que generalmente se encuentran en páramo abierto, mato-



rrales y bordes de bosque, pero que eventualmente podrían usar bosques de *Polylepis*.

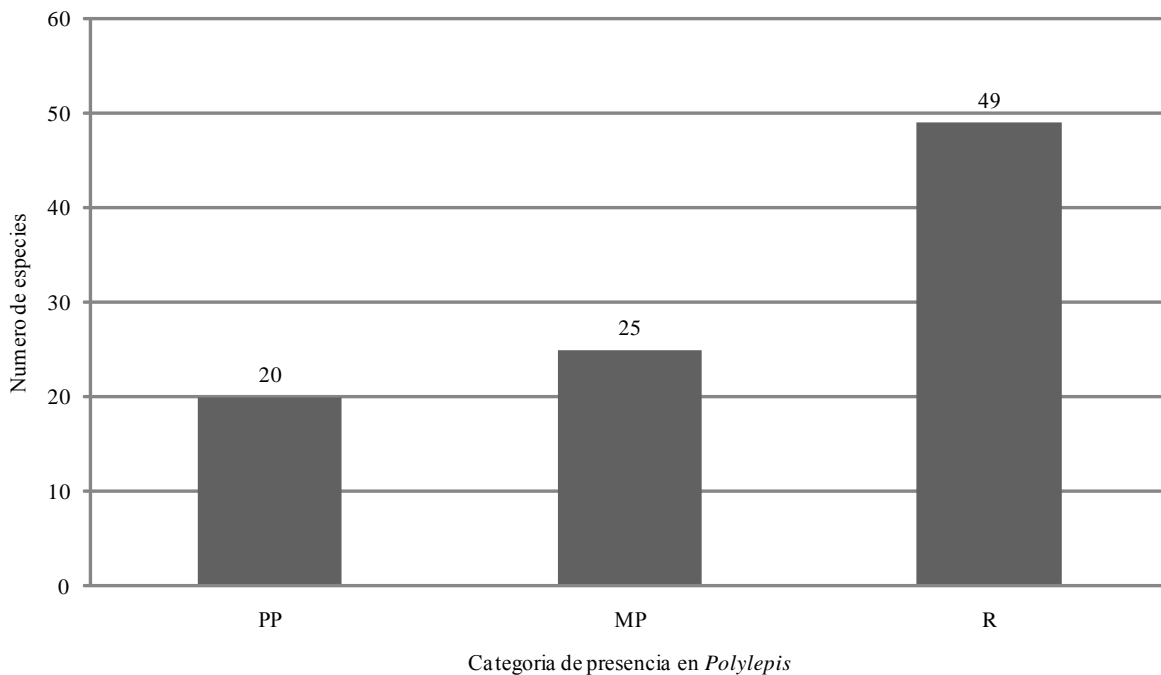
Se recopiló información sobre cada especie de nuestra lista, a partir de fuentes bibliográficas y nuestra experiencia en campo, en cuanto se refiere a su estado de conservación (Renjifo *et al.*, 2002, BirdLife International 2006) y presencia en Áreas Importantes para la Conservación de las Aves – AICA's (Franco & Bravo 2005), distribución a través de los Andes colombianos (Cordilleras Oriental, Central, Occidental y Macizo Colombiano) (Hilty & Brown 1986, Meyer de Schauensee 1948-1952, Renjifo *et al.*, 2002), y ecología respecto al hábitat (según Stotz *et al.*, 1996), el tipo de dieta y gremio de forrajeo.

La distribución de especies de aves a través de los sectores de los Andes, se examinó por medio de un análisis de agrupamiento jerárquico usando el índice de Jaccard y el algoritmo de ligamiento promedio entre grupos; en este caso, se agruparon sectores de los andes de acuerdo a la presencia/ausencia de especies de aves tanto probables como registradas en *Polylepis*.

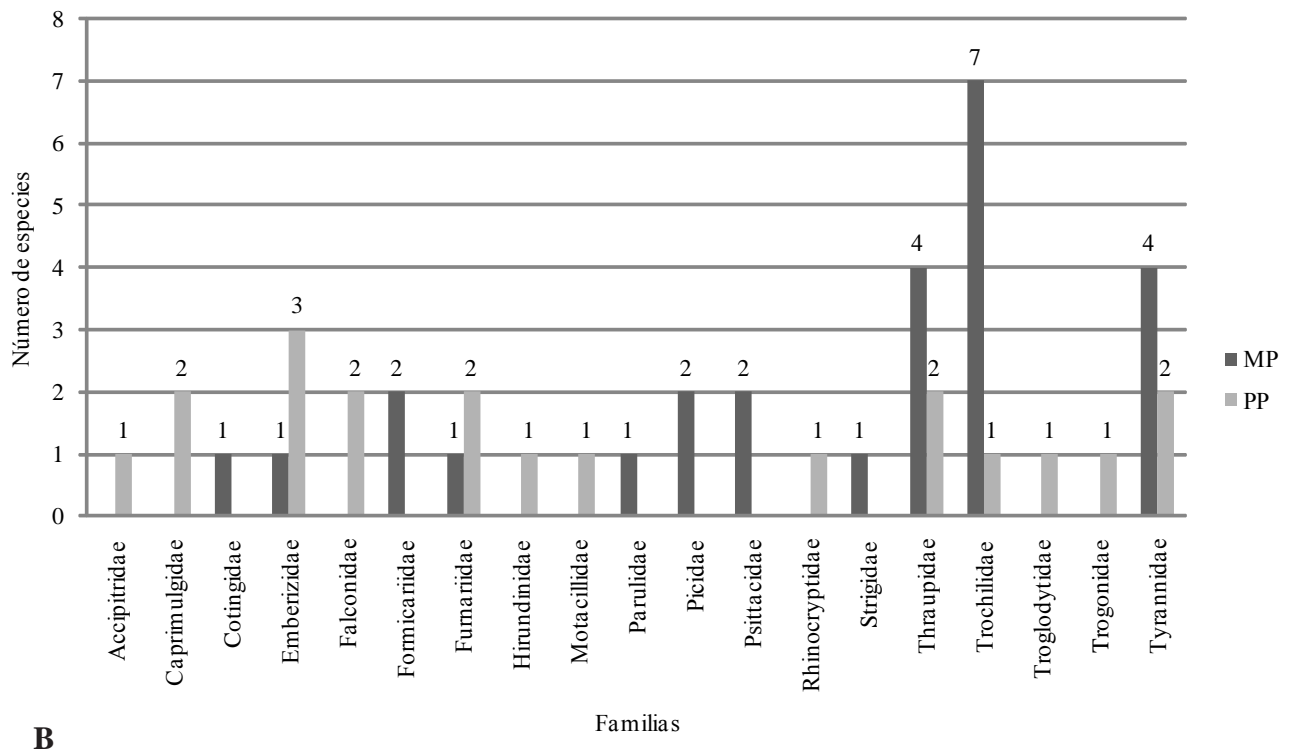
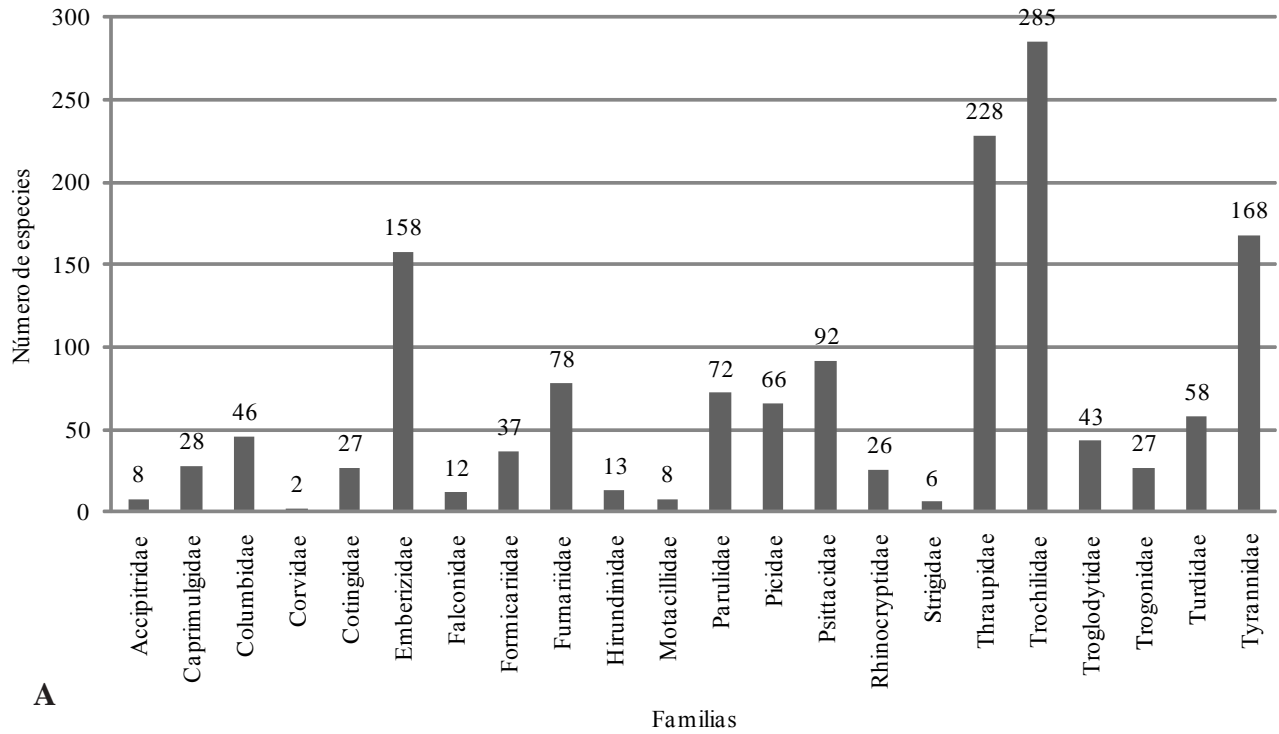
Además se georreferenciaron los sitios donde hay registros de las especies de aves listadas (Meyer de Schauensee 1948-1952, Hilty & Brown 1986, Paynter 1997, Renjifo *et al.*, 2002), y se analizó la riqueza en celdas de 0.5 grados por el método simple de cálculo para celdas con el fin de evitar incluir cada registro más de una vez en el cálculo de la riqueza. Para estos análisis se usó DIVA-GIS (versión 5.2.0.2).

Acerca de la ecología de las especies de aves mencionadas, incluimos información concerniente a los centros de abundancia, el hábitat (primario y secundario) y los estratos de vegetación que usan de acuerdo a Stotz *et al.* (1996).

La clasificación de las especies en tipos de dieta y gremios de forrajeo se hizo según la metodología propuesta por Stiles y Rosselli (1998), y usando nuestra experiencia de campo y la información contenida en diversas fuentes bibliográficas (Hilty & Brown 1986, Stiles & Skutch 1989, Strewé & Krefl 1999, Ridgely & Greenfield 2001 y Hilty 2003). De esta forma, se determinaron a priori diferentes grupos de dieta y gremios, y luego para cada especie se asignaron fracciones correspon-



**Figura 1.** Número de especies registradas y probables en bosques de *Polylepis* en Colombia. **R:** registrada; **MP:** muy probable; **PP:** poco probable. © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)



**Figura 2.** Número de especies por familia de acuerdo a su categoría de presencia en *Polylepis*. **A.** Registrada y **B.** **MP:** muy probable; **PP:** poco probable. © Fundación ProAves www.proaves.org

**Tabla 1.** Especies con categoría de amenaza o rango restringido.

Especie	Conservación	Presencia en <i>Polylepis</i>
<i>Bolborhynchus ferrugineifrons</i>	VU (endémica)	MP
<i>Buthraupis wetmorei</i>	VU	PP
<i>Coeligena orina</i>	CR1 (endémica)	R
<i>Diglossa gloriosissima</i>	EN (endémica)	R
<i>Doliornis remseni</i>	VU	MP
<i>Eriocnemis derbyi</i>	NT	MP
<i>Leptosittaca branickii</i>	VU	MP
<i>Oreomanes fraseri</i> **	NT	R
<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Restringida	PP
<i>Pyrrhura calliptera</i>	VU (endémica)	R

*R:* registrada; *MP:* muy probable; *PP:* poco probable.  
*1*Categoría recomendada para esta especie (Krabbe et al.,2005)  
 \*\* Especie asociada a bosques de *Polylepis*

**Tabla 2.** AICAS donde se encuentran las especies amenazadas registradas y muy probables (**Anexo 1**).

Especie	AICAS
<i>Coeligena orina</i>	CO023 <sup>1</sup>
<i>Doliornis remseni</i>	CO057
<i>Diglossa gloriosissima</i>	CO022, CO031
<i>Oreomanes fraseri</i>	CO138
<i>Bolborhynchus ferrugineifrons</i>	CO052, CO048, CO055, CO056, CO057,CO059
<i>Leptosittaca branickii</i>	CO052, CO055, CO057, CO059
<i>Pyrrhura calliptera</i>	CO079
<i>Buthraupis wetmorei</i>	CO056, CO057
<i>Eriocnemis derbyi</i>	CO048, CO056, CO057, CO059, CO138

<sup>1</sup> Para el Parque Nacional Natural las Orquídeas ha sido propuesta una ampliación e incluir el páramo de Frontino (Flórez et al., 2004).

dientes a los diferentes grupos de acuerdo a nuestra revisión de la literatura y experiencia. Así pues, al fraccionar para cada especie su representación dentro de cada grupo de dieta y de forrajeo, y sumar para cada grupo las fracciones de la totalidad de la comunidad, se obtuvo para cada uno el número de equivalentes de especies por grupo, para lograr un análisis más apropiado de la estructura de la comunidad al no forzar las diferentes especies dentro de grupos únicos (Stiles & Rosselli 1998).

Nuestra clasificación tomó como base las categorías propuestas por Stiles & Rosselli (1998). Para dieta: insectos (pequeños a medianos) e invertebrados pequeños (IP); insectos, invertebrados grandes y vertebrados muy pequeños (IV); vertebrados más grandes (V); carroña (C); frutos (F), semillas (S), néctar (N) y se incluyó flores (FL) como una nueva categoría. Asimismo se consideraron los siguientes gremios: insectívoros aéreos (IAE); insectívoros halconeadores debajo del dosel (sotobosque y

nivel medio del bosque) (IHSM); halconeadores del dosel y los bordes del bosque (IHDB); insectívoros del suelo y el follaje del sotobosque bajo (ISFS); insectívoros del follaje y ramas delgadas de los niveles medios del bosque (IFSM), insectívoros del follaje del dosel y bordes (IFDB); insectos o vertebrados muy pequeños sobre o adentro de troncos o ramas gruesas (ITR); insectos grandes y vertebrados pequeños del follaje y ramas delgadas; cazadores (acecho o persecución) de vertebrados más grandes; carroñeros aéreos (CAR); recolectores de frutos y semillas del suelo y sotobosque bajo (FSSB); consumidores de frutos pequeños del dosel y los bordes (FPDB); frutos más grandes del dosel y bordes (FGDB); semillas pequeñas de compuestas y gramíneas (SPCG), consumidores de néctar de flores (NEC); y se incluyó consumidores de flores (FLOC) como un nuevo gremio.

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1 Presencia de especies

Se encontraron 50 especies registradas en bosques de *Polylepis* en Colombia y 46 especies de aves con alguna probabilidad de presencia, entre las cuales se proponen 26 especies muy probables y 20 poco probables (**Figura 1**). Las familias con mayor representación de especies fueron Trochilidae y Thraupidae (11 especies) seguidas de Tyrannidae (6 especies) y Emberizidae (5 especies) (**Figura 2**).

Los resultados obtenidos a cerca del número de especies y endemismos, muestran un número grande de especies propuestas, con sólo una especie considerada especialista en *Polylepis*, el Conirrostro Gigante (*Oreomanes fraseri*), confinada a los bosques de *Polylepis* del extremo sur de la Cordillera de los Andes en Colombia (Vuilleumier 1984, Fjeldså & Kessler 1996) (**Tabla 1**). Esto concuerda con las ideas planteadas por Fjeldså & Kessler (1996) sobre la composición de especies en bosques de *Polylepis* del norte de los Andes.

En este estudio se reportó *Bolborhynchus ferru-*

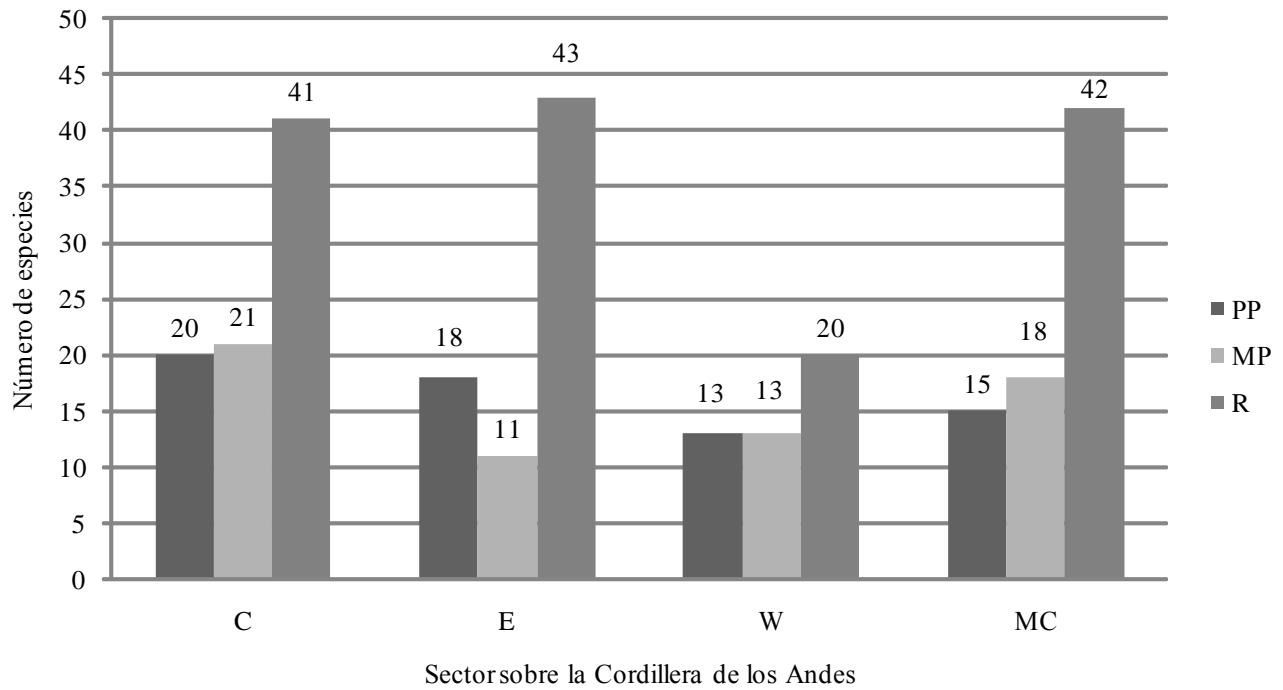
*gineifrons* y *Oxypogon guerinii*, que son contrapartes (taxa muy cercanos) en la zona norte de los Andes de las especies *Bolborhynchus orbynesius* y *Oreonympha nobilis* de la zona central de los Andes, que habitan *Polylepis* (Fjeldså 1993), sin embargo se asignó la categoría poco probable a las especies *Asthenes flammulata*, *Notiochelidon murina* y *Phrygilus unicolor* que tienen marcada afinidad por los bosques de *Polylepis* de Perú y Bolivia (Fjeldså & Kessler 1996), pero aun no han sido registradas en estos bosques en Colombia, mientras que *Leptasthenura andicola* y *Cnemarchus erythropygius*, también con marcada afinidad por este hábitat en Perú y Bolivia, sí han sido observadas en *Polylepis* en Colombia.

En el otro extremo, si se compara con Venezuela encontramos que las especies *Leptasthenura andicola*, *Metallura tyrianthina*, *Oxypogon guerinii*, *Mecocerculus leucophrys* y *Ochthoeca fumicolor*, también han sido registradas en los bosques de *Polylepis* de Venezuela (Vuilleumier & Ewert 1978).

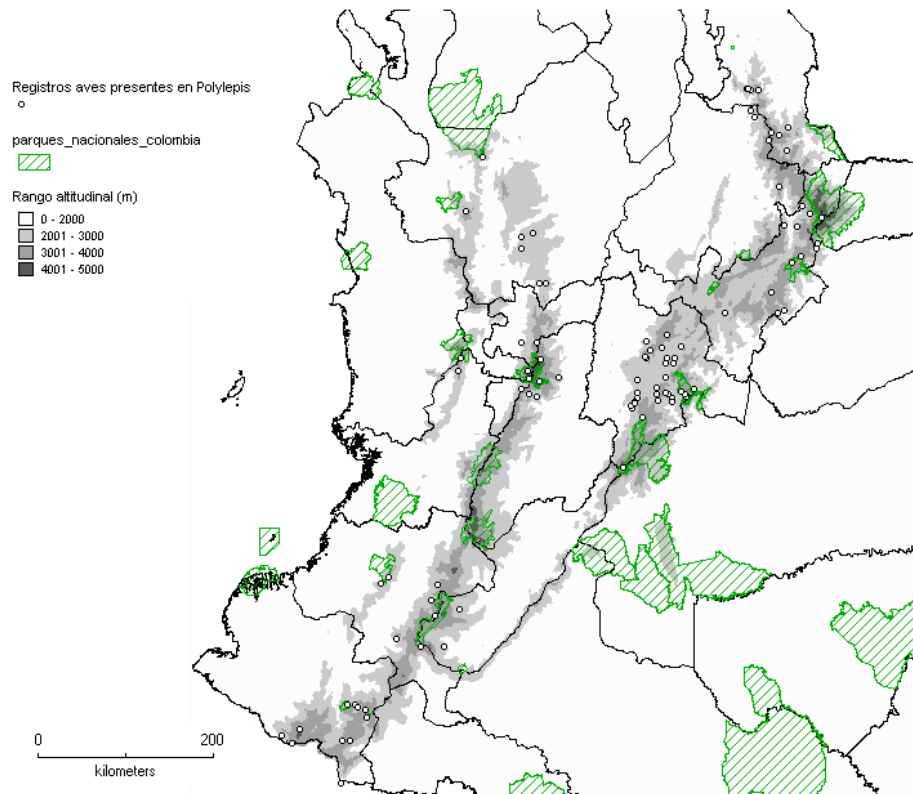
#### 3.2 Especies de interés para la Conservación.

En cuanto a especies con interés para la conservación se encontró que de las registradas una está amenazada, una casi amenazada, una vulnerable y la especie *Coeligena orina* ha sido propuesta para incluirla como especie en Peligro Crítico por registrarse en un área menor a 100 km<sup>2</sup> con una población menor a 250 individuos maduros (Krabbe *et al.*, 2005). Entre las especies probables se encuentran una especie casi amenazada, cuatro especies vulnerables, una especie amenazada y una especie con rango restringido (**Tabla 1**). Con respecto a endemismos, en total en nuestra lista tenemos cuatro especies endémicas y una casi-endémica. De las especies endémicas, tres tienen categoría de amenaza (**Tabla 1**), en tanto que las otras dos (*Synallaxis subpudica* y *Coeligena orina*) y la especie casi-endémica, *Conirostrum rufum*, no se consideran bajo amenaza. Además, cabe resaltar que la única especie asociada a bosques de *Polylepis*, *Oreomanes fraseri*, es una especie casi-amenazada.

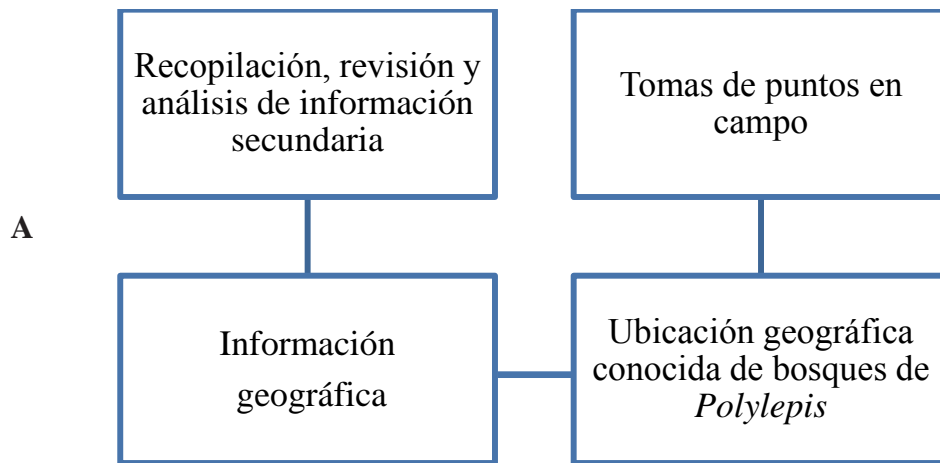




**Figura 3.** Número de especies **R**: registrada; **MP**: muy probable; **PP**: poco probables en bosques de *Polylepis* para los andes colombianos. © Fundación ProAves www.proaves.org



**Figura 4.** Registros de distribución de las especies de aves que han sido observadas en bosques de *Polylepis*. © Fundación ProAves www.proaves.org



**B**

**C**

**D**

**Figura 5.** Dendrograma de agrupamiento por similitud usando el índice de Jaccard para los sectores de los Andes: **C.** Cordillera Central, **E.** Cordillera Oriental, **W.** Cordillera Occidental y **MC.** Macizo Colombiano. **A.** Especies listadas en conjunto; **B.** Especies registradas en *Polylepis*; **C.** Especies muy probables y **D.** Especies poco probables. © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)

**Tabla 3.** Similitud entre sectores de los Andes por categoría asignada de presencia en *Polylepis* (índice de Jaccard).

Categoría de presencia en bosques de <i>Polylepis</i>	Sector	E	C	MC
Conjunto	E	1		
	C	0,739	1	
	MC	0,33	0,733	1
	W	0,580	0,593	0,489
Registrada	E	1		
	C	0,826	1	
	MC	0,771	0,804	1
	W	0,587	0,614	0,565
Muy probables	E	1		
	C	0,455	1	
	MC	0,318	0,625	1
	W	0,412	0,545	0,292
Poco probables	E	1		
	C	0,850	1	
	MC	0,650	0,700	1
	W	0,722	0,600	0,556

Fueron encontradas 11 AICAS (Áreas Importantes para la Conservación de las Aves) donde existen especies amenazadas registradas o muy probables. En tres de estas áreas existen bosques de *Polylepis* y ocho tienen zonas de páramo, pero desconocemos si hay *Polylepis* (Tabla 2). Hay dos áreas (CO048 y CO055) sin protección y cuatro (CO052, CO56, CO57 y CO059) que son reservas privadas.

En general, existe un gran vacío de información sobre estas especies prioritarias para conservación, relacionado con el uso de hábitat en Colombia y por esta razón se desconoce la importancia real que los bosques de *Polylepis* puedan tener para estas especies.

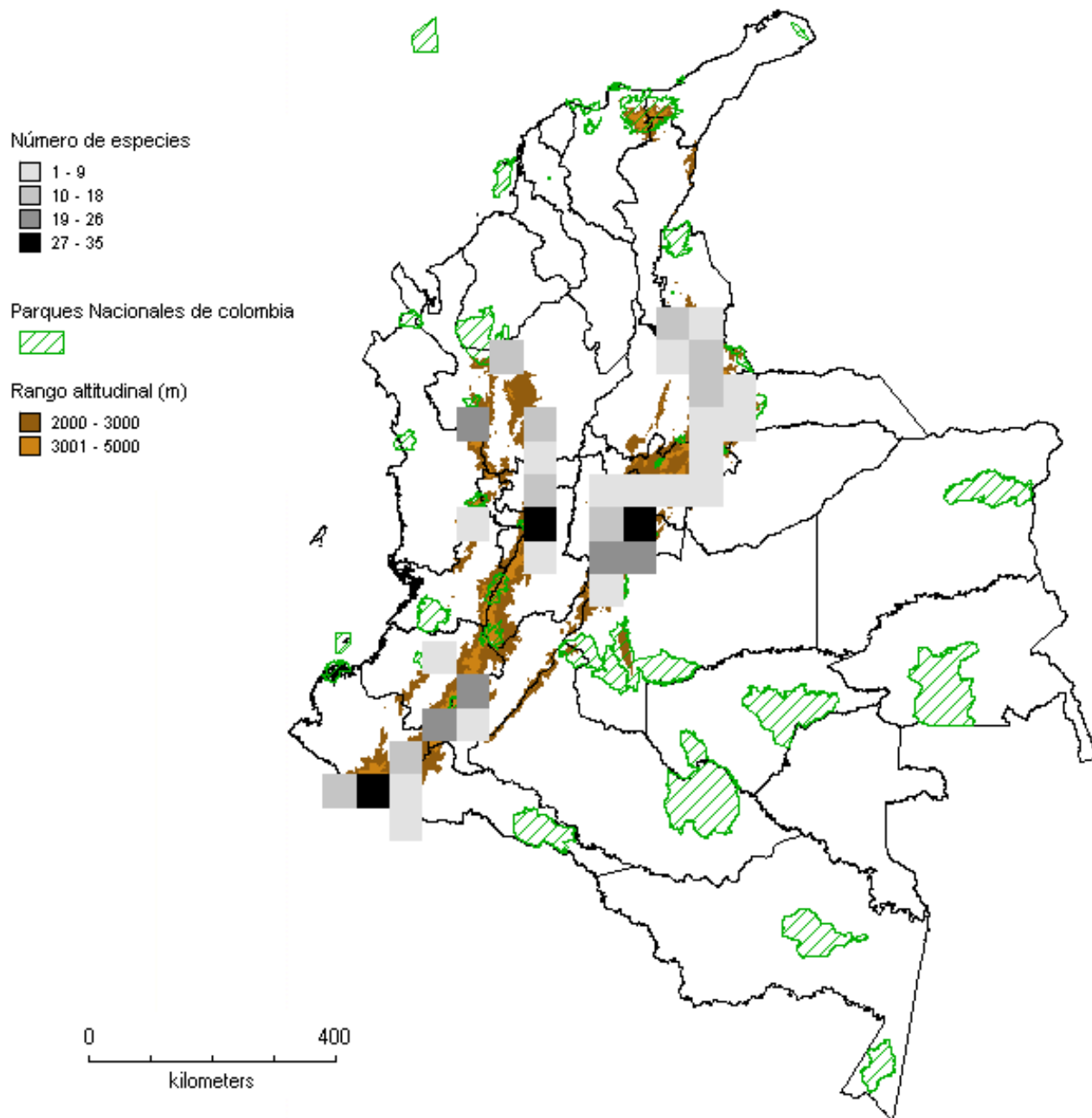
### 3.3 Especies y distribución

Los resultados muestran que el número de especies es similar en las tres cordilleras; (Figura 3) creemos que probablemente el número de especies

en cada cordillera, podría estar influenciado por el área de páramo. Sin embargo, en este estudio las diferencias posiblemente son más un artefacto de muestreo y son causadas por claras diferencias existentes en el esfuerzo de muestreo en cada zona. Evidencia de esto es la mayor cantidad de localidades muestreadas, y por lo tanto número de registros, en la Cordillera Central y Oriental (Figura 4).

Los análisis revelaron diferencias en la composición de especies presentes en *Polylepis* entre sectores de los Andes. Cinco especies se han observado y/o son probables sólo en el Macizo Colombiano, tres en la Cordillera Oriental, tres en la Cordillera Occidental y una en el Macizo Colombiano.

Los resultados correspondientes al análisis de similitud entre los sectores de los Andes, muestran que existe una mayor similitud entre las cordilleras Oriental y Central entre las especies registradas y poco probables, y todas las especies listadas en conjunto (Figura 5 y Tabla 2). Sin embargo el



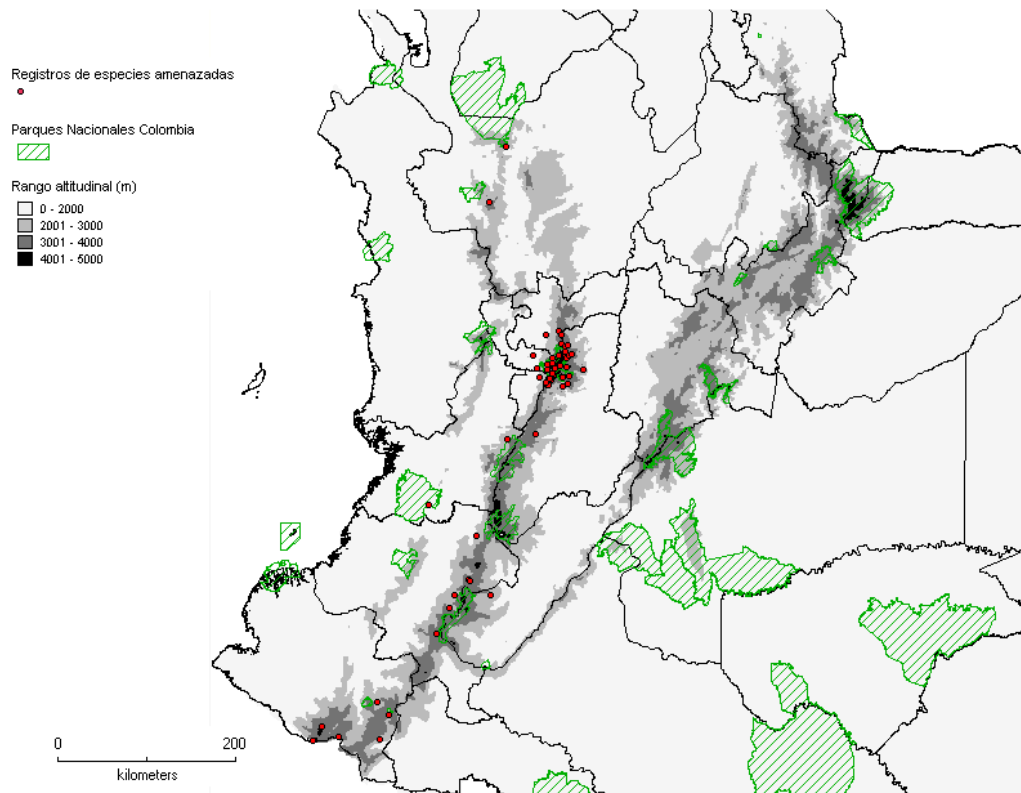
**Figura 6.** Riqueza de especies (presentes en *Polylepis*) a través de la Cordillera de los Andes. © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)

análisis para las especies muy probables, muestra una mayor similitud entre la Cordillera Central y el Macizo Colombiano (**Figura 5c** y **Tabla 2**).

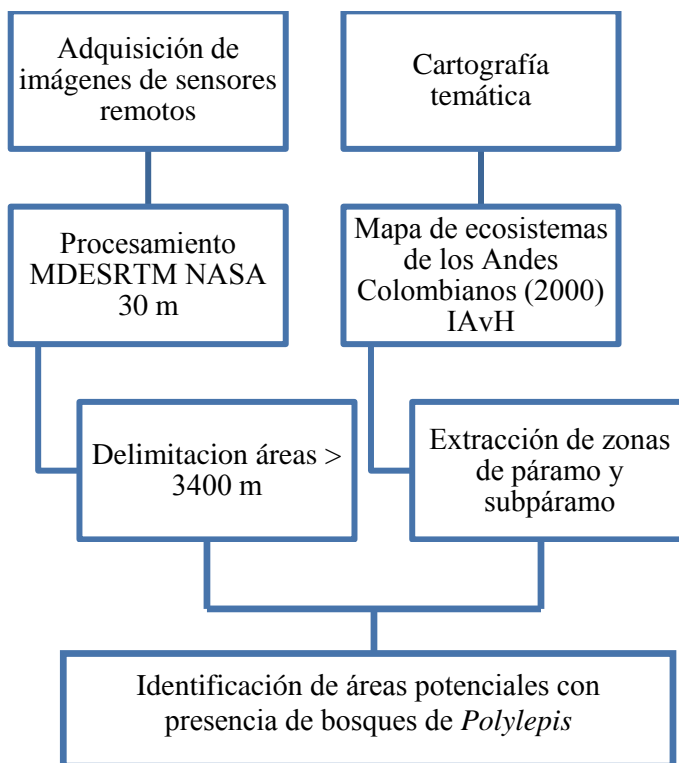
Las diferencias expuestas para las especies muy probables, quizá indican que la composición similar de especies en la Cordillera Occidental y Central está influenciada por factores como cercanía

entre los sectores y comportamiento estacional de las especies, si se considera que los páramos de la Cordillera Occidental son muy húmedos y los de la Cordillera Central presentan una humedad moderada (Hofstede 2002). Estas condiciones podrían representar una oferta de recursos complementaria (temporal y/o en variedad) para especies que dependen de la producción de las plantas (si fuese el caso de las especies muy probables). Por otro lado,

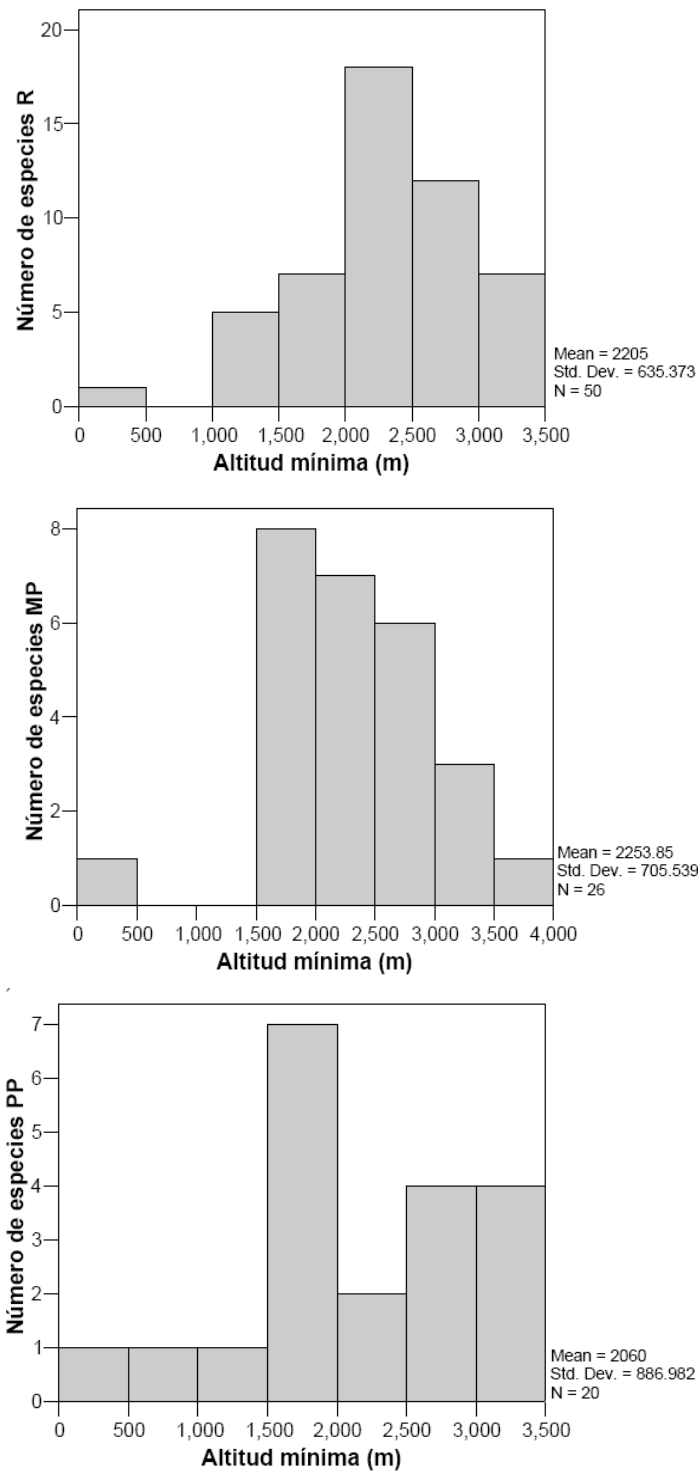




**Figura 7.** Registros de distribución de especies de aves, muy probables y registradas en *Polylepis*, con categoría de amenaza. © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)



**Figura 8.** Registros de aves endémicas amenazadas y localización de sitios con *Polylepis*. © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)

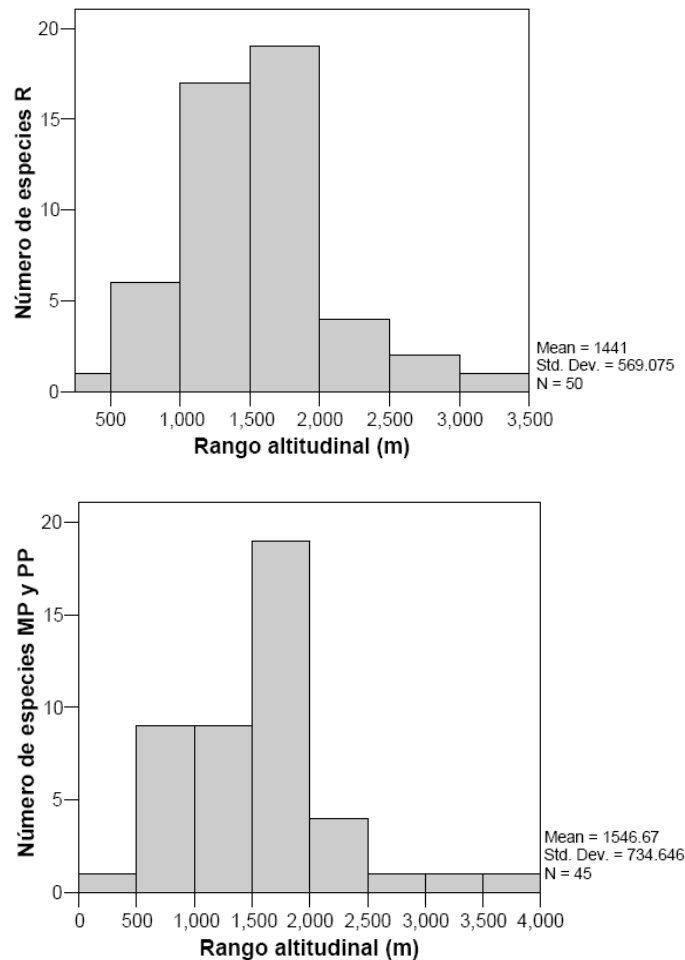


**Figura 9.** Número de especies por intervalo de altitud mínima de distribución. **A.** Especies observadas en *Polylepis*; **B.** Especies con presencia muy probable en *Polylepis*, y **C.** Especies cuya presencia es poco probable. © Fundación ProAves www.proaves.org

la distribución de las especies registradas y poco probables podría estar más influenciada por la continuidad de áreas de mayor altitud y por esta razón habría mayor similitud entre el Macizo Colombia-

no y la Cordillera Central (**Tabla 3**).

Al realizar el análisis de riqueza en cuadrículas (0,5 grados por cuadro), los centros de mayor ri-



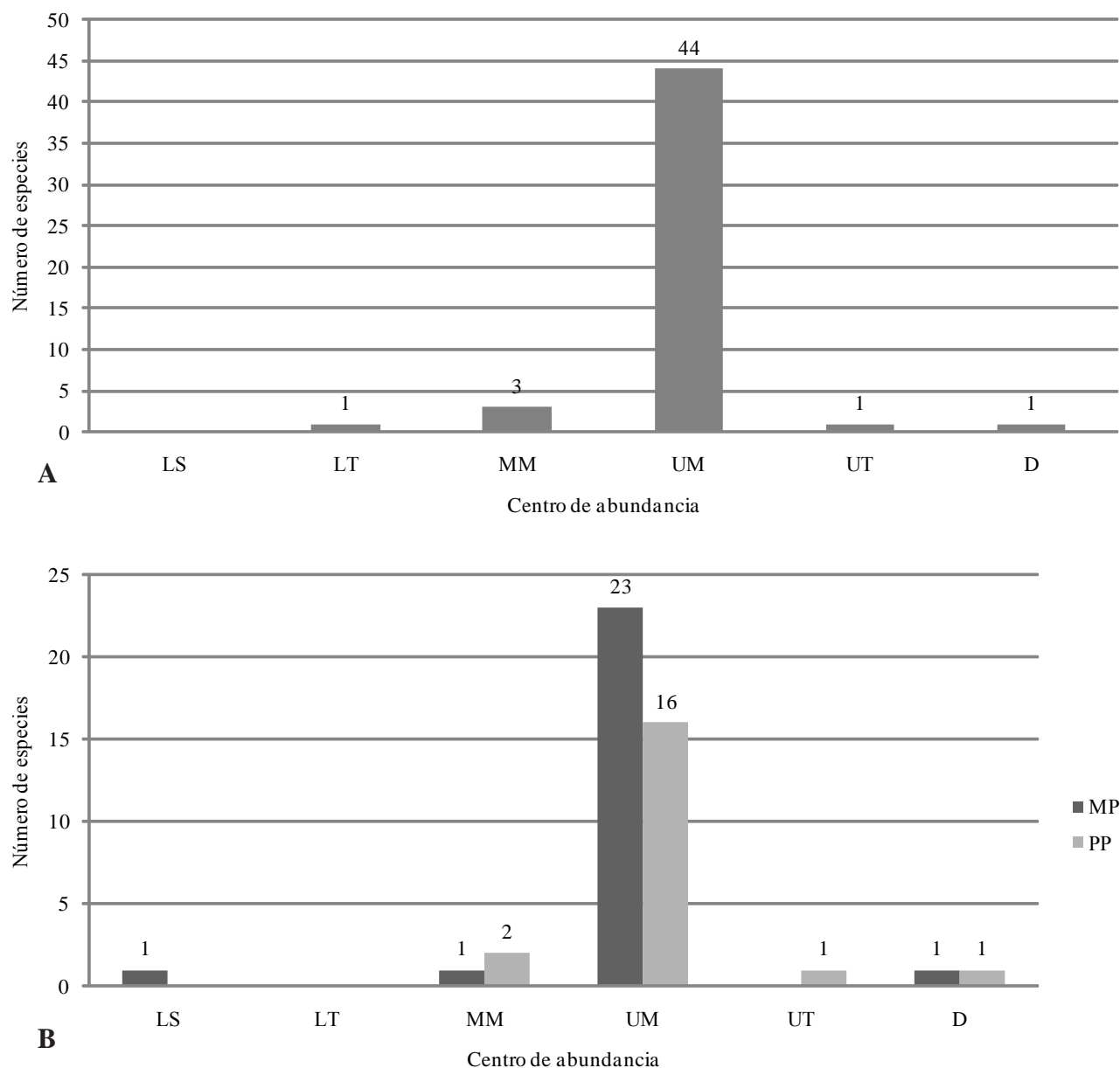
**Figura 10.** Número de especies por rango altitudinal. **A.** Especies registradas en *Polylepis* y **B.** Especies probables. © Fundación ProAves www.proaves.org

riqueza estuvieron localizados en las áreas próximas o dentro de los Parques Nacionales Naturales Chingaza y Los Nevados, y en la zona no protegida de los volcanes de Chiles y Cumbal (**Figura 6**). Otros sectores con una riqueza importante, se encuentran alrededor del Santuario de Fauna y Flora Galeras, el Parque Nacional Natural Puracé y un área parcialmente protegida entre los parques Chingaza y Sumapaz (**Figura 7**).

Sin embargo, hace falta información directa de estos sitios y otros poco explorados como el área de la Sierra Nevada del Cocuy y Pisba, donde permanecen 27 fragmentos de bosque de *Polylepis* de 41,1 ha en promedio con un área total de 1.109 ha (Etter & Villa 2000) donde es oportuno llevar a cabo un estudio. Es importante anotar que se cree que es muy posible que estos resultados reflejen los

grandes sesgos y diferencias en esfuerzo que ha habido en las diferentes zonas de los Andes en cuanto a inventarios de aves en bosques de *Polylepis*, pues no deja de llamar la atención que dos de las zonas de mayor riqueza correspondan a zonas de influencia de dos parques nacionales donde se han llevado a cabo gran parte de las investigaciones relacionadas con los páramos colombianos.

Además, para las especies de aves bajo alguna categoría de amenaza, muy probables o registradas en bosques de *Polylepis*, se encontró que el mayor número de registros proviene del área del Parque Nacional Natural Los Nevados en la Cordillera Central (**Tabla 1** y **Figura 7**). Algo que nuevamente señala el gran sesgo que existe en cuanto se refiere al esfuerzo de muestreo. A pesar de esto es importante anotar que del total de localidades de



**Figura 11.** Riqueza para cada centro de abundancia (Stotz *et al.*, 1996) por categoría de presencia en *Polylepis*. **LS.** Subtropical bajo; **LT.** Tropical bajo; **MM.** Montano intermedio; **UM.** Montano alto; **UT.** Tropical alto. **A.** Especies registradas y **B.** Especies probables y muy poco probables. © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)

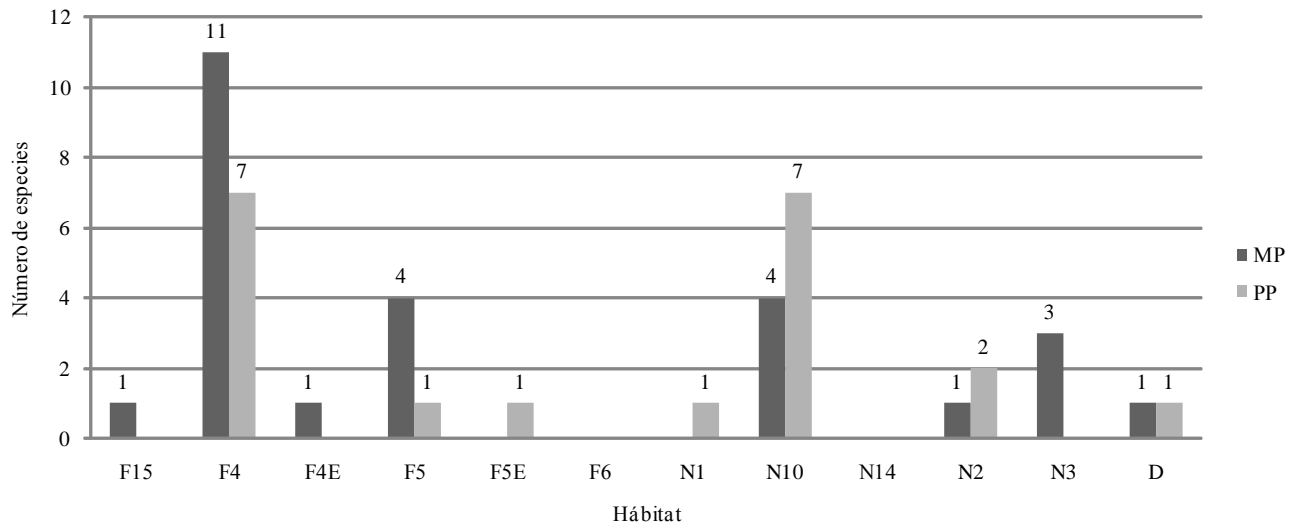
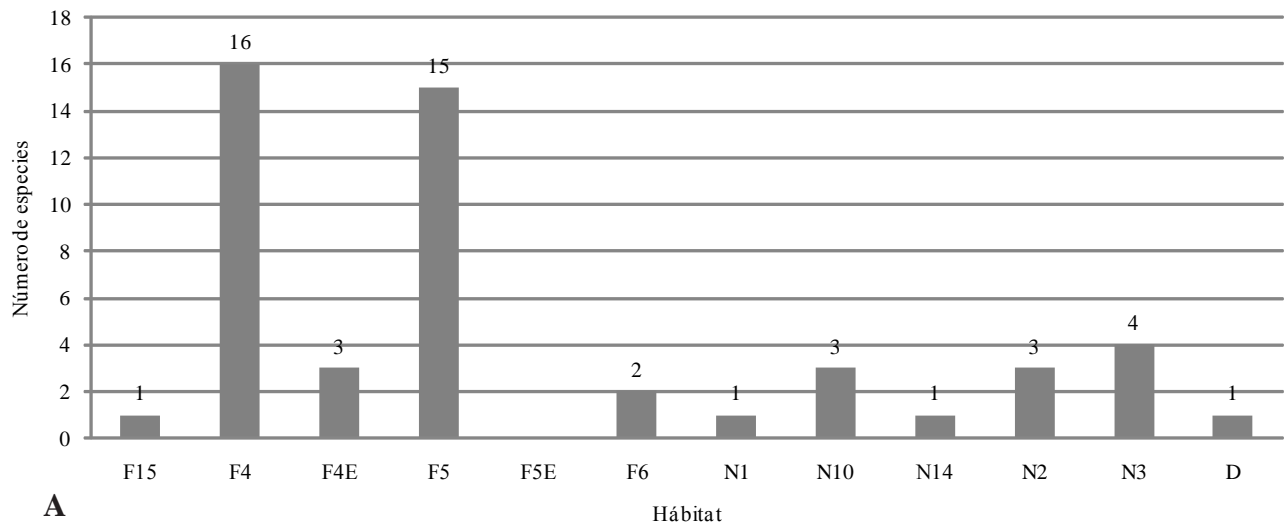
registro la gran mayoría están por fuera de las áreas protegidas nacionales (**Figura 7**).

Por otro lado los análisis mostraron que la distribución de las especies endémicas y amenazadas, en general, es adyacente a los sitios en donde se han identificado parches de *Polylepis* (**Figura 8**). Por lo tanto, se requieren estudios de campo para establecer si estas especies realmente utilizan el bosque de *Polylepis* como un hábitat importante.

Además, es necesario realizar exploraciones para localizar bosques de *Polylepis* y de esta forma obtener una distribución más precisa tanto del bosque y el área que cubre como de las especies de aves que lo usan.

Con respecto a la distribución altitudinal de las especies amenazadas listadas en este estudio, se encontró que el límite altitudinal inferior de la mayoría de especies registradas en *Polylepis* está entre





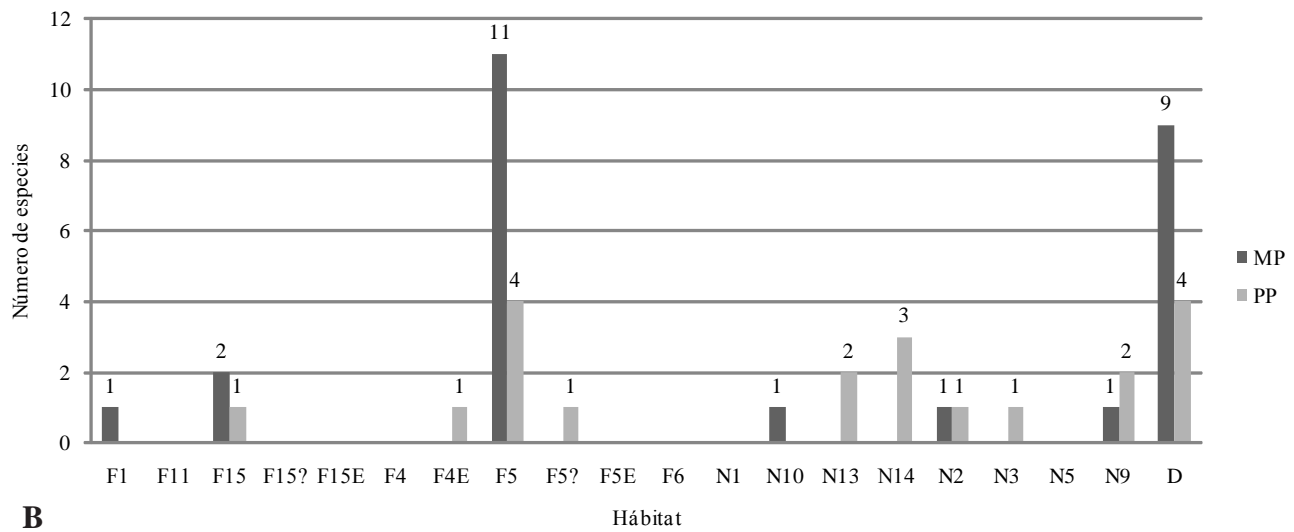
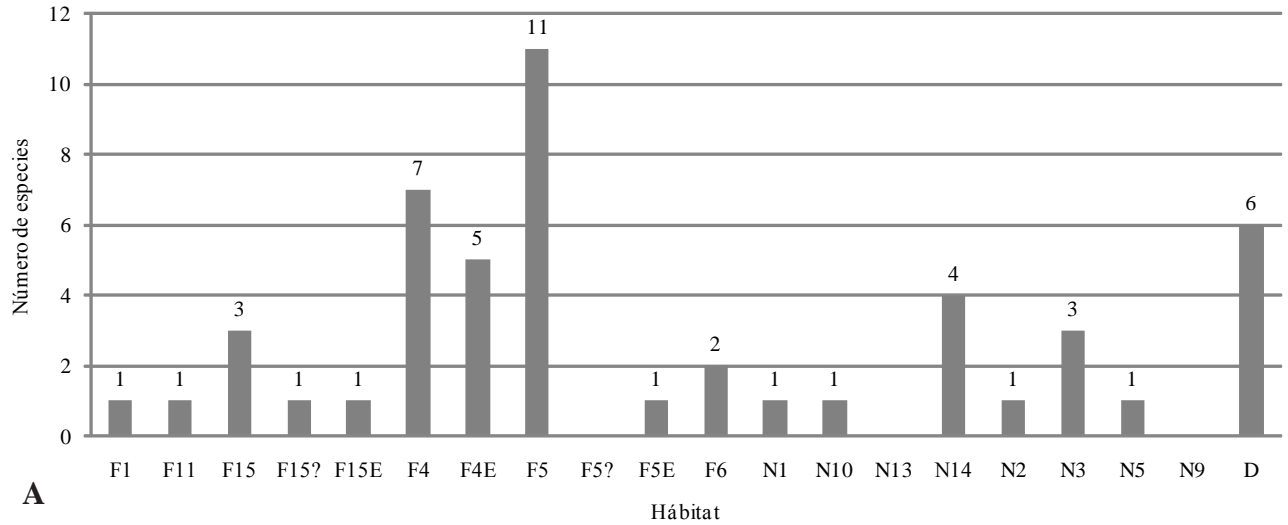
**Figura 12.** Tipos de hábitat primario que usan las especies (Anexo 1) de acuerdo a su categoría de presencia en *Polylepis*. **A. R:** registrada y **B. MP:** muy probable; **PP:** poco probable. © Fundación ProAves www.proaves.org

los 2000 y 2500 m (**Figura 9a**), mientras que para las especies muy probables y poco probables está entre 1500-2000 m (**Figura 9b y c**). No obstante, es importante señalar que entre las especies poco probables un número importante tiene su límite altitudinal inferior entre 3000 y 3500 m, y entre éstas se incluyen especies que usan en general zonas abiertas y matorrales del páramo.

La presencia de la mayoría de especies a elevaciones mucho menores a la de *Polylepis* y un am-

plio rango altitudinal de distribución (**Figura 10**), parece indicar, como ya lo ha señalado Fjeldsa (1992), que el bosque de *Polylepis* constituye un hábitat marginal o estacional para estas especies en Colombia. En este caso principalmente para aves que tienen su centro de abundancia a menores elevaciones y ocasionalmente para aves de páramo abierto con baja probabilidad de encontrarse al interior de bosques de *Polylepis*.

El centro de abundancia montano alto, con alti-



**Figura 13.** Tipos de hábitat secundario que usan las especies (**Anexo 1**) de acuerdo a la categoría de presencia en *Polylepis*. **A. R:** registrada y **B. MP:** muy probable; **PP:** poco probable. © Fundación ProAves www.proaves.org

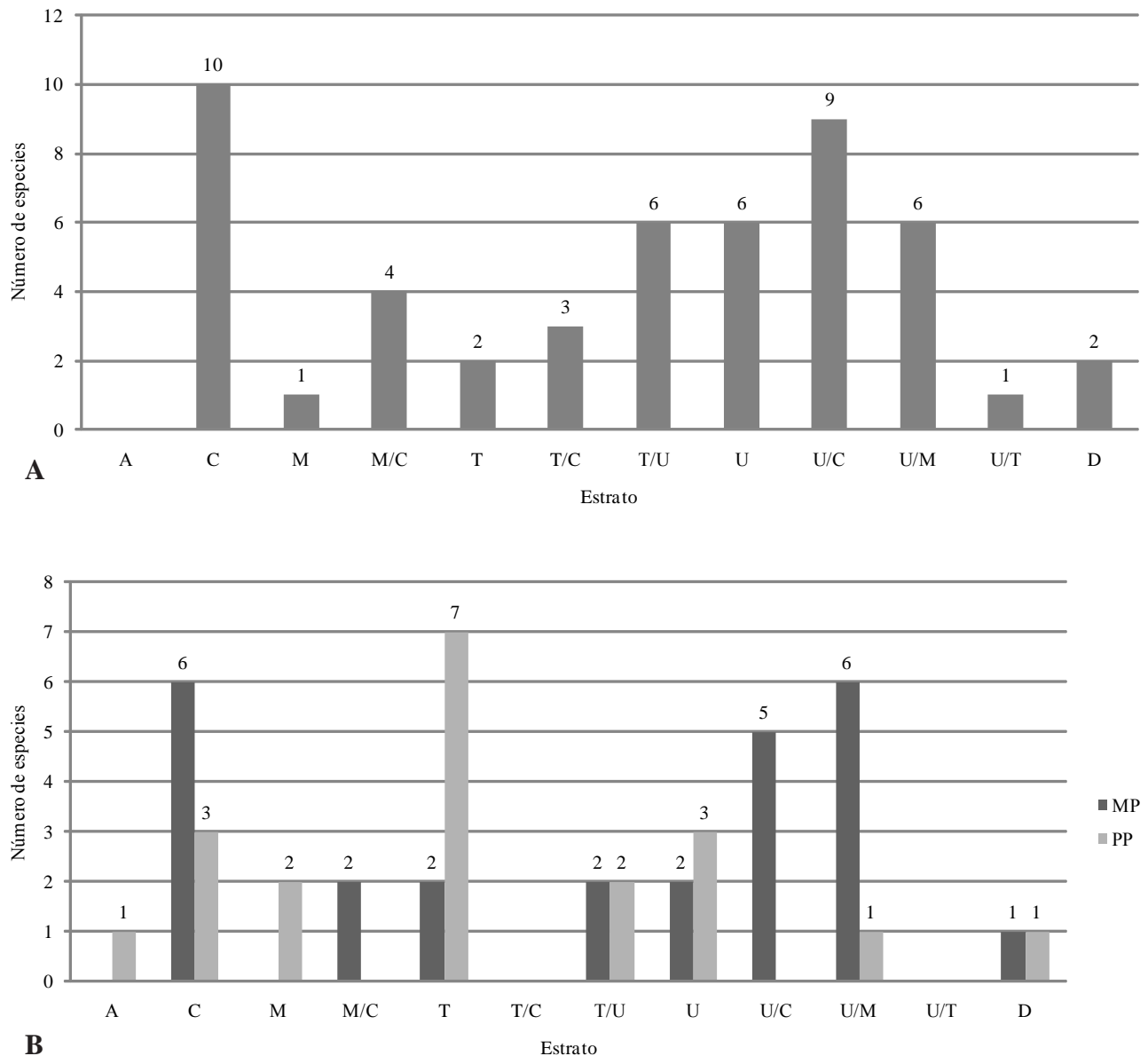
tud superior a 2600 m (Stotz *et al.*, 1996), es el más importante entre las especies presentes y probables (sensu lato) en *Polylepis* (**Figura 11**). Esto implica que el flujo de especies en *Polylepis* es principalmente del bosque altoandino y el páramo.

### 3.4 Aspectos ecológicos

**3.4.1 Hábitat.** La mayor parte de las especies registradas y muy probables usan el bosque

montano perennifolio y el bosque enano como hábitat primario (**Figura 12** y **Apéndice 2**). Para el caso de las especies con baja probabilidad de encontrarse en *Polylepis*, más especies utilizan el páramo como su hábitat primario (**Figura 12** y **Anexo 2**).

Además, el bosque enano es el hábitat secundario con más especies registradas y muy probables, y la puna presenta más especies poco probables (**Figura 13**). En Colombia estas especies que usan



**Figura 14.** Número de especies por estrato (Stotz *et al.*, 1996) para cada categoría de presencia en *Polylepis*. **D.** Desconocido; **A.** Aéreo; **C.** Dosel; **M.** Medio; **T.** Terrestre y **U.** Sotobosque. **A. R:** registrada y **B. MP:** muy probable; **PP:** poco probable. © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)

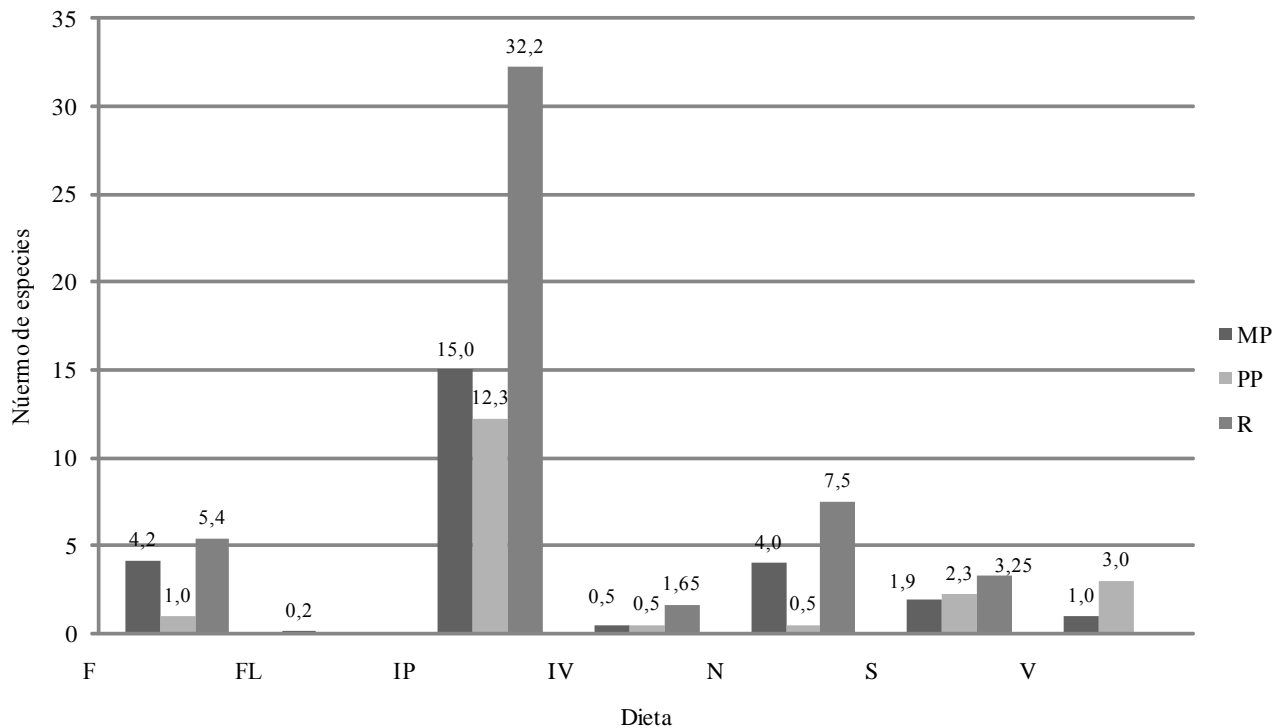
la puna, se encuentran en páramo abierto (Hilty & Brown 1986).

Estos resultados al igual que los rangos de altitud, indican en primer lugar que las especies listadas usan (o probablemente) el bosque de *Polylepis* como hábitat marginal, y que el mayor influjo de especies en bosques de *Polylepis* en Colombia proviene de bosques a menor altitud como es el bosque montano perennifolio y el bosque enano.

**3.4.2 Estrato, dieta y gremio.** Las especies observadas en *Polylepis* y más probables, se encuentran principalmente en el dosel y en el sotobosque/dosel, a diferencia de las especies menos probables entre las que hay más terrestres (**Figura 14**).

Sin embargo al considerar características más detalladas, la mayoría de especies analizadas en nuestro estudio tiene más de un tipo de dieta (en promedio 1,55) y pertenecen a más de un gremio de





**Figura 15.** Número de especies equivalentes por categoría de probabilidad para cada tipo de dieta. **R:** registrada, **MP:** muy probable y **PP:** poco probable. © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)

forrajeo (en promedio 1,82). El mayor número de especies equivalentes corresponde al tipo de dieta de insectos e invertebrados pequeños (IP) (**Figura 15**).

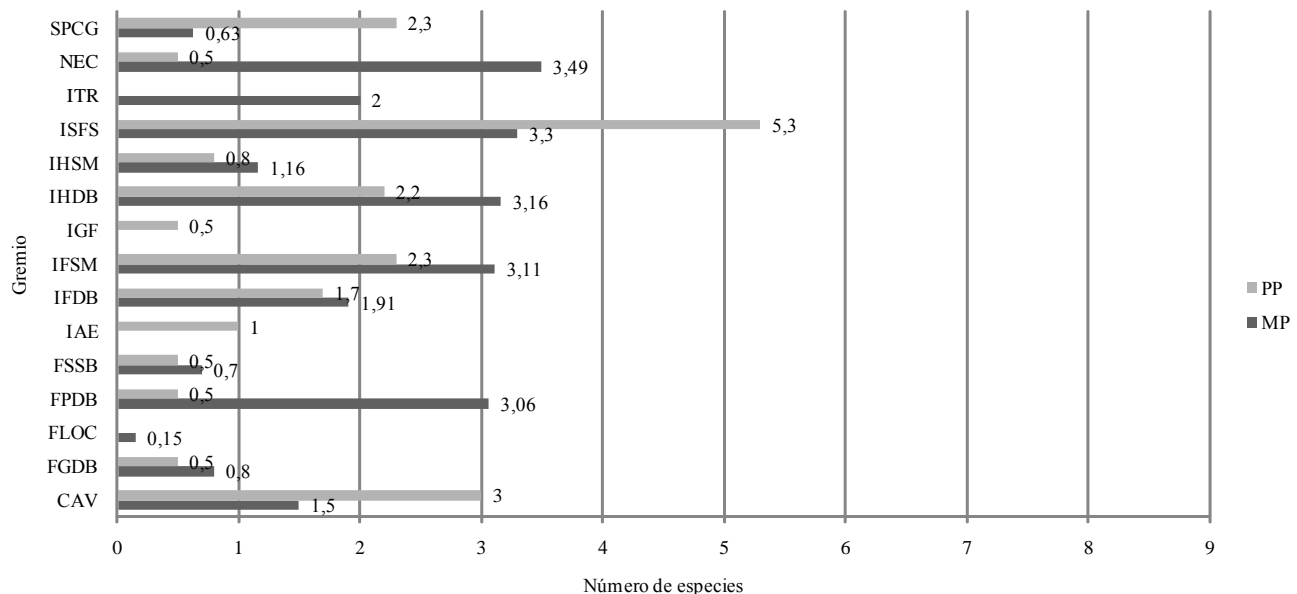
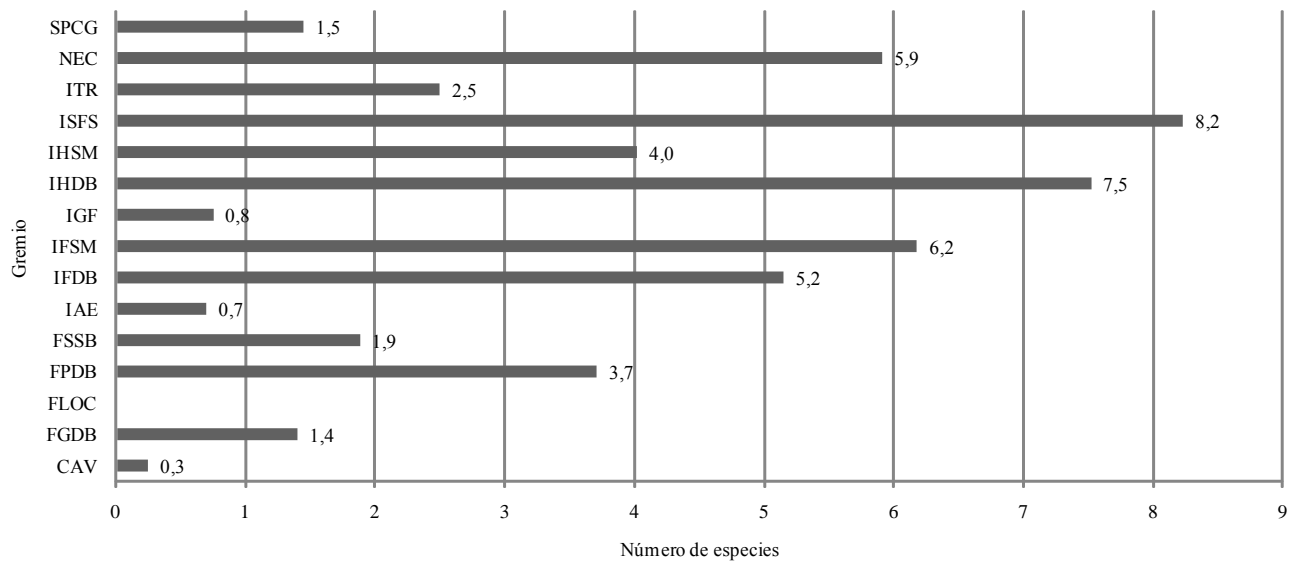
El número equivalente de especies que se alimentan de plantas, es mayor en la categoría de especies muy probables (20), en contraste con las especies registradas (14) y las especies poco probables (5). De tal forma que la similitud mencionada entre la Cordillera Occidental y la Cordillera Central, sí podría estar dada por movimientos estacionales de las especies muy probables.

El gremio con más especies equivalentes presentes y poco probables en *Polylepis* fue el de insectívoros del suelo y el follaje del sotobosque bajo (ISFS) (**Figura 16a**), y entre las especies que muy probablemente se encuentran en *Polylepis*, son más comunes los halconeadores del dosel y el follaje de sotobosque bajo (IHDB) (**Figura 16b**).

Los resultados posiblemente tienen alguna corre-

lación con la oferta de alimento que existe en los bosques de *Polylepis* y su grado de estacionalidad. Herzog *et al.*, (2003), en un estudio sobre la comunidad de aves en un bosque de *Polylepis berterii* de Bolivia, observó un porcentaje más alto de insectívoros y una mayor estabilidad temporal de este gremio con respecto a riqueza y abundancia, mientras que frugi-granívoros y nectarívoros estuvieron menos representados y su presencia varió estacionalmente debido a que dependían de los picos de producción de plantas como *Berberis sp.* y una parásita (*Tristerix penduliflorus*) de *Polylepis berterii*. Sin embargo, hasta que punto procesos similares ocurren en Colombia aun es desconocido y es un aspecto que necesita ser estudiado.

Las diferencias aparentes entre el número de especies por estrato y el número de especies por gremio muestran que hay más especies de dosel en contraste con más especies del gremio de insectívoros del suelo y el follaje del sotobosque bajo, posiblemente están asociadas a la dieta representada en las categorías de gremio. Así, cuatro gremios de



**Figura 16.** Número de especies equivalentes para cada categoría de gremio. **A. R:** registrada y **B. MP:** muy probable; **PP:** poco probable. © Fundación ProAves [www.proaves.org](http://www.proaves.org)

frugívoros e insectívoros corresponden al estrato de dosel y por lo tanto la suma de estas especies concuerda con el resultado del análisis por estrato.

Además, aunque no hay información acerca de asociaciones vegetales entre *Polylepis* y otras especies vegetales en Colombia, la representación de varias dietas y gremios podría corresponder a la presencia de una diversidad vegetal importante explicada por condiciones climáticas existentes en los páramos de Colombia. Donde, a diferencia del

ecosistema de Puna, en Perú y Bolivia, la humedad es mayor y por esta razón existe una estrecha cercanía de elementos con bosque altoandino (Fjeldsa 1992, Chaves & Arango 1998), que ofrecen una alta diversidad de frutos, semillas y flores. En el caso del Páramo de Chingaza, se han observado Puyas (*Puya sp*) asociadas al bosque de *Polylepis*, que proporcionan alimento a especies de colibríes como *Eriocnemis vestitus* (J. Parra com. pers.).

---

## Bibliografía

Birdlife International (2006) Data zone. Disponible en: <http://www.birdlife.org/datazone/index.html>

Chaves, M. E. & Arango, N. (Eds.). 1998. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad 1997, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá.

Delgado, A. C. & Rangel Ch. J. O. 2000. Aves. En: Rangel Ch. J. O. 2000. Colombia: diversidad biótica III. La región de vida paramuna. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Enrico, L., Funes, G. & Cabido, M. 2004. Regeneration of *Polylepis australis* Bitt. in the mountains of central Argentina. *Forest Ecology and Management* 190: 301-309.

Etter, A. & Villa, A. 2000. Andean forests and farming systems in part of the Eastern Cordillera (Colombia). *Mountain Research and Development* 20: 236-245. Disponible en: [http://www.bioone.org/doi/pdf/10.1659/0276-4741\(2000\)020\[0236:AFAFSI\]2.0.CO;2?cookieSet=1](http://www.bioone.org/doi/pdf/10.1659/0276-4741(2000)020[0236:AFAFSI]2.0.CO;2?cookieSet=1)

Fjeldså, J. 1992. Biogeographic patterns and evolution of the avifauna of relict highaltitude woodlands of the Andes. *Steenstrupia* 18: 9-62.

Fjeldså, J. & M. Kessler. 1996. Conserving the Biological Diversity of *Polylepis* Woodlands of the Highland of Peru and Bolivia. A Contribution to Sustainable Natural Resource Management in the Andes. NORDECO, Denmark, Copenhagen.

Flórez, P., Krabbe, N., Castaño, J., Suárez, G. & Arango, J.D. 2004. Evaluación Avifauna del Páramo de Frontino, Antioquia, Agosto 2004. Colombian EBA Project Report Series No. 6. Fundación ProAves, Colombia.

Franco, A. M. & Bravo, G. 2005. Áreas importantes para la Conservación de las Aves en Colombia. Pp. 117-281 en BirdLife International y Conservation International. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Quito, Ecuador: BirdLife International (Serie de Conservación de BirdLife N°. 14)

Herzog, S. K., R. Soria & Matthysen, E. 2003. Seasonal variation in avian community composition in a high-andean *Polylepis* (Rosaceae) forest fragment. *Willson Bulletin* 115 (4): 438-447.

Hilty, S. L. & Brown, W. L. (1986). *A Guide to the birds of Colombia*. Princeton University Press. Princeton.

Hjarsen, T. 1997. The effects of plantations in the Andes. *Tropical Forests Update* 7: 15.

Hofstede, R. 2002. Los páramos andinos; su diversidad, sus habitantes, sus problemas y sus perspectivas. Un breve diagnóstico regional del estado de conservación de los páramos. Pp. 1062-1089, En A. Jaramillo, C. Castaño, J. Rodríguez y C. Durán (ed.): Congreso Mundial de Páramos, Memorias. Tomos II. Gente nueva editorial, Colombia.

Luteyn, J. L. 1999. Páramos: A Checklist of Plant Diversity, Geographical Distribution, and Botanical Literature. The New York Botanical Garden Press, New York.

Meyer De Schauensee, R. (1948-1952) The birds of the Republic of Colombia. *Caldasia* 22-26: 251-1214.

Navarro, G., J. Molina & De La Barra. N 2005. Classification of the high- Andean *Polylepis* forests in Bolivia. *Plant Ecology* 176: 113-130.

Paynter, R. JR. 1997. Ornithological gazetteer of Colombia, second edition. Harvard College

Purcell, J., A. Brelford & Kessler. M 2004. The world's highest forest. *American Scientist* 92: 454-461.

Rangel Ch., J.O. 2000. Colombia diversidad biológica III. La región de vida paramuna. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Instituto Alexander von Humboldt.

Renjifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. H. Kattan, & B. López-Lanús, (Eds.). (2002). Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, D.C., Colombia.

Ridgely, R. S. & Greenfield, P. J. 2001. The birds of Ecuador. Vol. 2. Cornell University Press, Ithaca, NY.

Salaman, P. G. W. (ed.). 1994. Surveys and conservation of biodiversity in the Chocó, south-west Colombia. Cambridge, U.K.: BirdLife International Study Report No. 61.

Stiles, F. G. & Skutch A. F. 1989. A guide to the birds of Costa Rica. Cornell University Press, Ithaca, NY.

Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker Iii & Moskowitz, D. K. 1996. *Neotropical Birds Ecology and Conservation*. The University of Chicago Press, United States of America.

Strewe, R. & Krefl, S. 1999. First records of masked mountain-tanager (*Buthraupis wetmorei*) and black-backed bush-tanager (*Urothraupis stolzmanni*) (Thraupinae) for Nariño,

Southwestern Colombia. *Ornitología Neotropical* 10: 111-113.

Vuilleumier, F. 1984. Patchy distribution and systematics of *Oreomanes fraseri* (Aves, ?Coerebidae) of andean *Polyllipis* woodlands. *American Museum of Natural History* 2777: 1-17.

Vuilleumier, F. & Ewert, D. 1978. The Distribution of Birds in Venezuelan Paramos. *Bulletin of American Museum of Natural History* 162 (2): 51-90.



1. Lista de Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (Franco & Bravo 2005)

Código	Nombre del AICA
CO022	Parque Nacional Natural Paramillo
CO023	Parque Nacional Natural Las Orquídeas
CO031	Parque Nacional Natural Farallones de Cali
CO048	Finca Paraguay
CO052	Reserva Natural Ibanasca
CO055	Cuenca del río Toche
CO056	Reserva Natural Semillas de Agua
CO057	Páramos y bosques altoandinos de Génova
CO059	Reservas comunitarias de Roncesvalles
CO079	Parque Nacional Natural Chingaza
CO138	Santuario de fauna y flora Galeras

2. Lista de las categorías de los tipos de hábitat (Stotz *et al.*, 1996)

Categoría hábitat	Hábitat
A1	Ciénaga de agua clara
A4	Playas rocosas de la costa
A8	Ríos
A9	Arroyos
F1	Selva baja tropical perennifolia
F10	Bosque de pino
F11	Bosque de pino y roble
F15	Bosque secundario
F15?	¿Bosque secundario?
F15E	Borde bosque secundario
F3E	Borde bosque ribereño
F4	Bosque montano perennifolio
F4E	Borde bosque montano perennifolio
F5	Bosque enano
F5	¿Bosque enano?
F5E	Borde bosque enano
F6	Bosque de <i>Polylepis</i>
F7	Bosque tropical caducifolio

## Continuación

### 2. Lista de las categorías de los tipos de hábitat (Stotz *et al.*, 1996).

F7E	Borde bosque tropical caducifolio
F8	Bosque de galera
F9	Bosque templado sureño
F9E	Borde bosque templado sureño
N1	Matorral desértico bajo
N10	Páramo
N11	Maleza ribereña
N13	Tierras de pasto y agricultura
N14	Maleza de segundo crecimiento
N2	Matorral desértico montano
N3	Matorral montano semihúmedo / húmedo
N4	Cerrado
N5	Campo
N6	Pastizales estacionalmente húmedos, bajo
N7	Pastizales templados del sur
N9	Puna



Fundación ProAves:  
Carrera 20 No. 36-61  
Tels.: (57-1) 340 3229 - 340 3261  
245 5134 Fax. (57-1) 340 3285  
e-mail: fundacion@proaves.org  
Bogotá, D.C. - Colombia

[www.proaves.org](http://www.proaves.org)

ISSN 1900-1592



9 771900 159006