

Conservación Colombiana

Número 9 • Junio 2009

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



Modelamiento de indicadores para
evaluar el cambio en la biodiversidad
en el proyecto MDL forestal para la
cuenca del río Chinchiná

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). Modelamiento de indicadores para evaluar el cambio en la biodiversidad en el proyecto MDL forestal para la cuenca del río Chinchiná (PROCUENCA-FAO). *Conservación Colombiana* 9: 1-115.

Con el apoyo de:

Carlos Andrés Páez Ortiz

Luís Felipe Barrera

Alexander Monsalve

Fabián Guzmán

María Isabel Moreno Ballesteros

Alonso Quevedo Gil

Fotografía portada

Rumbito Buchiblanco (*Chaetocercus mulsant*) © 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: Fundación Ecológica Cafetera PROCUENCA, CAEMA y Conservación Internacional



Contenido

Presentación	5
1. Introducción	6
2. Estado actual de la biodiversidad asociada a los sistemas productivos manejados por PROCUENCA - FAO en la cuenca del río Chinchiná	7
2.1 Objetivos	7
2.2 Marco de referencia	7
2.3 Métodos	8
2.4 Análisis de resultados	23
3. Resultados	23
3.1 Análisis general de comunidades biológicas	23
3.2 Evaluación de la diversidad de la avifauna	24
3.3 Evaluación de la diversidad herpetológica	33
3.4 Evaluación de la diversidad de mamíferos	43
3.5 Discusión	54
3.6 Conclusiones	62
4. Modelamiento de indicadores para medir el cambio de biodiversidad	66
4.1 Marco conceptual	66
4.2 Indicadores biológicos	72
4.3 Matriz de priorización y evaluación de hábitat a partir de indicadores biológicos	75
4.4 Discusión	95
4.5 Recomendaciones	100
Bibliografía	
Anexos	



Tucancito Esmeralda (*Aulacorhynchus prasinus*) © Fundación ProAves www.proaves.org

Un modelo de indicadores para evaluar el cambio en la biodiversidad

Presentación

Varios estudios se han enfocado en describir la biodiversidad de los paisajes transformados por el hombre (Farigh 2003), sin embargo, es necesario empezar a proponer nuevas formas de arreglos del paisaje en donde puedan funcionar en equilibrio las zonas de alta biodiversidad con los sistemas productivos, de esta forma todos los esfuerzos de conservación en áreas altamente transformadas deben tener en cuenta aquellos elementos constituyentes del paisaje como es el caso de los bosques secundarios, los agroecosistemas, los sistemas de aprovechamiento, y al mismo tiempo propender por la creación de nuevas áreas de reserva y el establecimiento de corredores biológicos en tierras privadas y comunales. Para que este proceso llegue a buen término, resulta importante conocer y monitorear los ecosistemas con el fin de establecer el estado de la biodiversidad y así poder generar estrategias de conservación efectivas a nivel regional, en especial lo que se refiere al diseño y desarrollo de proyectos de reforestación (Brown & Kappelle 2001). Una de las herramientas de conservación más usadas a nivel global para medir el estado de la biodiversidad es la utilización de “bioindicadores” que incluyen aquellos organismos cuya presencia o ausencia, abundancia o rareza, pueden mostrar el estado real de un ecosistema.

Actualmente en el departamento de Caldas, sobre la cuenca hidrográfica del río Chinchiná, se adelanta el proyecto forestal “Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) PROCUENCA-FAO” cuyo objeto es establecer plantaciones forestales, sistemas agroforestales y silvopastoriles, así como café a libre exposición como alternativa para reemplazar zonas que han sido destinadas anteriormente a la ganadería extensiva. Estos paquetes forestales son denominados “línea base” y buscan además crear y conservar aquellos corredores biológicos que permiten la conectividad de los fragmentos de bosque

natural en la Zona alta, a partir de la restauración ecológica asistida en áreas degradadas.

Este tipo de sistemas forestales y agroforestales pueden cumplir un papel importante para la conservación de especies silvestres al proveer refugio, sitios de descanso, anidación y alimento (Espinal 1992), convirtiéndose la “línea base” de ganadería extensiva y café al sol, en sistemas forestales productivos, que pueden cumplir con dos objetivos: el primero beneficiar las especies que se encuentran en estos sistemas y segundo crear zonas de fijación de carbono, donde se establecerán nuevos e importantes sumideros de carbono atmosférico, contribuyendo de esta manera en la conservación de la biodiversidad, al uso sostenible de los recursos naturales y a la mitigación del cambio climático, cumpliendo con los requerimientos del Protocolo de Kyoto (Herrera *et al.*, 2001).

La mayoría de las acciones y esfuerzos de conservación de la biodiversidad se centran en las áreas protegidas. Sin embargo fuera de estas, aumentan constantemente los sistemas productivos tradicionales dedicados a la ganadería y el monocultivo, lo que crea presión sobre los refugios naturales para la fauna silvestre, dejándolos en algunos casos prácticamente aislados. De esta forma se hace necesario darle un nuevo enfoque a la conservación en donde se incluyan los agropaisajes y los sistemas productivos como elementos generadores de diversidad, y para atender esta necesidad fue preciso diseñar y ejecutar un modelo, que permitiera medir los cambios en la diversidad biológica cuando los sistemas forestales del proyecto PROCUENCA han reemplazado a la ganadería extensiva y al café al sol. Este modelo titulado “Modelamiento de indicadores para evaluar el cambio en la biodiversidad en el proyecto MDL forestal para la cuenca del río Chinchiná (PROCUENCA-FAO)”, incluyó evaluar la diversidad de los grupos bioindicadores en los diferentes paquetes productivos realizando

comparaciones por tipo de plantación, edad y en relación a los lugares “línea base” como los Potrerros y las Plantaciones de Café a exposición; con esta información preliminar fueron seleccionados las variables e indicadores biológicos para medir el aumento de la diversidad junto con su importancia, diseñándose un modelo metodológico a partir de técnicas básicas, sencillas, replicables y confiables de monitoreo de biodiversidad que pueden ser ejecutados por cualquier persona (profesionales, técnicos y comunidad)

La información de monitoreo de la biodiversidad del proyecto forestal MDL deben presentarse de manera consistente y al mismo tiempo que los resultados del monitoreo de la captura del CO². Así, la contribución de este proyecto a la mitigación del cambio climático, expresado en toneladas de CO² netas fijadas por el proyecto, puede asociarse con el aumento medido en la biodiversidad que ha producido frente a la “línea base”. De esta manera, proyectos forestales MDL que se orientan a la restauración de la biodiversidad pueden valorarse mejor en el mercado de carbono, en comparación con proyectos que solo enfatizan el crecimiento forestal.

Carlos Andrés Páez Ortiz

Biólogo

Subdirector de Investigaciones

Fundación ProAves

1. Introducción

Colombia es reconocida como uno de los países de mayor diversidad biológica a nivel mundial. Con una superficie continental menor al 1% de la extensión global, posee aproximadamente el 10% de la biodiversidad y el 14% de las especies de vertebrados y plantas vasculares conocidas (IAvH 1998), por lo tanto la preocupación por la diversidad a nivel mundial por causa de los problemas detectados en cuanto a deterioro y vulnerabilidad de hábitat ha permitido la detección de Ecorregiones Terrestres Prioritarias (ETP) (Mittermerer *et al.*, 1999), las cuales sirven para definir los Hotspot (puntos caracterizados por tener especies con un alto grado

de endemismo y amenaza) que actualmente en el mundo suman 25 áreas y dentro de las cuales se consideró a la región Norandina como epicentro de la biodiversidad mundial y el área más vulnerable y amenazada de todas las regiones en el mundo.

En el año 1995 se establece la Política Nacional de Biodiversidad, que busca poner en práctica los principios y objetivos del Convenio de Diversidad Biológica al promover la conservación, el conocimiento y el uso sostenible de la biodiversidad, así como la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de sus componentes y de los conocimientos (Minambiente *et al.*, 1995).

Por lo tanto, la Política Nacional de Biodiversidad tiene como finalidad trabajar en el diseño e implementación de un sistema de indicadores que registre los cambios en el estado de la diversidad, así como las presiones antrópicas a las que se encuentra sometido y las respuestas que por parte de los sectores público y privado se generan en pro del conocimiento, conservación y uso sostenible (IAvH 2004).

Actualmente en el departamento de Caldas, en la cuenca hidrográfica del río Chinchiná se adelanta el proyecto “MDL forestal PROCUENCA - FAO” cuyo objetivo es establecer plantaciones forestales, sistemas agroforestales y silvopastoriles en áreas dedicadas a ganadería extensiva y cultivos perennes, en su mayoría de café a libre exposición, además la creación y conservación de corredores biológicos que permitan la conectividad de fragmentos de Bosque natural en la zona alta, a partir de la restauración ecológica asistida en áreas degradadas. Una de las herramientas de conservación más usadas a nivel global para medir el estado de los ecosistemas es la utilización de “bioindicadores” que incluyen aquellos organismos cuya presencia o ausencia, abundancia o rareza, pueden utilizarse para medir un cambio.

Finalmente este proyecto se constituye como un avance significativo sobre el conocimiento de la biodiversidad de los sistemas productivos en el de-

partamento de Caldas, así como un referente metodológico óptimo para el monitoreo de las poblaciones de especies silvestres y grupos bioindicadores en los Andes colombianos.

2. Estado actual de la biodiversidad asociada a los sistemas productivos manejados por PROCUENCA - FAO en la cuenca del río Chinchiná

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo general. Determinar el estado actual de la biodiversidad en el área de influencia del proyecto “MDL forestal PROCUENCA - FAO” y generar un modelo basado en bioindicadores para medir el cambio de la diversidad en la cuenca del río Chinchiná

2.1.2 Objetivos específicos

- Determinar la riqueza y abundancia relativa de los grupos biológicos asociados a los sistemas productivos y remanentes de bosques naturales en el área de influencia del proyecto “MDL forestal PROCUENCA - FAO” en la cuenca del río Chinchiná.
- Comparar la biodiversidad obtenida entre los diferentes paquetes forestales y biotopos explorados en el área del proyecto MDL forestal.
- Determinar la distribución ecológica de los distintos grupos de estudio sobre los hábitats estudiados en el área del proyecto.
- Identificar al interior de los distintos grupos biológicos, géneros y/o especies importantes (especies amenazadas y/o endémicas, entre otros) como bioindicadores para los distintos hábitat estudiados.
- Generar un modelo replicable basado en bioindicadores para medir el cam-

bio de la diversidad en la cuenca del río Chinchiná.

2.2 Marco de referencia

Diversos estudios se han llevado a cabo en el departamento de Caldas sobre distintos componentes de su biodiversidad, estos han permitido generar bases de datos regionales y listados de referencia para algunas de las áreas de las cuales se poseían grandes vacíos en el conocimiento faunístico además de ser una de las de mayor vulnerabilidad de los Andes colombianos.

Entre los registros se cuenta con el inventario de la avifauna del municipio de Manizales (Verhelst *et al.*, 2001), el inventario de aves del departamento de Caldas, (Botero *et al.*, 2001), y el listado general de las aves del departamento elaborado por Botero *et al.* (2005) el cual reporta 52 familias y un total de 432 especies de aves; de las cuales ocho son endémicas, siete casi endémicas, 22 migratorias y 47 especies con algún grado de amenaza de extinción.

En cuanto a los mamíferos, Sánchez (2000) realizó un inventario de forma sistemática y a través de evaluación participativa para mamíferos donde reporta un total de 43 especies para la cuenca de río Blanco. Castaño *et al.* (2003) presenta un estudio de la estructura y composición de la comunidad de murciélagos de un fragmento de bosque andino de la microcuenca Palogrande en la ciudad de Manizales en el que reporta seis especies de este grupo.

De otro lado, la Corporación Autónoma Regional de Caldas (CORPOCALDAS) ha reunido la información depositada en los “Planes de Ordenamiento Territorial (POT’s)” y demás trabajos desarrollados en los diferentes municipios del departamento con el fin de crear las “Agendas Ambientales”, aunque los registros de fauna presentados en estos documentos son de una existencia probable, se constituyen en una referencia para los análisis. Entre algunos de los resultados obtenidos en los municipios que hacen parte de la cuenca del río Chinchiná se encuentran: Manizales, se registra un total de 482 especies de aves, 53 de mamíferos, 27 de reptiles

y 45 de anfibios (CORPOCALDAS 2002); Chinchiná, 56 especies de aves, 29 de mamíferos, 5 de anfibios y 20 de reptiles (CORPOCALDAS 1998); Villamaría, 234 especies de aves, 37 de mamíferos, 33 de anfibios y 21 de reptiles (CORPOCALDAS 2002); Neira, 234 especies de aves, 38 de mamíferos, 42 de anfibios y 30 de reptiles (CORPOCALDAS 1999) y por último para Palestina se reportan 102 especies de aves, 29 de mamíferos, 13 de reptiles y 4 de anfibios (CORPOCALDAS 1997).

2.3 Métodos

2.3.1 Descripción general del área de estudio. La cuenca del río Chinchiná está localizada sobre la vertiente occidental de la Cordillera Central de Colombia en el departamento de Caldas. Comprende los municipios de Manizales, Villamaría, Neira, Chinchiná y Palestina, en una zona de gran importancia desde los puntos de vista social, cultural, económico y por su contexto ecológico. Esta región es considerada como una zona de alta densidad poblacional ya que en ella se concentra el 49% (358 hab/km²), de la población del departamento de Caldas (531.907 habitantes), (PROCUEENCA 2004). (Figura 1)

La cuenca del río Chinchiná nace a 5200 m de altura y desemboca a 800 m en el río Cauca; esta amplia variación altitudinal, le confiere una gran complejidad topográfica que se traduce en una extensa diversidad de hábitat y ecosistemas. Dentro del área, se encuentra una porción de algunas de las regiones naturales más importantes del país, como el Parque Nacional Natural de los Nevados, del cual 9000 ha, se encuentran ubicadas en el departamento de Caldas al interior de esta cuenca hidrográfica. Estas características hacen que en la región exista una gran cantidad de especies endémicas de flora y fauna, muchas consideradas dentro de alguna categoría de amenaza de extinción. (PROCUEENCA 2004)

2.3.2 Unidades de estudio. Para efectos del diseño de muestreo y siguiendo los parámetros implementados por el proyecto “MDL forestal

PROCUEENCA - FAO”, se identificaron tres zonas (alta, media y baja), ubicando al interior de cada una, los puntos de muestreo sobre los paquetes productivos pertenecientes a PROCUEENCA (reforestación en bloque, agroforestía y silvopastoreo), las demás unidades del paisaje presentes denominadas aquí como de línea base, constituidas principalmente por Potreros y café a exposición y finalmente sobre bosques naturales los cuales son tratados como ecosistema de control o de referencia (Tabla 1).

i. Zona alta. Esta zona se encuentra dentro de la cuenca del río Chinchiná sobre la subcuenca Guacaica perteneciente al municipio de Neira (vereda La Cristalina), a los 2305 m de altura. Esta, se caracteriza por su relieve escarpado, altas pluviosidad y humedad ambiental, posee un área de 500 ha de bosque (plantados y naturales) y 8 ha de potreros. Hace parte de la formación vegetal bosque montano alto, la cual se caracteriza por su vegetación baja la cual está constituida en su mayoría por arbustos, abundantes helechos y hepáticas. Los hábitats evaluados dentro de esta zona son los siguientes:

a. Potreros: este tipo de hábitat está constituido por numerosos potreros de topografía escarpada sobre los cuales se han desarrollado Potreros para ganadería de leche y levante. Posee aproximadamente 8 ha de extensión, y se encuentran interrumpidos y asociadas con relictos de bosques de galería sobre los cuales se hallan corrientes de agua de tercer y cuarto grado. Esta es la condición “línea base” sobre la cual se introducen los paquetes forestales de PROCUEENCA en la Zona alta.

b. Bosque natural: pertenece a la franja de bosque montano alto, se caracteriza por ser un bosque secundario, fragmentado por actividades pecuarias típicas de la zona (ganadería), con grandes extensiones de bosque continuo. Cuenta con

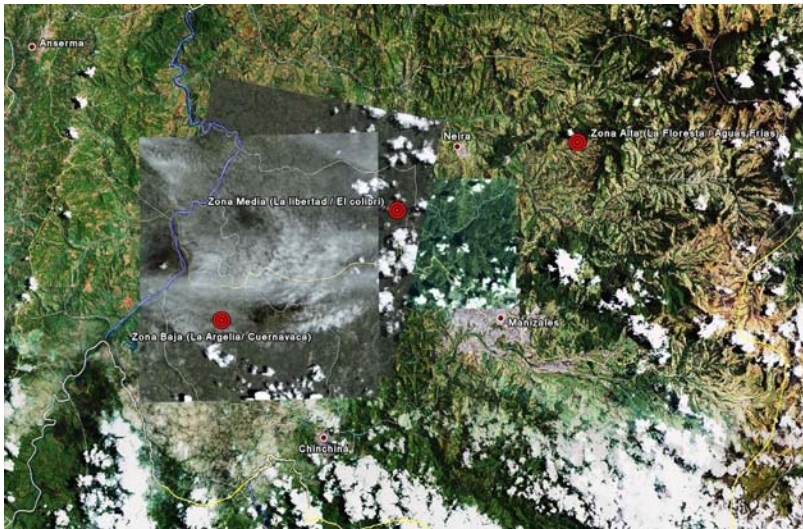


Figura 1. Puntos de las zonas de estudio a lo largo de la cuenca del río Chinchiná: **1.** Zona alta (La Floresta/Aguas Frías), **2.** Zona media (La Libertad/El Colibrí) y **3.** Zona baja (La Argelia/Cuernavaca). © Fundación ProAves www.proaves.org

la presencia de varios cuerpos de agua permanentes los cuales sirven de fuentes hídricas para acueductos veredales y municipales. Este tipo de bosque presenta un buen grado de conservación en general en donde la caza de especies de fauna silvestre se encuentra restringida por sus propietarios. El sustrato se encuentra conformado por hojarasca, el bosque se caracteriza por la presencia de especies vegetales propias de la zona entre las que se encuentran el Roble (*Quercus humboldti*), Chusque (*Chusquea sp*), Yarumo (*Cecropia alba*), Encenillo (*Weinmannia pubescens*), entre otros. El dosel tiene una altura aproximada de 25 m y el grado de epífitismo es moderado.

c. Plantaciones de Pino adulto: esta zona se caracteriza por una densidad de siembra de 700 árboles/ha, con un longitud de 2,5 m entre cada uno. Cuenta con una edad aproximada de 16,5 años y es considerada una plantación de tipo bloque. Su aprovechamiento se estima en dos años y pertenece al rodal conocido como La Badea. En su interior se lleva a cabo una regeneración natural avanzada, producto de la baja densidad de siembra y el manejo adecuado mediante podas permanentes lo que permite la germinación de especies vegetales de las familias Piperaceae, Melastomaceae y Solanaceae principalmente. Este sotobosque natural tiene un tamaño promedio de 2,5 - 3 m

Tabla 1. Distribución de sitios de muestreo por zonas.

Zonas de estudio	Sitios	Estructuras de hábitat	Coordenadas	Altura
Alta	La Floresta	Bosque natural	05°10'18"N 75°26'53"W	2200-2300
		Línea base: Potreros	05°10'03"N 75°26'50"W	
	Aguas Frías	Plantaciones de Pino adulto	05°10'26"N 75°28'31"W	2000-2100
		Plantaciones de Pino joven	05°10'01"N 75°28'33"W	
Media	La Libertad	Bosque natural	05°07'45"N 75°33'38"W	1550-1700
		Plantaciones de Café - Nogal	05°07'54"N 75°33'41"W	
		Línea base: Plantaciones de Café a exposición	05°07'48"N 75°33'10"W	
El Colibrí	Línea base: Potreros	05°06'31"N 75°33'07"W	1450-1500	
Baja	La Argelia	Bosque natural	05°03'33"N 75°40'21"W	1100
		Plantaciones de Nogal joven	05°03'29"N 75°40'35"W	
	Cuernavaca	Plantaciones de Nogal adulto	05°08'49"N 75°43'47"W	960-1000
		Línea base: Potreros	05°08'41"N 75°43'28"W	

de altura. Estas plantaciones se encuentran asociadas a potreros para ganadería así como relictos de bosque de galería.

d. Plantaciones de Pino joven: se caracteriza por una densidad de siembra de 700 árboles/ha, con una longitud de 2 m entre árbol y árbol. Cuenta con una edad aproximada de siete años y es considerada una plantación de tipo silvopastoril y pertenece al rodal conocido como La Karina. En su interior cuenta con cierta vegetación en donde predominan los helechos y algunas otras especies vegetales de aproximadamente un metro de altura de las familias Solanaceae y Piperaceae, pero aun no se evidencia una regeneración natural avanzada como en las Plantaciones de Pino adulto, se asocia a potreros y franjas de bosque de galería con presencia de cuerpos de agua permanente.

ii. Zona media. Ubicada en el departamento de Caldas, municipio de Manizales, vereda El Porvenir en la parte media de la subcuenca del río Guacaica entre los 1500 y 1700 m. Se caracteriza por poseer los siguientes hábitats:

a. Potreros: ubicados en la vereda El Bosque, finca El Colibrí, en la parte

media de la subcuenca del río Guacaica entre los 1450 y 1500 m. Estos potreros son utilizados para ganadería de leche, cuentan con la presencia de tres cuerpos de agua de tipo léntico (lagunas para bebederos) de aproximadamente 4 - 7 m de diámetro y presencia de vegetación acuática. Se encuentran asociados a relictos de bosque de galería, con presencia de cuerpos de agua y cultivos de Café. Cuenta con especies vegetales como Cedro Rosado (*Guarea trichiloides*), Guamo (*Inga sp*), Mango (*Mangifera indica*) que tienen como objetivo brindar sombra al ganado. Esta es una de las condiciones "línea base" sobre la cual se introducen los paquetes forestales de PROCUENCA en la Zona media.

b. Bosque natural: ubicado en la vereda San Gabriel, finca La Libertad sobre la parte media de la subcuenca del río Guacaica entre los 1500 y 1700 m. Los relictos de bosque presentes productos de la fragmentación del bosque natural por la siembra del Café son de tipo secundario de aproximadamente 3 ha de extensión, poseen caminos reales en su interior y un dosel de 15 m de altura aproximadamente, carecen de cuerpos de agua permanentes pero si poseen nacidos por nivel freático utilizados para



Hábitats evaluados: Potreros. © Fundación ProAves www.proaves.org

surtir acueductos de fincas cercanas. Tienen pendientes pronunciadas y presencia de especies vegetales como Nogal (*Cordia alliodora*), Cedro (*Guarea trichiloides*), Guadua (*Guadua angustifolia*) y Carbonero (*Calliandra sp*) entre otros.

c. Plantaciones de Café a exposición: ubicados en la vereda San Gabriel, Finca El Porvenir en la parte media de la subcuenca del río Guacaica entre los 1300 y 1350 m. Se caracterizan por ser cultivos de café con alta productividad con cosechas en los meses de octubre y noviembre. Esta plantación cuenta con una altura aproximada de 1,80 m. El uso de agroquímicos como fertilizantes es común en la zona, hecho que pueda afectar la presencia de herpetofauna. Este cultivo se asocia a cultivos de cítricos, Guadua, Plátano (*Musa sp*) y pequeños relictos de bosque con presencia de cuerpos de agua, así como cercas de Nogal. Esta es una de las condiciones “línea base” sobre la cual se introducen los paquetes forestales de PROCUENCA en la Zona media.

d. Plantaciones de Café - Nogal: ubicadas, la vereda San Gabriel finca La Libertad en la parte media de la subcuenca del río Guacaica entre los 1500 y 1750 m. Esta asociación Café - Nogal hace parte de un cultivo biológico, las plantas de Café tiene una altura promedio de 1,5 m y los individuos de Nogal 2,25 m. Por otra parte predomina la presencia de arvenses de la familia Malvaceae y la especie Amor seco (*Bidens pilosa*). El cultivo de Nogal cuenta con una edad aproximada de cuatro años y presenta retardos en su crecimiento, posiblemente por el anterior uso del suelo teniendo en cuenta que era una zona con Potreros. Además la plantación de Nogal se ve afectada por una enfermedad difícil de manejar. Esta plantación se encuentra asociada a relictos de Bosque natural y Nogal contiguos y algunos conglomerados de plátano en su interior. No presenta cuerpos de agua en su interior ni en cercanías.

iii. Zona baja. Las porciones de bosque natural pertenecientes a la Zona baja, se encuentran ubicados en el departamento de



Hábitats evaluados: Plantaciones de Pino adulto. © Fundación ProAves www.proaves.org

Caldas, municipio de Palestina, vereda La Rochela, finca La Irlanda en la parte baja de la subcuenca del río Guacaica entre los 1000 y 1060 m de altura. Teniendo en cuenta la expansión de la frontera agrícola y pecuaria y el alto desarrollo turístico presente en esta zona de estudio las únicas franjas de Bosque natural en la zona se componen de bosque de Guadua asociados a microcuencas. Por ende estos fueron tomados como unidad de paisaje para el estudio de biodiversidad. Se caracterizan por franjas de bosque de Guadua de aproximadamente cuatro metros de ancho con cuerpos de agua en la mitad, y presencia de malezas en los bordes. Estos bosques de Guadua se asocian a cultivos de Nogal y pasturas.

a. Potreros: las pasturas se encuentran ubicadas en la vereda El Palo, municipio de Palestina, finca Cuernavaca, a los 960 m. Se caracterizan principalmente por ser potreros para ganadería, cuenta con la formación de cuerpos de agua intermitentes en la época de lluvias por inundación y un cuerpo de agua permanente (quebrada). En asocio con estos Potreros se encuentran algunas especies arbóreas

principalmente Samán (*Samanea saman*), Cambulo (*Eritrina fusca*), Cedro (*Guarea trichiloides*) entre otros. Esta es la condición “línea base” sobre la cual se introducen los paquetes forestales de PROCUENCA en la Zona baja.

b. Bosque natural: ubicados en la vereda Santaguada, finca La Irlanda, a los 1100 m. Se caracterizan por ser bosques de galería, con un dosel de aproximadamente 25 m de altura en donde predomina la Guadua. El estrato arbóreo tiene aproximadamente 10 m de altura y está conformado por algunas especies de la familia Piperaceae y árboles de Prin-gamosa (*Urera caracasana*). El estrato arbustivo está conformado por Ortiga (*Jatropha urens*) y Bore (*Alocasia macrorrhiza*) en su totalidad, por último en el estrato herbáceo predomina el Besito Antioqueño (*Impatiens balsamina*).

c. Plantaciones de Nogal adulto: las Plantaciones de Nogal se encuentran ubicadas en el departamento de Caldas, municipio de Risaralda, vereda El Palo, finca Cuernavaca, entre los 980 y 1070

Tabla 2. Ubicación de las trampas en las distintas unidades de paisaje.

Zona	Hábitat	Tipo de trampa	N° de trampas por hábitat	Distancia entre trampas	Esfuerzo de captura
Alta	Bosque natural	Tomahawk	20	50	720 horas
	Potreros	Nasa	20	30	720 horas
	Plantaciones de Pino adulto	Tomahawk	20	50	720 horas
	Plantaciones de Pino joven	Nasa	20	30	720 horas
Media	Bosque natural	Tomahawk	10	50	360 horas
	Plantaciones de Café-Nogal	Nasa	20	20	720 horas
	Plantaciones de Café a exposición	Tomahawk	10	50	360 horas
	Potreros	Nasa	20	30	720 horas
Baja	Bosque natural	Tomahawk	10	40	360 horas
	Plantaciones de Nogal joven	Nasa	20	30	720 horas
	Plantaciones de Nogal adulto	Tomahawk	20	50	720 horas
	Potreros	Nasa	20	30	720 horas

m. Cuenta con una altura vertical promedio de 25 m de dosel, un estrato arbustivo conformado en su mayoría por especies de la familia Piperaceae, Solanaceae, el cual solo tiene un 20% de cobertura en la plantación y una altura promedio de 1,5 m. El estrato herbáceo lo conforman potreros de ganadería.

d. Plantaciones de Nogal joven: se encuentran ubicados en el departamento de Caldas, municipio de Palestina, vereda Santaguada, finca La Irlanda, a los 1100 m. Esta plantación tiene una edad aproximada de cuatro años y es de tipo silvopastoril. El estrato arbóreo está conformado por Nogal y tiene una altura aproximada de nueve metros, el estrato herbáceo está conformado por Potreros para ganadería asociado principalmente con algunas especies vegetales de las familias Piperaceae, Solanaceae y Balsaminaceae.

2.3.3 Periodos de muestreo. Se realizaron muestreos durante el periodo comprendido entre julio del año 2006 y enero del año 2007, durante estos meses fueron visitadas las zonas de trabajo dos veces para abarcar los periodos bioclimáticos seco y lluvioso; de tal forma cada área fue examinada durante 16 días por mes, lo

que corresponde a cuatro días de muestreo en cada paquete productivo.

2.3.4 Métodos de campo. Fue necesario realizar un pre muestreo en cada una de las zonas de estudio (alta, media y baja), con el fin de georeferenciar los transectos, trampas y redes. Los transectos fueron definidos de manera intencional teniendo en cuenta las condiciones topográficas, tipo de vegetal y la presencia de corrientes de agua; las técnicas utilizadas fueron:

i. Mamíferos

a. Fase de campo: fueron empleadas técnicas de captura, observación directa y de registro indirecto. En este trabajo se consideraron a los mamíferos cuya masa fuera inferior a 150 gr como pequeños, entre 150 gr y 5 kg medianos y superior a 5 kg, grandes. Los individuos fueron capturados utilizando técnicas diferentes de trampeo en número y distancia de ubicación con relación al tamaño de las áreas estudiadas, siguiendo lo propuesto por Jones *et al.*, 1996 (**Tabla 2**). Los métodos utilizados fueron:

- **Trampas de Nasa:** se usaron 19 trampas que operaron durante tres días por

cada tipo de hábitat en las zonas de estudio. Se dispusieron de manera sistemática y sesgada, con distancias dependientes del tamaño del área de estudio y de la cantidad de trampas disponibles; fueron habilitadas a las 18:00 h del primer día y revisadas en las primeras horas de la mañana de cada uno de los días de muestreo.

- **Trampas Tomahawk:** se contó con un total de 20 trampas, cuya disposición y operación se realizó de igual forma que las trampas de nasa, pero teniendo en cuenta mantener una amplia distancia entre cada una debido a que estas son de mayor tamaño.

Las trampas fueron instaladas en el suelo, lianas, troncos y sitios potencialmente usados por pequeños mamíferos, con el fin de no saturar el estrato arbóreo y segar los resultados del muestreo. Para aumentar la efectividad de estos métodos se hace necesario elaborar un cebo que para este caso fue preparado con una combinación de maní molido, avena en hojuelas, manteca vegetal, esencia de vainilla y de almendras. Para el caso de las trampas Tomahawk que eran ubicadas cerca a cursos de agua, fue necesario utilizar atún.

- **Trampas Pitfall o de caída:** fue implementada para cada tipo de hábitat en cada zona de estudio. Las trampas de caída fueron elaboradas a partir de una barrera plástica de 30 cm de altura y 20 de m de longitud, debajo de esta se enterraron cuatro canecas de 45 cm. de profundidad y 70 cm. de diámetro, una cada cinco metros sobre la barrera; se dispusieron al azar en lugares donde se consideró que las probabilidades de captura serían altas, teniendo en cuenta las características del lugar.
- **Redes de niebla:** fueron usadas seis redes de niebla de 17 mm de ojo de malla, 2,5m de alto por 12 m de longitud para la captura de mamíferos voladores; se ubicaron a través de los senderos, claros de bosque, quebradas y entre otros hábitat de acuerdo a lo propuesto por Kunz & Kurta (1988). Las redes fueron abiertas cada noche desde las 18:30 a las 22:00 h, ya que de acuerdo a Brown (1968) este corresponde al período de mayor actividad para los murciélagos.



Hábitats evaluados: Plantaciones de Pino joven. © Fundación ProAves www.proaves.org



Hábitats evaluados: Bosque natural. © Fundación ProAves www.proaves.org

b. Fase de Laboratorio: En cada uno de los periodos de muestreo, fueron colectados especímenes tipo o vouchers, los cuales se fijaron a través de la extracción de piel y cráneo para su posterior determinación taxonómica.

La determinación del material colectado se realizó con ayuda de las claves propuestas por Muñoz (1995) en el Laboratorio de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima (LABINZO) y en el Instituto de Ciencias Naturales (ICN) de la Universidad Nacional.

ii. Aves: para este grupo fueron usados dos tipos de muestreo: pasivo y activo, implementados con el mismo esfuerzo de muestreo para todos los tipos de hábitat en las diferentes zonas de estudio.

a. Captura pasiva: se usaron un total de 15 redes de niebla de 12 m de largo por 2,5 de ancho, con un ojo de malla de 17 mm, siguiendo la metodología propuesta por Ralph *et al.*, (1996); este método es el más utilizado, siendo particularmente útil para capturar aves que no responden a cebos y permitiendo al observador

determinar directamente características morfológicas (tamaño, color, forma del pico y patas, entre otras), corroborar la información obtenida por observación binocular y facilitar el registro fotográfico.

Las especies capturadas fueron marcadas con anillos de aluminio de diferentes tallas dependiendo de la dimensión del tarso, los datos morfológicos y estado del ave se consignaron en los formatos establecidos por la Fundación ProAves, para este fin. Para el manejo de estas redes, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Las redes se ubicaron en el límite entre dos diferentes tipos de hábitat y próximas a una fuente permanente de agua.
- Las redes que se emplearon simultáneamente se colocaron en línea con el fin de cubrir un mayor territorio.
- Una red de 12 m de largo por 2,5 metros de ancho operada durante una hora implicará una hora/red (Ralph *et al.*, 1996).

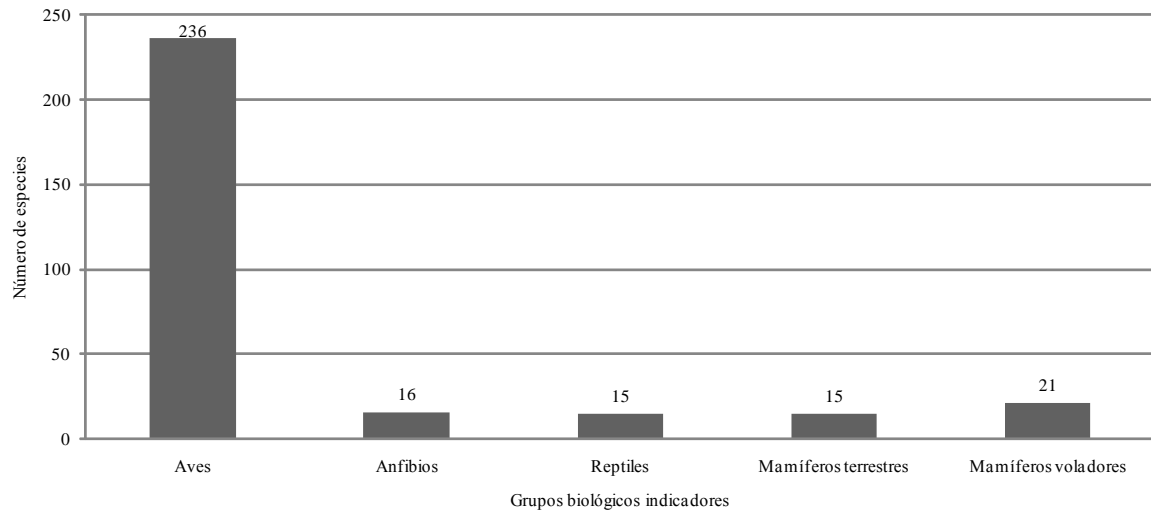


Figura 2. Número de especies encontradas en cada uno de los grupos biológicos indicadores evaluados. © Fundación ProAves www.proaves.org

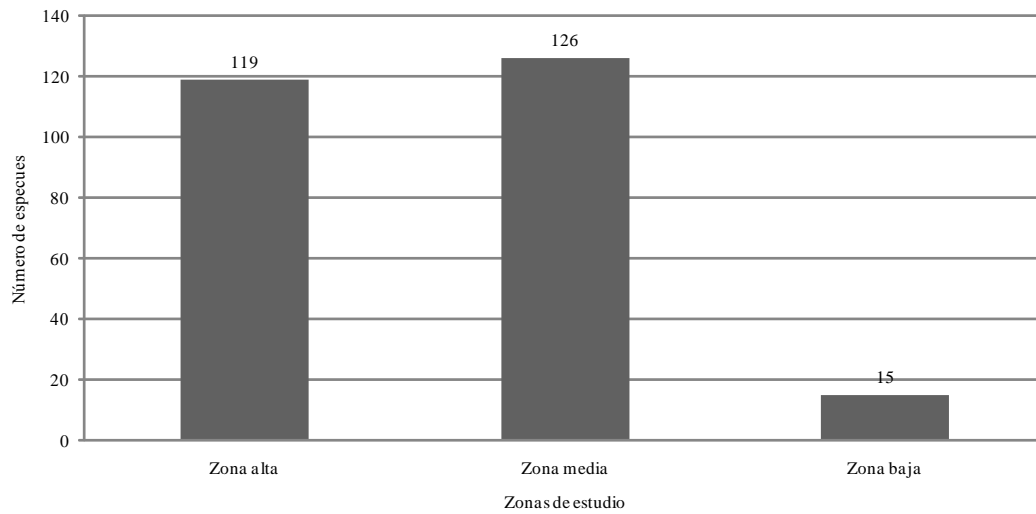


Figura 3. Número de especies de aves encontradas en todas las zonas. © Fundación ProAves www.proaves.org

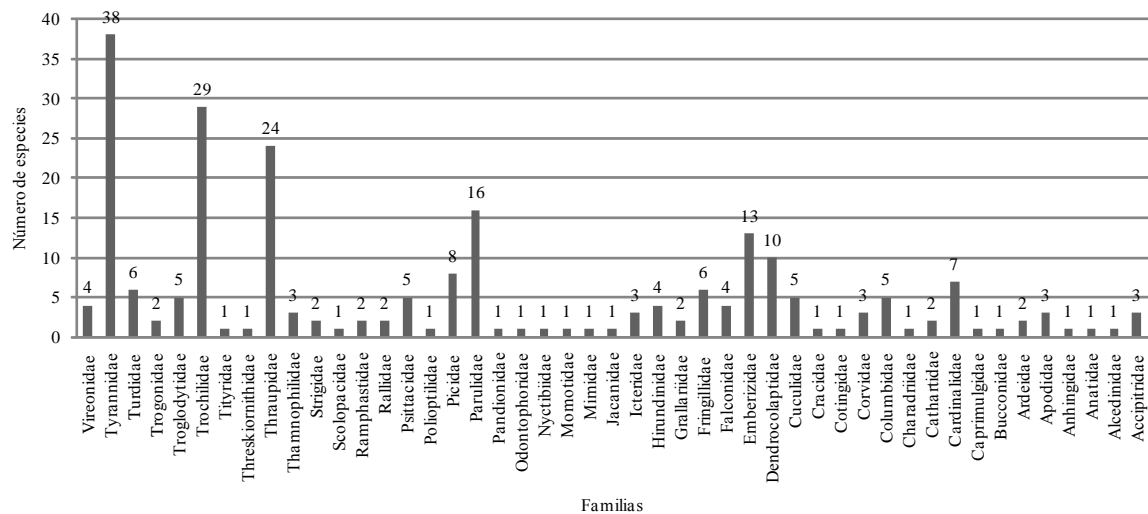


Figura 4. Número de especies por familia de aves encontradas en todas las zonas. © Fundación ProAves www.proaves.org



Bichofué Chico (*Pitangus lictor*). © Fundación ProAves www.proaves.org

- Las redes se abrieron durante los periodos del día: de las 05:30 a las 12:30 h. Por tres días en cada hábitat muestreado, lo que da un total de 105 horas red por día, 315 horas/red para cada hábitat por visita y 630 horas/red por hábitat para el total del trabajo de campo.
- Para la identificación de las especies se contó con la ayuda de libros guía de Hilty & Brown (1986), Juniper & Parr (1998), Sibley (2001), Salaman *et al.*, (2008) y Rodríguez-Mahecha & Hernández-Camacho (2002).

b. Observación directa o captura visual: fueron utilizados binóculos 10x42 mm, para la observación visual en los diferentes tipos de hábitat para cada uno de los puntos de muestreo, en los tres diferentes rangos altitudinales recorriendo senderos, bosques naturales, plantaciones y potreros. Fue seguida la metodología de conteo por puntos de amplitud variable (Ralph *et al.*, 1996), que consiste en caminar lentamente y detenerse para registrar los individuos observados ó escuchados en cada punto esper-

ando 10 minutos. Fueron seleccionados cinco puntos, cada uno ubicado cada 200 m para cubrir una longitud de 1 km en cada hábitat. Además fueron registrados algunos comportamientos como alimentación, percha, uso de hábitat (arborícola, arbustivo, terrestre), y tipo de alimento consumido (insectos, vertebrados y frutos entre otros). Los censos visuales fueron realizados desde las 06:00 a las 10:00 h, y entre las 16:00 y las 18:00 h.

iii. Anfibios y reptiles (herpetofauna)

a. Fase de campo: para la captura de la herpetofauna se utilizaron dos métodos el primero relevamientos por encuentros visuales (VES) a través de transectos previamente establecidos de 200 m de longitud por dos metros de ancho y las trampas de Pitfall o de caída (Heyer *et al.*, 1994). Los muestreos se llevaron a cabo de las 08:00 a las 12:00 h, y de las 14:00 a las 22:00 h. La información de los individuos colectados fue consignada en una ficha de campo, que registra datos morfológicos, morfométricos, comportamentales y de hábitat.

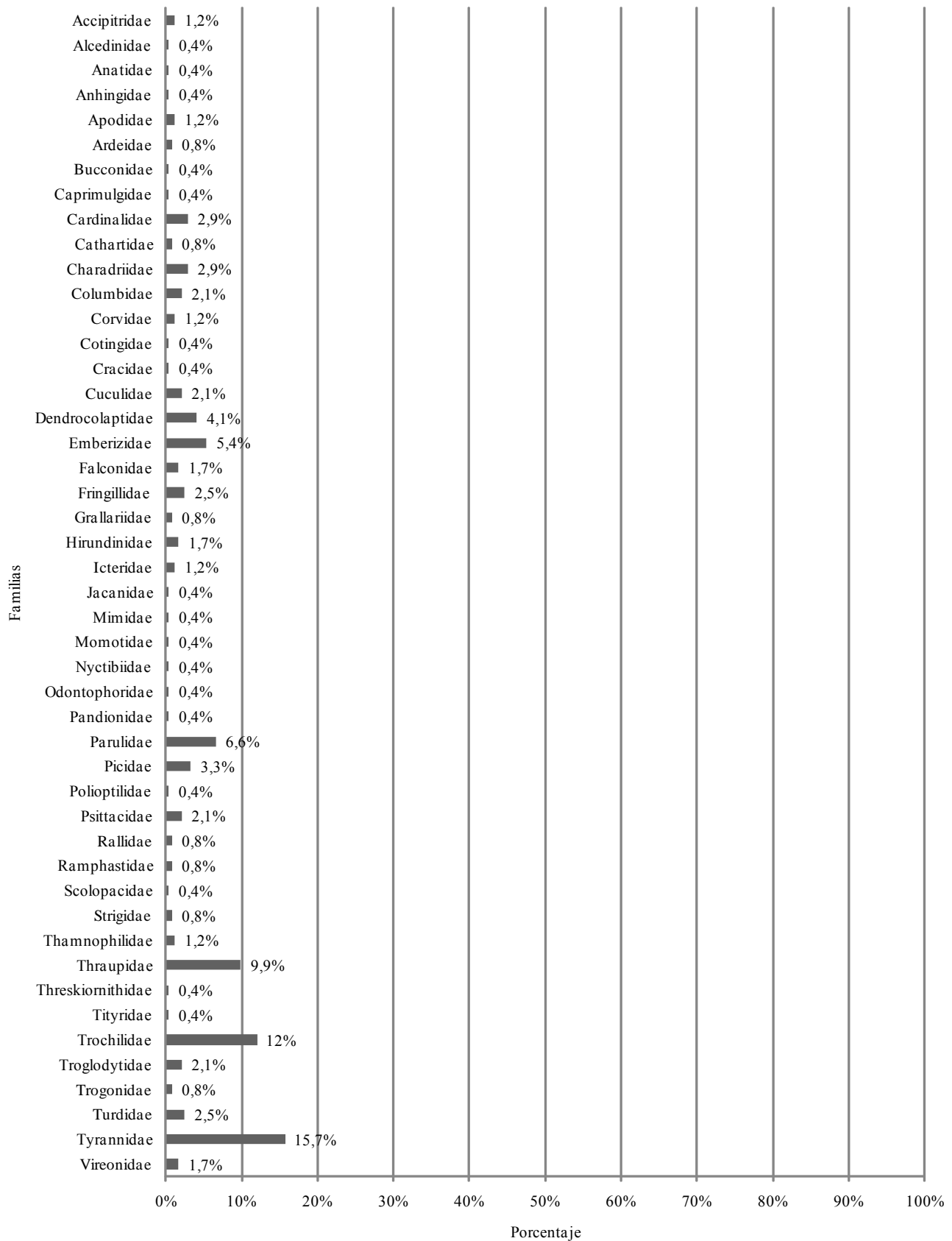


Figura 5. Abundancia relativa de las familias de aves encontradas para todas las zonas. © Fundación ProAves www.proaves.org

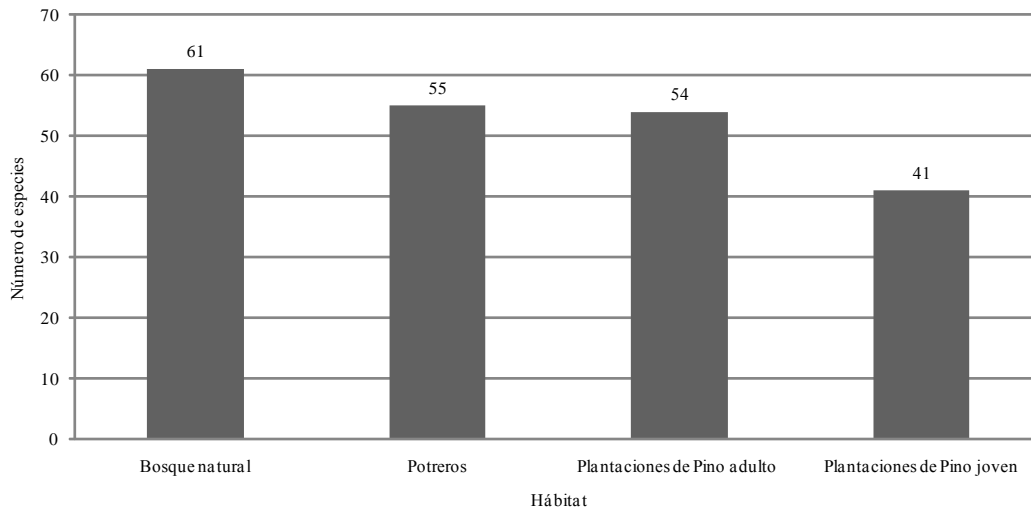


Figura 6. Número de especies para los hábitats de la zona alta. © Fundación ProAves www.proaves.org

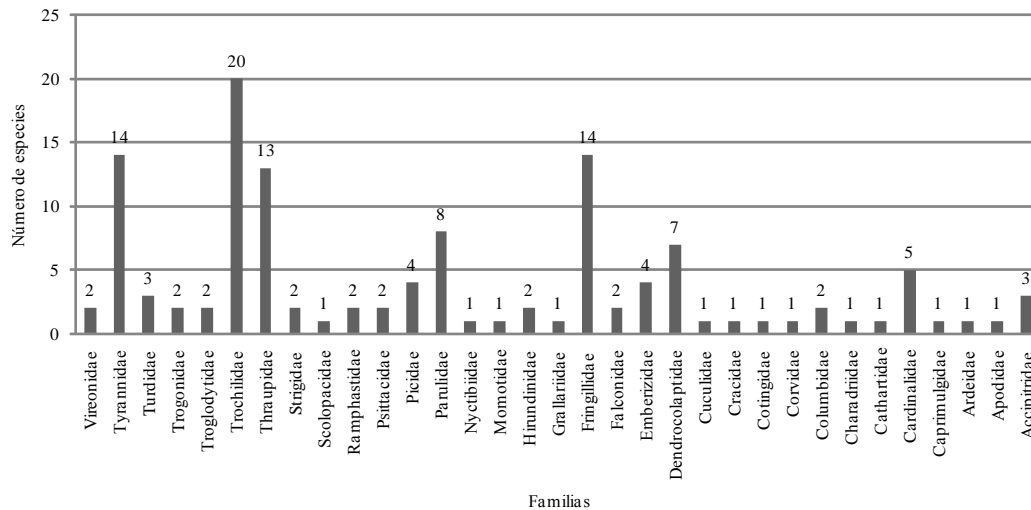


Figura 7. Número de especies por familias en la zona alta. © Fundación ProAves www.proaves.org

b. Fase de laboratorio: Los individuos fueron sacrificados, fijados y preservados de acuerdo al protocolo propuesto por Simmons (1987):

- Sacrificar los animales mediante anestesia con cloretona o etanol al 5%
- Fijar a los individuos colocándolos en una bandeja con toallas remojadas en formol analítico por 12 h, con la postura final.
- Etiquetar los individuos y pasarlos a un recipiente con formol analítico al 10% por 15 días.

- Lavar los individuos en agua pura por dos horas.
- Colocar los ejemplares en etanol (sin pirimidinas) al 70% de pureza por ocho días.
- Preservar los individuos en etanol (sin pirimidinas) al 70% limpio.

La determinación taxonómica para el caso de los anfibios fue realizada con ayuda del profesor Jhon Lynch del ICN y Diana P. Montealegre Moreno de Fundación ProAves y reptiles por Santiago Sánchez de Conservación internacional – Colombia. Los individuos colectados fueron depositados en las colecciones del ICN universidad Nacional y

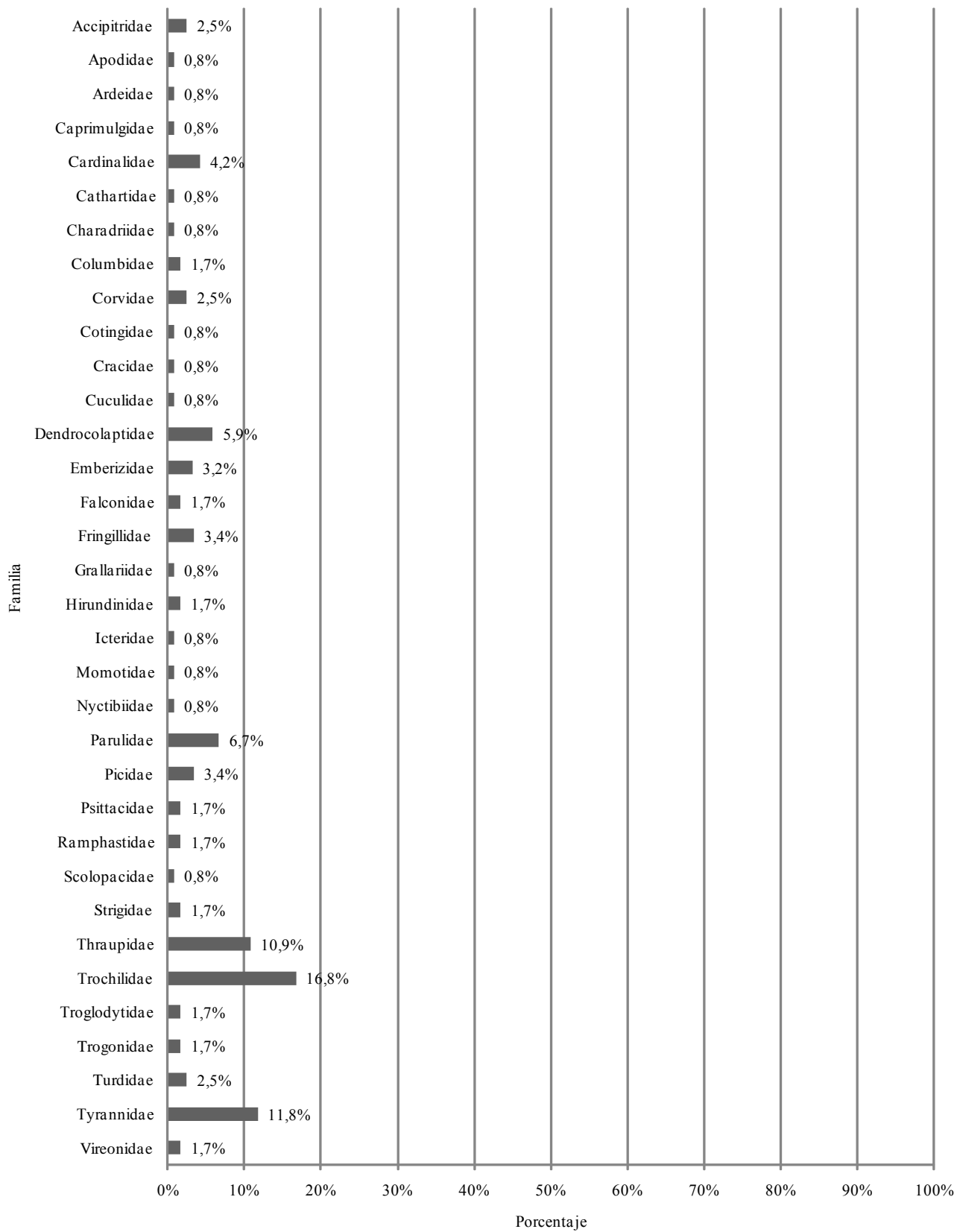
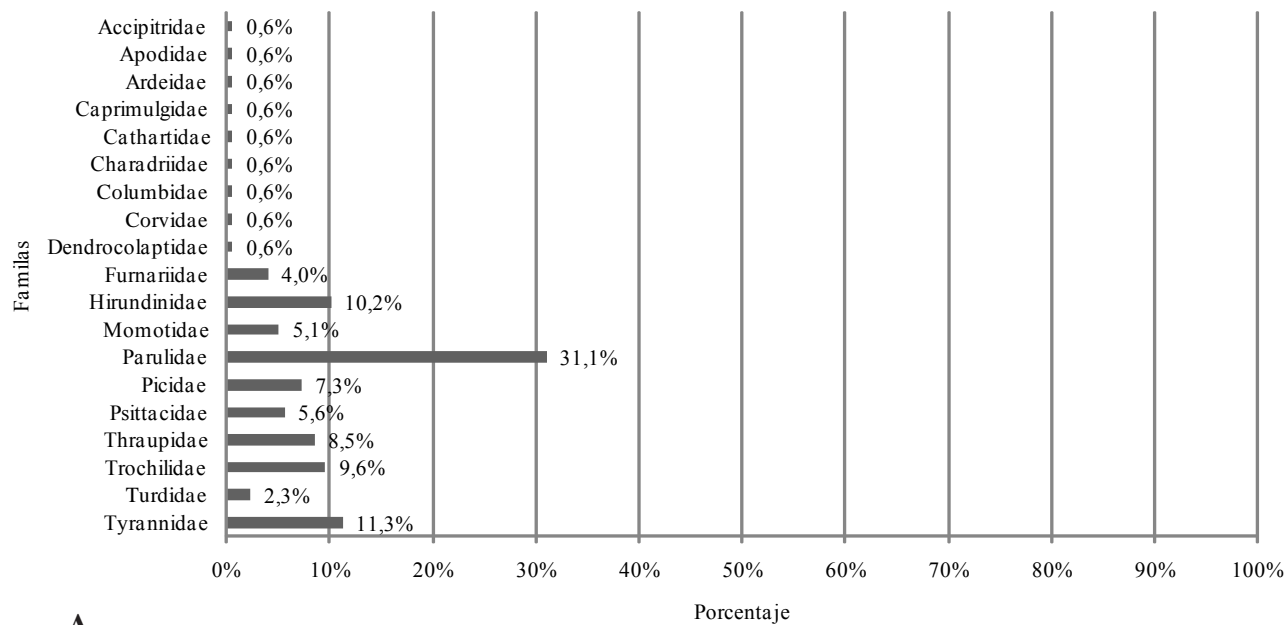
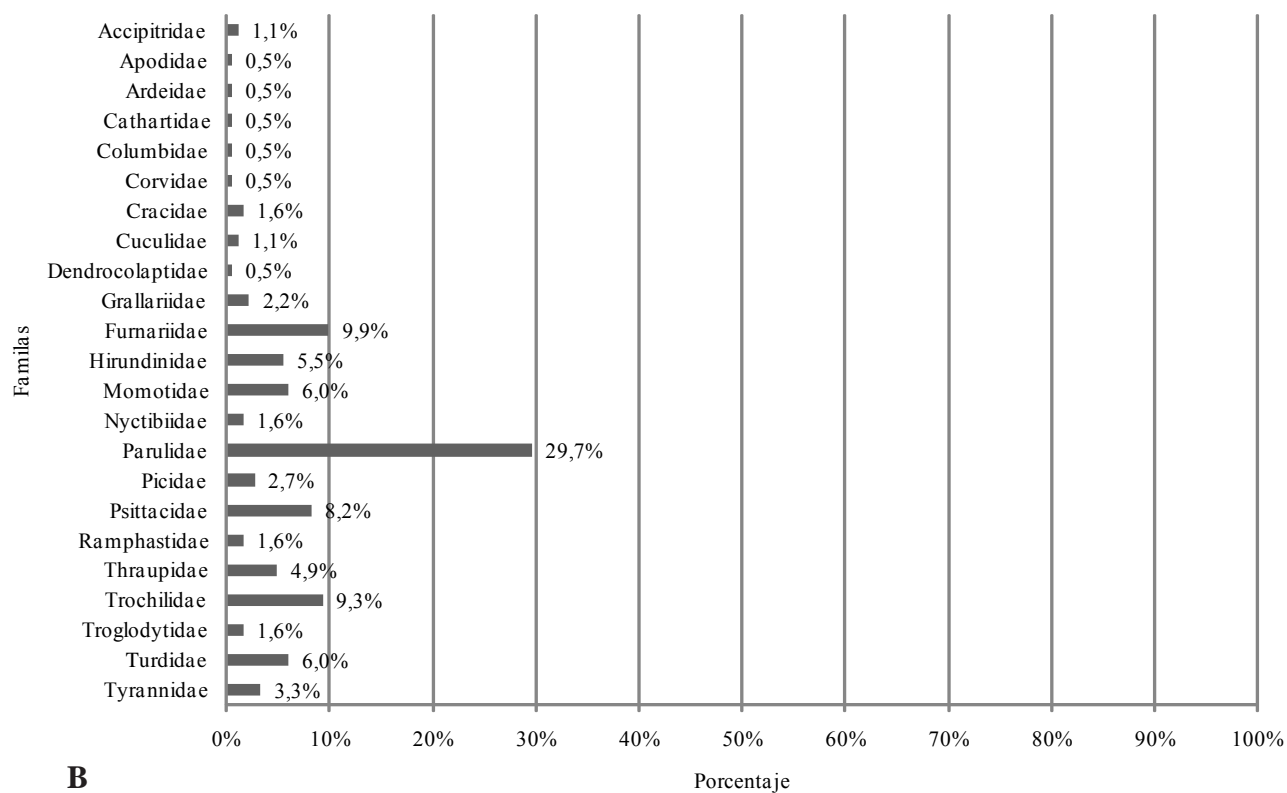


Figura 8. Abundancia relativa de las familias en la zona alta. © Fundación ProAves www.proaves.org

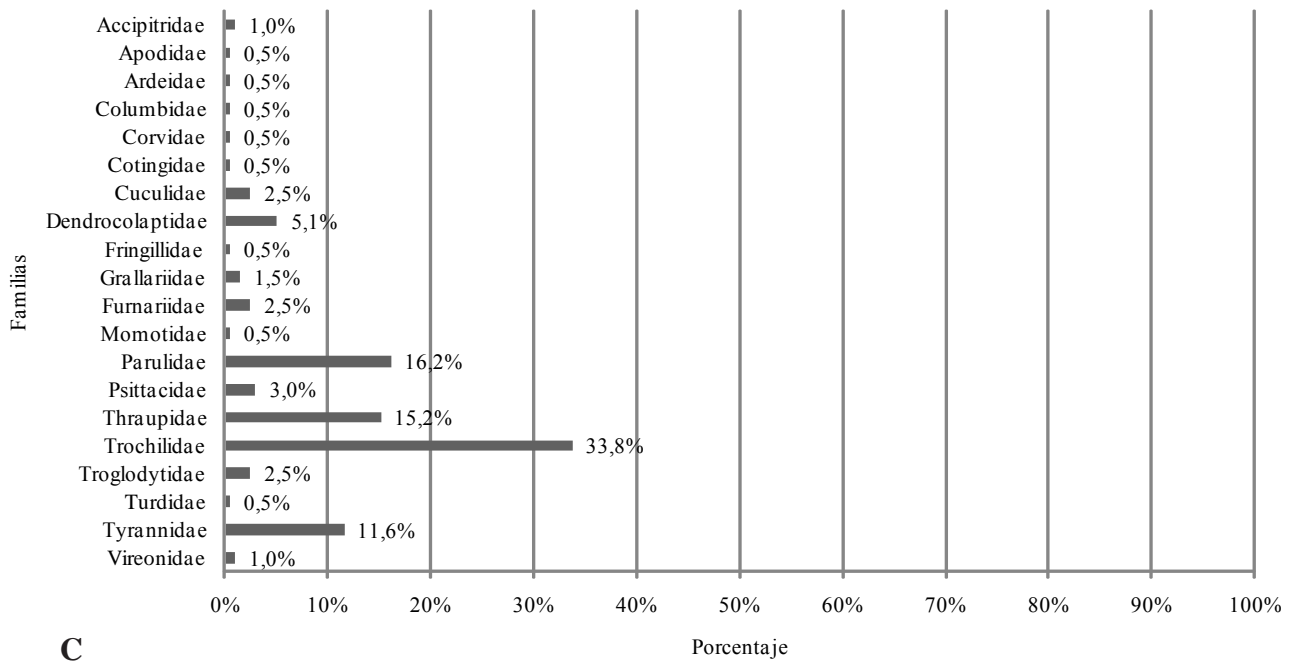


A

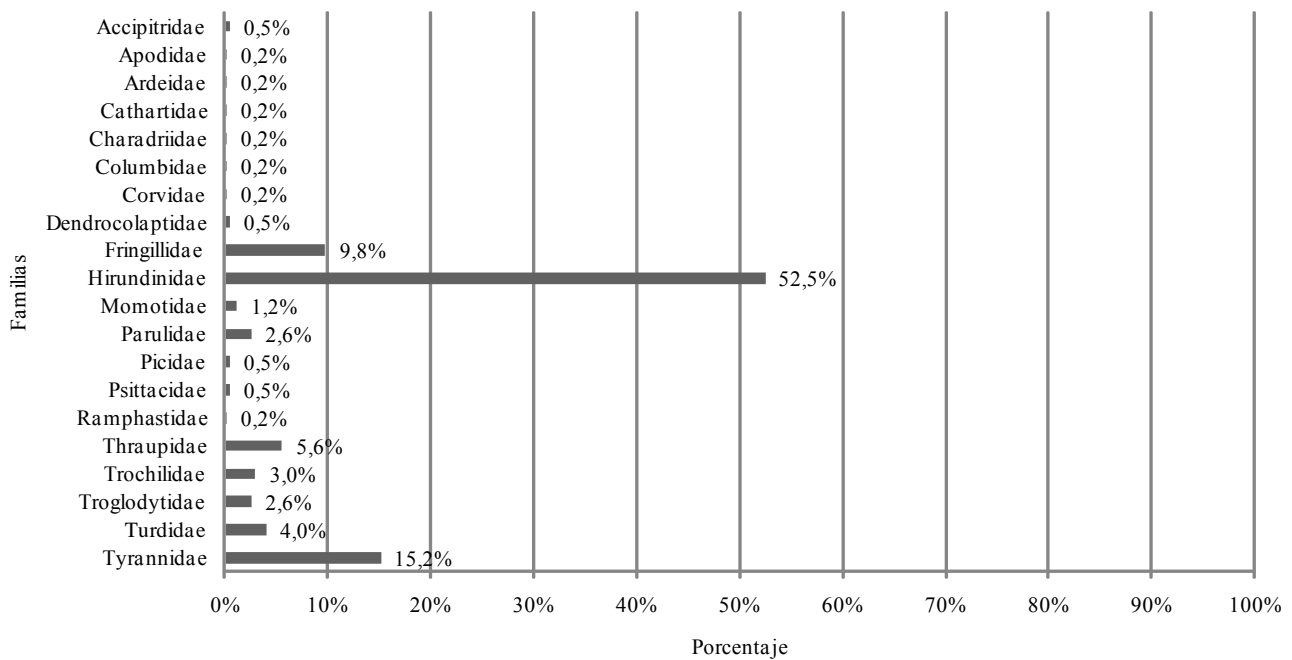


B

Figura 9. Abundancia relativa de las familias para los hábitats **A.** Plantación de Pino adulto, **B.** Plantación de Pino joven, **C.** Bosque natural y **D.** Potreros. © Fundación ProAves www.proaves.org



C



D

Continuación **Figura 9.**

2.4 Análisis de resultados

Los datos obtenidos una vez concluida la fase de campo fueron analizados por unidades temáticas de la siguiente manera:

2.4.1 Riqueza de especies. Número total de especies y/o familias (taxones) halladas en cada una de las unidades de estudio: cuenca, zonas de trabajo por gradiente ó cada uno de los paquetes productivos o sistemas naturales evaluados.

2.4.2 Abundancia de especies. La abundancia de las especies y familias fue evaluada en términos relativos, siendo tomada como el porcentaje de especies y/o familias al interior de cada una de las muestras, ya sea por zonas de estudios o por paquetes productivos. A partir de estos porcentajes, la abundancia por grupo evaluado se categorizó siguiendo el modelo propuesto por Parker (1991) y modificado para esta investigación como:

i. Taxas abundantes: reportada en números mayores en todas las unidades de paisaje evaluadas por zona, sus abundancias relativas iguales $0 > 25\%$.

ii. Taxas comunes: reportada en números menores en todas o en al menos dos de las unidades de paisaje evaluadas por zona, sus abundancias relativas se encuentran entre 10 y 24%.

iii. Taxas poco comunes: reportada en números menores en algunas de las unidades de paisaje evaluadas, sus abundancias relativas se encuentran entre y 3 a 9%.

iv. Taxas raros: reportada en números menores o una única vez en alguna de las unidades de paisaje evaluadas, sus abundancias relativas $< 3\%$.

3. Resultados

3.1 Análisis general de comunidades biológicas

Se puede afirmar que los sistemas forestales evaluados en la cuenca del río Chinchiná poseen una buena composición de especies de los grupos biológicos seleccionados para el análisis, ya que una vez concluida la fase de campo y la determinación taxonómica, se halló un total de 236 especies de aves, 15 de anfibios, 16 de reptiles, 15 de pequeños mamíferos terrestres y 21 de mamíferos voladores (**Figura 2**).



Coquito (*Phimosus infuscatus*). © Fundación ProAves www.proaves.org

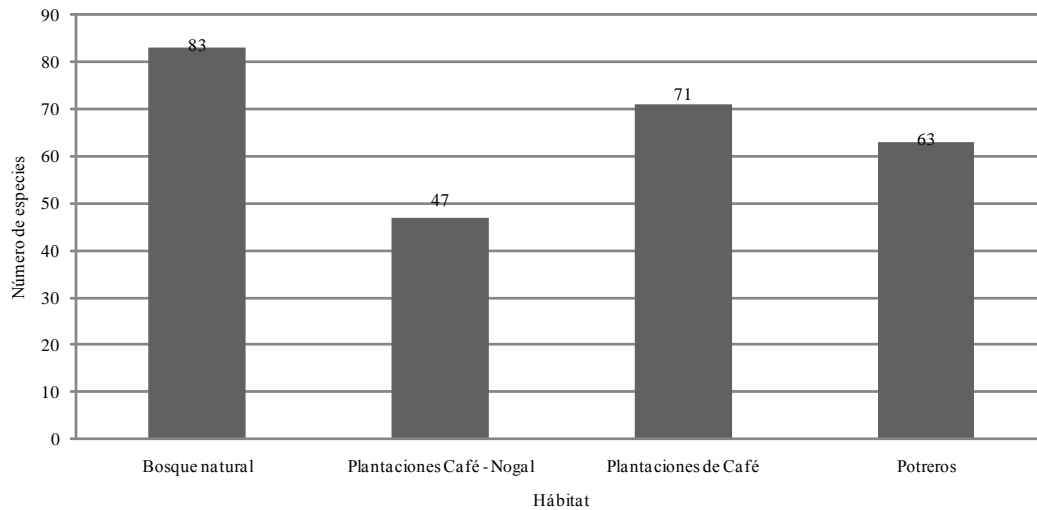


Figura 10. Número de especies para los hábitats de la zona media © Fundación ProAves www.proaves.org

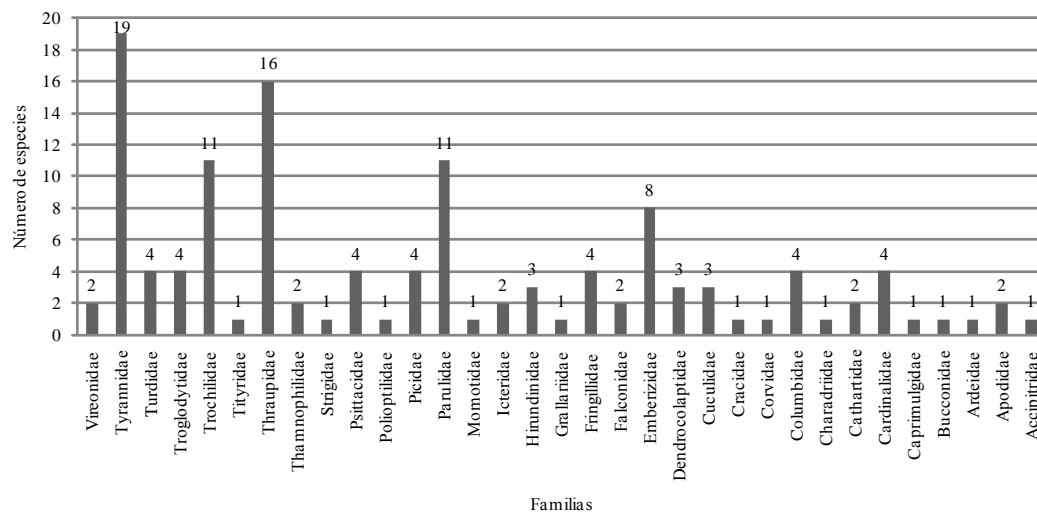


Figura 11. Número de especies por familias en la zona media. © Fundación ProAves www.proaves.org

Los resultados obtenidos, corresponden en buena medida con la estructura general observada en los grupos biológicos asociados con los ecosistemas andinos, en donde las aves poseen una mayor representatividad por encima de los demás. A continuación se detallará los resultados de acuerdo a la metodología inicial por grupo indicador y zona de trabajo.

3.2 Evaluación de la diversidad de la avifauna

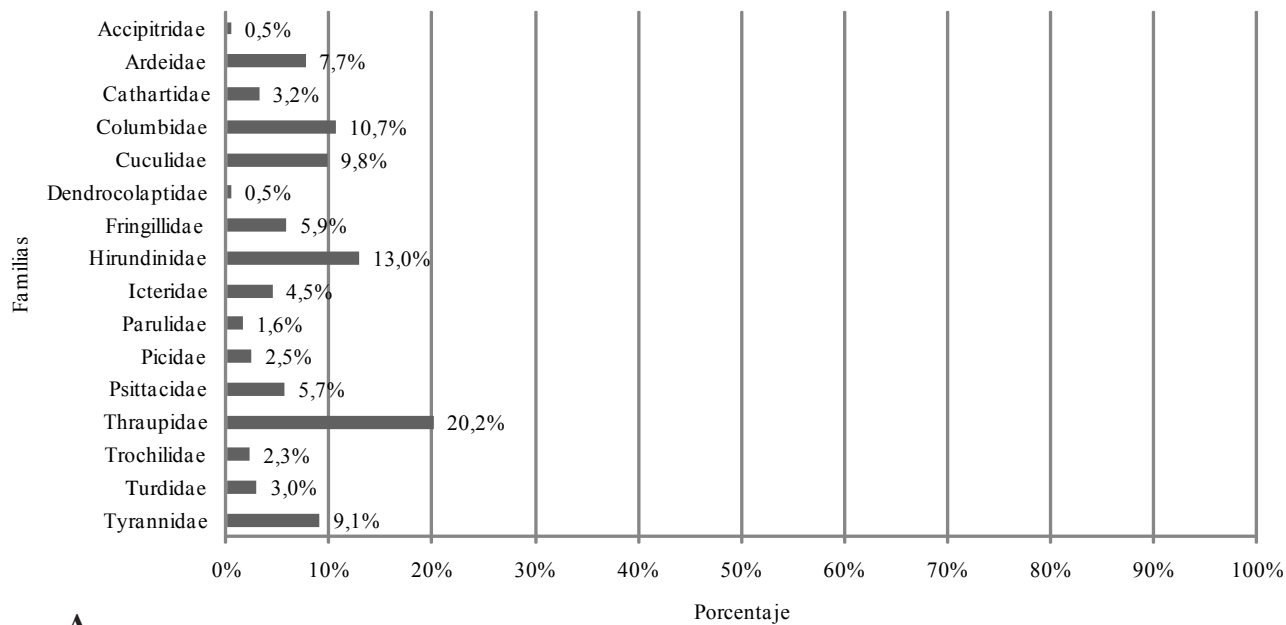
3.2.1 Resultados a nivel de zonas. Se encontraron 236 especies de aves, pertenecientes

a 46 familias de las 93 reportadas para Colombia, con 7153 registros entre observaciones y capturas. En general todas las zonas mostraron una buena composición de especies, para las zonas media y baja las riquezas se obtuvieron entre 126 y 129 respectivamente y la Zona baja mostró la menor riqueza con 119 especies (**Figura 3**).

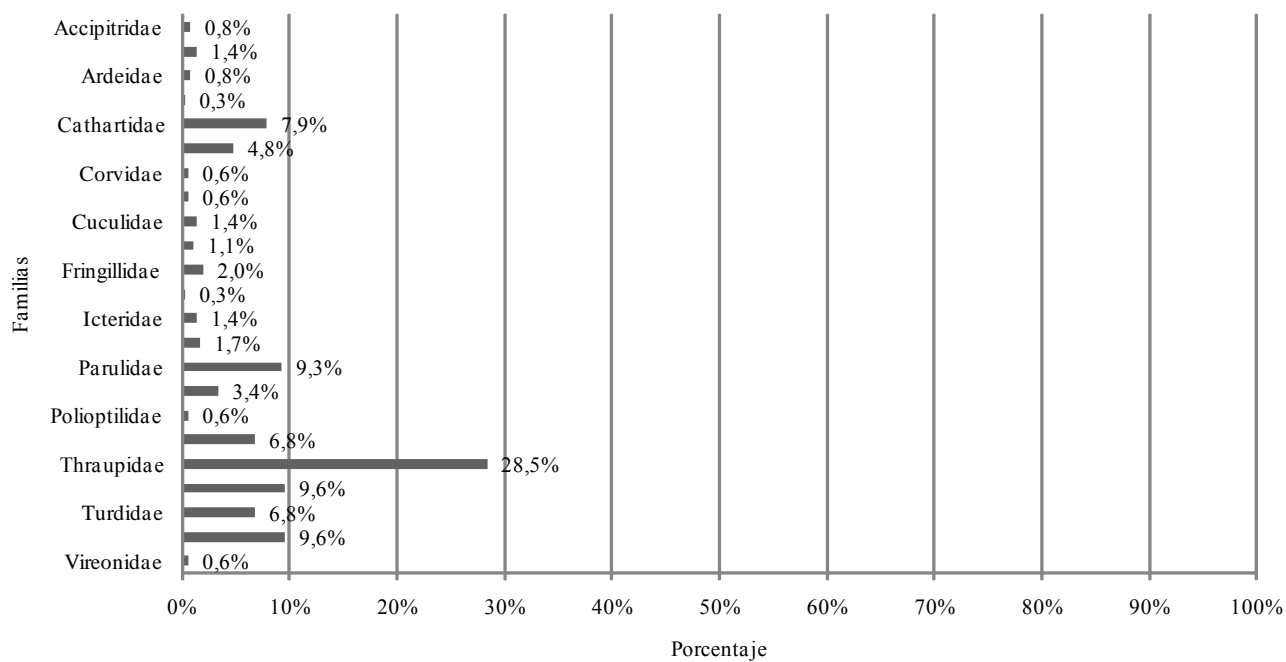
De las 46 familias de aves registradas, la familia Tyrannidae presentó la mayor diversidad con 38 especies, seguida por las familias Trochilidae, Thraupidae y Parulidae con 29, 24 y 16 especies respectivamente. 17 familias fueron representadas por una sola especie, entre estas Bucconidae, Caprimulgidae, Cathartidae y Charadriidae. (**Fi-**



Figura 12. Abundancia relativa de las familias en la zona media. © Fundación ProAves www.proaves.org

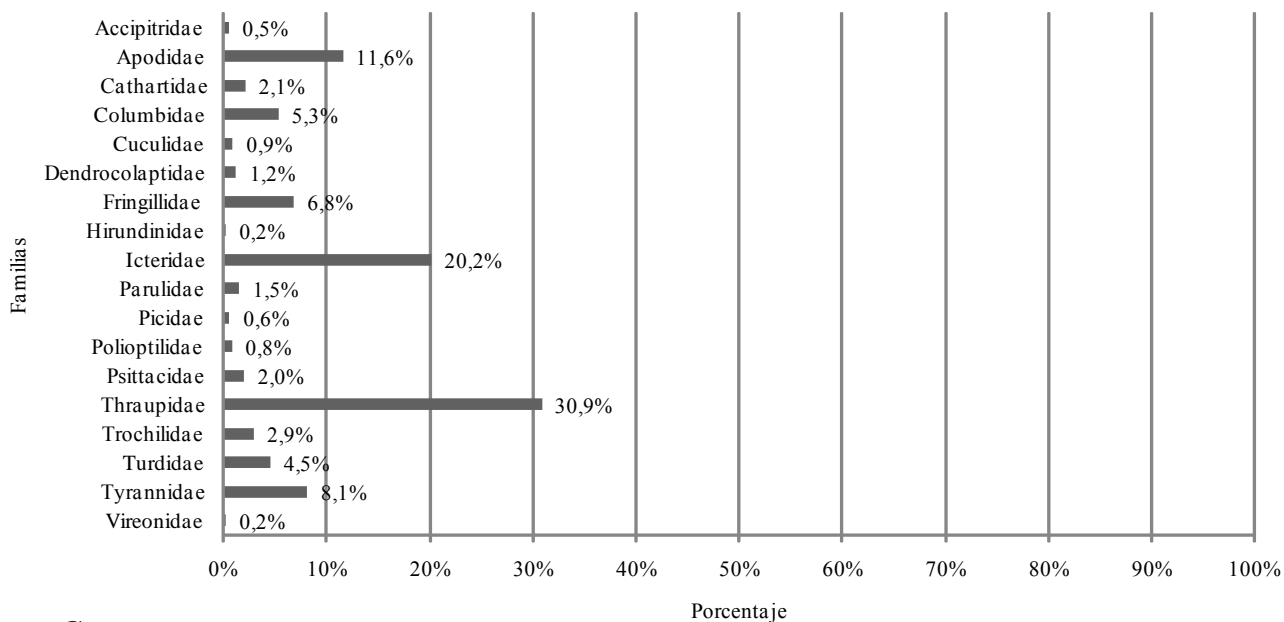


A

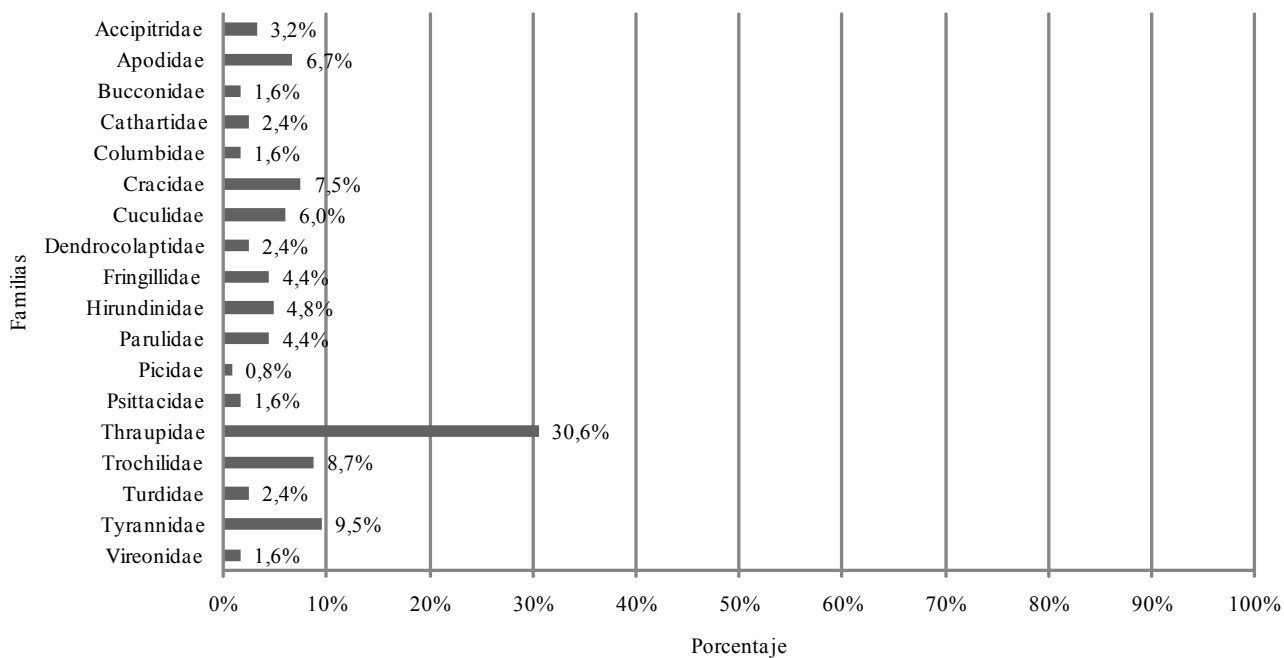


B

Figura 13. Abundancia relativa de las familias para los hábitats **A.** Potreros, **B.** Bosque natural, **C.** Plantaciones de Café a exposición y **D.** Plantaciones Café – Nogal. © Fundación ProAves www.proaves.org



C



D

Continuación **Figura 13.**

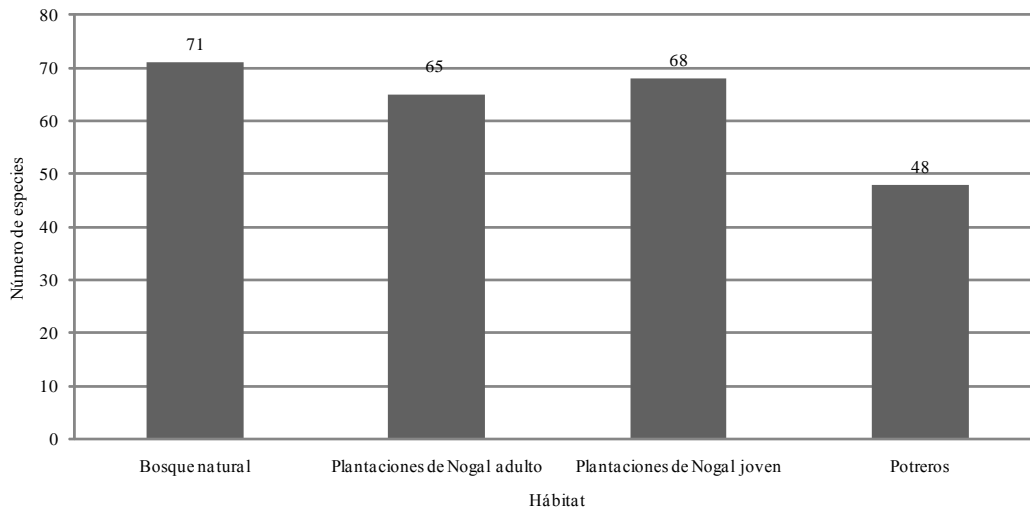


Figura 14. Número de especies para los hábitats de la zona baja © Fundación ProAves www.proaves.org

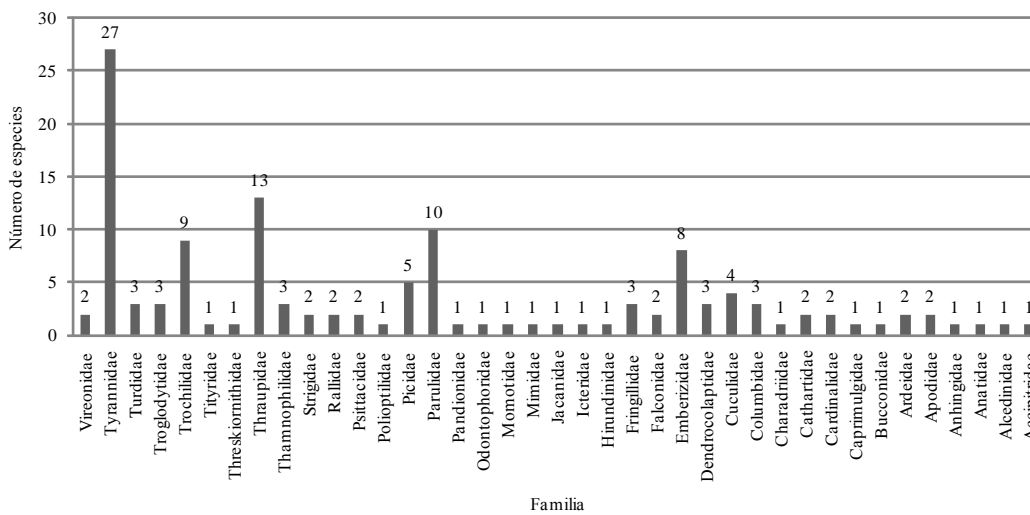


Figura 15. Número de especies por familias en la zona baja. © Fundación ProAves www.proaves.org

gura 4). De igual forma las familias Tyrannidae, Trochilidae, Thraupidae y Fringilidae presentaron la mayor abundancia relativa con el 17, 11,5, 11 y 9% respectivamente; en contraste con 26 familias que presentaron abundancias relativas entre 1,8 y 0,3%. (Figura 5).

3.2.2 Análisis de paquetes productivos por zonas

i. Zona alta: fueron registrados un total de 119 especies, pertenecientes a 12 órdenes y 33 familias. Para el Bosque natural (sistema control) se encontró la mayor riqueza de especies con 61, los potreros, las Plantaciones

de Pino adulto y de Pino joven tuvieron 55, 54 y 41 especies respectivamente. (Figura 6).

Dentro de las 34 familias de aves encontradas en la Zona alta, la familia Trochilidae presentó la mayor diversidad con 20 especies, seguida por las familias Tyrannidae, Thraupidae, Parulidae y Dendrocolaptidae con 14, 13, 8 y 7 respectivamente. Un total de 14 familias registraron menos de cinco especies y 12 familias, una sola. (Figura 7).

De las 33 familias de aves encontradas en la Zona alta, la Trochilidae presentó la mayor abundancia con un 17%, seguida por las familias Tyrannidae,

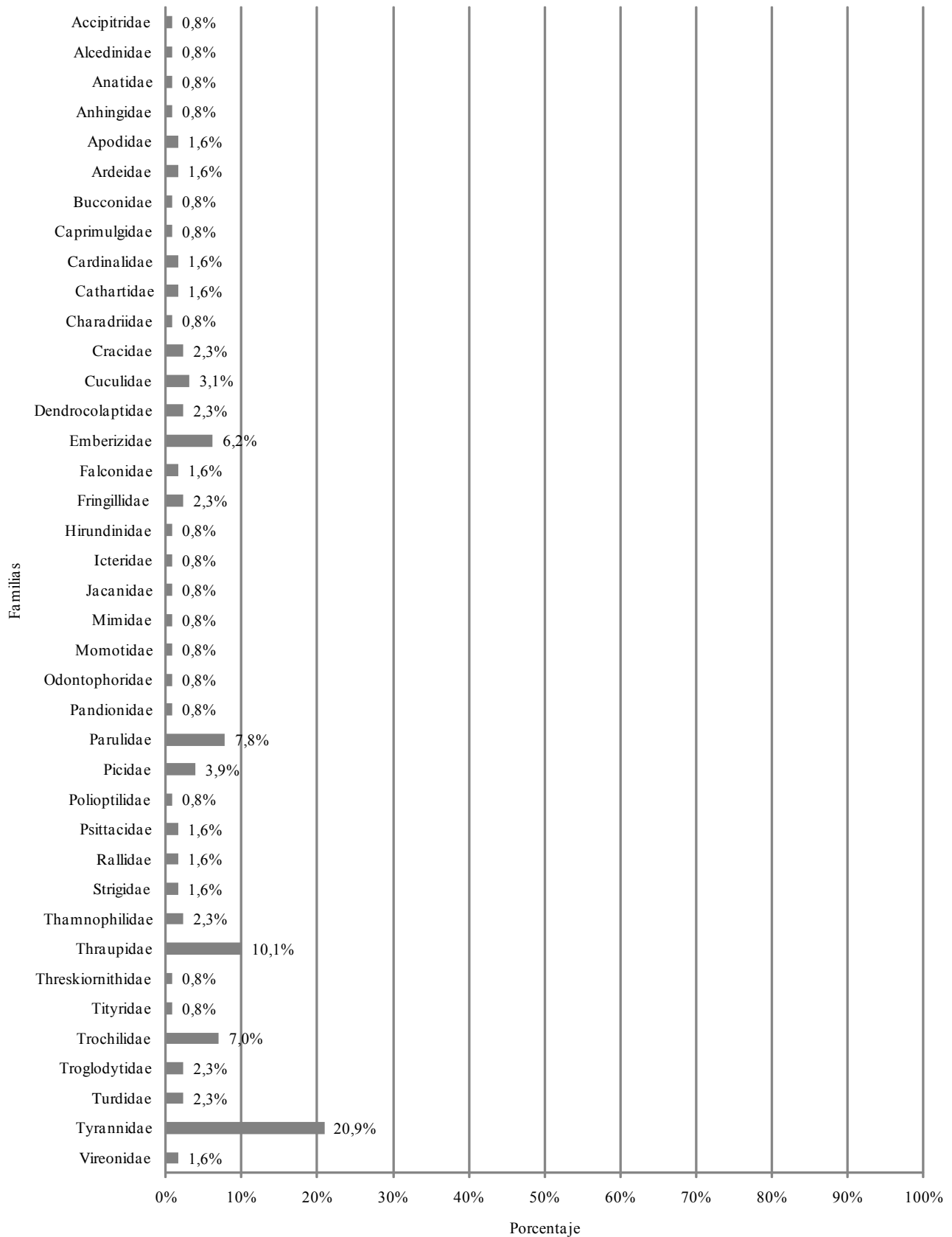


Figura 16. Abundancia relativa de las familias en la zona baja. © Fundación ProAves www.proaves.org

Thraupidae y Parulidae con 12, 11 y 7% (**Figura 8**). Las familias que predominaron en todas las unidades de paisaje fueron las Trochilidae, Thraupidae, Tyrannidae y Parulidae, las cuales mostraron amplias abundancias relativas en comparación con las demás. En el hábitat de potrero la familia que mostró la mayor abundancia relativa fue la Hirundinidae (Vencejos y Golondrinas 52%), la cual representa más del 50 % en esta muestra. En el Bosque natural (sistema control) la mayor abundancia fue mostrada por la familia Trochilidae con el 31% de la muestra, y en las Plantaciones de Pino joven y adulto, la familia más representativa fue las Parulidae con 30 y 31% de abundancia relativa respectivamente (**Figura 9**). Finalmente, es importante anotar la presencia de familias como Parulidae, Tyrannidae y Vireonidae en todas las unidades de paisaje, ya que en estas se incluyen la mayoría de las especies migratorias.

ii. Zona media: se registraron 126 especies de 33 familias; al interior de esta zona, el hábitat con mayor riqueza por especie fue el de Bosque natural (sistema control) con 83 seguido por las Plantaciones de Café a exposición con 71, los Potreros con 63 y por último las Plantaciones Café - Nogal con 47 especies de aves (**Figura 10**).

De las 33 familias de aves encontradas para esta zona, la familia Tyrannidae tuvo la mayor diver-

sidad con 19 especies, seguida por las familias Thraupidae, Trochilidae, Parulidae y Emberizidae con 16, 11, 11 y 8 respectivamente 15 familias estuvieron representadas por menos de 5 especies y 12 familias estuvieron representadas por tan solo una especie (**Figura 11**).

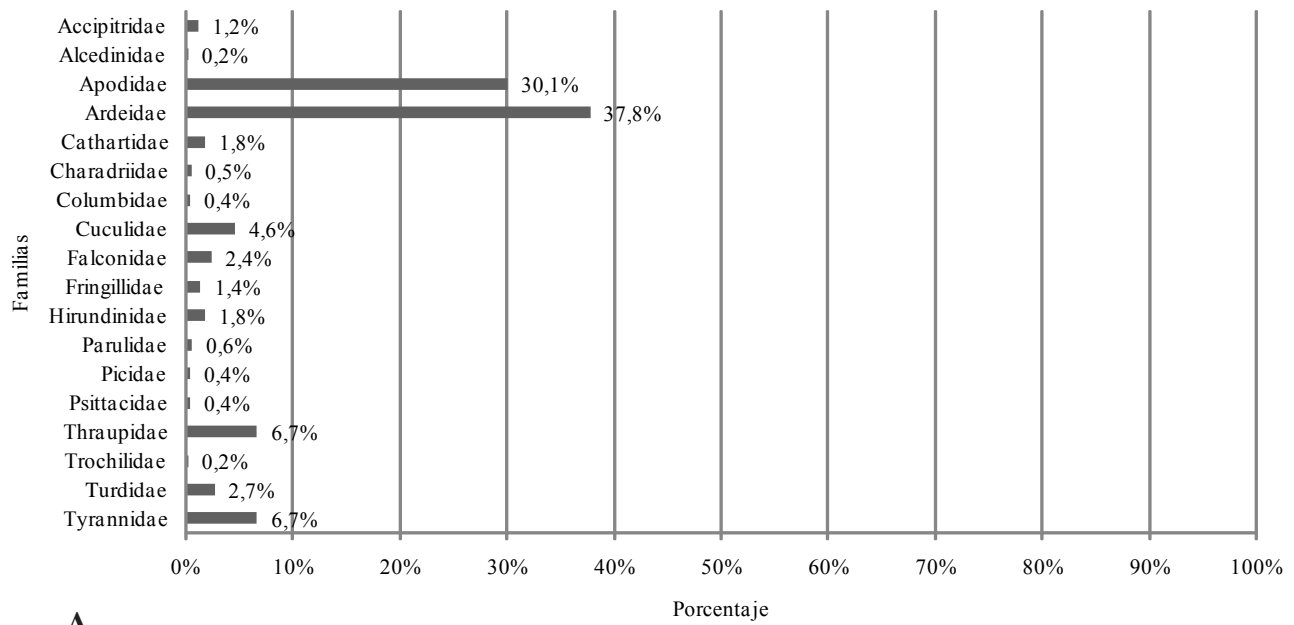
La familia Tyrannidae obtuvo la mayor abundancia relativa con el 15%, mientras que Thraupidae y Trochilidae mostraron un 9% para cada una y las demás, valores que oscilaron entre el 1,1% y 3,8% (**Figura 12**).

El análisis de la abundancia relativa para las familias en cada uno de los hábitats mostró que Thraupidae, Trochilidae y Tyrannidae presentan valores altos y estructuras similares en composición en las unidades de paisaje de Bosque natural y Plantaciones de Café - Nogal. En las Plantaciones de Café a exposición aparecen como familias importantes las Cuculidae y Thraupidae y en los potreros Hirundinidae tiene la mayor abundancia relativa; finalmente familias como Grallaridae, Corvidae, Picidae y Momotidae conservaron abundancias relativas muy bajas en todas las unidades de estudio (**Figura 13**).

iii. Zona baja. Se registraron 129 especies de 39 familias, el Bosque natural (sistema control) mostró una mayor riqueza con 71 especies, seguido por las Plantaciones de Nogal joven y adulto con 68 y



Hyloscirtus larinyopygion © Fundación ProAves www.proaves.org



A

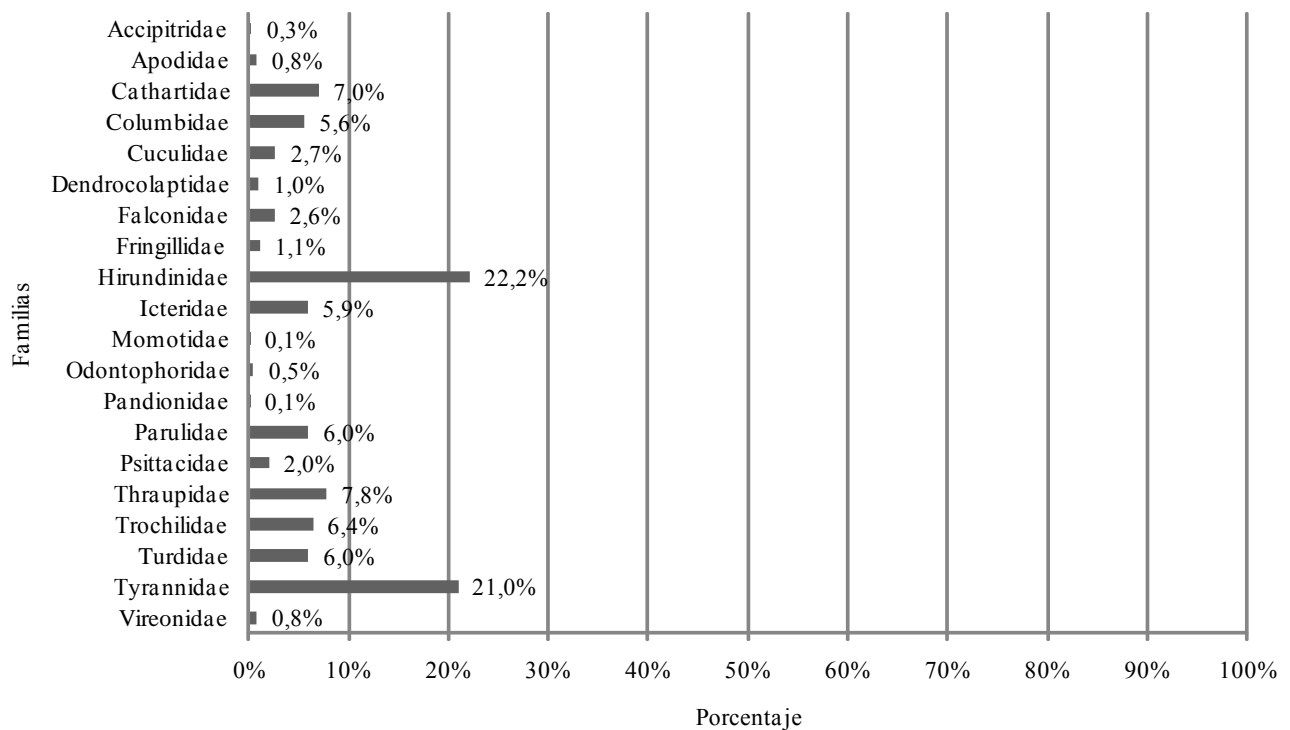
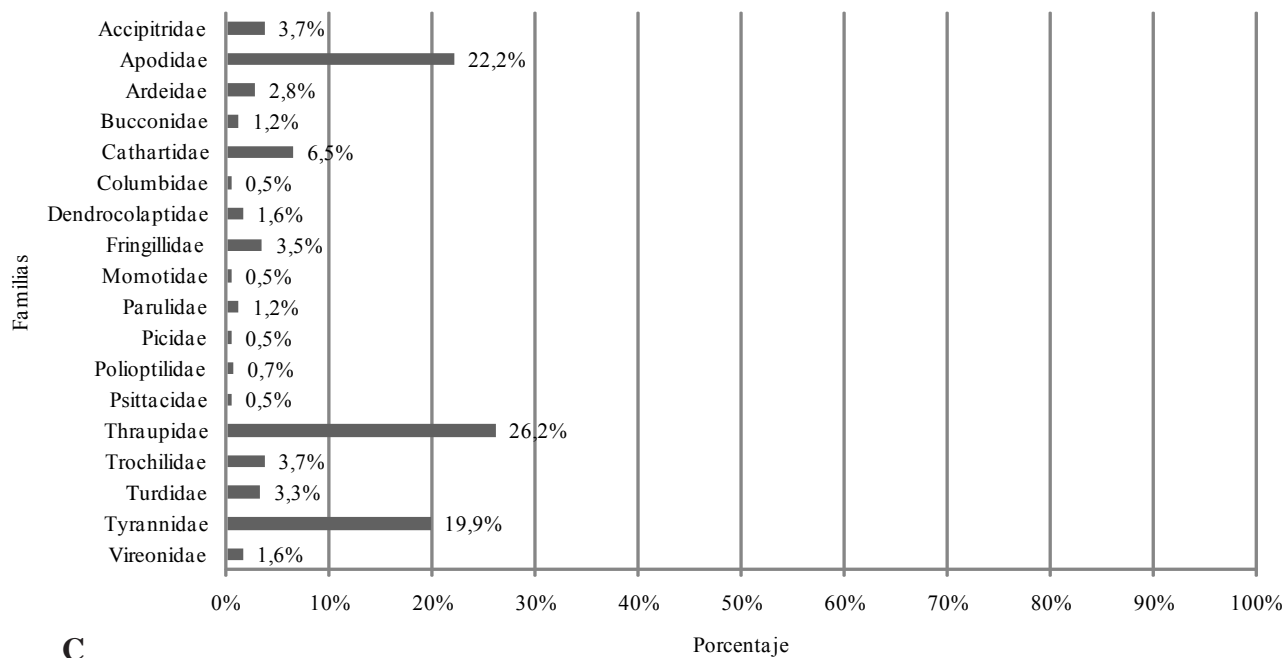
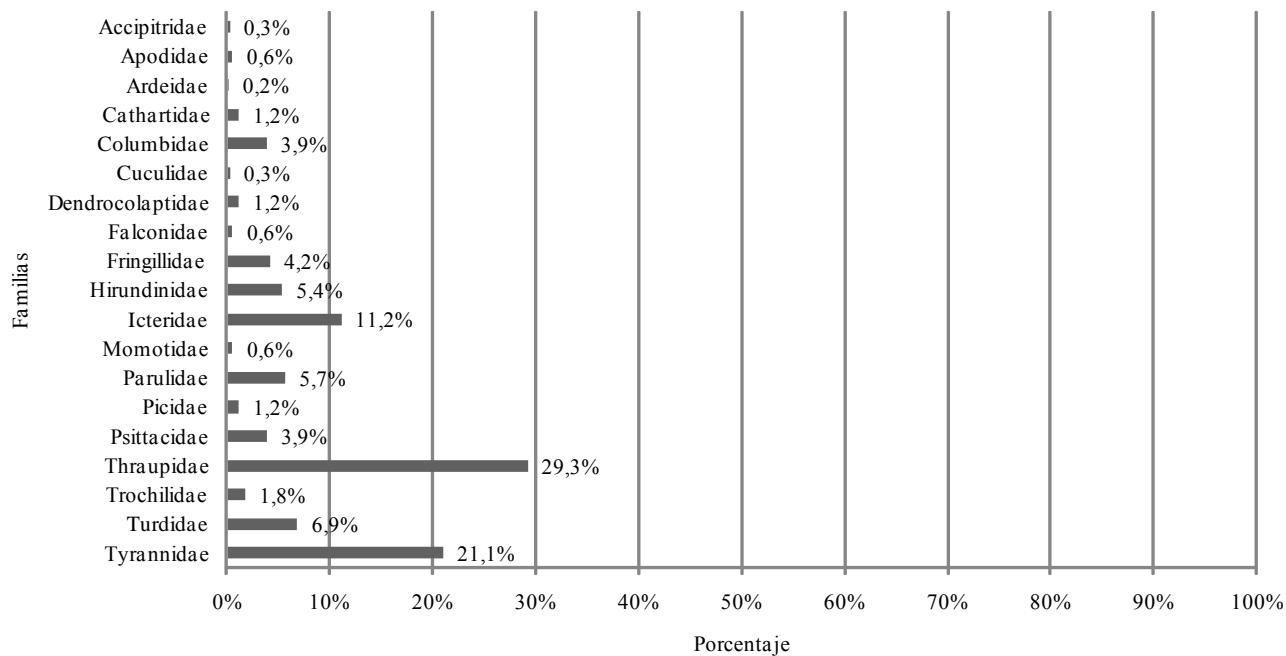


Figura 17. Abundancia relativa de las familias para los hábitats **A.** Potreros, **B.** Bosque natural, **C.** Plantaciones de Nogal adulto y **D.** Plantaciones de Nogal joven. © Fundación ProAves www.proaves.org



C



D

Continuación **Figura 17.**

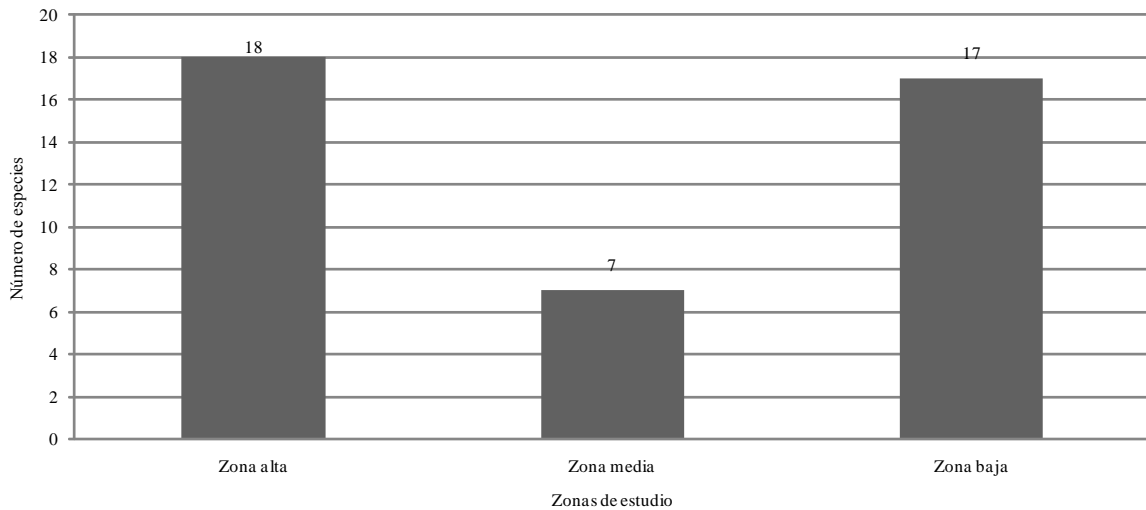


Figura 18. Número de especies encontrados en todas las zonas © Fundación ProAves www.proaves.org

65 respectivamente y Potrereros con 48 (**Figura 14**).

Para esta zona se encontraron 39 familias de aves, la más diversa fue Tyrannidae con 27 especies; Thraupidae, Parulidae, Trochilidae y Emberizidae registraron 13, 10, 9 y 8 respectivamente. 17 familias presentaron menos de 5 especies y 17 más contaron con una sola (**Figura 15**).

El análisis de las abundancias relativas para los hábitats de esta zona mostraron que las familias Thraupidae, Trochilidae y Tyrannidae tienen las mayores abundancias en todas las unidades de paisaje. Las familias Tyrannidae, Thraupidae, Parulidae, Trochilidae y Emberizidae mostraron estructuras similares en composición en el hábitat de Plantación de Nogal joven y adulto. En el Bosque natural la familia Hirundinidae tuvo la mayor representatividad, y en las áreas de Potrereros la familia Apodidae. Finalmente familias Grallaridae, Corvidae, Icteridae y Momotidae conservaron abundancias relativas muy bajas en todas las unidades de estudio (**Figura 16 y 17**).

3.3 Evaluación de la diversidad herpetológica

3.3.1 Resultados a nivel de zonas de estudio. Las zonas de muestreo se caracterizaron por tener una moderada composición de especies de herpetofauna al registrarse 548 in-

dividuos pertenecientes a 32 especies (16 anfibios y 16 reptiles).

La Zona alta registró la mayor riqueza de especies con 18 en total (11 de anfibios y 7 de reptiles); seguida por la Zona baja con 17 (7 de anfibios, 10 de reptiles) y por último la Zona media con 7 (6 de anfibios, 1 de reptil) (**Figura 18**).

De las 16 familias de herpetofauna (8 anfibios y 8 reptiles), la familia Brachycephalidae presentó la mayor diversidad con un total de 7 especies pertenecientes al género *Eleutherodactylus*, seguida por la familia Colubridae con 5 especies dentro de los géneros *Liophis*, *Imantodes*, *Atractus*, *Pseustes*, *Sibon* y *Lampropeltis* y la familia Polychrotidae con 3 especies pertenecientes al género *Anolis*.

Las familias con el menor número de especies fueron Centrolenidae, Hylidae, Gymnophthalmidae con dos y Leptodactylidae, Bufonidae, Plethodontidae, Ranidae Dendrobatidae, Iguanidae, Corytophanidae, Kinosternidae, Teiidae y Gekkonidae con solo una especie (**Figura 19**).

Las familias Brachycephalidae, Hylidae y Polychrotidae fueron encontradas en todas las zonas de muestreo; las familias Centrolenidae, Colubridae se registraron en las zonas alta y baja, las familias Leptodactylidae, Bufonidae en las zonas media y baja, las familias Plethodontidae, Dendrobatidae, Gymnophthalmidae en la Zona alta y finalmente

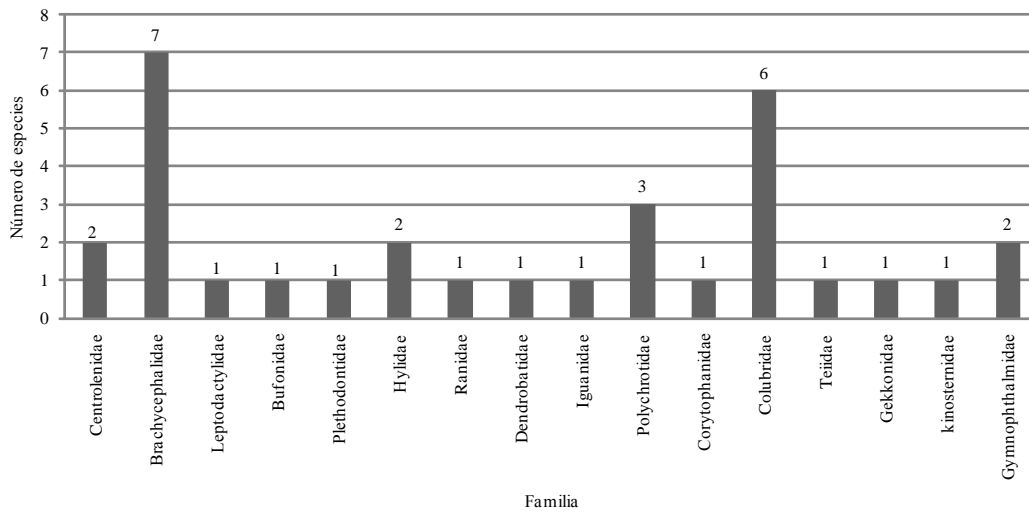


Figura 19. Número de especies por familias encontradas en todas las zonas © Fundación ProAves www.proaves.org

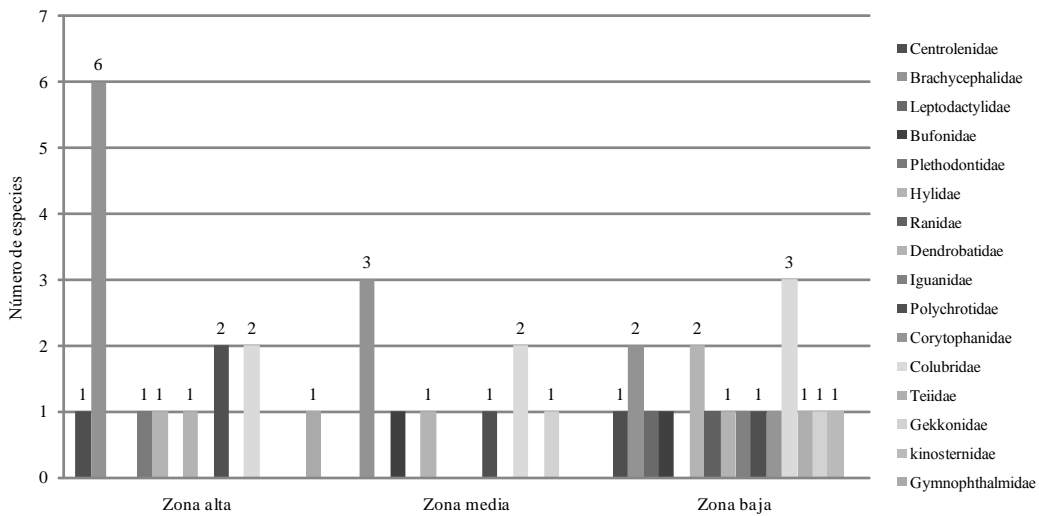


Figura 20. Número de especies por familias encontradas en todas las zonas. © Fundación ProAves www.proaves.org

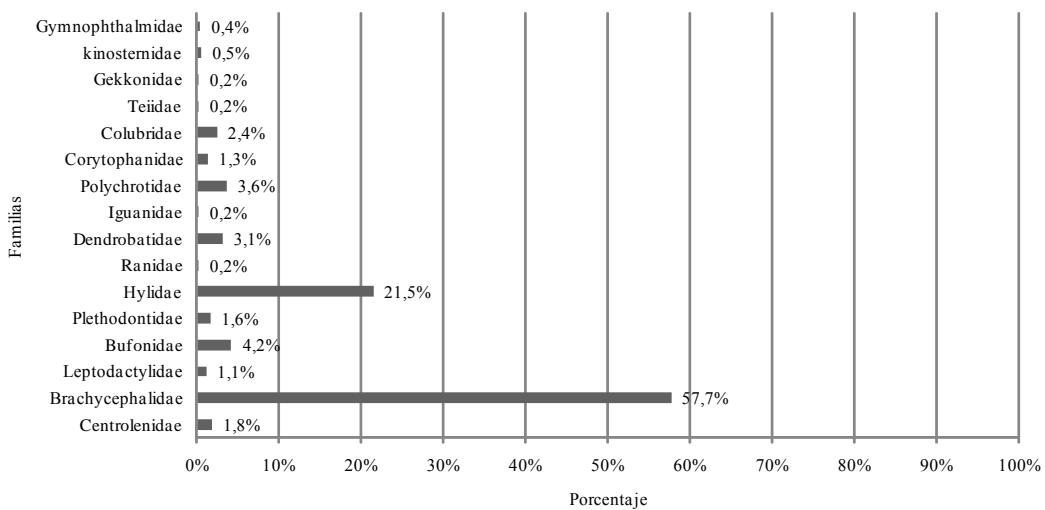


Figura 21. Abundancia relativa de las familias encontradas en todas las zonas. © Fundación ProAves www.proaves.org

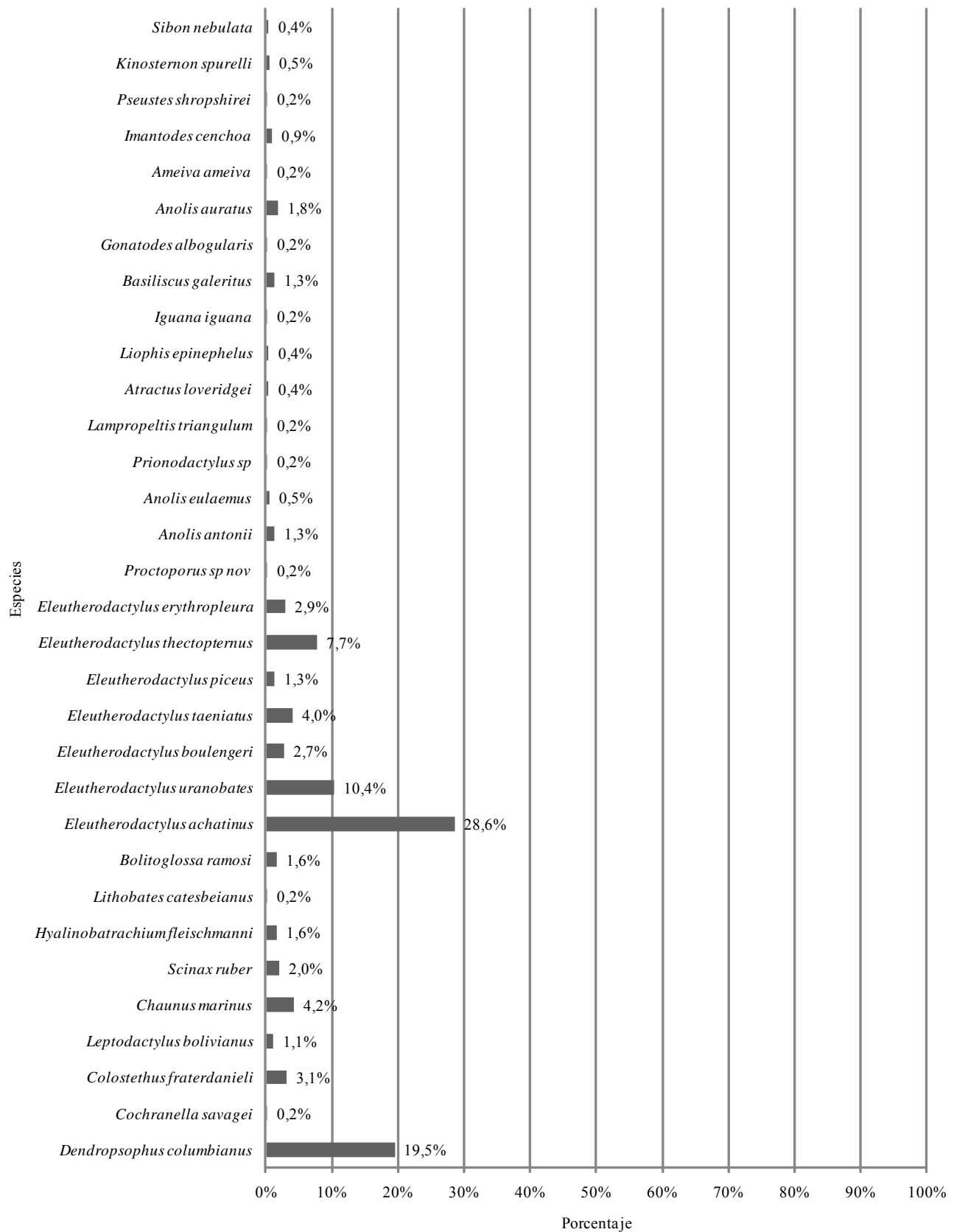


Figura 22. Abundancia relativa de las especies encontradas en todas las zonas. © Fundación ProAves www.proaves.org

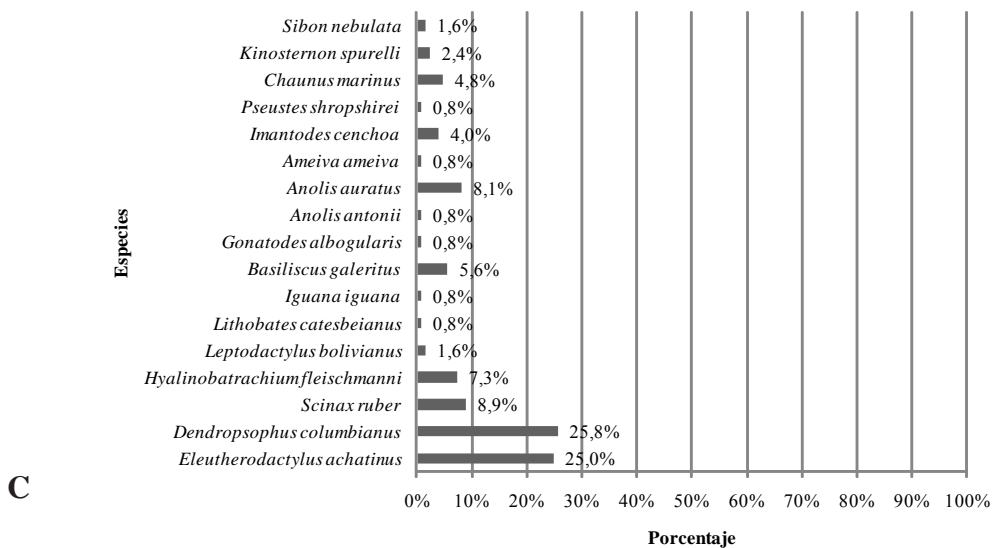
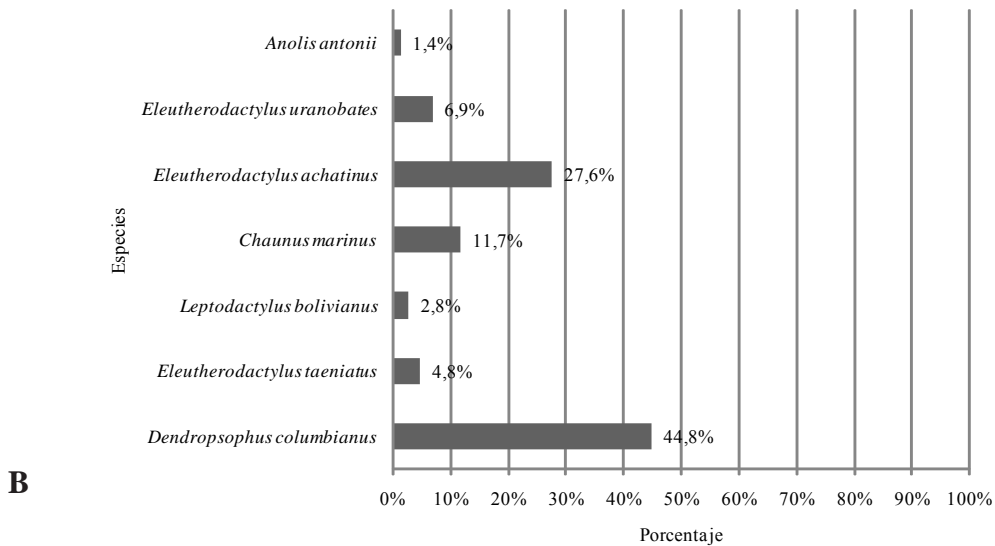
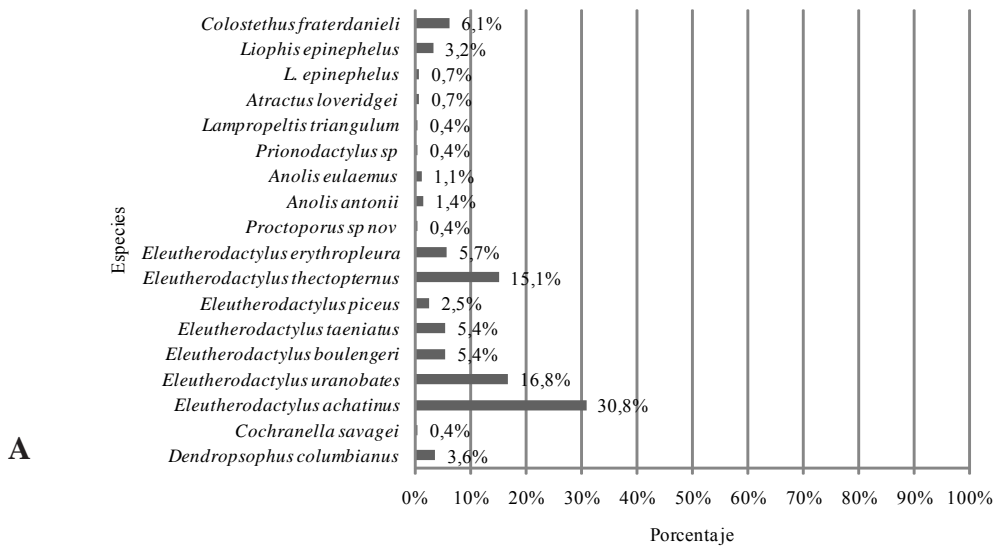


Figura 23. Abundancia relativa de las especies encontradas en **A.** Zona alta, **B.** Zona media y **C.** Zona baja. © Fundación ProAves www.proaves.org



Gonatodes albogularis © Fundación ProAves www.proaves.org

las familias Ranidae, Iguanidae, Corytophanidae, Teiidae, Gekkonidae y Kinosternidae se localizaron únicamente en la Zona baja (**Figura 20**).

La familia Brachycephalidae presentó la mayor abundancia en todas las zonas con el 57,7%, las demás presentaron valores entre los 21,5 y el 0,2% (**Figura 21**).

De las 32 especies de anfibios y reptiles *Eleutherodactylus achatinus* y *Dendropsophus columbianus* presentaron las mayores abundancias con el 28,6% y 19,5% respectivamente; las demás especies mostraron valores entre 10,4 y 0,2% (**Figura 22**). *E. achatinus* fue la más abundante en la Zona alta y se ubicó en segundo lugar en la Zona media y baja. *D. columbianus* fue la segunda especie más abundante a nivel general y fue la especie más abundante en las zonas media y baja (**Figura 23**).

i. Zona alta. Se registró un total de 279 individuos de 18 especies; 11 de anfibios y 7 de reptiles. El hábitat con mayor riqueza de especies fue la Plantación de Pino adulto con 11 especies (7 de anfibios y 4 de reptiles) (**Figura 24**) seguido por el Bosque natural con 10 especies (7 de anfibios y 3 de reptiles), las Plantaciones de Pino joven con 6 especies (5 de anfibios y 1 de reptil)

y los Potreros con 5 especies (4 de anfibios y 1 de reptil).

De las 8 familias de herpetofauna encontradas en la Zona alta, Brachycephalidae presentó la mayor abundancia con 6 especies del género *Eleutherodactylus*, seguida por las familias Colubridae con 3 especies (géneros *Liophis*, *Lampropeltis* y *Atractus*), la familia Polychrotidae con 2 especies (géneros *Anolis*), Gymnophthalmidae con 2 especies (géneros *Proctoporus* y *Prynodactylus*) y por último las familias con menor número de especies fueron la Plethodontidae, Hylidae, Centrolenidae y Dendrobatidae con tan solo una especie (**Figura 25**).

De las familias encontradas en los hábitats evaluados Brachycephalidae se registró en todos, (**Figura 26**), seguida por la familia Colubridae que se registró en el Bosque natural, Potreros y Plantaciones de Pino adulto; la familia Hylidae se encontró en Potreros y Plantaciones de Pino adulto; Polychrotidae fue registrada en Plantaciones de Pino joven y adulto; Gymnophthalmidae en Bosque natural y Plantaciones de Pino adulto, por último las familias Plethodontidae, Centrolenidae y Dendrobatidae solo se encontraron en un hábitat, las dos primeras en Bosque natural y la última en Potreros.

La familia Brachycephalidae fue la más abundante en la Zona alta con el 81,7% (**Figura 27**) y en todos los hábitats muestreados con el 83,3% de los individuos en Bosque natural, 58,6% en Potrerros, 96% en Plantaciones de Pino joven y 89,3% en Plantaciones de Pino adulto (**Figura 28**).

De las 18 especies de anfibios y reptiles las más abundantes fueron *Eleutherodactylus thectopternus* y *Eleutherodactylus uranobates* con 42,8% y 23,8% respectivamente, encontradas en el Bosque natural, mientras que *E. achatinus* fue la especie más abundante en Potrerros, Plantaciones de Pino joven y adulto con el 55,2%, 28% y 37,5 % de los individuos colectados para cada uno de los hábitats (**Figura 29**).

ii. Zona media. Se registró un total de 145 individuos, de 7 especies (6 de anfibios y 1 de reptil). Dentro de los hábitats evaluados, Bosque natural presentó la mayor riqueza con 6 especies (5 de anfibios y 1 de reptil) (**Figura 30**) seguido de los Potrerros con 3 especies de anfibios, las Plantaciones de Café-Nogal con 2 especies de anfibios y por último las Plantaciones de Café a exposición con solo una especie de anfibio.

De las 5 familias encontradas en la Zona media, Brachycephalidae presentó la mayor diversidad con 3 especies del género *Eleutherodactylus*, seguida por las familias Hylidae, Leptodactylidae, Bufonidae, Polychrotidae con una especie (**Figura 31**). En la Zona media no se registraron familias en los hábitats; la familia Brachycephalidae fue registrada en el Bosque natural, Plantaciones de Café a exposición y Café-Nogal; las familias Hylidae y Bufonidae fueron encontrados en Potrerros y Bosque Natural; por último la familia Polychrotidae fue la única en Bosque natural, mientras la familia Leptodactylidae solo se registró en Potrerros (**Figura 32**).

De estas familias, Hylidae presentó la mayor abundancia relativa con 44,8%, seguida por Brachycephalidae con el 39,3%; las demás familias presentaron abundancias entre el 1,1% y 11,8% (**Figura 33**).

En cuanto al análisis de las abundancias para las familias encontradas en los hábitats de esta zona, la familia Brachycephalidae fue la más abundante en el Bosque natural y las Plantaciones de Café a exposición y Café-Nogal con el 62,5%, 100% y 100% respectivamente, mientras que en los Potrerros la familia Hylidae fue la predominante con el 71,4% (**Figura 34**).



Eleutherodactylus achatinus © Fundación ProAves www.proaves.org

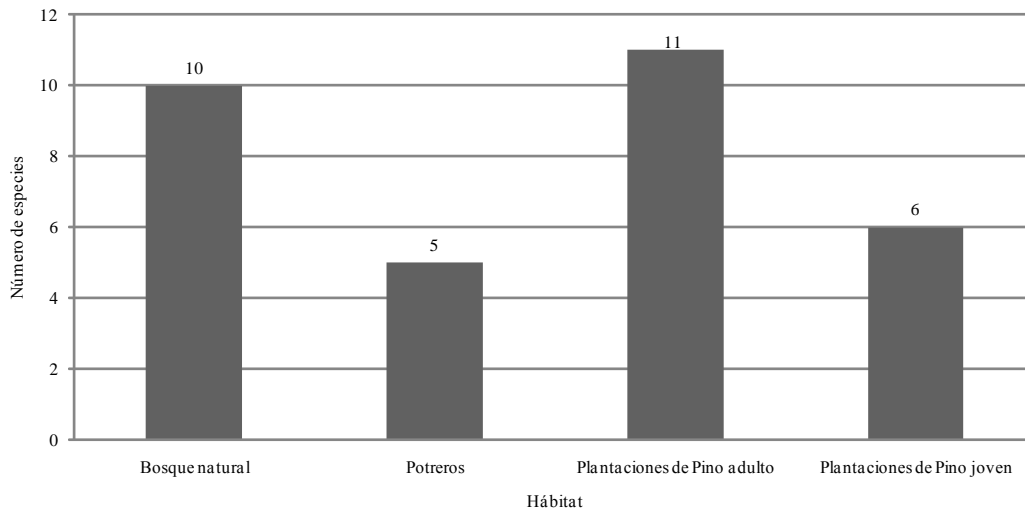


Figura 24. Número de especies encontrados en todos los hábitats. © Fundación ProAves www.proaves.org

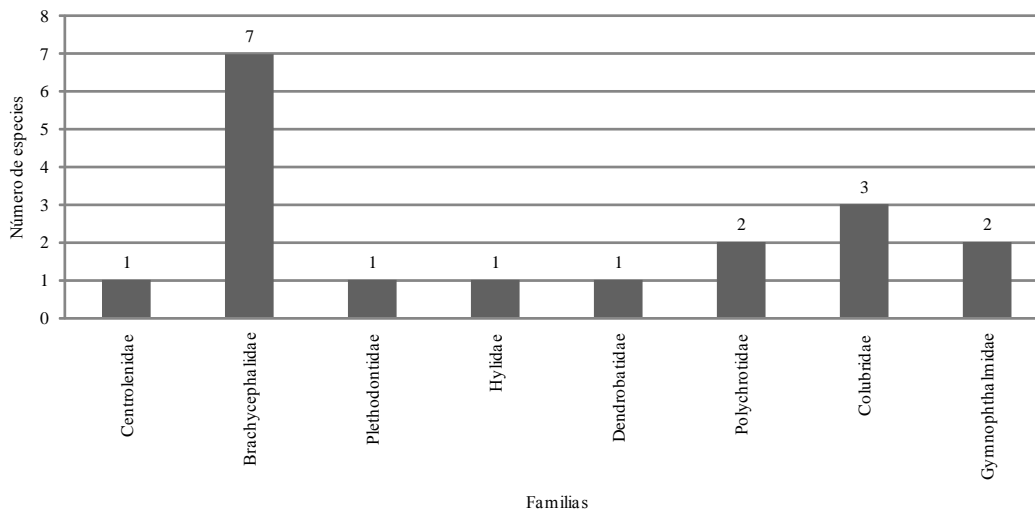


Figura 25. Número de especies por familias en la Zona alta. © Fundación ProAves www.proaves.org

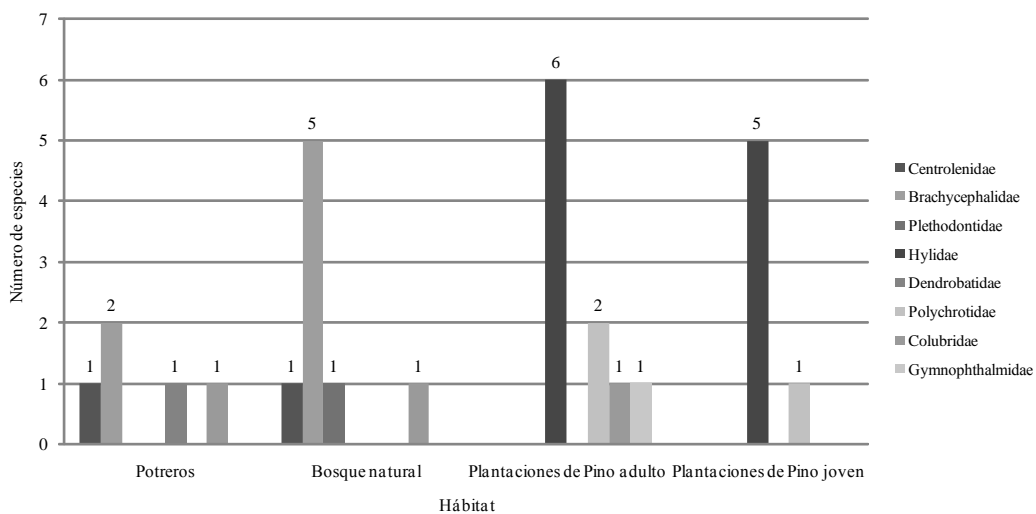


Figura 26. Número de especies por familias en los hábitats de la Zona alta. © Fundación ProAves www.proaves.org

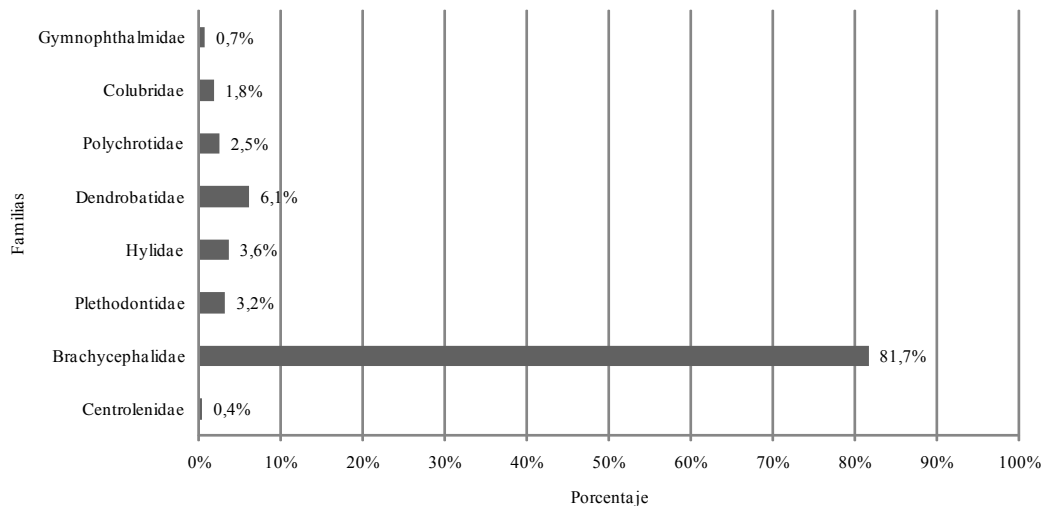


Figura 27. Abundancia relativa de las familias en la Zona alta. © Fundación ProAves www.proaves.org

De las 7 especies registradas, *E. achatinus* fue la más abundante en el Bosque natural, Plantaciones de Café a exposición y Café-Nogal con el 33,3%, 100% y 78,8% respectivamente. De otro lado, *D. columbianus* fue la especie más abundante en Potreros con el 7,4% y la segunda especie más abundante en el Bosque natural con el 31,2% (**Figura 35**).

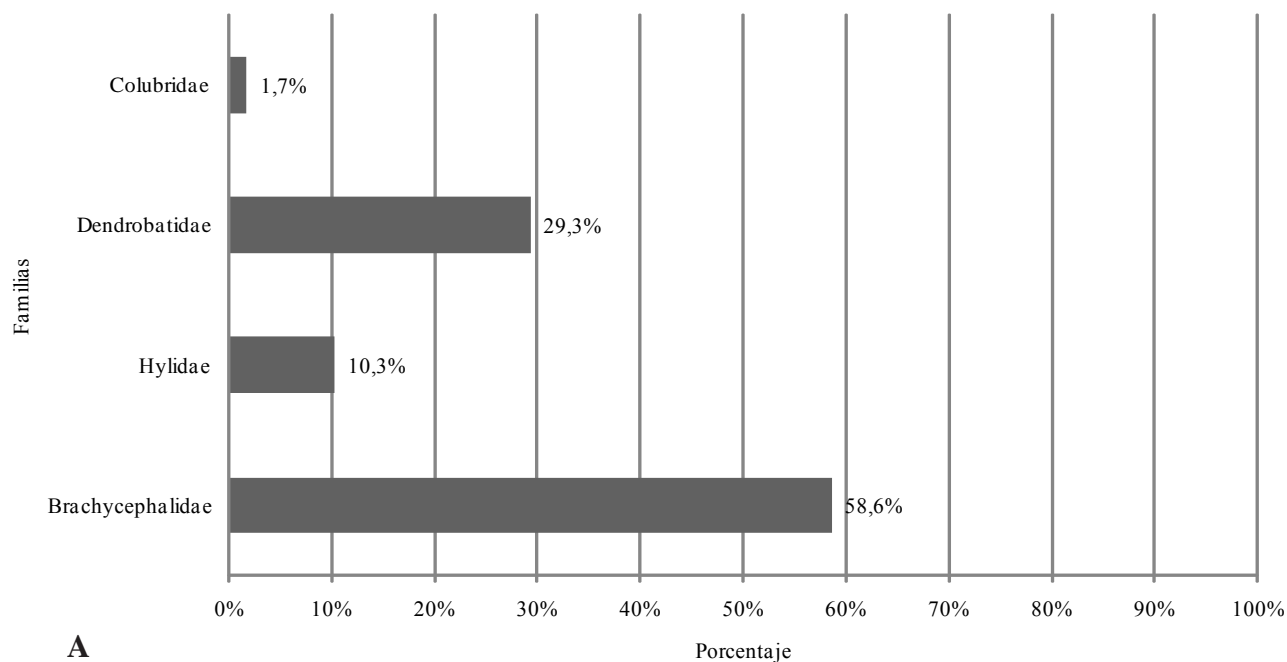
iii. Zona baja. Se registró un total de 124 individuos pertenecientes a 17 especies (7 de anfibios y 10 de reptiles). De los hábitats evaluados, Bosque natural mostró la mayor riqueza con 12 especies (4 de anfibios y 8 de reptiles) (**Figuras 36**) seguido por los Potreros con 8 especies (5 de anfibios y 3 de reptiles), por último las Plantaciones Nogal joven y adulto con una sola especie de anfibio. Se encontraron 13 familias (6 de anfibios y 7 de reptiles); la familia más diversa fue la Colubridae con 3 especies de los géneros *Imantodes*, *Pseustes*, y *Sibon*, seguida por las familias Hylidae con 2 especies (géneros *Dendropsophus* y *Scinax*) y Polychrotidae con 2 especies del género *Anolis*. Por último las familias Centrolenidae, Leptodactylidae, Brachycephalidae, Ranidae, Iguanidae, Teiidae, Gekkonidae, Corytophanidae, Bufonidae y Kinosternidae tuvieron una sola especie (**Figura 37**). La familia Brachycephalidae se encontró

en el Bosque natural y en las Plantaciones de Nogal joven y adulto, convirtiéndose en la única especie registrada para estas últimas; las familias Bufonidae, Hylidae, Polychrotidae y Colubridae se registraron en el Bosque natural y Potreros; las familias Iguanidae y Corytophanidae se registraron únicamente en el Bosque natural, mientras que las familias Leptodactylidae y Ranidae solo se presentaron en los Potreros (**Figura 38**).

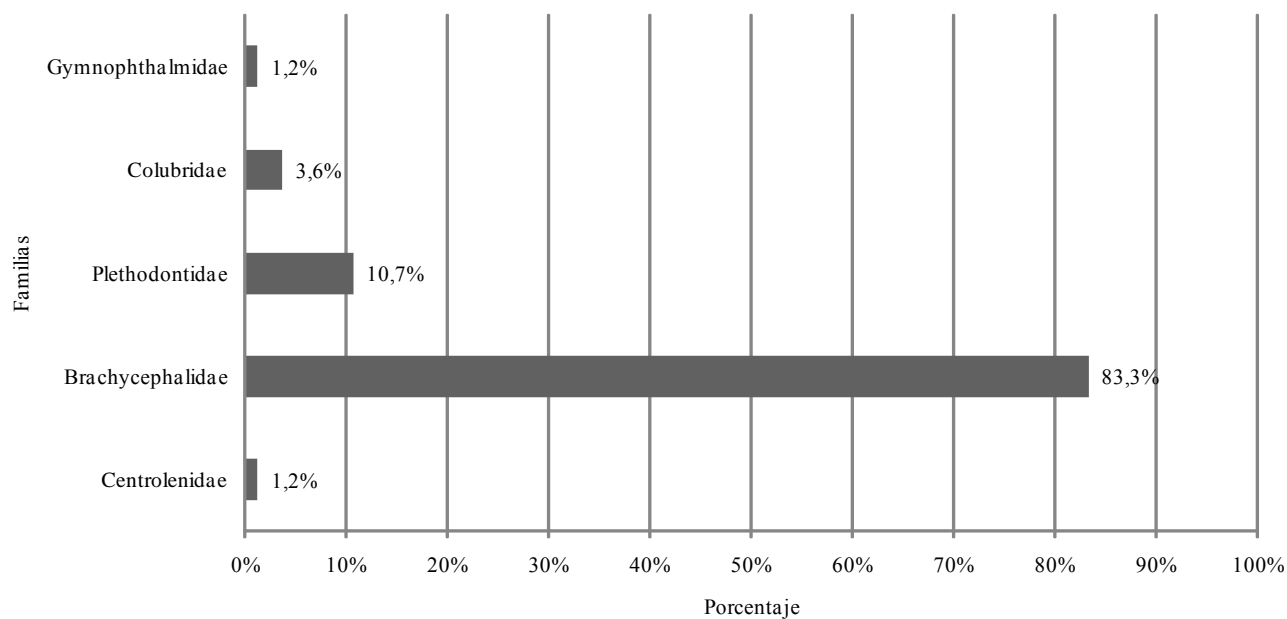
De las familias encontradas Hylidae presentó la mayor abundancia en la zona con el 34,7%, seguida por Brachycephalidae con el 25%; las demás familias registraron abundancias entre el 0,8 y 8,9% (**Figura 39**).

Las familias Brachycephalidae e Hylidae fueron las más abundantes en los hábitats de esta zona, así la primera se convierte en la familia más abundante en el Bosque natural con un porcentaje del 25,6% y la única en las Plantaciones de Nogal joven y adulto. Por su parte Hylidae es la familia predominante en los Potreros con el 68,8% de abundancia (**Figura 40**).

De las 7 especies de anfibios y 10 especies de reptiles presentes en la zona, *E. achatinus* fue la más abundante en el Bosque natural y en las Plantaciones de Nogal joven y adulto con el 25,6%, 100% y

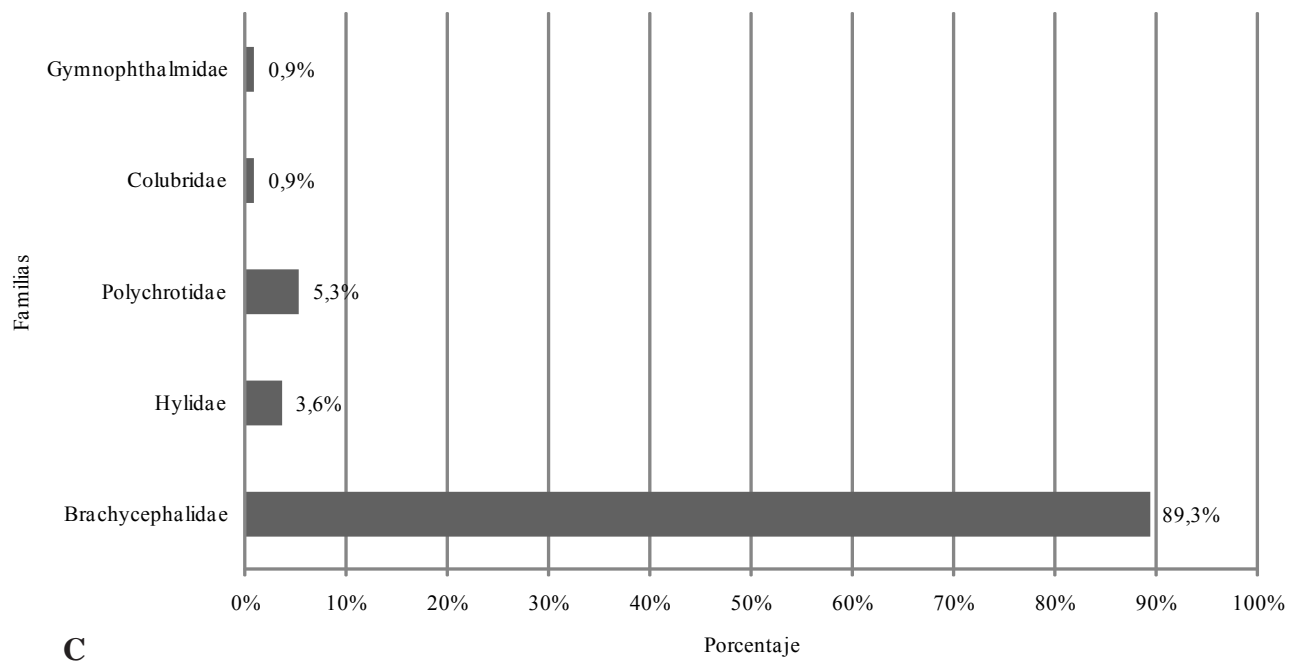


A

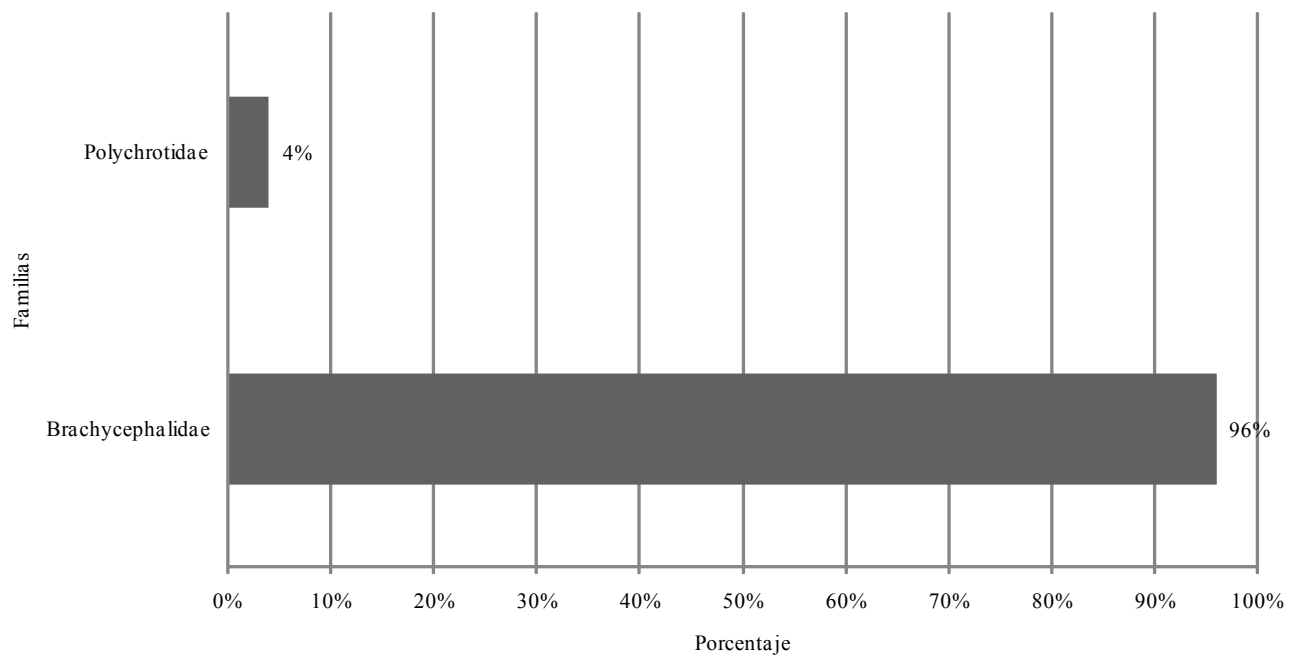


B

Figura 28. Abundancia relativa de las familias para los hábitats **A.** Potrerros, **B.** Bosque natural, **C.** Plantaciones de Pino adulto y **D.** Plantaciones de Pino joven. © Fundación ProAves www.proaves.org



C



D

Continuación **Figura 28.**

100% respectivamente, así como *D. columbianus* fue la más abundante en los Potreros con el 50,1% (Figura 41).

3.4 Evaluación de la diversidad de mamíferos

3.4.1 Resultados a nivel de zonas de estudio. En total, se registraron para la cuenca de 36 especies de mamíferos pertenecientes a cinco órdenes, nueve familias y cinco subfamilias para los Quirópteros. La Zona alta presentó el mayor número de especies con un total de 22, de las cuales 12 son Quirópteros, 6 Roedores, 2 Didelphidos, un Carnívoro y una Musaraña. La Zona media tuvo el valor más bajo de riqueza con 14 especies: 9 quirópteros, 4 Roedores y un Didelphido. Por último la Zona baja presentó valores intermedios, con 19 especies: 12 Quirópteros, tres Roedores, tres Didelphidos y un Carnívoro (Figura 42).

De las nueve familias de mamíferos encontrados para la cueca, los Quirópteros son los más representativos con la familia Phyllostomidae, con 19 especies, de cinco subfamilias, de las cuales la Ste-

ndermatinae es la de mayor proporción con 15 especies. Para el caso de los Cricétidos (ratones de campo), se reportaron seis especies y para los Didelphidos cuatro; las demás familias a excepción de los Procyonidae (2 especies), son representados por tan solo una (Figura 43).

En Zona alta se encontraron todas las familias a excepción de Noctilionidae; en la Zona baja se registraron siete y no fueron encontrados individuos de las familias Vespertilionidae y Soricidae; para el caso de la Zona baja se registraron solamente seis. Finalmente se observó que la familia Phyllostomidae del orden Quiróptera es la más abundante y ampliamente distribuida para la cuenca (Figura 44).

La familias más abundante fue Phyllostomidae con el 78%, representando más de la tercera parte de la muestra total (Figura 45). Las familias Cricetidae y Sciuridae con el 8% y 5% respectivamente son las que de manera descendente registran los valores más altos entre las demás. Finalmente valores entre el 1% y el 3% fueron reportados para las otras familias, exceptuando la Soricidae representada por un solo individuo que equivale al 0, 5 %.



Uroderma bilobatum © Fundación ProAves www.proaves.org

Del total de 36 especies registradas para la cuenca *Carollia perspicillata* y *Glossophaga soricina* con 24% y 14% respectivamente son las más abundantes, las demás presentaron porcentajes entre el 0,5 y el 7%, lo que indica la presencia de estos individuos en proporciones bajas y muy bajas en comparación con los individuos más abundantes pertenecientes a la familia Phyllostomidae (**Figura 46**).

En la **Figuras 47** se observa que la especie *C. perspicillata* es la más abundante en cada una de las tres zonas de estudio, además en la Zona alta especies de roedores como *Akodon affinis*, *Oryzomys albigularis* y *Thomasomys cinereiventer*, representan valores de más del 10% de la muestra total, las otras especies se distribuyen en valores menos representativos por debajo del 10%.

En la Zona media *G. soricina* y *C. perspicillata* fueron las especies más abundantes con un 32% y 49% respectivamente. Estas dos especies de murciélagos representan el 81% del total de la muestra, por lo que el 19% restante se encuentra distribuido entre las 12 especies restantes, para un promedio de 1,6% para cada especie.

Finalmente en la Zona baja dos especies más de la familia Phyllostomidae, *Artibeus lituratus* y *Platyrrhinus helleri* ambos con el 36% del total fueron dominantes para esta zona, las demás especies mostraron valores inferiores al 10%.

3.4.2 Análisis de paquetes productivos por zonas de estudio

i. Zona alta. La riqueza específica de especies en los hábitats evaluados de la Zona alta (**Figura 48**) muestran que el Bosque natural posee las mejores condiciones como hábitat, con 12 de las 22 especies de la zona (2 Quirópteros, 6 Roedores, 2 Didelphidos, 1 Procyonidae y 1 Soricidae), lo que equivale a más del 50%; las Plantaciones de Pino presentan valores similares 6 y 7 especies, en Pino joven y Pino adulto respectivamente

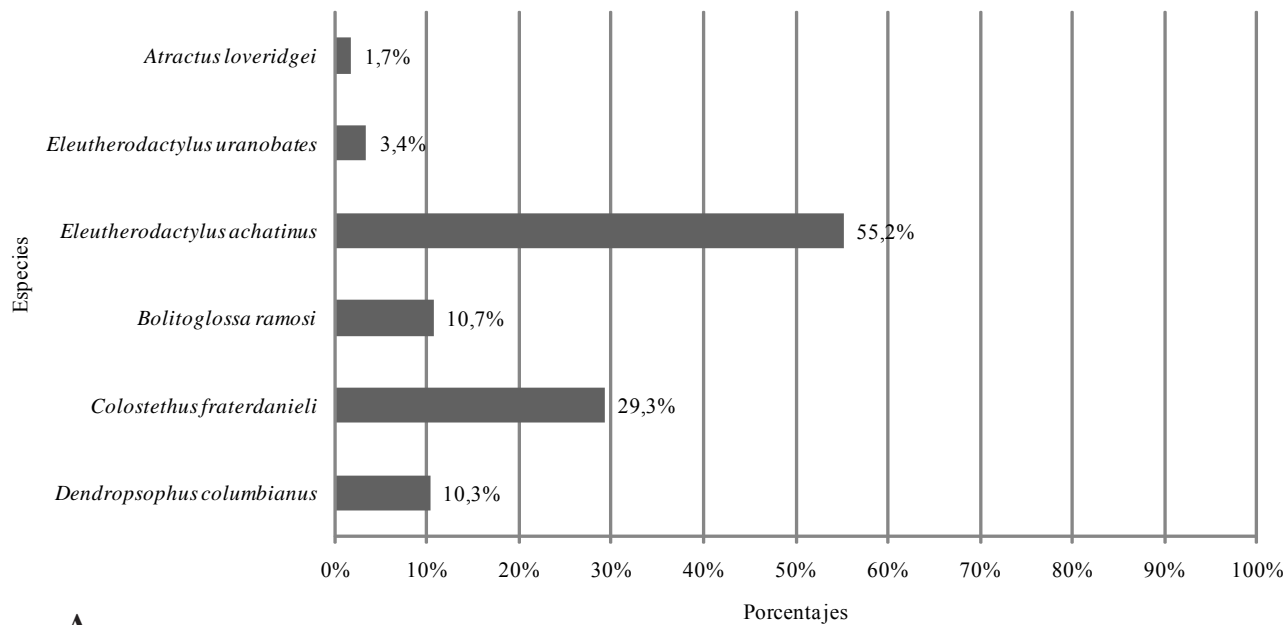
te y las cuales son principalmente representadas por Quirópteros (5 y 4 especies respectivamente). Finalmente el Potrero tiene sólo 4 especies de las cuales 3 hacen parte del orden Quiróptera.

La **Figura 49** permite observar la representatividad en número de especies de la familia Phyllostomidae en la Zona alta con el 50% de las familias; la Cricetidae es la segunda familia en esta zona con 4 especies; finalmente las demás presentan una sola especie a excepción de Didelphidae con 2.

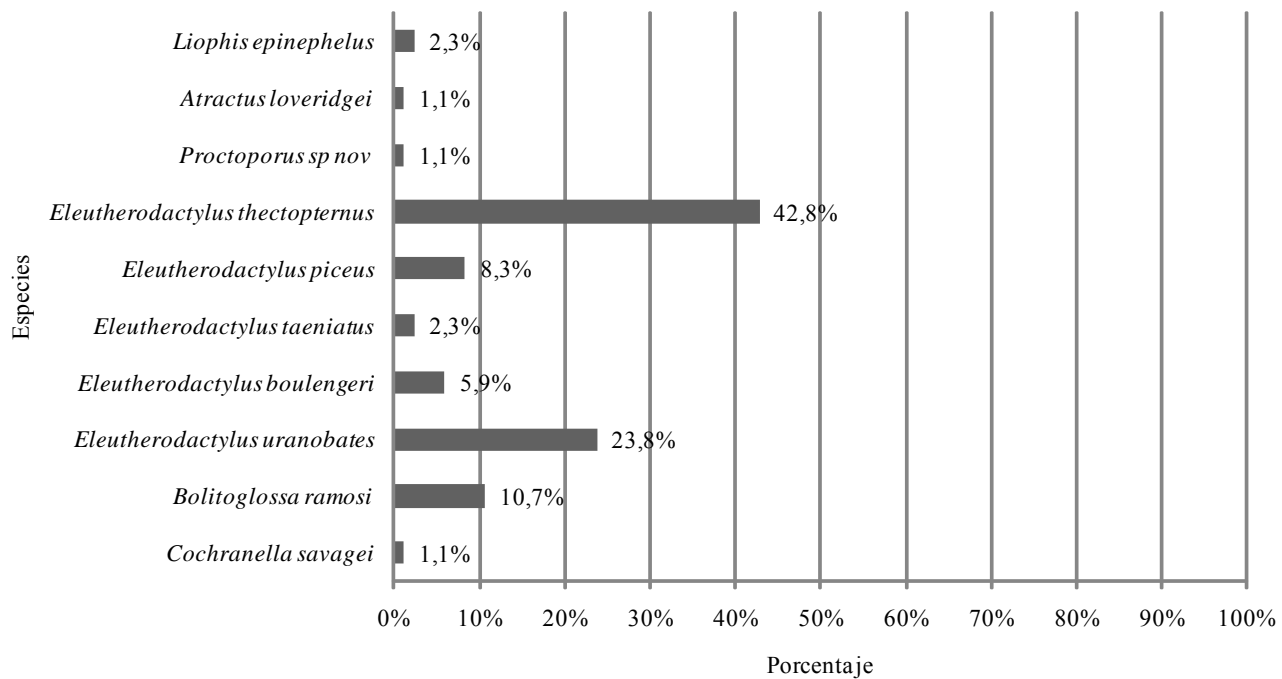
La familia Phyllostomidae fue encontrada en todos los ecosistemas de la Zona alta; para el caso de Cricetidae se ausenta solamente en la Plantación de Pino joven, la cual es poco diversa al igual que el Potrero. En el Bosque natural se determinó la presencia de todas las familias, así como para las Plantaciones de Pino adulto, 4 de ellas (**Figura 50**).

Para esta zona la familia Phyllostomidae con el 50% es la más abundante, seguida por Cricetidae con 18%; las demás muestran valores menores al 10% de la muestra total (**Figura 51**). Phyllostomidae fue la familia dominante en todos los hábitats, con altas diferencias en proporciones con relación a las otras familias presentes, exceptuando este comportamiento en el Bosque natural donde la familia Cricetidae con 34% de representatividad es la más abundante, relegando a los Phyllostomidos a un 8%, observándose entonces una proporción de 4-1 respectivamente en este hábitat (**Figura 52**).

En cuanto a la abundancia de especies por hábitat en la Zona alta (**Figura 53**), no se encuentra una especie dominante, de igual forma en cada uno de los hábitats no hay una especie que marque una gran diferencia en cuanto a abundancia con respecto a las demás; es así como en el bosque se observa que *C. perspicillata* con 16%, *A. affinis* con 14% y *T. cinereiventer* con 14% son las especies más abundantes, sin obtener diferencias marcadas entre ellas, las especies restantes tienen proporciones entre el 8 y el 11%. Para el caso de Potreros las proporciones son homogéneas siendo la especie *Microroryzomys minutus* la más abundante con el

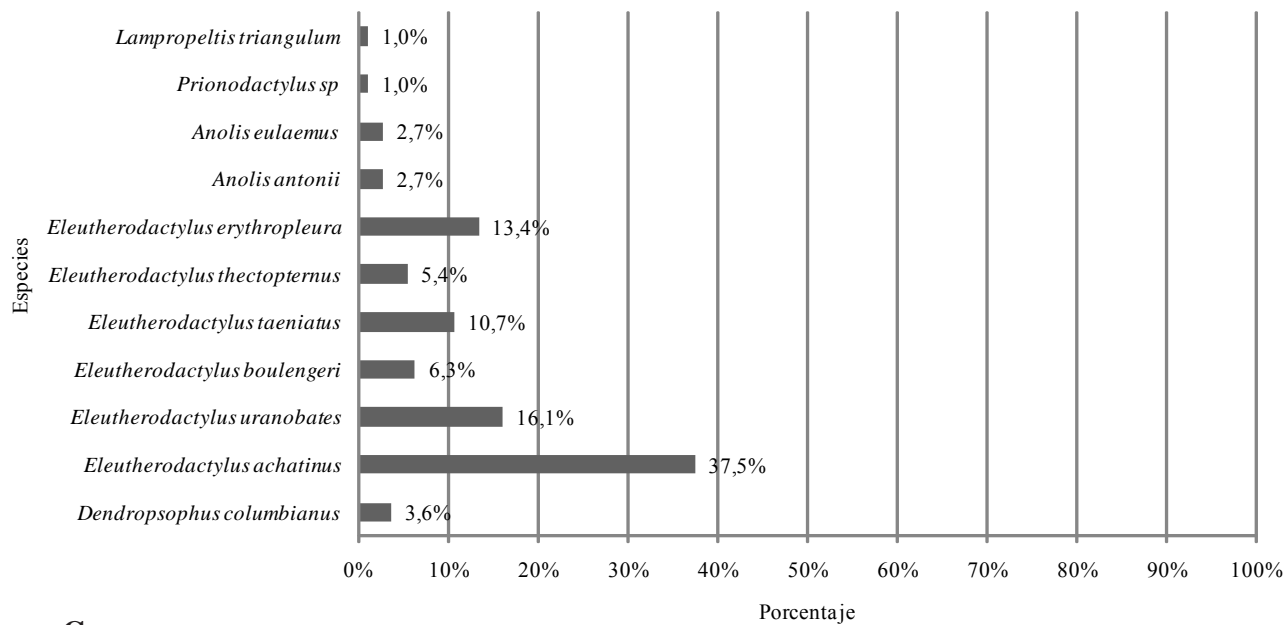


A

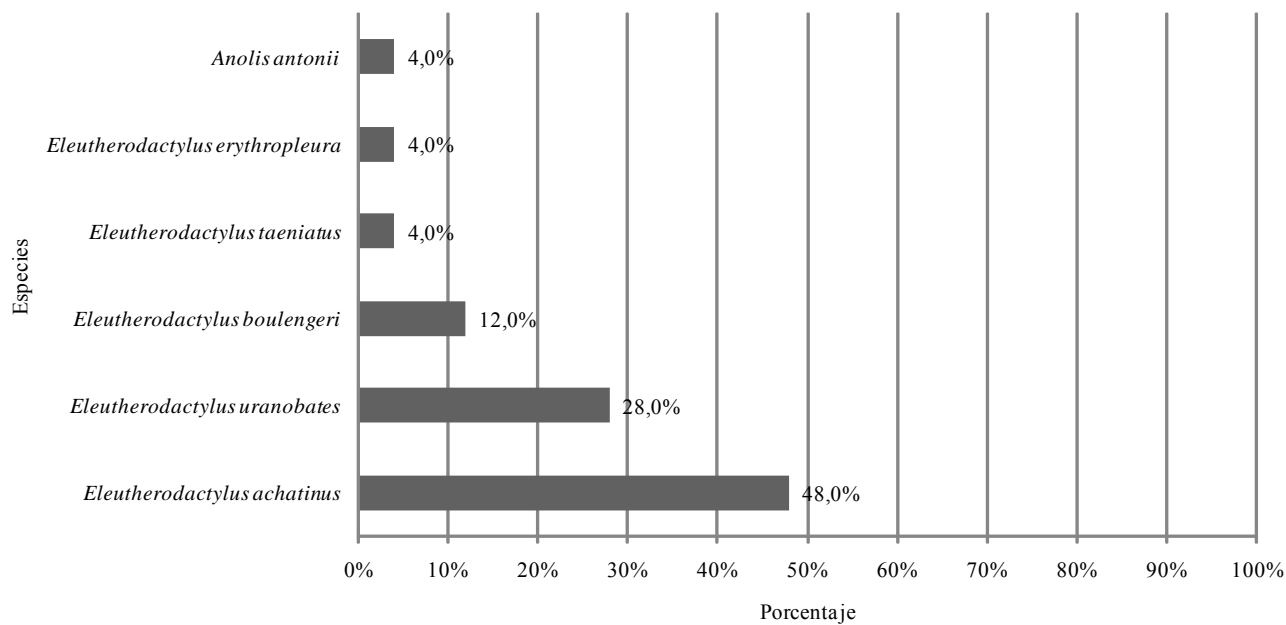


B

Figura 29. Abundancia relativa de las especies para los hábitats **A.** Potrerros, **B.** Bosque natural, **C.** Plantaciones de Pino adulto y **D.** Plantaciones de Pino joven. © Fundación ProAves www.proaves.org



C



D

Continuación **Figura 29.**

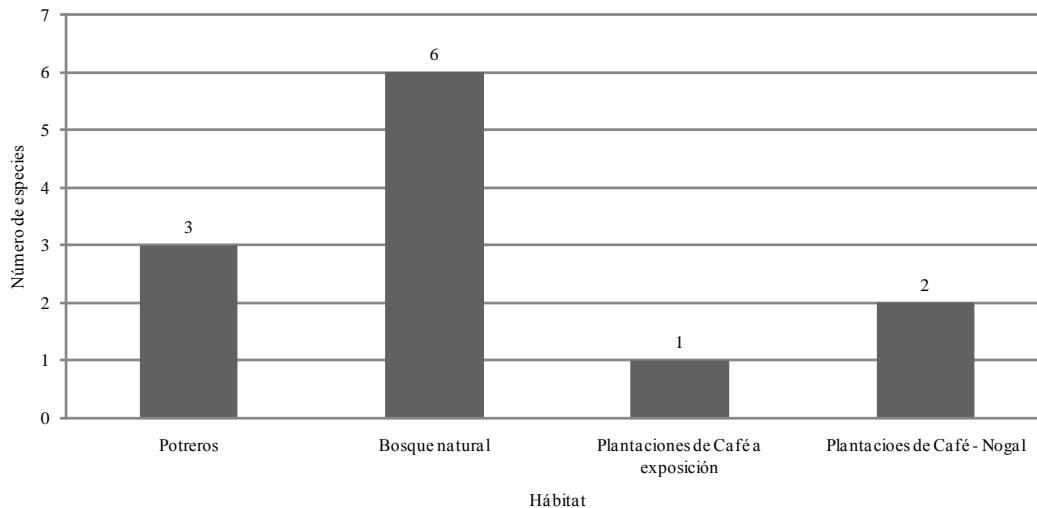


Figura 30. Número de especies para los hábitats de la Zona media. © Fundación ProAves www.proaves.org

40% de la muestra, encontrando una proporción de 2-1 con respecto a las otras especies que presentan una abundancia del 20%.

Para el caso de la Plantación de Pino joven, presenta un comportamiento de homogeneidad similar a los anteriores ecosistemas con una proporción de 30% para *C. brevicauda* y un 14% para las otras especies (cinco en total). Finalmente la Plantación de Pino adulto presenta como especie más abundante *Artibeus phaeotis* con 26% y con un 17% *Sciurus granatensis* y *C. perspicillata*, las especies restantes tuvieron un 8% de representatividad, infiriendo que para la zona la distribución de especies es bastante uniforme.

ii. Zona media. En términos generales esta zona evidenció una pobre riqueza específica de especies en comparación a sus similares. La riqueza específica de especies en los hábitats evaluados de la Zona media (**Figura 54**) refleja que el Bosque natural posee mejores condiciones como hábitat, registrando 8 de las 14 especies para la zona en general (> 50%); de las cuales 4 son Quirópteros, 3 Roedores y 1 Didelphido. Las Plantaciones de Café-Nogal ostenta 4 especies, igual número que las Plantaciones de Café a exposición; por último el Potrero es representado en la muestra por 5 especies. Cabe aclarar que el número de especies de las Plantacio-

nes de Café a exposición y el Potrero solo son representantes del orden Quiróptera.

Las 14 especies de mamíferos registrados se distribuyen en seis familias. La **Figura 55** muestra la representatividad en número de especies de la familia Phyllostomidae en la Zona media, la cual es mayor al 50%. La familia Cricetidae es la segunda familia en representatividad dentro de la zona con tan solo dos especies, finalmente las otras familias registradas se restringen a una sola especie. Se hace evidente el dominio de la familia Phyllostomidae en la zona y con ello la certeza que son principalmente los individuos de esta los que se distribuyen en los hábitats evaluados de esta zona.

En la **Figura 56** se observa el número de especies por familia en cada hábitat evaluado. La familia Phyllostomidae del orden Quiróptera se distribuye en los cuatro ecosistemas de la Zona media marcando diferencias significantes en número con las otras familias, mientras que las familias Sciuridae y Cricetidae se restringen a dos hábitat. También es clara la manera como las especies de las distintas familias utilizan los hábitats de la zona, observándose que en el Bosque natural se registran cinco de las seis familias de la zona; en el Potrero domina la familia Phyllostomidae.

La familia Phyllostomidae con el 58% es el más abundante en la Zona media, con una proporción

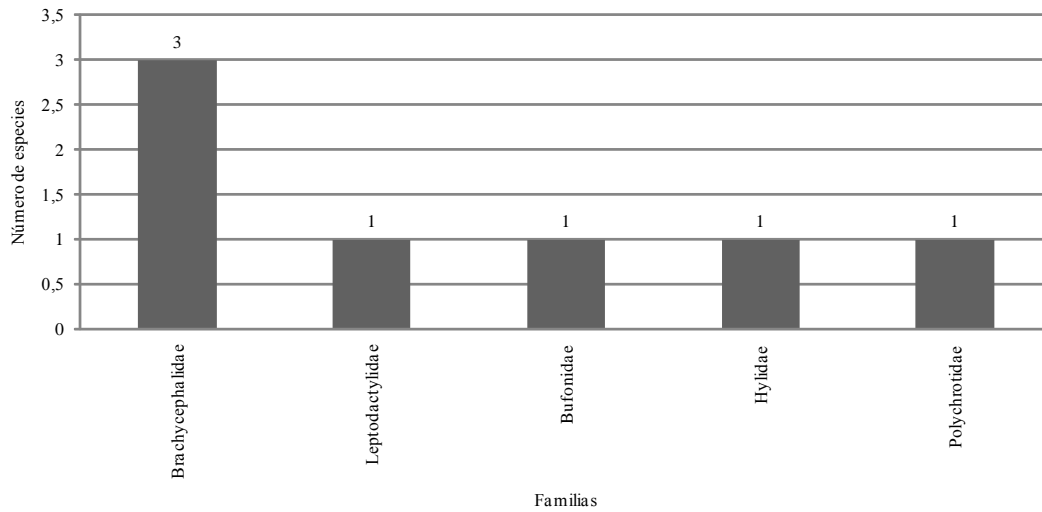


Figura 31. Número de especies por familias en la Zona alta. © Fundación ProAves www.proaves.org

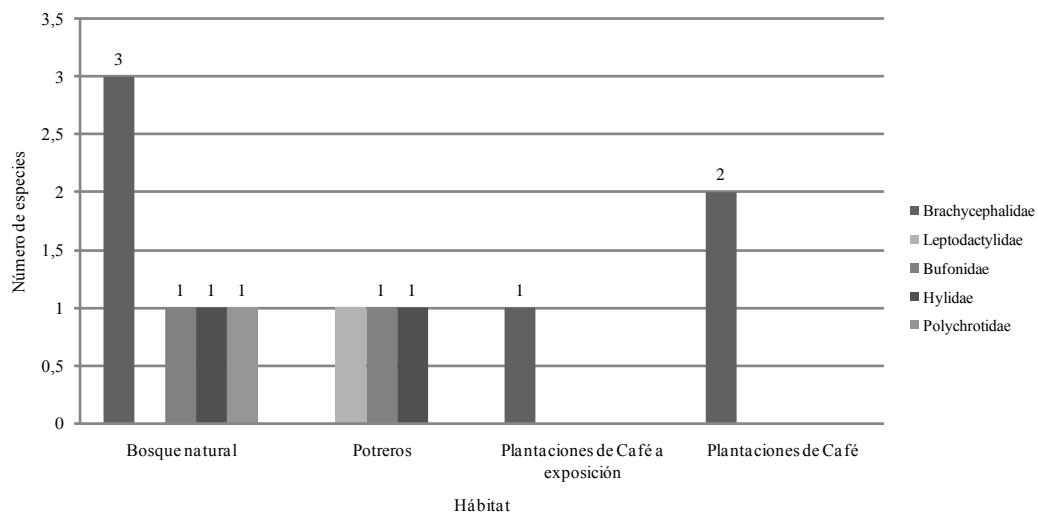


Figura 32. Número de especies por familias encontradas en los hábitats de la Zona media. © Fundación ProAves www.proaves.org

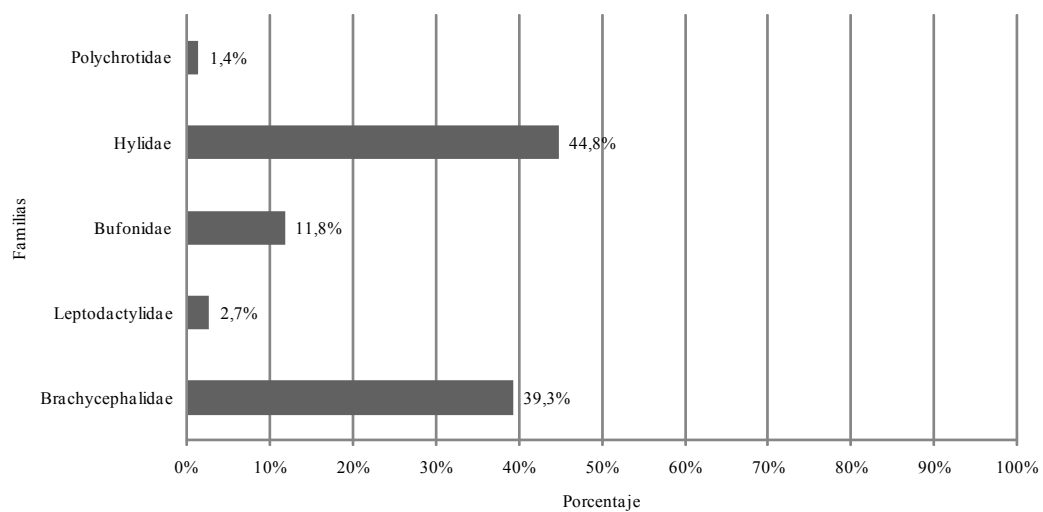
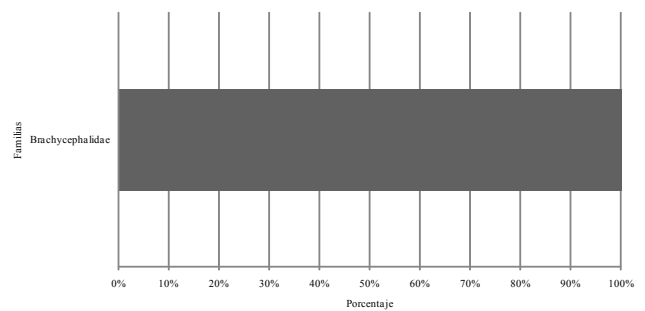
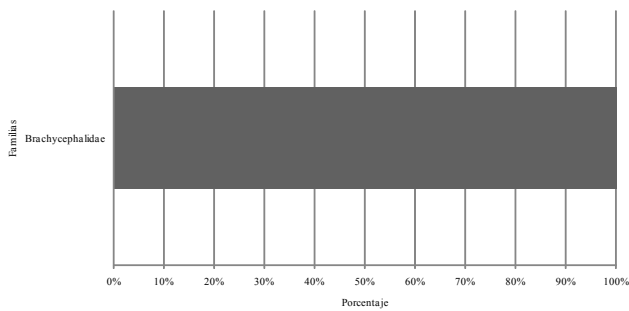
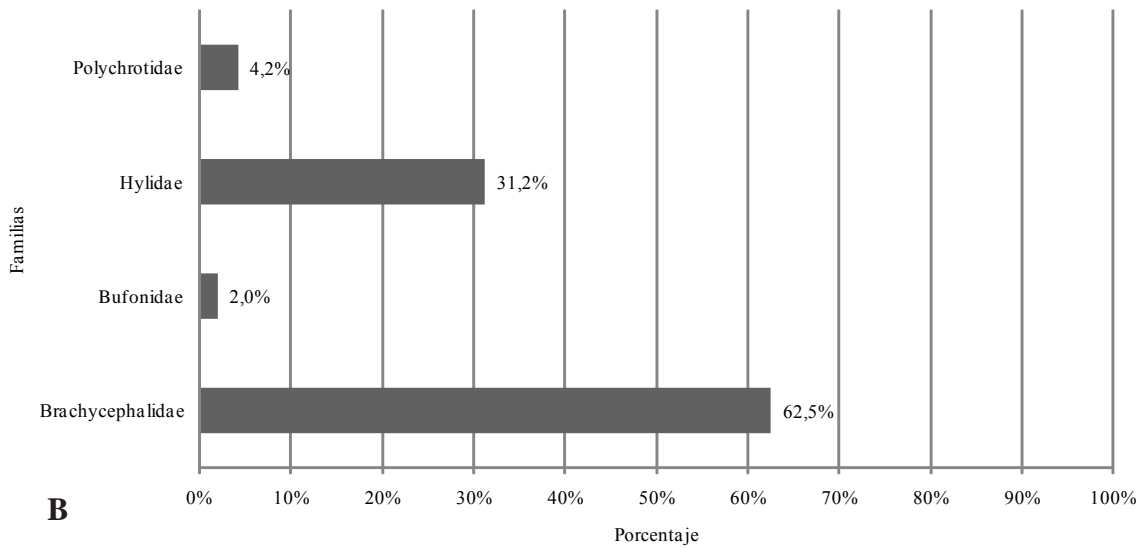
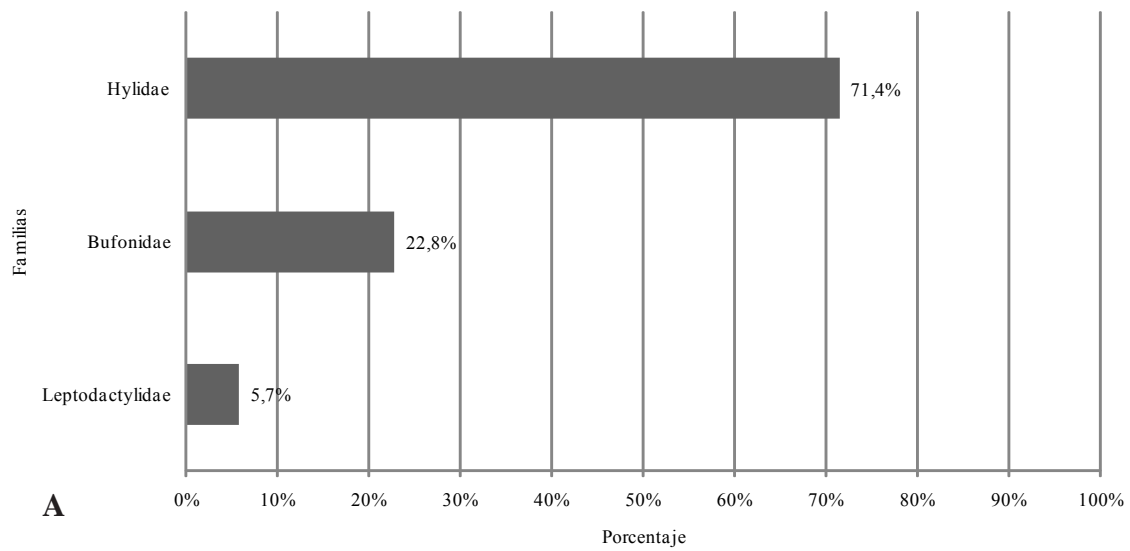


Figura 33. Abundancia relativa de las familias encontradas en la Zona media. © Fundación ProAves www.proaves.org



C

D

Figura 34. Abundancia relativa de las familias para los hábitats **A.** Potreritos, **B.** Bosque natural, **C.** Plantaciones de Café a exposición y **D.** Plantaciones de Café - Nogueal. © Fundación ProAves www.proaves.org



Didelphis marsupialis © Fundación ProAves www.proaves.org

de 8-1 con respecto a las otras familias, las cuales muestran porcentajes del 7%, a excepción de Critetidae con el 14% (proporción de 4-1) (**Figura 57**).

De igual manera los Phyllostomidos se presenta como una familia dominante en los diferentes hábitats de la zona, con altas diferencias en proporciones con relación a las otras familias presentes y la dominancia absoluta en los potreros evaluados (**Figura 58**).

En cuanto a la abundancia de especies por hábitat en la Zona media (**Figura 59**) en el Bosque natural se observa una alta diferencia entre *C. perspicillata* (49%) y *G. soricina* (32%) las especies restantes presentaron proporciones que no superan el 6%. Por otro lado en los Potreros la distribución es más uniforme, cuatro de las cinco especies se encuentran en un 17%, siendo solo diferente *Desmodus rotundos* con el 33%.

En cuanto a las Plantaciones de Café - Nogal es el único hábitat que presenta dominancia por parte de una especie 76% correspondiente a *Artibeus jamaicensis*, mientras que las tres restantes especies no sobrepasan el 10%. Finalmente en las Plantaciones de Café exposición maneja valores relativamente cercanos siendo la especie más abundante *C. per-*

spicillata con 33% y la menos abundante *Histiopus montanus* con 17%. Las demás especies presentan el 25% del total de la muestra, siendo entonces este hábitat y los Potreros donde mejor se distribuyen las especies.

iii. Zona baja. La riqueza de especies en los hábitats evaluados de la Zona baja refleja que el Bosque natural presenta el mayor número de especies, registrando 13 de las 18 encontradas para la zona con el 75% de la muestra, de estas siete son Quirópteros, dos Roedores, tres Didelphidos y un Procyonidae (**Figura 60**).

En las Plantaciones de Nogal se registraron 10 especies y para las Plantaciones de Nogal joven, 9. La mayor diversidad en estos paquetes productivos se encuentra para el orden Quiróptera, casi la totalidad de especies de las Plantaciones de Nogal adulto y joven pertenecen a este orden (9 especies para cada unidad de paisaje), al igual que en el Potrero (cuatro especies).

Fueron encontradas 18 especies de mamíferos, pertenecientes a seis familias. En la **Figura 61** se puede observar el número de especies por familia, en donde Phyllostomidae registra el 60%, una alta abundancia en comparación con las demás familias. Didelphidae ocupa el segundo lugar con tres

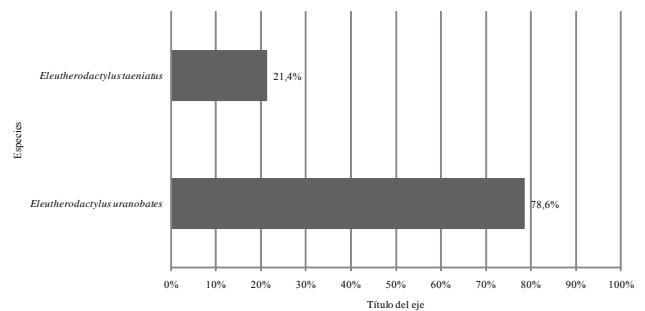
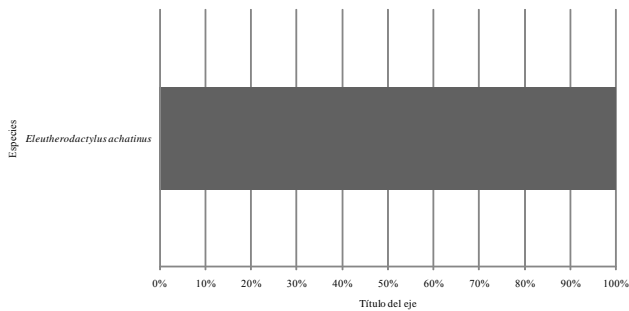
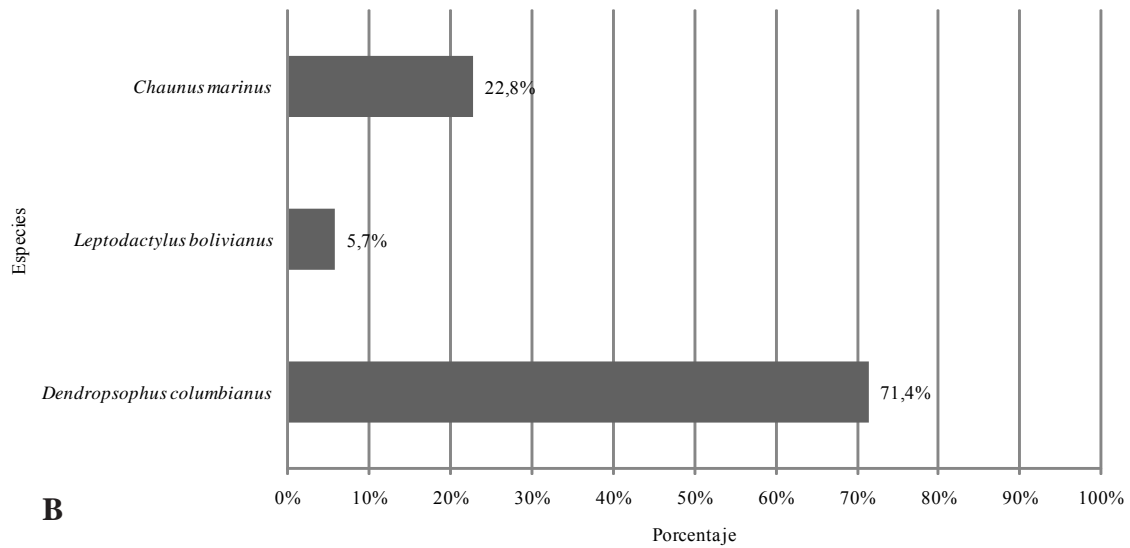
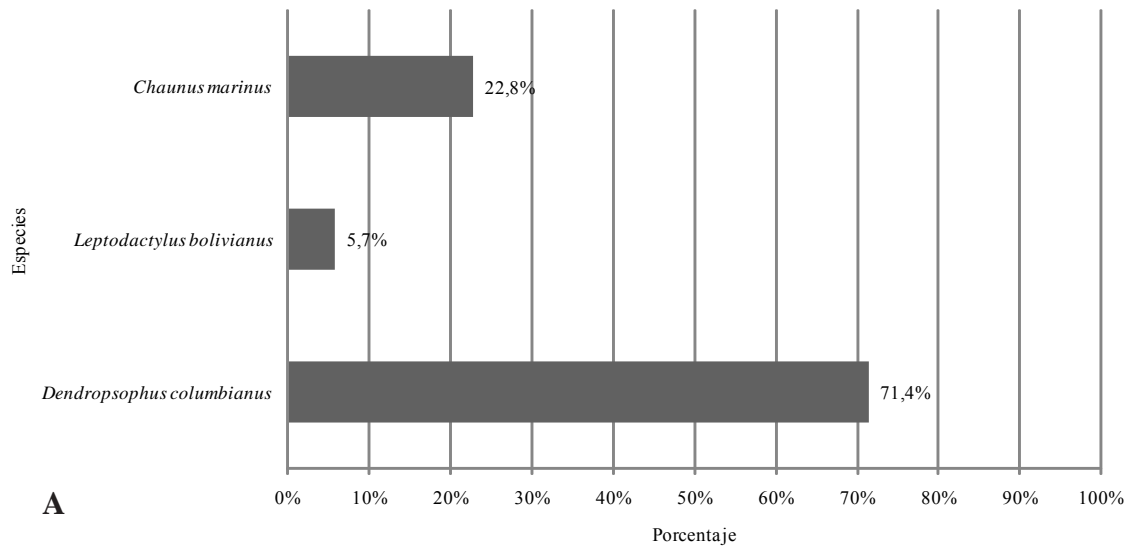


Figura 35. Abundancia relativa de las especies para los hábitats A. Potrerros, B. Bosque natural, C. Plantaciones de Pino adulto y D. Plantaciones de Pino joven. © Fundación ProAves www.proaves.org

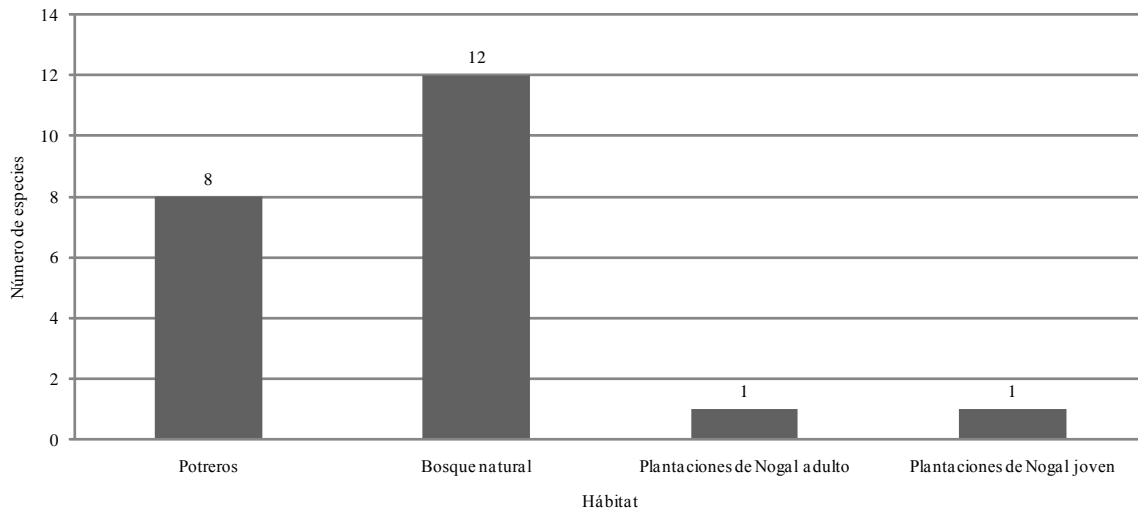


Figura 36. Número de especies para los hábitats de la Zona baja. © Fundación ProAves www.proaves.org

y las familias restantes registran una sola especie. Se hace evidente el dominio de la familia Phyllostomidae en la zona y con ello la certeza que son principalmente los quirópteros los que se distribuyen en los hábitats evaluados.

En la **Figura 62** se observa el número de especies por familia en los hábitats evaluados, la familia Phyllostomidae se registra en los cuatro ecosistemas, con una alta abundancia con relación a las otras, en especial en los Potrerros y Plantaciones de Nogal; para el caso de Bosque natural se encuentran cinco de las seis familias.

La familia Phyllostomidae con el 61% en la Zona media es la más abundante, mostrando una proporción de 10 – 1 con respecto a las otras familias con valores iguales o inferiores al 6%. La excepción la constituye la familia Didelphidae (16%), para la cual la proporción es de 4-1 (**Figura 63**).

Además de igual manera los Phyllostomidos se presentan en cada hábitat por separado como una familia dominante, con altas diferencias en proporciones con relación a las otras familias presentes 53% y 80% en Bosque natural y Plantaciones de Nogal adulto respectivamente, la dominancia absoluta en los Potrerros y Nogal pequeño donde no se encontraron individuos de otras familias (**Figura 64**).

La abundancia relativa de especies (**Figura 65**) muestra que en el Bosque natural *C. perspicillata*, *A. lituratus* y *P. helleri*, con proporciones de 21%, estas últimas con 17% son las especies más abundantes en este hábitat, relegando las especies restantes registradas a proporciones entre 8% y 2%. En cuanto a los potrerros la distribución es más homogénea, siendo *A. lituratus* la especie más abundante con 34%, el restante de taxones representan cada uno el 22% de la muestra. La Plantaciones de Nogal joven muestra a *C. perspicillata* como la especie más abundante con el 26%, seguida por *Phyllostomus discolor* y *A. lituratus* con el 14%, el complemento de especies para la zona maneja valores entre el 11% y 3%.

Por último el Plantaciones de Nogal adulto muestra a *A. lituratus* como la especie más abundante con el 27%, *C. perspicillata* y *Platyrrhinus helleri* con 18% y 13% respectivamente restando las demás especies con proporciones por debajo del 9%. De este modo es claro que la dominancia de especies en cada hábitat es repartida entre *Carollia perspicillata* y *Artibeus lituratus* siendo entonces estas 2 especies las más representativas de la zona.

3.5 Discusión

El grupo de las aves, se caracterizó por tener una buena composición con 236 especies, de las cuales

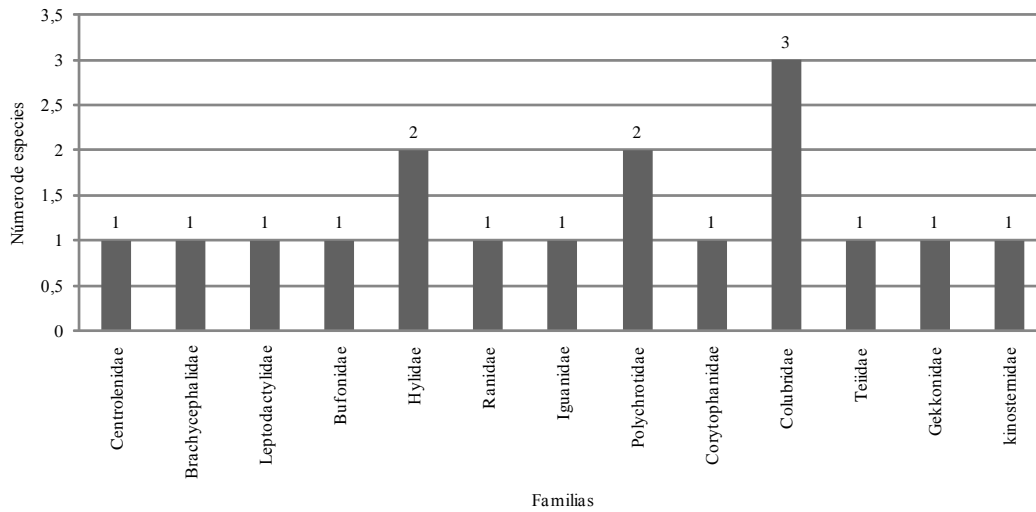


Figura 37. Número de especies por familias para los hábitats de la zona baja. © Fundación ProAves www.proaves.org

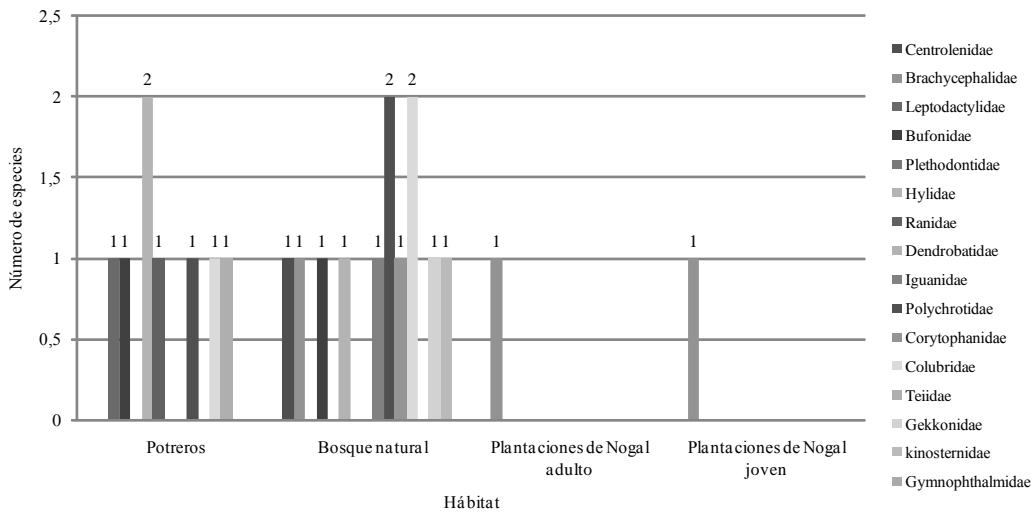


Figura 38. Número de especies por familias encontradas en los hábitats de la Zona baja. © Fundación ProAves www.proaves.org

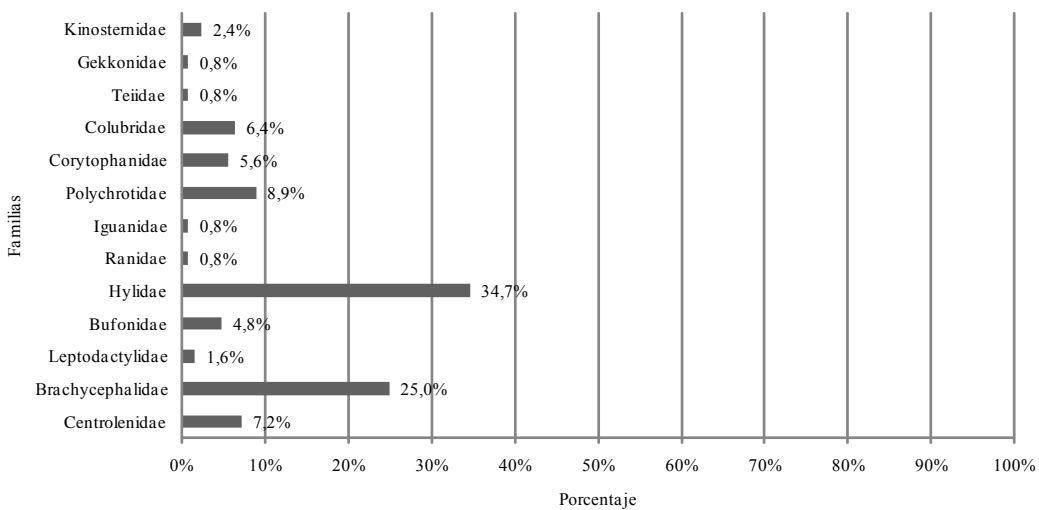


Figura 39. Abundancia relativa de las familias encontradas en la Zona baja. © Fundación ProAves www.proaves.org

los individuos pertenecientes a las familias Tyrannidae y Trochilidae presentan el mayor porcentaje de abundancia con el 15,7% y 12% respectivamente, concordando con las características generales para Colombia (Franco 1997), de otro lado 18 familias obtuvieron una abundancia del 0,4% del total de individuos encontrados para las zonas de estudio.

En los análisis de diversidad por zonas, la media y baja presentaron los valores más altos siendo esta última la que muestra la mayor riqueza de especies, atribuible a que supera el número de individuos reportados para la Zona media, indicando que los valores de diversidad se ven perturbados por el número total de individuos o el grado de homogeneidad de las muestras (Moreno 2002). Para el caso de la Zona alta, los registros son pocos, lo que puede deberse a la expansión de la frontera agrícola y la deforestación; como causas directas de la pérdida de especies vegetales y animales (Grennberg & Rice 2000), con la alteración de los hábitats naturales como consecuencia de la actividad humana es la mayor amenaza para la riqueza de especies (Meffe & Carroll 1997).

Los valores de diversidad de las plantaciones forestales al interior de las zonas de estudio en comparación con los demás hábitat evaluados, mostraron a las Plantaciones de Pino adulto y joven son los únicos paquete productivos con valores altos de diversidad, de tal manera que junto al Bosque natural (sistema control) obtuvieron los tres valores más altos en la Zona alta. Por otra parte las Plantaciones de Nogal-Café mostraron el tercer valor más bajo y solo se ubicaron por encima de los monocultivos de Café en términos de valores de diversidad, mientras en la Zona baja las Plantaciones de Nogal de diferente edad mostraron los valores de diversidad más bajos. Estos resultados se pueden explicar teniendo en cuenta que grupos faunísticos como aves, quirópteros, anfibios y reptiles son influenciados significativamente por la heterogeneidad espacial, respondiendo en mayor grado a la estructura del hábitat (Krebs 1972), de esta manera las Plantaciones de Pino adulto y joven mostraron características estructurales importantes (cobertura

vegetal, diversidad de estratos vegetales, heterogeneidad a nivel de microhábitat) ofreciendo una gran cantidad de condiciones bióticas y abióticas óptimas para la presencia de grupos bioindicadores, por el contrario las Plantaciones de Café-Nogal y Nogal de las zonas media y baja se caracterizaron por la ausencia de estas condiciones como producto de las actividades agrícolas y pecuarias que se llevan a cabo en estos hábitat.

En términos generales la herpetofauna encontrada en el área de estudio puede ser descrita como muy aceptable para los rangos altitudinales y ecológicos explorados. Este resultado puede ser atribuido tanto al método de muestreo empleado, ya que las búsquedas se hicieron tanto en horas del día como de la noche, como a las diferentes unidades de paisaje evaluadas, lo que permitió abarcar todos los hábitos mostrados por estos organismos.

A nivel de especies, las pertenecientes a la familia Brachycephalidae e Hylidae aparecen con el mayor porcentaje de abundancia, 57,7% y 21,5% respectivamente, ajustándose plenamente al patrón observado en el país (Acosta-Galvis 2000). De esta forma *E. achatinus* represento el 28,6% y *D. columbianus* el 19,5% del total de individuos colectados *E. achatinus* además de ser la especie más abundante estuvo presente en casi la mayoría de los hábitats muestreados, ajustándose a su denominación de especies borde la cual logra grandes densidades en áreas intervenidas (Lynch 1983).

De igual manera el estado de conservación de los hábitats y la presión antrópica son factores que influyeron sobre la diversidad en las zonas evaluadas, de esta manera la Zona media al estar influenciada por la actividad agrícola y ganadera, especialmente por monocultivos de Café que afectan la composición y estructura de las comunidades de anuros (Lynch & Rueda-Almonacid 1998), mostró el valor más bajo de diversidad.

Los valores de riqueza específica en las diferentes zonas de estudio reflejan uno mayor para la Zona alta, la cual presenta óptimas características estructurales en el Bosques natural (sistema control) y

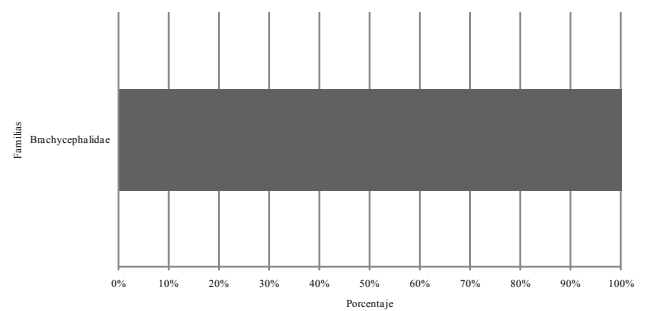
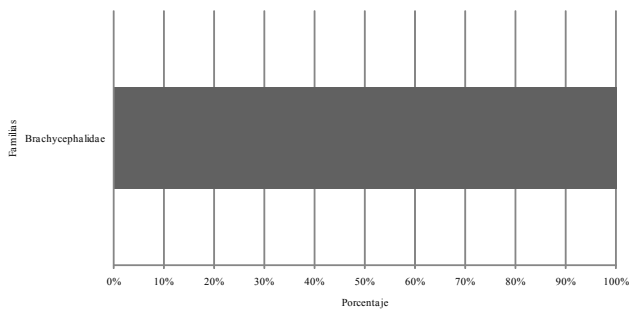
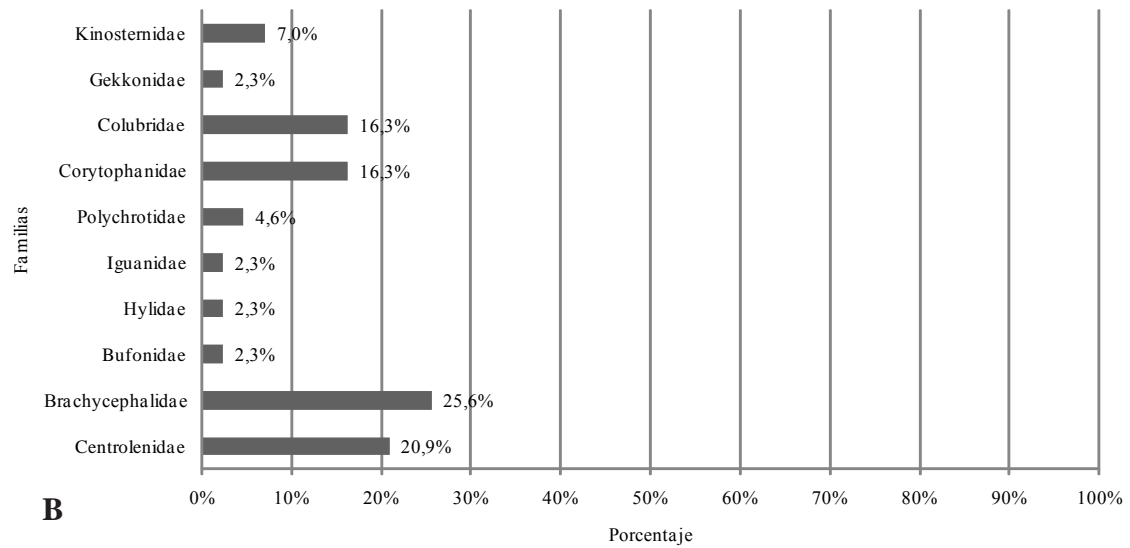
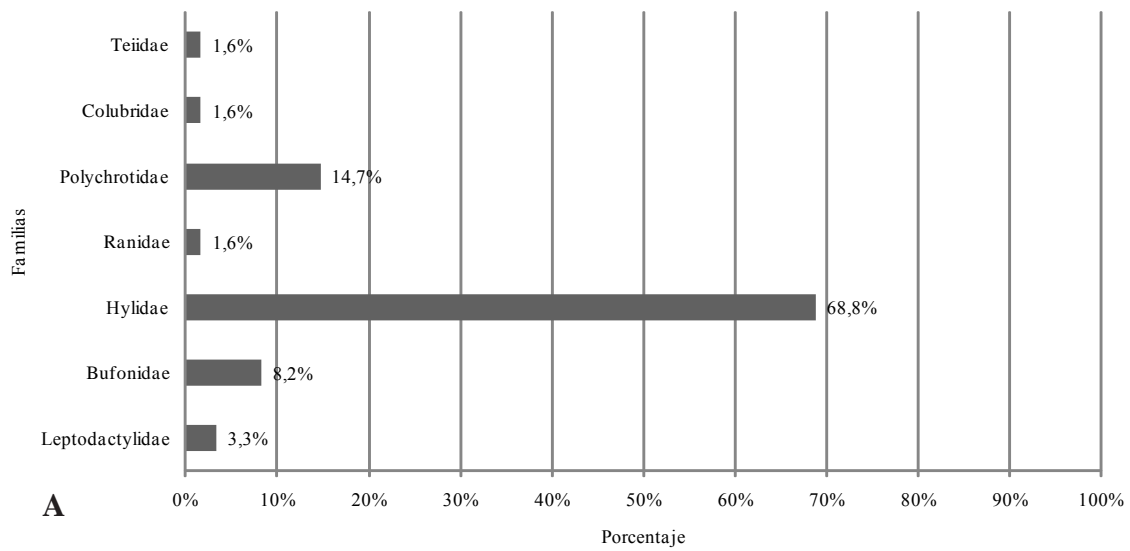


Figura 40. Abundancia relativa de las familias para los hábitats **A.** Potreritos, **B.** Bosque natural, **C.** Plantaciones de Nopal adulto y **D.** Plantaciones de Nopal joven. © Fundación ProAves www.proaves.org

las Plantaciones de Pino. Estas últimas representan una superficie considerable del uso del suelo en la zona, ubicándose en inmediaciones de parches de bosques que se enfrentan al aislamiento como matrices naturales del paisaje. Esta misma situación ha contribuido a que estas plantaciones funcionen como corredores naturales para especies de mamíferos que exploran diversas áreas de regeneración natural en busca de recursos alimenticios.

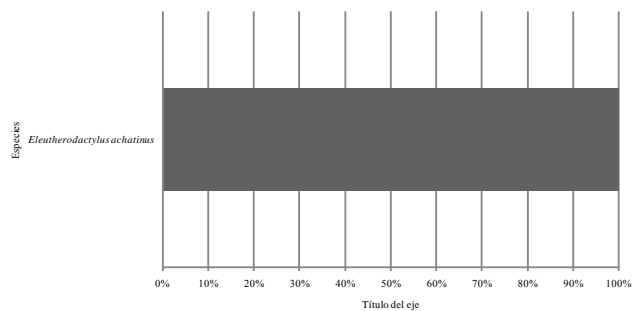
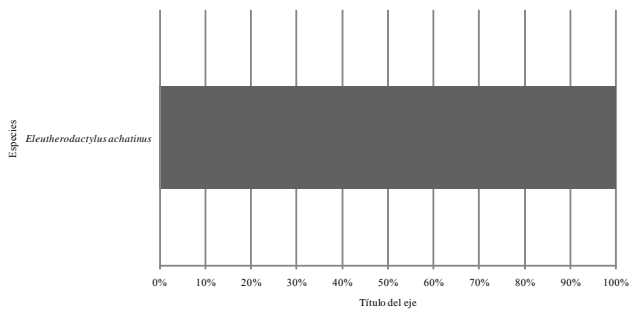
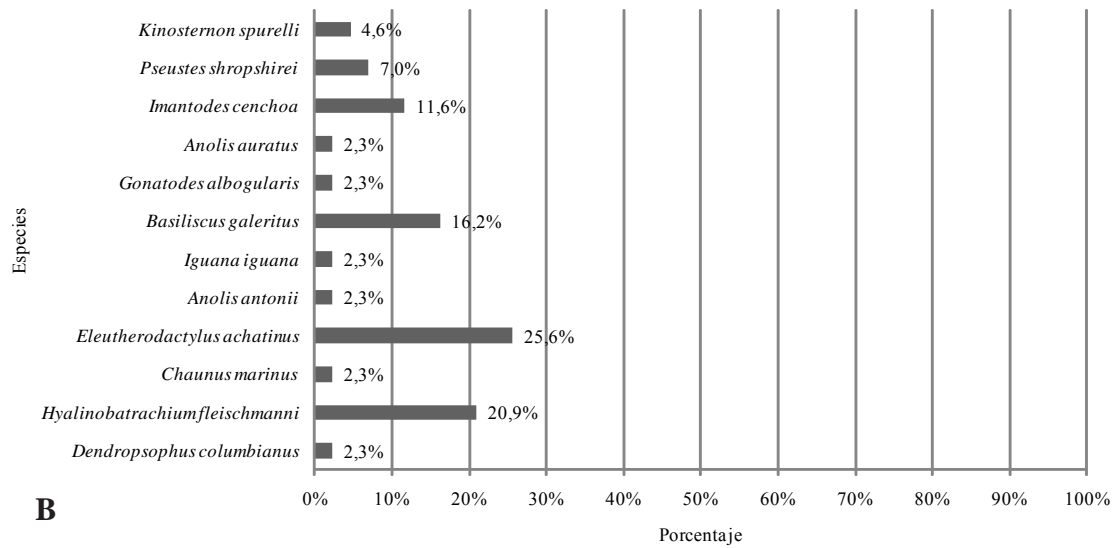
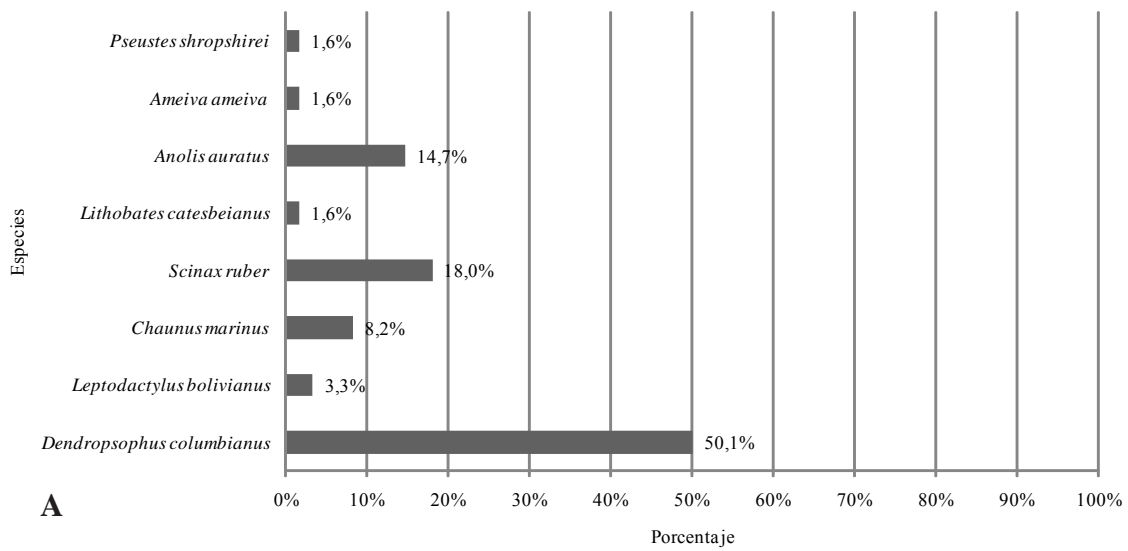
El bajo número de especies de pequeños mamíferos terrestres encontrado (9 en total), puede ser originado por dos factores principales. Por una parte está el método de registro, ya que debe tenerse en cuenta que los miembros de este grupo solo son posibles de registrar mediante métodos directos de trampeo y para lograr una representatividad significativa en los bosques tropicales, las técnicas de trampero deben prolongarse por varios meses y con un esfuerzo constante (Voss 1988), por ello y teniendo en cuenta el reducido tiempo de muestreo para cada ecosistema (6 noches) es muy probable que el número de especies registradas no refleje la composición real de especies de los diferentes ecosistemas naturales. El segundo factor importante a ser tenido en cuenta está constituido por las características estructurales de los hábitats transformados y que fueron evaluados, ya que es previsible que estos y dado el alto grado de intervención que poseen, si reflejen un inventario real y cercano a la asíntota en las curvas de acumulación de la riqueza de especies de las zonas. También es importante tener en cuenta que la captura y registro de medianos mamíferos en los Andes puede hacerse dispendiosa (Sánchez *et al.*, 2004), como se corrobora en los estudios de Rodríguez-Bolaños (1995) y Mesa (1997). Sin embargo las especies de algunas familias como la Didelphidae tienen poca prevención y se ceban fácilmente (Sánchez *et al.*, 2004), lo cual fue confirmando en el presente estudio, ya que se reportaron 6 capturas de esta única familia.

Para el grupo del Quirópteros se reportó un total de 21 especies para la cuenca en general, las cuales no representan un número significativo de las especies registradas por información secundaria.

La Zona baja con 19 especies registradas presenta el menor valor de riqueza en la cuenca, esto se debe principalmente por poseer en la conformación de su paisaje el resultado de décadas de aprovechamiento poco sostenible del suelo, con áreas altamente fragmentadas restringidas a unos pocos parches totalmente aislados de no más de 3 ha de bosques, las cuales no propician las condiciones mínimas para la permanencia de especies de mamíferos. Basados en lo anteriormente expuesto y con base en las teorías de biogeografía de islas y la de heterogeneidad de hábitat las cuales explican la dinámica especies-área como una relación directamente proporcional entre el tamaño de un hábitat y el número de especies que éste puede albergar (Simberloff *et al.*, 1992), encontramos que este estudio refleja este patrón por cada hábitat evaluado. Sin embargo, estos efectos de la fragmentación no son los mismos para todas las especies como tampoco para todos los hábitats. Las especies grandes y medianas de mamíferos se ven afectadas directamente por la reducción del hábitat, mientras que las especies de pequeños mamíferos aparentemente no (Otálora, 2003), para este estudio esta hipótesis aplica para el orden Quiróptera.

El análisis de diversidad por zonas muestra a la Zona alta como la más diversa lo cual concuerda con su riqueza absoluta de especies, seguida en orden descendiente por las Zona baja y media, las cuales de igual modo reflejan este resultado en la composición general de especies, sugiriendo la no existencia de alteraciones significativas en la homogeneidad de las muestras. Se evidencia además, que los murciélagos son altamente influyentes en los valores de diversidad con algunas excepciones, siendo estas el bosque de la Zona alta el cual presentó el menor número de especies de este orden.

Es importante tener en cuenta que con relación al área total de estudio, la zona es la más conservada, debido principalmente a la historia socio económica del departamento que se ha enfocado en las zonas medias y bajas con la intensificación de cultivos de Café e implementación de amplias áreas de potrerización (Cenicafé, 2001). Por otro lado la Zona baja la cual es afectada por el mismo



C

D

Figura 41. Abundancia relativa de las especies para los hábitats **A.** Potreritos, **B.** Bosque natural, **C.** Plantaciones de Nogal adulto y **D.** Plantaciones de Nogal joven. © Fundación ProAves www.proaves.org

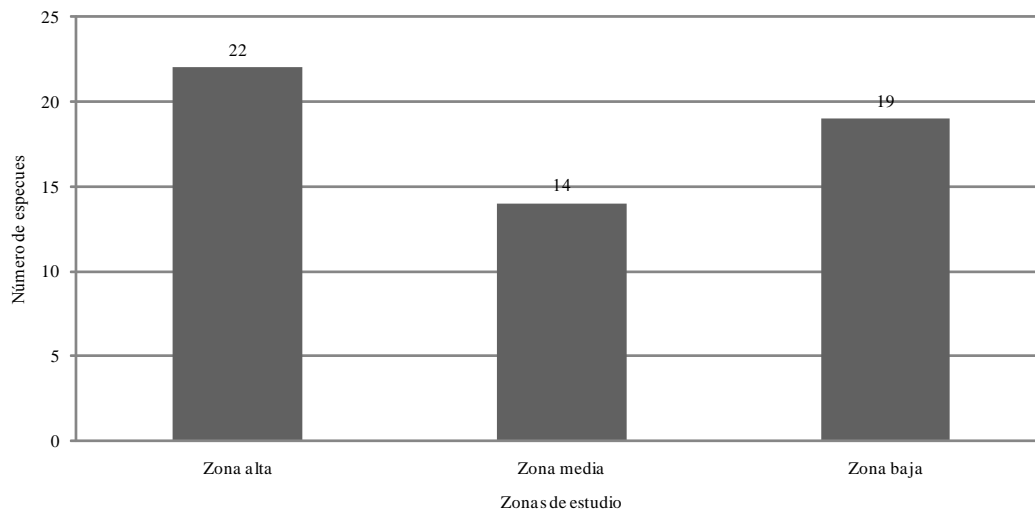


Figura 42. Número de especies de mamíferos encontrados en todas las zonas. © Fundación ProAves www.proaves.org

fenómeno de explotación del suelo, evidencia la dominancia del orden Quiróptera en los diferentes hábitat, observándose que para las Plantaciones de Nogal hay una incidencia relacionada con la uniformidad de las muestras, favoreciendo al Bosque natura (sistema control) el cual aparece con el valor más alto de diversidad, este fenómeno que afecta el índice está relacionado con las abundancias absolutas y las diferencias entre las especies registradas (Moreno 2001). Se aclara que de igual manera a lo que sucede en la Zona media, estas plantaciones se comportan como áreas abiertas gracias a su densidad de siembra y manejo silbo pastoril, lo que los convierte en corredores abiertos entre las matrices del paisaje.

Los murciélagos nectarívoros haciendo alusión a *G. soricina* no se presentan en toda la Zona alta pero si en las zonas media y baja, fueron significativamente más abundantes en los hábitats con aceptable cobertura boscosa, que en aquellas transformadas, presentándose un comportamiento disímil al observado en el trabajo de Pérez & Ahumada (2004). Esto claramente debido a la presencia de una mayor cantidad de flores en estos sitios que en las áreas perturbadas, lo que se traduce en una mayor oferta alimenticia para este grupo trófico.

Por otro lado y en general para toda la cuenca, con algunas diferencias dadas por la composición de especies, principalmente de especies insectívo-

ras en las líneas bases, el gremio de los frugívoros ampliamente representado por la familia Phyllostomidae (géneros *Artibeus* y *Carollia*) fueron los predominantes, tanto en número de especies como de individuos favoreciendo ello a algunas especies de amplia plasticidad como *C. perspicillata*, *S. liliium* y *A. lituratus*. Esto coincide con lo encontrado en otros estudios (Arata & Vaughn, 1970; Alberico & Orejuela, 1982; Muñoz, 1990; Muñoz, 1993; Sánchez-Palomino *et al.*, 1993; Alfonso & Cadena, 1994; Rivas-Pava, 1996; Muñoz-Saba *et al.*, 1997). Desde el punto de vista del número de especies, los frugívoros son los más importantes taxa para la aplicación del modelo de bioindicadores. De acuerdo con Fleming (1982) aproximadamente el 30% de las especies de murciélagos conocidos son parcial o totalmente dependientes de las plantas como fuente de alimento, mientras facilitan la movilización del polen o las semillas. En este sentido es muy probable que los cambios en la riqueza de especies de murciélagos y abundancia poblacional de este gremio entre hábitat en una misma zona y entre zonas estén determinados fuertemente por los cambios en la oferta alimenticia.

Finalmente los murciélagos son el taxa más representativo por zona y por hábitat exceptuando el Bosque natural de la Zona alta, esta representatividad radica en que por la distribución espacial de las diferentes matrices del paisaje evaluadas, ellos entran a desempeñar roles ecológicos que de algún

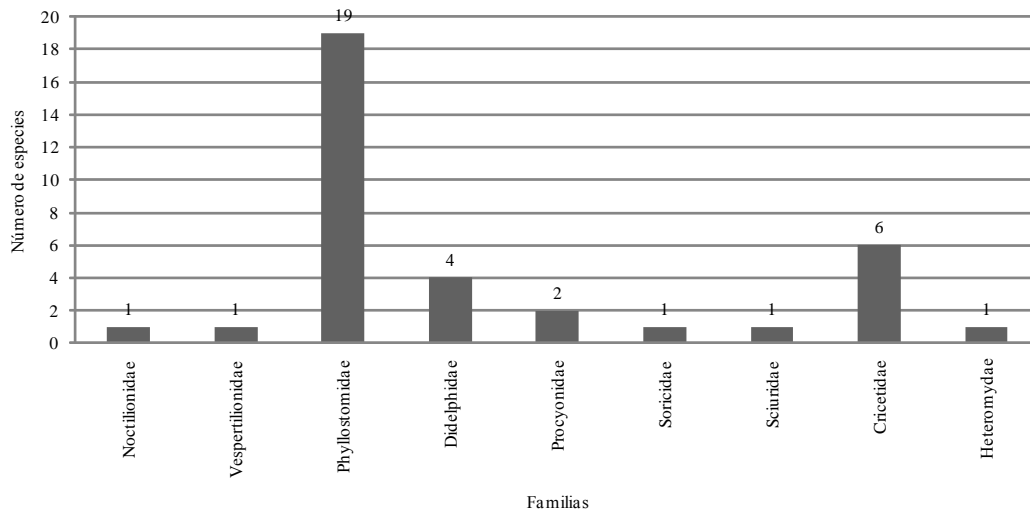


Figura 43. Número de especies por familias encontradas en todas zonas. © Fundación ProAves www.proaves.org

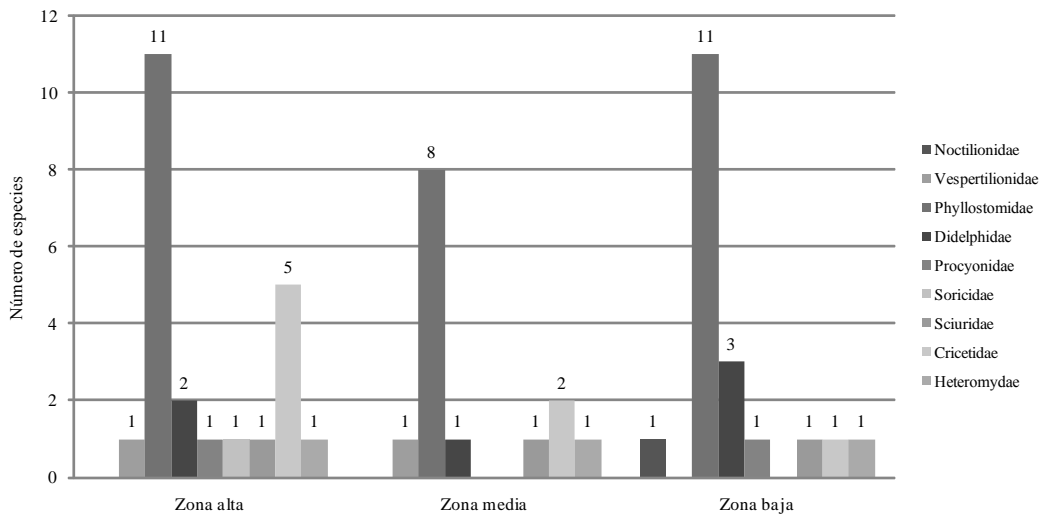


Figura 44. Número de especies por familias encontradas en todas las zonas © Fundación ProAves www.proaves.org

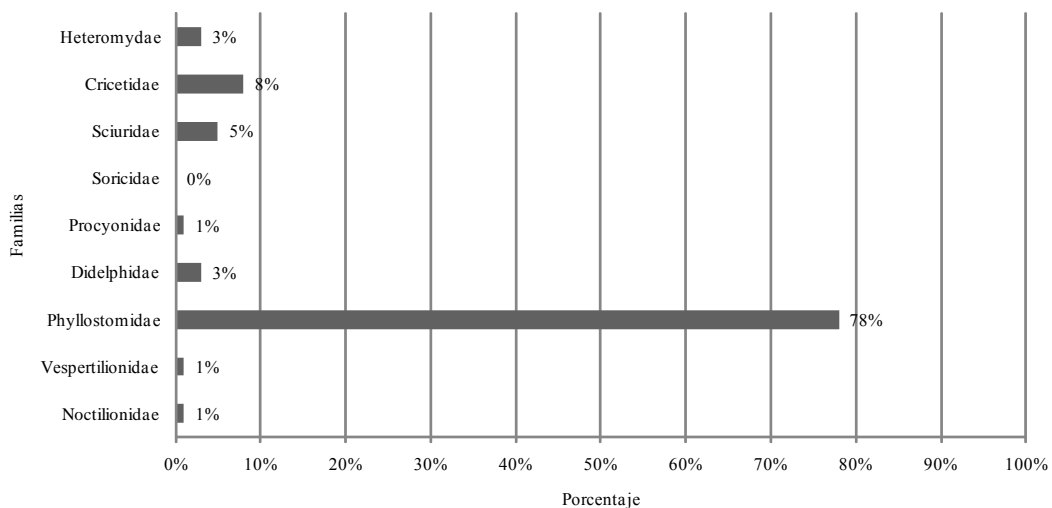


Figura 45. Abundancia relativa por familias de las familias encontradas en todas las zonas. © Fundación ProAves www.proaves.org

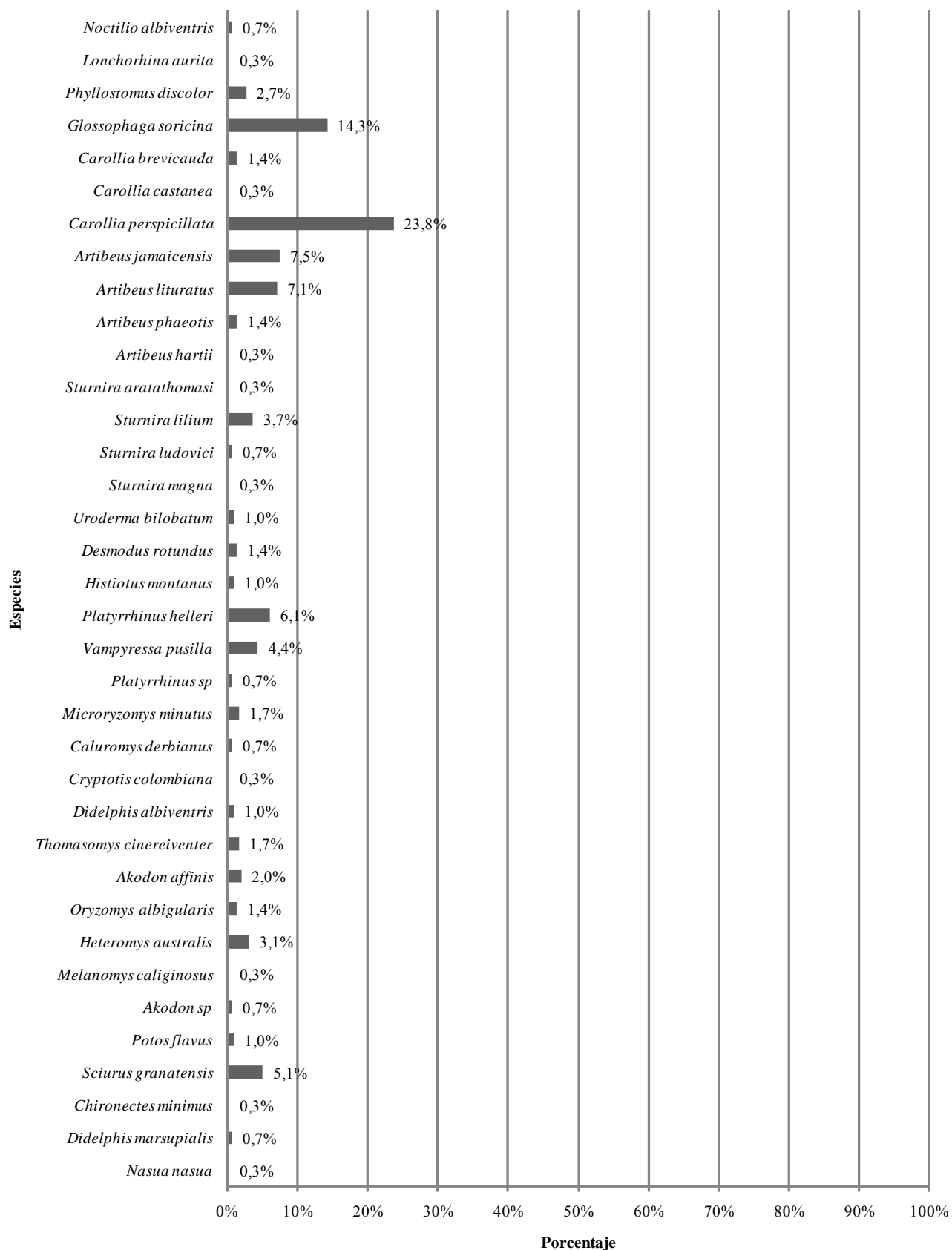


Figura 46. Abundancia relativa de las familias de mamíferos encontrados para todas las zonas. © Fundación ProAves www.proaves.org

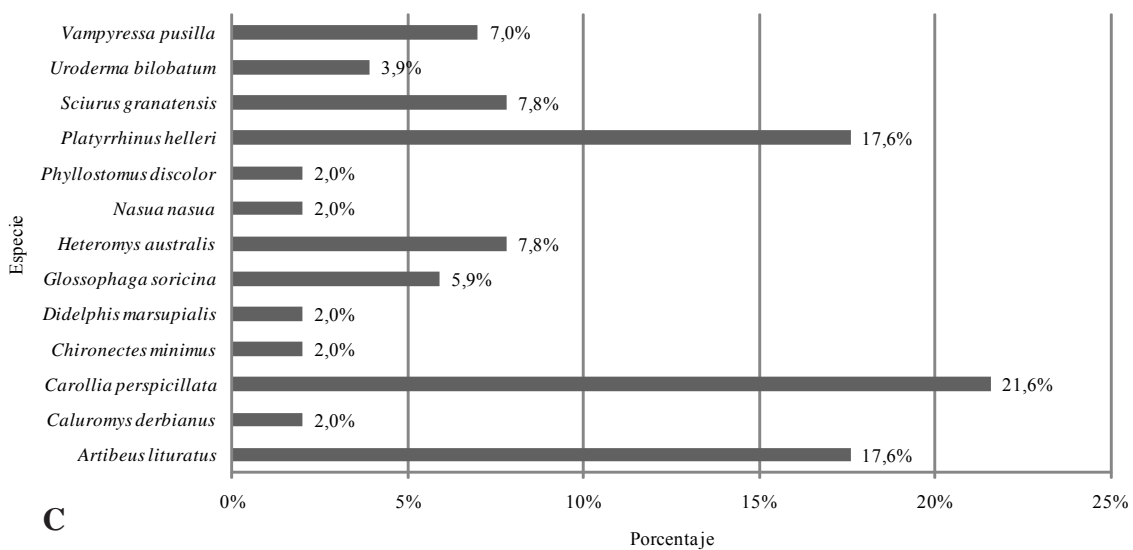
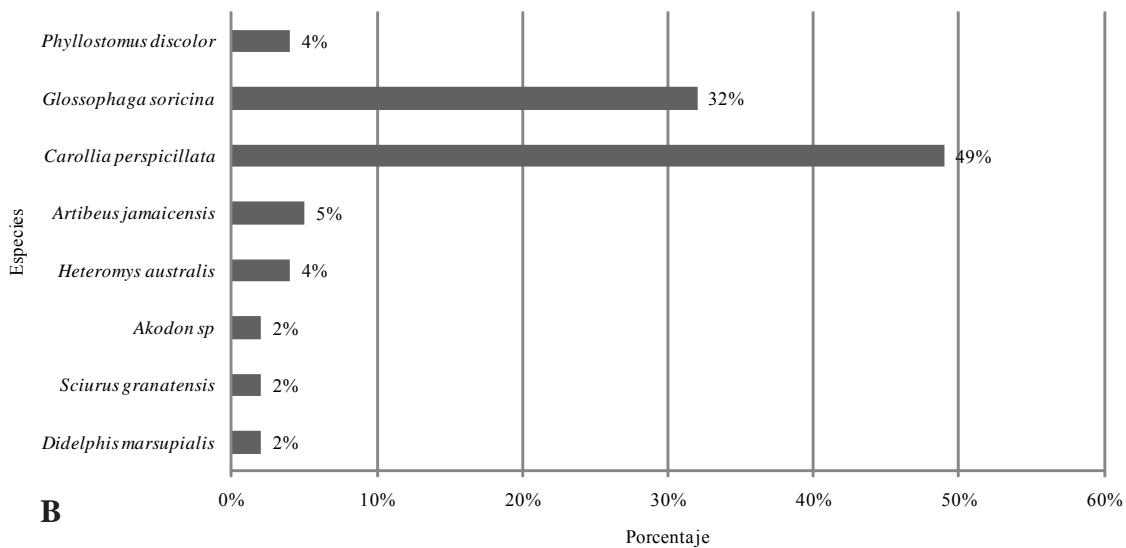
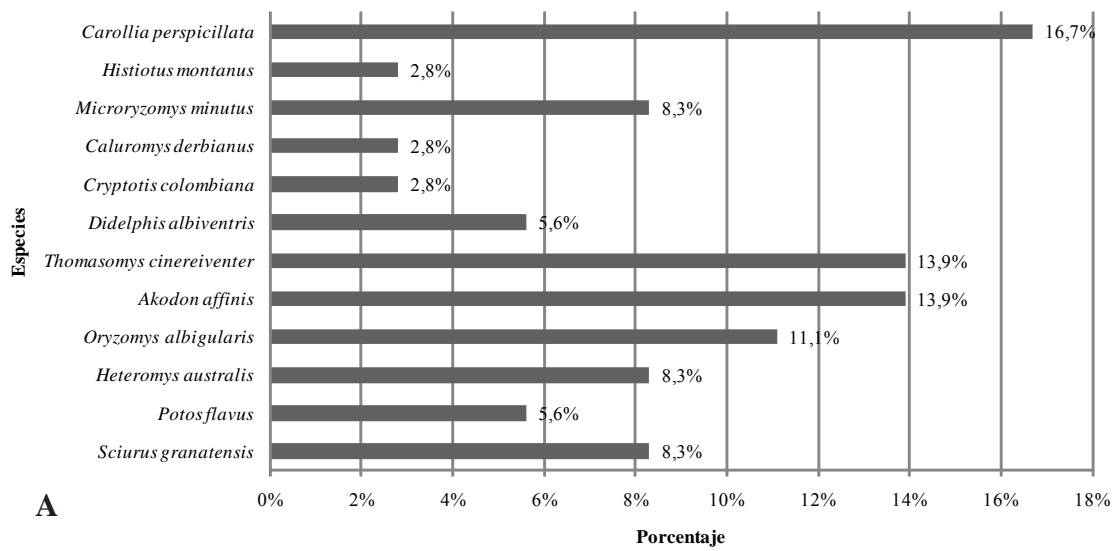


Figura 47. Abundancia relativa de las especies encontradas en **A.** Zona alta, **B.** Zona media y **C.** Zona baja. © Fundación ProAves www.proaves.org

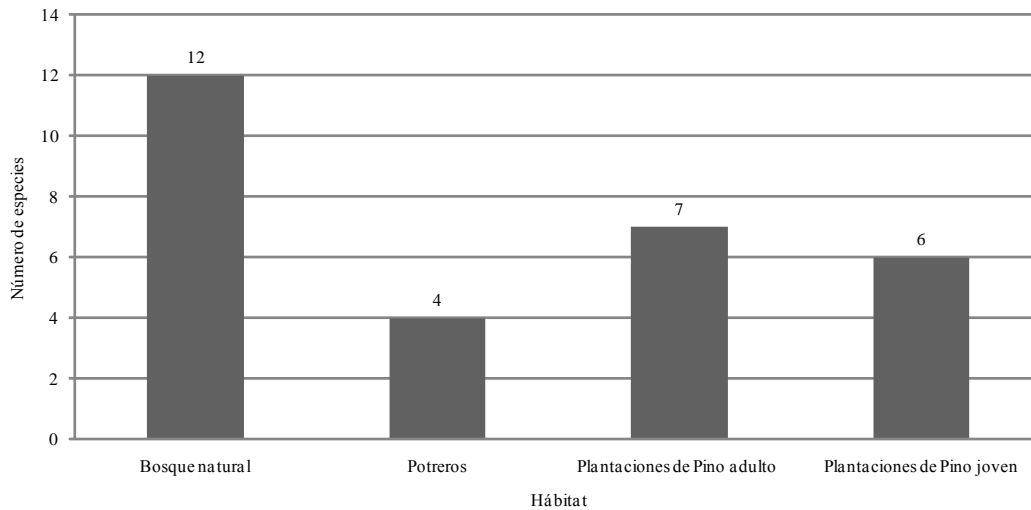


Figura 48. Número de especies encontrados en todos los hábitats. © Fundación ProAves www.proaves.org

modo contribuyen al aumento de condiciones favorables en los ecosistemas transformados, propiamente las plantaciones. Debido a su eficiente papel como polinizadores y dispersores de semillas, y a la gran área de acción que pueden cubrir (Heithaus *et al.*, 1975), estas especies pueden ejercer un papel importante en la dispersión de plantas distribuidas en parches y hábitat aislados (Molinari 1993); además estos pueden ejercer un papel importante en la regeneración de áreas deforestadas ya que dispersan semillas de plantas de estados sucesionales iniciales (Fleming & Heithaus 1981) por lo cual podrían contribuir en el aumento de la conectividad entre parches aislados (Tuttle 1999).

3.6 Conclusiones

En las unidades de paisaje en la que se evidencia la presencia de estratos vegetales bien definidos que proporcionan heterogeneidad espacial, diversidad de microhábitat, condiciones de humedad y temperaturas óptimas en plantaciones forestales, permite la presencia de valores altos de riqueza y diversidad de aves, anfibios, reptiles y mamíferos, teniendo en cuenta la especificidad de hábitat y los altos requerimientos ecológicos necesarios para el establecimiento y permanencia de este tipo de organismos

Entre las plantaciones forestales evaluadas, los monocultivos de Pino de edad avanzada, muestra-

ron el mayor valor de riqueza y diversidad en herpetofauna en comparación con los demás paquetes productivos gracias a sus óptimas condiciones en cuanto a estructura de hábitat se refiere.

Los patrones generales de diversidad, distribución y abundancia de las aves y los anuros encontrada a lo largo de las zonas de estudio, se ajustan al patrón general del país, en donde los mayores rangos son mostrados por miembros de la familias Tyrannidae y Trochilidae en aves y Brachycephalidae e Hylidae en los anuros respectivamente.

A nivel de familias de anuros presentes en el transecto altitudinal evaluado, el mayor número de especies se represento en Brachycephalidae, principalmente por la presencia del genero *Eleutherodactylus*, el cual gracias a su plasticidad fisiológica ha logrado colonizar áreas montañosas de los Andes colombianos con diferentes grados de intervención antrópica.

Las actividades silvopastoriles y las prácticas de manejo que afecten la heterogeneidad espacial en los paquetes productivos tienen como resultado valores de diversidad bajos o inexistentes de los grupos indicadores evaluados.

La Zona alta presentó el valor más alto de riqueza de especies de mamíferos, influenciada principalmente por la presencia de roedores terrestres, los

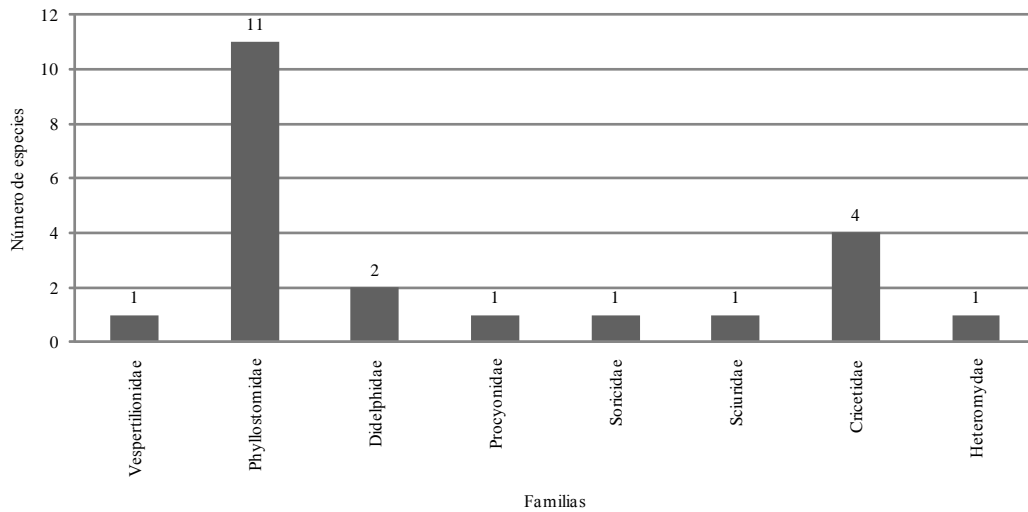


Figura 49. Número de especies por familias encontrados en la zona alta. © Fundación ProAves www.proaves.org

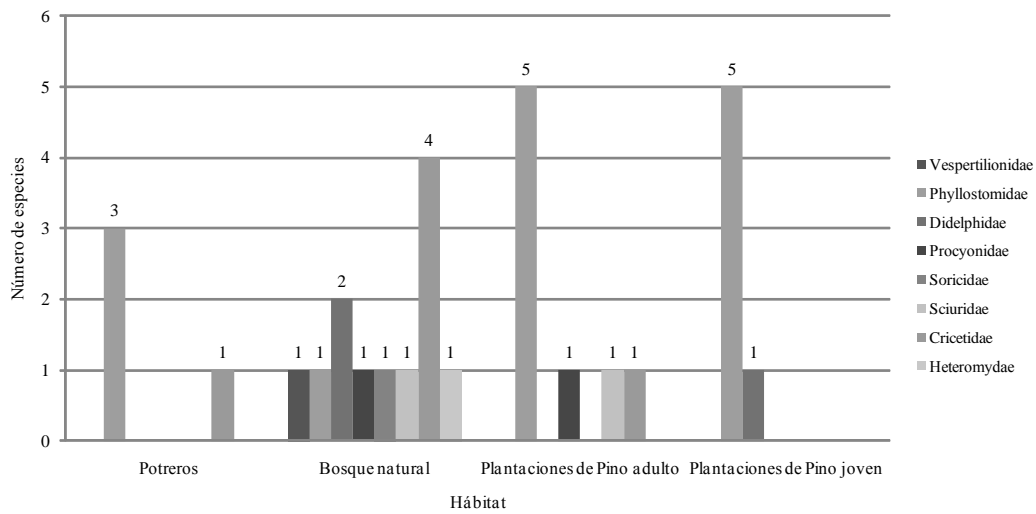


Figura 50. Número de especies por familias encontradas en los hábitats de la zona alta. © Fundación ProAves www.proaves.org

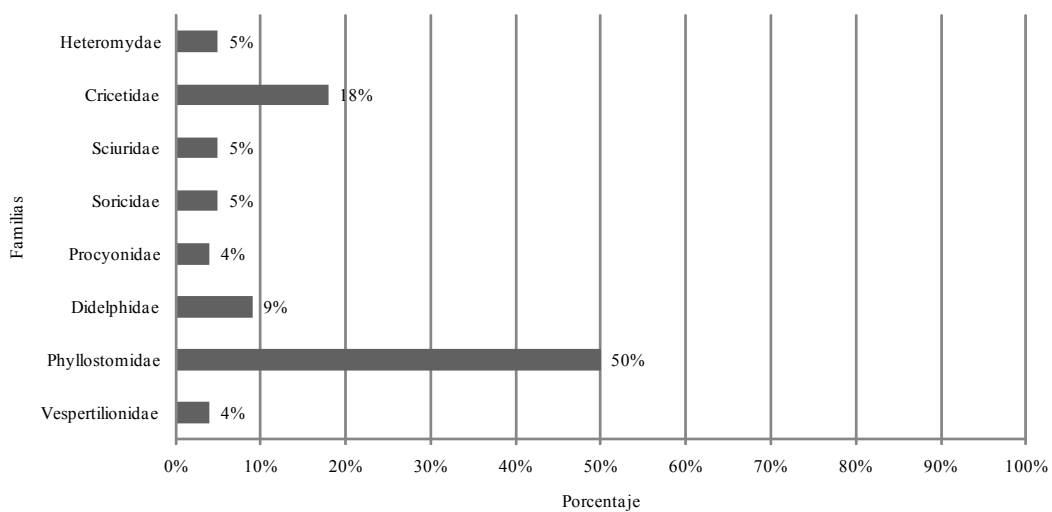
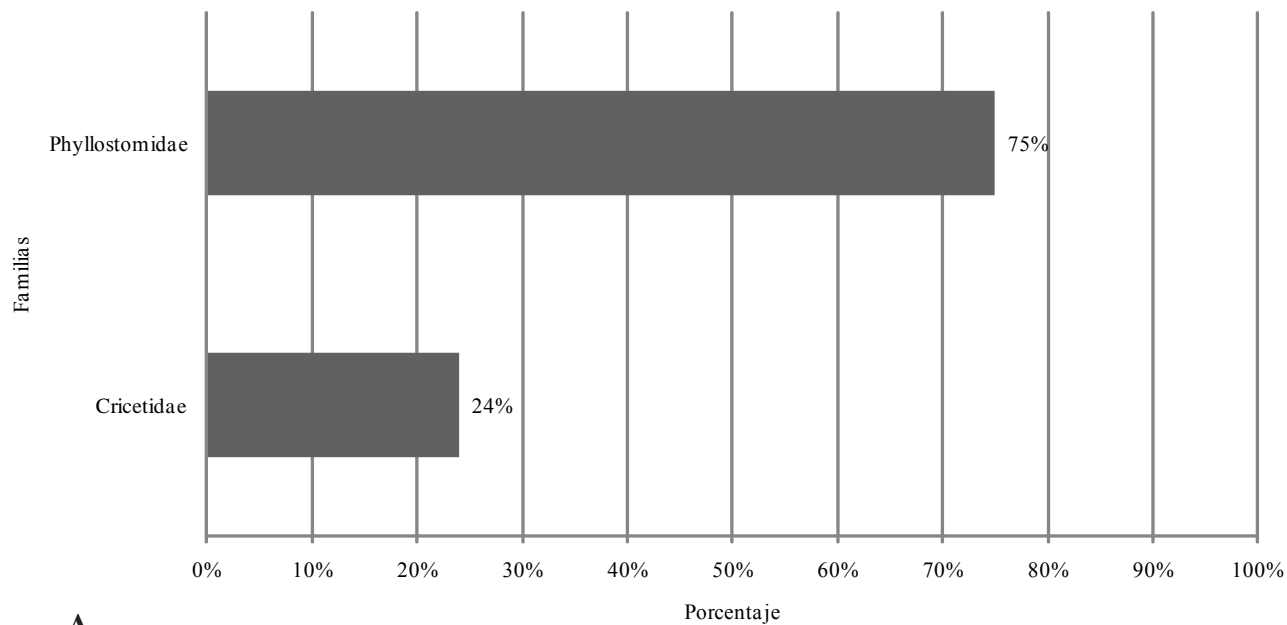
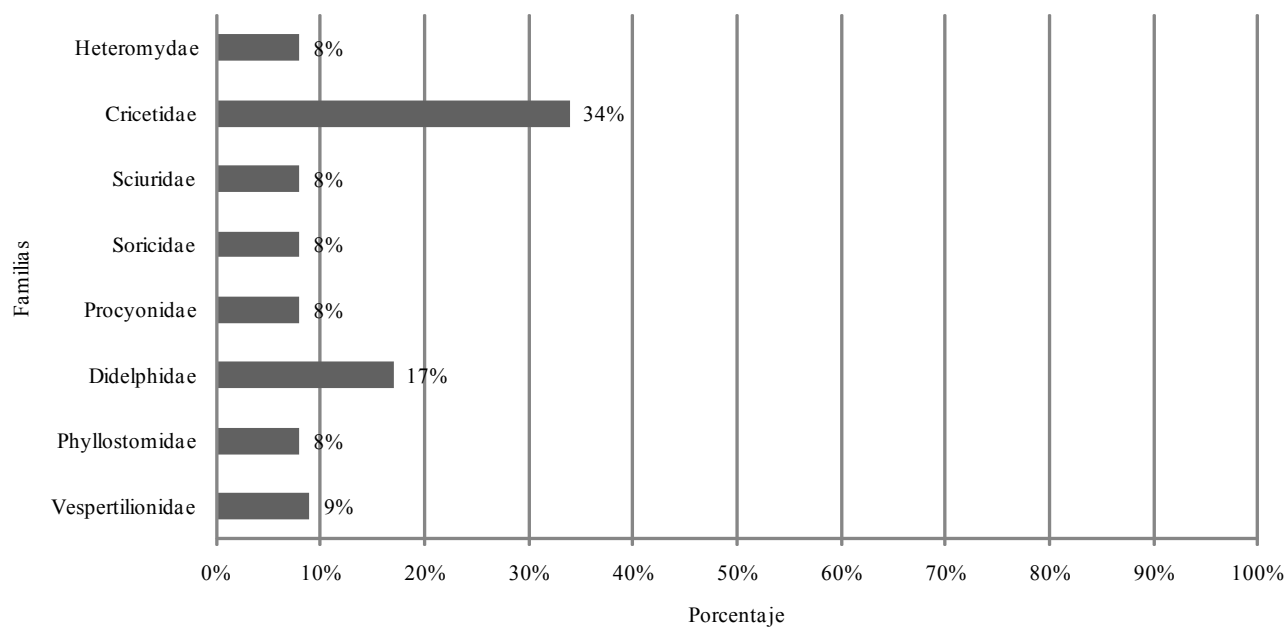


Figura 51. Abundancia relativa de las familias encontradas en la Zona alta. © Fundación ProAves www.proaves.org

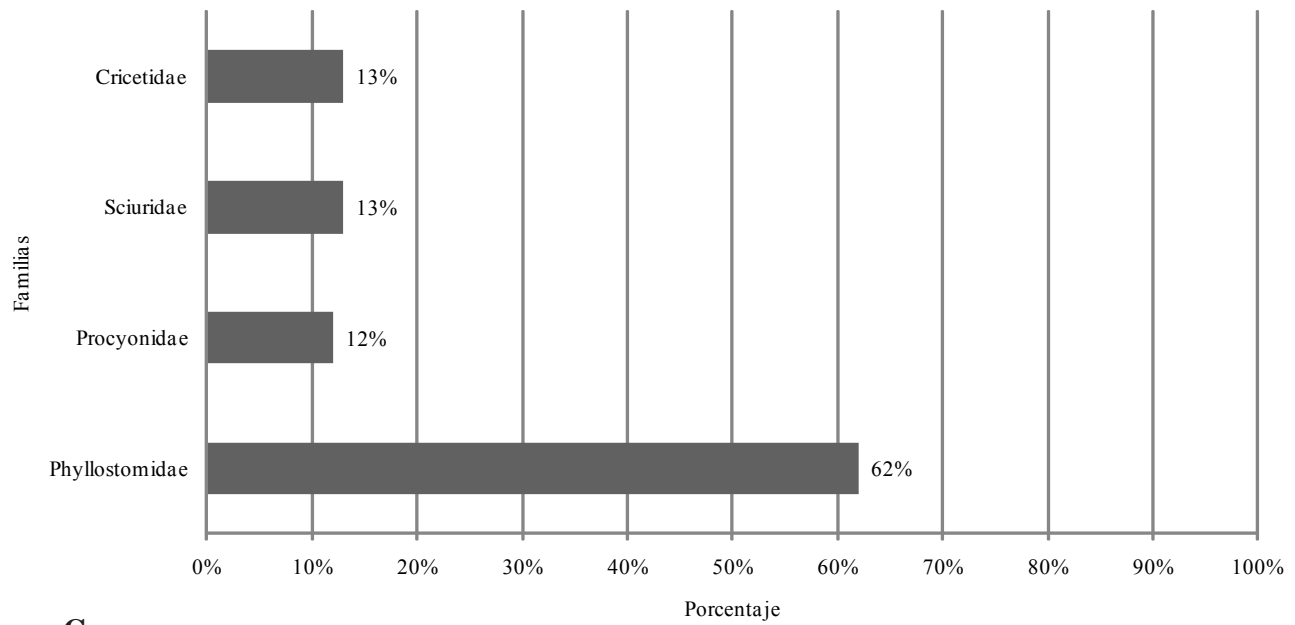


A

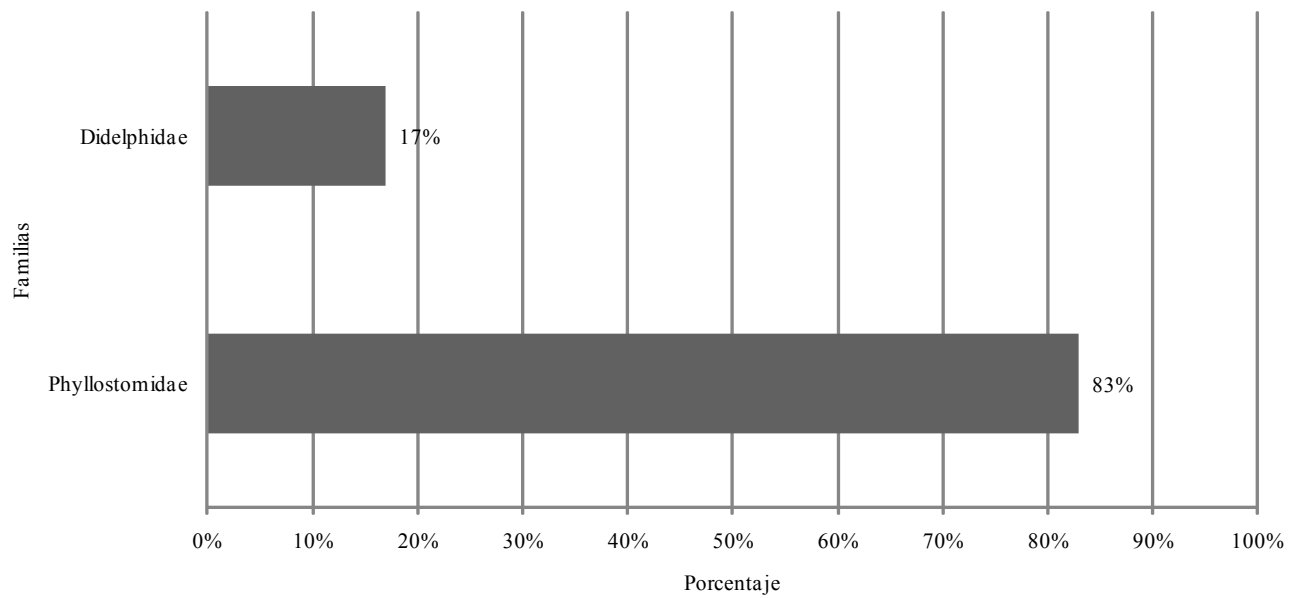


B

Figura 52. Abundancia relativa de las familias para los hábitats **A.** Potreros, **B.** Bosque natural, **C.** Plantaciones de Pino adulto y **D.** Plantaciones de Pino joven. © Fundación ProAves www.proaves.org



C



D

Continuación **Figura 52.**

cuales han potencializando su presencia en esta matriz paisajística, gracias al estado de la cobertura vegetal.

La Zona baja fue la más abundante en especies del orden Quiróptera, lo cual coincide con la tendencia general observada para los Andes colombianos y en particular para el departamento de Caldas.

La diversidad de especies contrasta con la riqueza de las mismas, por lo cual la Zona alta fue la más diversa; por otro lado la diversidad de la Zona media la más baja entre las zonas de estudio, es resultado del manejo de los recursos naturales y el suelo en esta zona con gran número de potreros y monocultivos, conllevando así a la presencia principalmente de mamíferos voladores poco susceptibles a los cambios en la cobertura vegetal, por lo mismo en esta zona los hábitats abiertos evidencian una mayor riqueza de especies de este orden principalmente de aquellas que no dependen de los bosques para su presencia (insectívoras).

La familia Phyllostomidae aparece como la más abundante dentro del orden Quiróptera, por lo que especies de amplio espectro alimenticio como frugívoros, nectarívoros, e insectívoros dominan los diferentes ecosistemas de la cuenca del río Chinchiná; siendo la especie más abundante de la familia y representativa de las zonas de estudio *C. perspicillata* de alta plasticidad que solo minimiza su presencia en la Zona alta, donde especies del género *Sturnira* se presentan en mayor número ya que algunas especies como *S. ludovici* tienen baja plasticidad y altos requerimientos ecológicos por lo tanto esta especie puede indicar que parte de la estructura compleja del bosque ha podido mantenerse durante los períodos temporales de muestreo y que aún permite el establecimiento de especies con preferencias de recursos.

La Zona alta y baja evidencia la recuperación de las líneas base, mediante la implementación de los sistemas agro forestales y silvopastoriles, pero la Zona media presenta un desequilibrio ecológico de las matrices del paisaje con algún grado de cobertura vegetal, por lo que los efectos de la transfor-

mación y aislamiento ha desencadenado la pérdida de la biodiversidad de las especies de mamíferos.

4. Modelamiento de indicadores para medir el cambio de biodiversidad

4.1 Marco conceptual

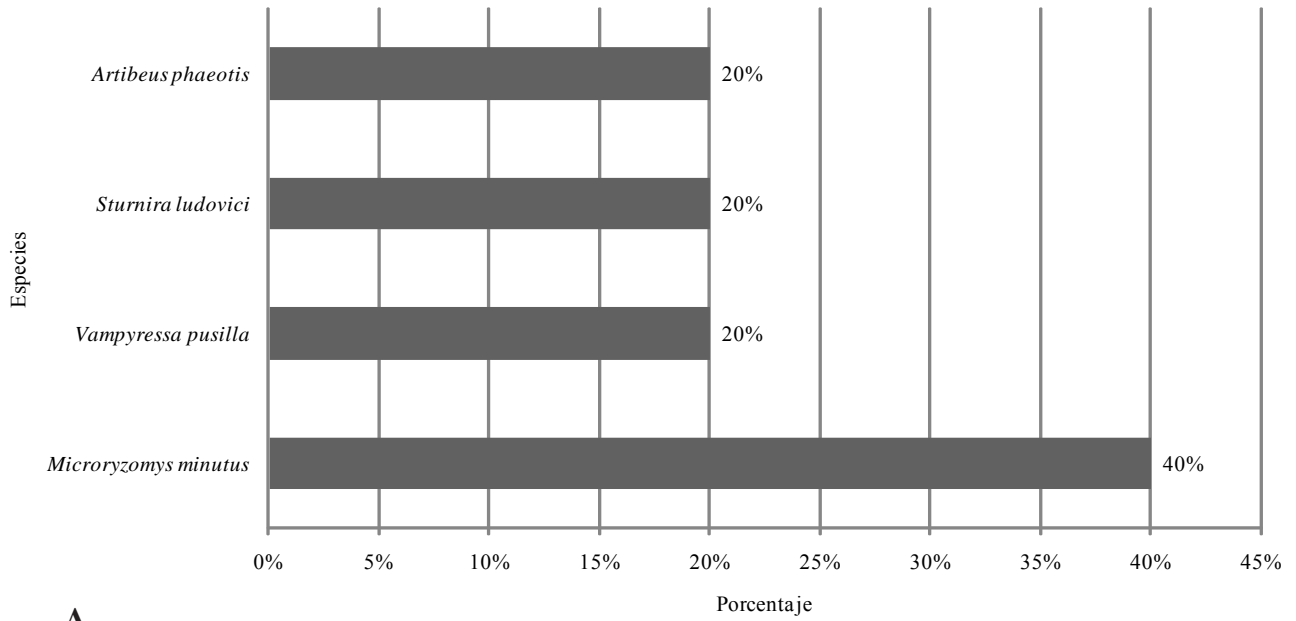
4.1.1 Modelos, tipos y bases del modelamiento

i. Definición. La definición clásica de modelo lo define como una representación simplificada de un proceso o sistema que puede servir (modelo matemático) para simular y/o evaluar el comportamiento y evolución del mismo (Friend & Raport 1979), en este sentido la aplicación de modelos sobre sistemas naturales, potencializa y amplía la visión que desde nuestra percepción nos generamos de las dinámicas que se suceden al interior de los mismos.

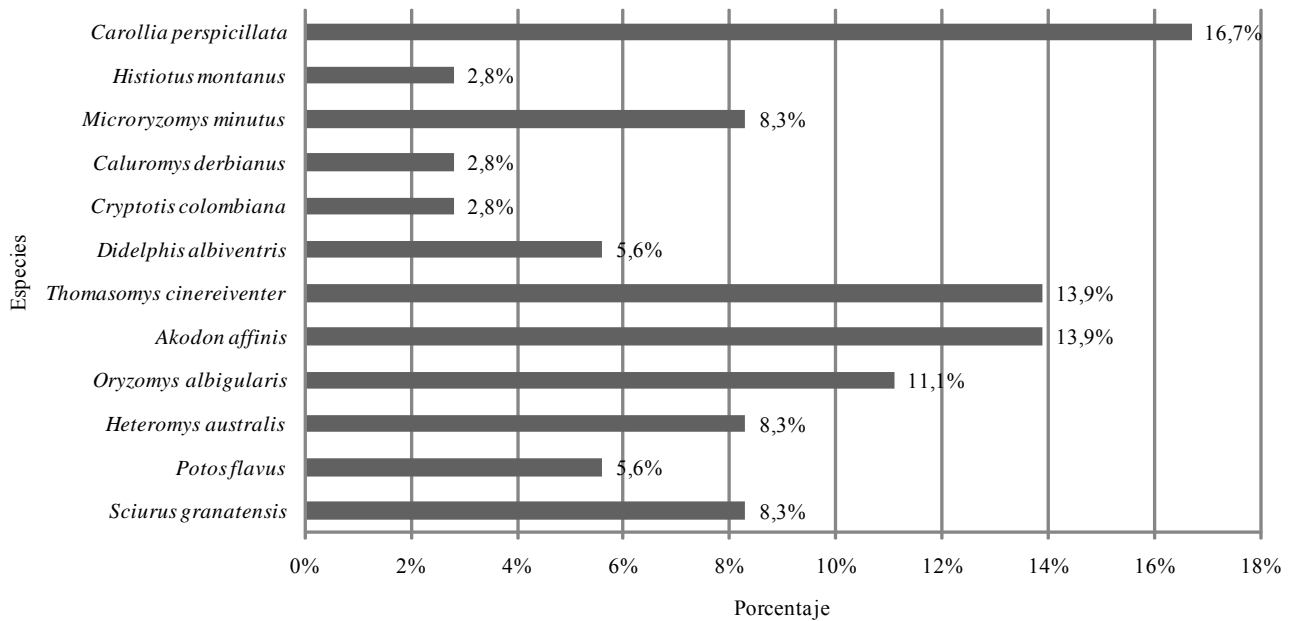
El modelamiento matemático es una de las herramientas que se utilizan hoy en día para el estudio de problemas en biología, medicina, fisiología, bioquímica, farmacocinética; entre otras, y tiene como objetivo principal la descripción, explicación y predicción de fenómenos y procesos en dichas áreas (Campollo - Rivas 1994). Este tipo de modelos, nos permite representar un problema biológico de una manera objetiva en donde se definen una serie de relaciones matemáticas entre las mediciones cuantitativas (del problema) y sus propiedades. Los modelos pueden ir de formas sencillas no comportamentales hasta estructuras más elaboradas con varios compartimentos.

Los pasos básicos en la formulación de un modelo incluyen la conceptualización, realización y solución del mismo; y cada paso debe ser corroborado para su validación.

ii. Principios y tipos de modelamiento. Los modelos matemáticos de sistemas biológicos se formulan con base en los conocimientos existentes acerca del sistema en

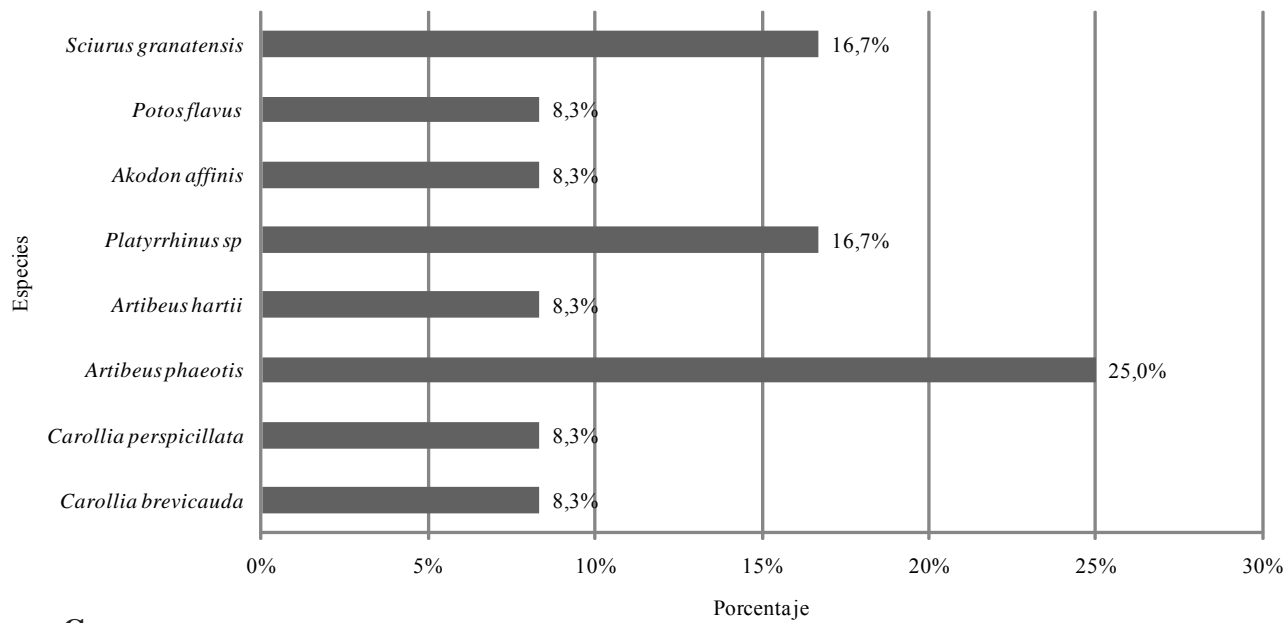


A

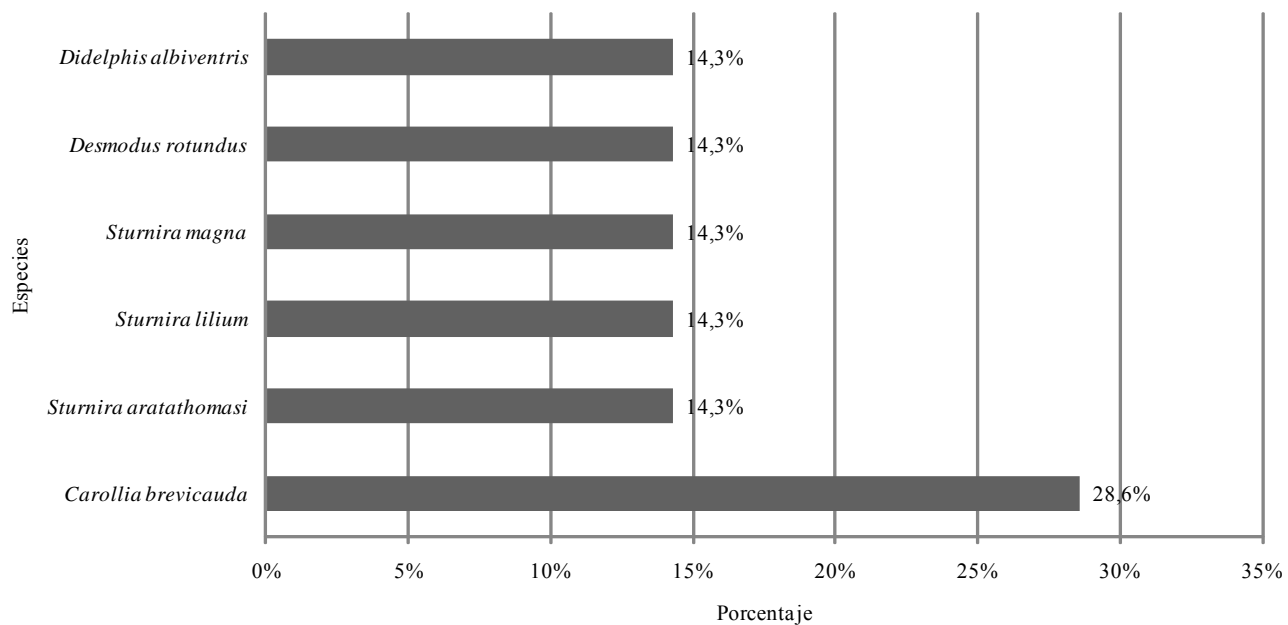


B

Figura 53 Abundancia relativa de especies para los hábitats A. Potrerros, B. Bosque natural, C. Plantaciones de Pino adulto y D. Plantaciones de Pino joven. © Fundación ProAves www.proaves.org



C



D

Continuación **Figura 53.**

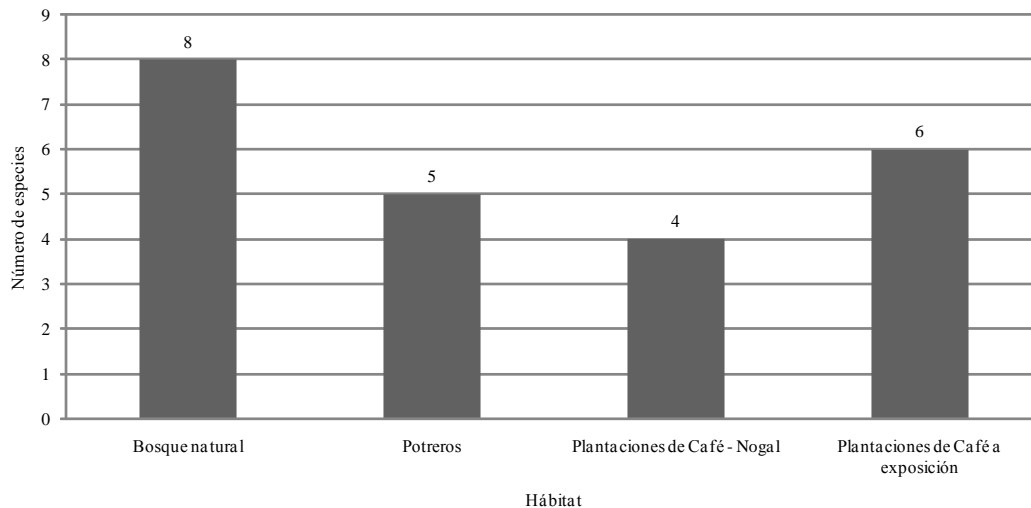


Figura 54. Número de especies para los hábitats de la Zona media. © Fundación ProAves www.proaves.org

cuestión. Esta base puede ser empírica, teórica o una combinación de conocimientos empírico- teóricos. Los modelos empíricos suponen que no hay ningún conocimiento a priori aparte de la naturaleza de las variables del sistema y la existencia de relaciones causales entre ellas (Campollo - Rivas 1994)Estos modelos se derivan de las observaciones de aquellas variables del sistema que son accesibles y verificables.

Los modelos teóricos se basan en conocimientos validados a priori y usan información acerca de la estructura y función del sistema. Aparte de que proporcionan una descripción del sistema biológico, se pueden usar para predecir el comportamiento del sistema bajo circunstancias que no han sido probadas directamente o que no pueden ser probadas. Este tipo de modelos también se pueden basar en alguna hipótesis y utilizarse para poner a prueba dicha hipótesis (Friend & Raport 1979)

Los modelos empírico-teóricos son una combinación de conocimientos teóricos y empíricos en vista de que es raro tener un conocimiento suficientemente detallado y adecuado para la derivación de modelos totalmente teóricos. Estos modelos pueden basar algunas partes del sistema en conocimientos empíricos mientras que otras están modeladas teóricamente, o en forma alternativa, hacer una hipótesis acerca de la estructura interna

con base en observaciones empíricas del sistema, y probar dicha hipótesis confrontándola con las observaciones (Friend & Raport 1979)

Hay tres tipos principales de propósitos en el desarrollo de modelos, los cuales conducen a modelos descriptivos, predictivos y explicativos.

Los modelos descriptivos permiten la expresión de relaciones cuantitativas en términos de ecuaciones, y facilitan el análisis y manipulación de información. En un sistema complejo con muchas relaciones de interacción, es la expresión matemática de estas relaciones la que permite que el sistema pueda ser analizado a profundidad. (OCDE1993).

Los modelos predictivos sirven para determinar cómo respondería un sistema a un estímulo o a un cambio en el sistema.

Los modelos matemáticos explicativos proporcionan una descripción de las formas en que dependen, unas de otras, las diferentes características de comportamiento y estructura de un sistema. (OCDE1993).

Lo anterior permite que los modelos puedan ser usados para discernimiento y comprensión; también pueden ser usados como una hipótesis que se pone a prueba con el propósito de investigar el sistema, y finalmente, los modelos puede ser usa-

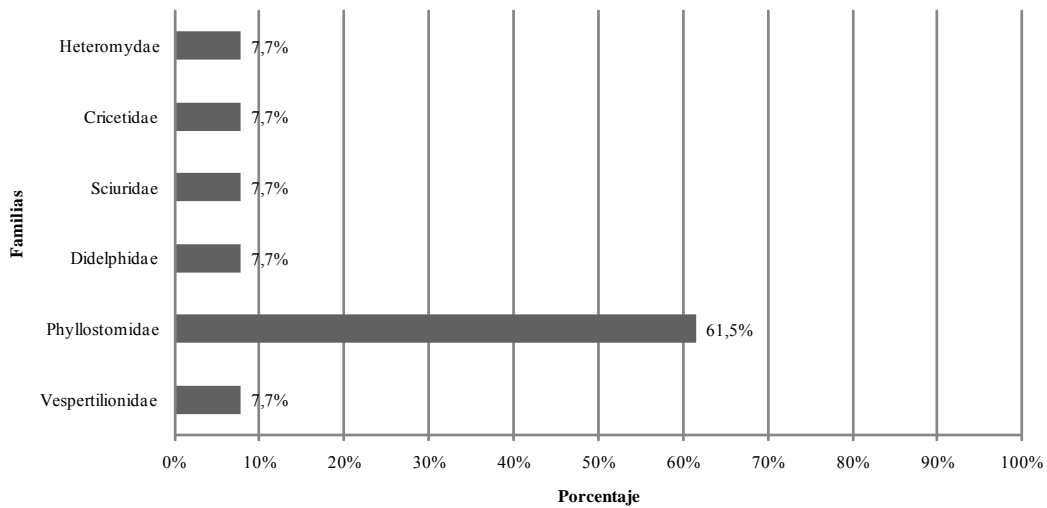


Figura 55. Abundancia relativa de las familias encontradas en la Zona media. © Fundación ProAves www.proaves.org

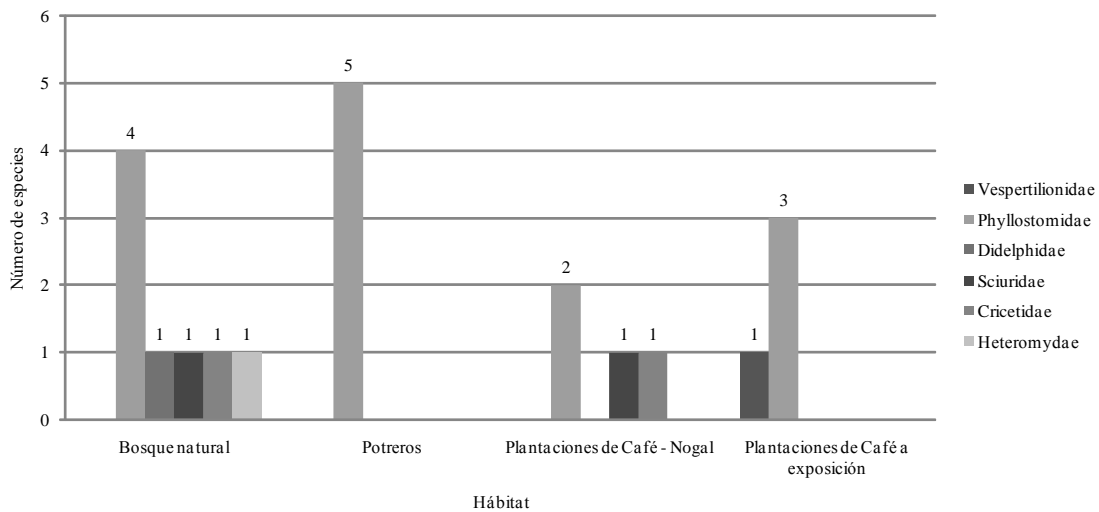


Figura 56. Número de especies por familias encontradas en los hábitats de la Zona media. © Fundación ProAves www.proaves.org

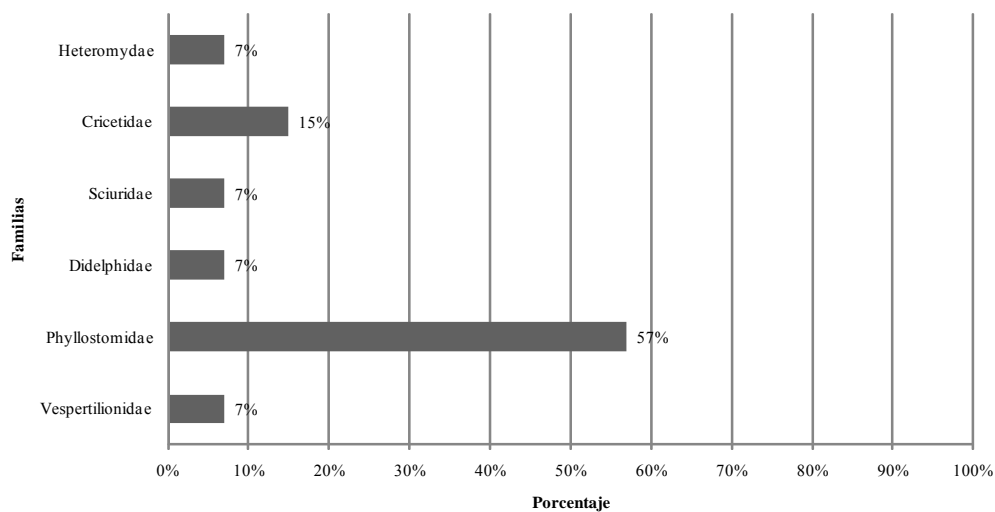


Figura 57. Abundancia relativa de las familias encontradas en la Zona media © Fundación ProAves www.proaves.org

dos para la medición de parámetros inaccesibles a partir de la observación de variables accesibles (Friend & Raport 1979)

iii. Bases del modelamiento. Las bases del modelamiento pueden ser explicadas a través de los siguientes principios:

a. Etapas básicas: hay tres pasos básicos en el proceso de formulación de un modelo: conceptualización, realización y solución. Conforme el modelo se va desarrollando, cada etapa del proceso requiere ser validada por lo que la solución del modelo incluye la validación secuencial del mismo (Campollo - Rivas 1994).

b. Conceptualización: un modelo de un sistema biológico basado en conocimientos validados a priori requiere de una descripción funcional de los procesos relevantes y de sus interconexiones en la forma de un modelo conceptual. En la formulación de un modelo conceptual son necesarias suposiciones de agregación (juntar dos o más componentes del sistema), reducción (reducir el sistema o parte de él al mínimo número de componentes), abstracción (enfocar un problema particular) e idealización,

c. Realización: la realización de un modelo consiste en la selección y aplicación del tipo de representación más adecuado para desarrollar el modelo. Dependiendo del tipo de representación se utilizan las diferentes ecuaciones para describir el modelo.

iv. Clases de representación matemática. Existen varias clases de representación matemática que pueden emplearse en la realización de modelos biológicos (Friend & Raport 1979) estas a su vez definen cuatro tipos de modelos desde el punto de vista matemático así:

a. Modelos determinísticos: en la mayoría de los casos, los modelos matemáticos formulados para describir procesos son determinísticos, o sea, que no incluyen efectos probabilísticos o aleatorios. Los modelos determinísticos con agrupación de parámetros son aquellos en donde la distribución de efectos ha sido agrupada para tratarse como una entidad homogénea (variables de estado) (Friend & Raport 1979)

b. Modelos lineales: en términos simples se puede decir que un sistema lineal es aquel en el que existen relaciones lineales entre sus principales variables. En los modelos lineales las variables de estado y sus derivadas aparecen solamente en una combinación lineal por lo que la respuesta total, a varios flujos de entrada, es la suma de las respuestas a las entradas individuales. Los modelos lineales son adecuados cuando la dinámica intrínseca del sistema es esencialmente lineal, aunque esto ocurre raramente en sistemas de control (Friend & Raport 1979)

c. Modelos no lineales: en general, la mayoría de los sistemas en la naturaleza no son lineales. En tales sistemas, el estudio de su comportamiento a partir de un modelo es difícil, ya que las ecuaciones diferenciales no lineales que describen al sistema deben resolverse por separado para cada flujo de entrada y para cada conjunto de condiciones iniciales.

d. Modelos estocásticos: los efectos probabilísticos o aleatorio que son de particular importancia en el modelamiento de algunos sistemas son aquellos que se desarrollan con el tiempo. Tales efectos probabilísticos (aleatorios) se conocen como procesos estocásticos. En algunos casos de modelamiento matemático, las suposiciones que hay que hacer pueden

presentar el potencial para que existan efectos aleatorios o probabilísticos en el sistema, y por ende, pueden requerir una representación estocástica.

e. Modelos comportamentales: en relación a la definición de compartimento ya mencionada, si la variable en cuestión está presente en un sistema biológico en varias localizaciones o formas distinguibles, entonces toda la variable en una forma en particular, o toda la variable en una localización particular, o toda la variable en una forma y localización particulares, se dice que constituye un compartimento.

4.2 Indicadores biológico

Un indicador puede ser definido como una variable o un valor derivado de un conjunto de variables que proveen información sobre un fenómeno no medible directamente (OCDE1993). Un indicador cuantifica y simplifica el fenómeno, ayuda a entender alidades complejas y dice algo acerca de los cambios en un sistema. Su utilidad depende del contexto particular para el cual fue diseñado, razón por la cual los indicadores deben ser formulados y seleccionados para suministrar información acerca del funcionamiento de un sistema específico y para un propósito determinado.

En el marco del Sistema de Indicadores de seguimiento de la Política Nacional de Biodiversidad en Colombia (IAvH 2009), un indicador es una variable o el producto de una relación matemática entre variables, que describen o proveen información acerca de la biodiversidad o de factores asociados con ella y que tienen una significancia asociada con el marco conceptual del sistema de indicadores propuesto. Estos indicadores responden a los siguientes criterios de selección:

- **Simplicidad:** el indicador debe ser comprensible y aplicable por diversos usuarios.

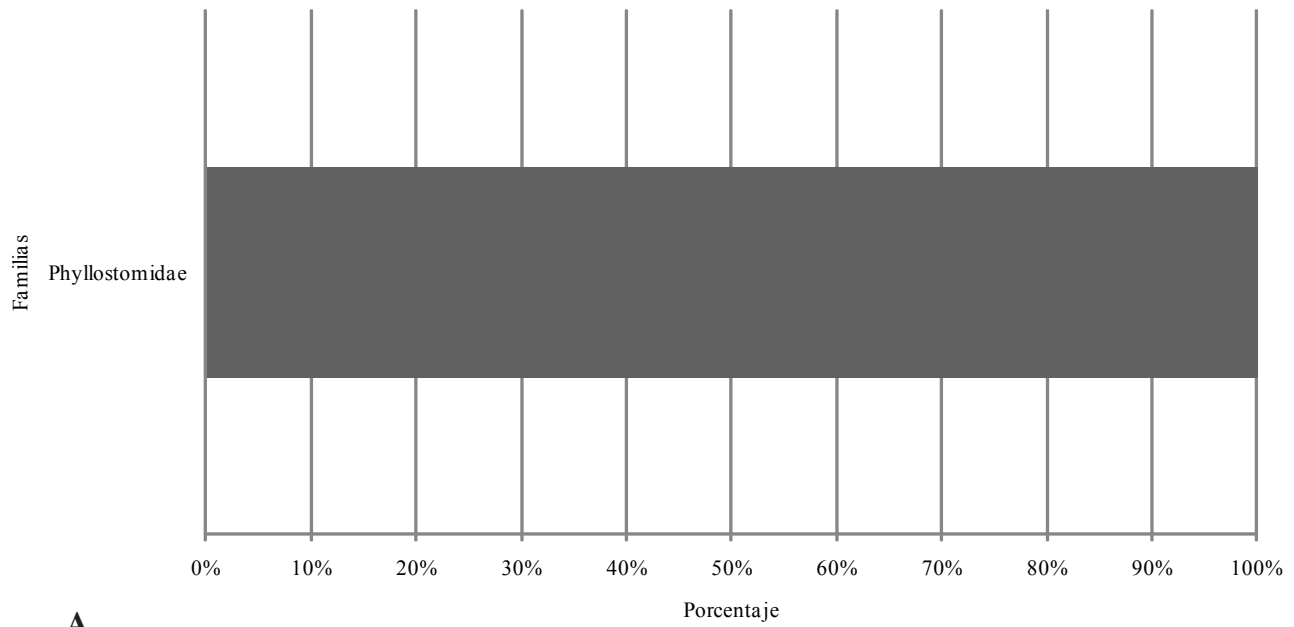
- **Validez:** el indicador debe cumplir las características técnicas para garantizar que efectivamente está midiendo lo que quiere medir.
- **Disponibilidad:** el indicador debe contar para su cálculo con información disponible o susceptible de ser generada con base en recursos disponibles.
- **Replicabilidad:** el indicador puede medirse y verificarse de manera consistente y sistemática con base en información identificable.
- **Comparabilidad:** el indicador puede ser medido en diferentes escenarios espaciales y temporales.

El sistema de indicadores de seguimiento de la Política de Biodiversidad desarrollado por el Instituto Humboldt (IAvH 2009), se encuentra soportado por el marco ordenador Estado-Presión-Respuesta. Como su nombre lo indica, este marco permite organizar los indicadores en tres grupos dependiendo de lo que se pretende medir (OCDE1993).

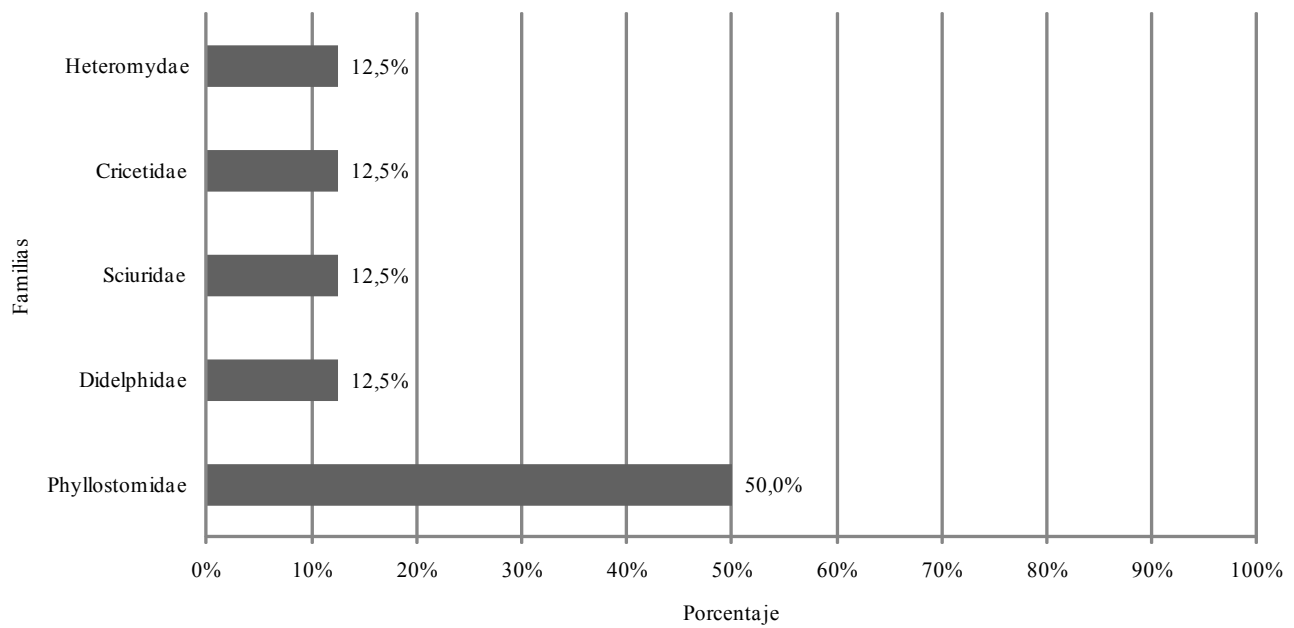
4.2.1 Indicadores de estado.

Miden las condiciones o la situación en que se encuentra la biodiversidad en un momento determinado, dando pautas para el conocimiento, conservación y uso sostenible de la biodiversidad. El trabajo desarrollado se basa en la concepción empírica del concepto de biodiversidad, el cual contempla tres niveles de estudio de la misma: Unidad de muestreo, comunidad y especies (Scout *et al.*, 1987).

El conocimiento actual sobre la distribución de los elementos de la biodiversidad de comunidades y especies en Colombia es inadecuado para considerarlos dentro del Sistema de Seguimiento de la Política de Biodiversidad. De otra parte, y debido a que un inventario biológico completo no está disponible, es aceptado que el estudio de los diferentes tipos de ecosistemas puede ser utilizado como una aproximación de diversidad a nivel de comu-

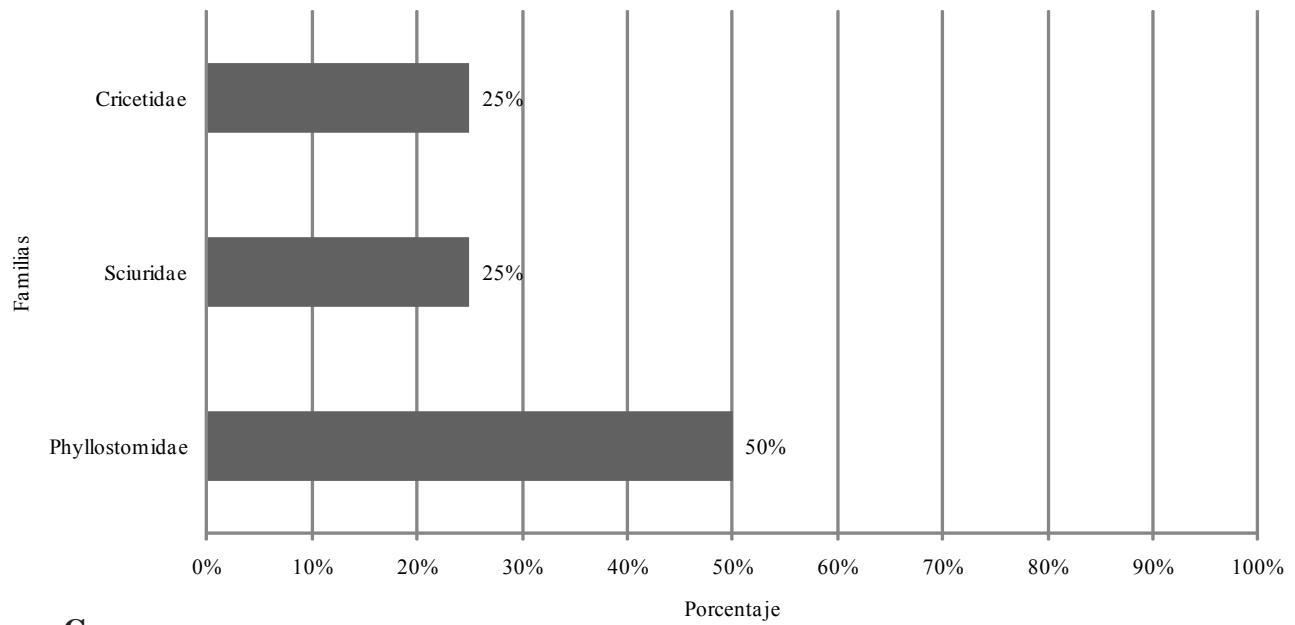


A

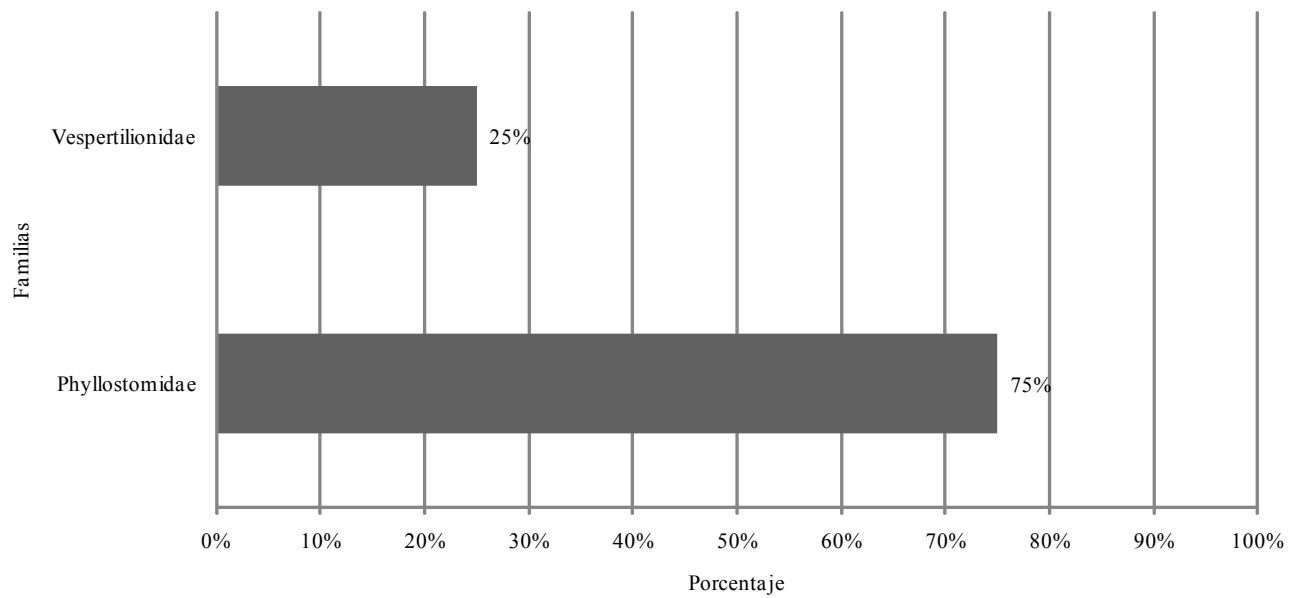


B

Figura 58. Abundancia relativa de las familias para los hábitats **A.** Potrerros, **B.** Bosque natural, **C.** Plantaciones de Café a exposición y **D.** Plantaciones de Café - Nogal © Fundación ProAves www.proaves.org



C



D

Continuación **Figura 58.**

nidad y especies (Scout *et al.*, 1987). En el actual sistema de indicadores, dentro de los indicadores de estado se incluyen:

i. Índices de superficie de los ecosistemas: incluye variables tales como la extensión y distribución de los distintos ecosistemas naturales no intervenidos en un momento determinado.

ii. Índices de diversidad de ecosistemas: representan la riqueza y diversidad de ecosistemas en un área de estudio poniendo en evidencia su riqueza y representatividad a nivel ecosistémico.

iii. Índices de fragmentación de ecosistemas: entendiendo la fragmentación como la división de un hábitat originalmente continuo en relictos remanentes inmersos en una matriz transformada (Saunders *et al.*, 1991), estos índices reflejan los patrones de fragmentación en un área de estudio e incluyen índices de número, tamaño, borde y forma de los fragmentos de los ecosistemas.

Las medidas de riqueza y diversidad de ecosistemas reflejan la heterogeneidad espacial de las regiones y pueden ser indicadores de alta riqueza de especies. Según Gastón (1996) la alta riqueza de especies está altamente correlacionada con alta diversidad topográfica, factor formador de los ecosistemas. Por tanto a mayor heterogeneidad espacial y diversidad ecosistémica se puede atribuir una mayor riqueza de especies. Por otro lado, la pérdida de superficie y la fragmentación de ecosistemas son dos factores causantes de grandes cambios en el ambiente físico-biótico, en donde la composición, estructura y función original de un ecosistema se han alterado (p.ej. pérdida en la conectividad, creación de bordes sobre el hábitat o aislamiento de fragmentos) provocando dinámicas muy diferentes sobre las poblaciones biológicas que allí se sustentan (Terborgh 1989; Whitcom *et al.*, 1981). Estos factores afectan la composición y

abundancia de las especies de un ecosistema e incrementan su vulnerabilidad (Klein 1989; Carvalho & Vasconcelos 1999; Gascon *et al.*, 1999).

4.2.2 Indicadores de presión. Describen factores económicos, sociales, demográficos, políticos y productivos que tiene la potencialidad de ocasionar cambios negativos en el estado de la biodiversidad.

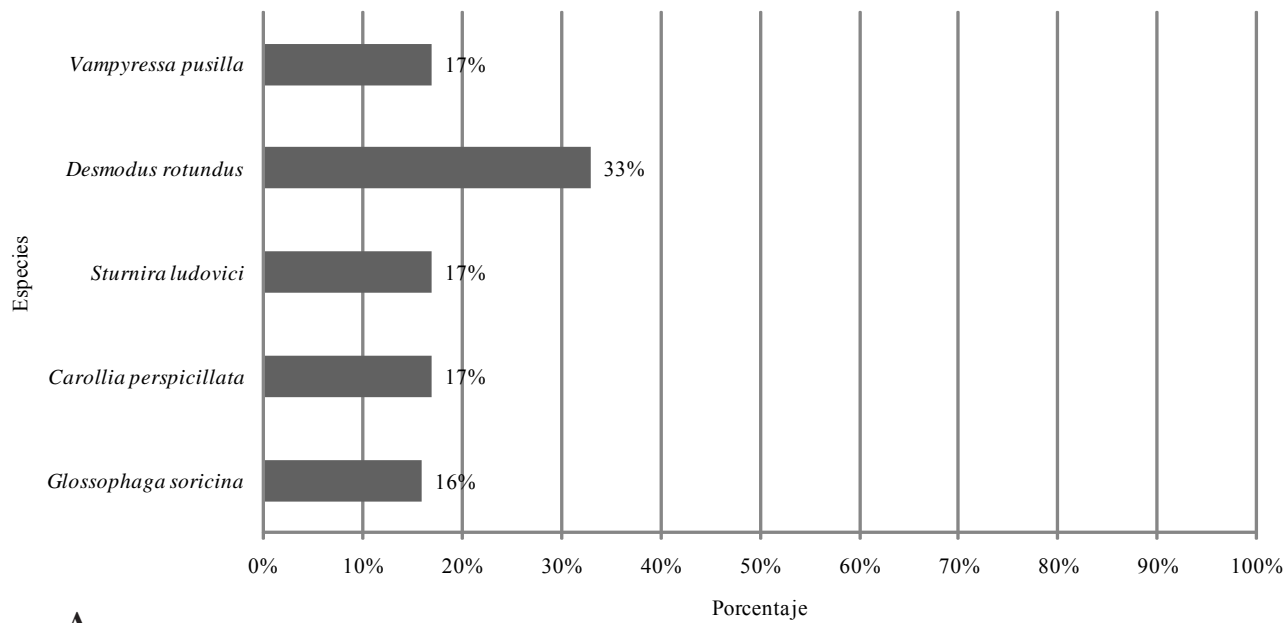
4.2.3 Indicadores de respuesta. Identifican las acciones y medida de política que se van poniendo en práctica para lograr los escenarios deseados de conservación, conocimiento y uso sostenible de la biodiversidad.

Este proyecto fue diseñado y desarrollado enmarcada dentro metodologías óptimas para evaluar la diversidad asociada al cambiar el uso de la tierra de los usos de la “línea base” – Potrereros y ganadería por un lado y Café al sol por el otro -- a los sistemas forestales adelantados por PROCUENCA en un intervalo de tiempo y bajo situaciones (variables muestrales) determinadas; es decir se han evaluado indicadores de estado de dichos ecosistemas.

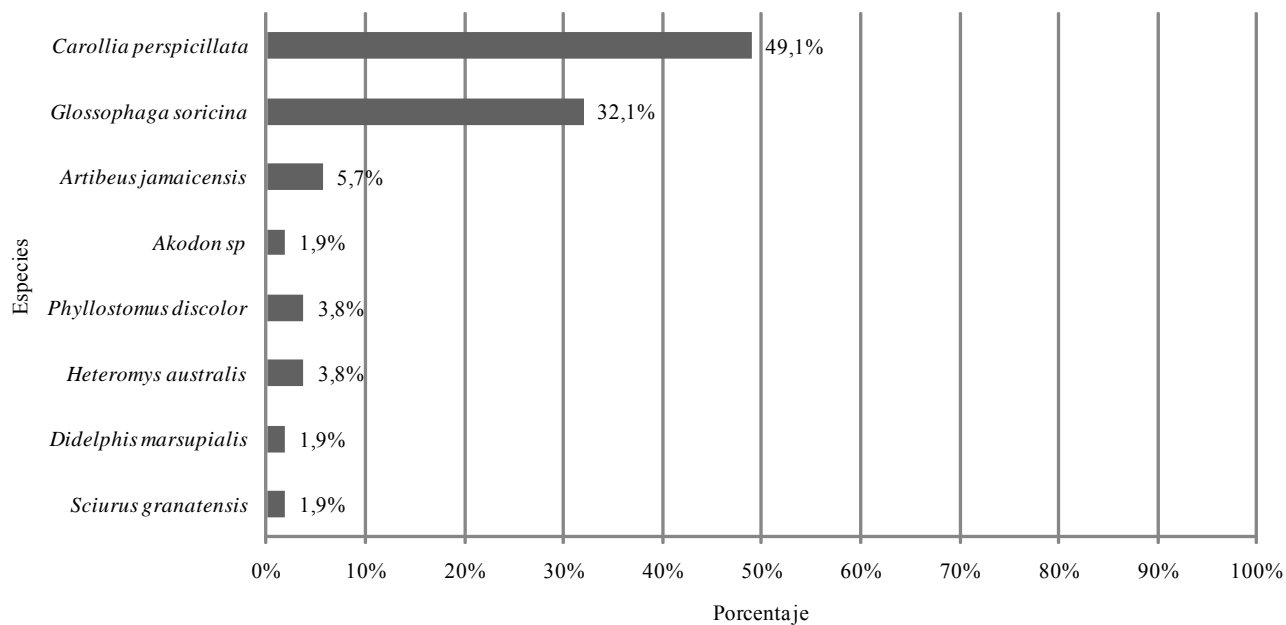
4.3 Matriz de priorización y evaluación de hábitat a partir de indicadores biológicos

4.3.1 Marco general. La matriz de priorización y evaluación de hábitat ha sido diseñada como una herramienta útil para estimar y discriminar las diferentes variables de estado identificadas como indicadores en los usos de tierra que conforman la “línea base”, y en los sistemas forestales del proyecto PROCUENCA.

Está conformada por una tabla multinivel (**Figuras 66 y 67**), en la que se han consignado a través de una jerarquía secuencial de mayor a menor, las variables de estado más significativas (niveles) y que más condicionan el tipo, la riqueza, la distribución, la vulnerabilidad, las exigencias ecológicas y la abundancia de los indicadores biológicos hallados en los sistemas de estudio a lo largo del gradiente altitudinal de la cuenca del río Chinchiná.

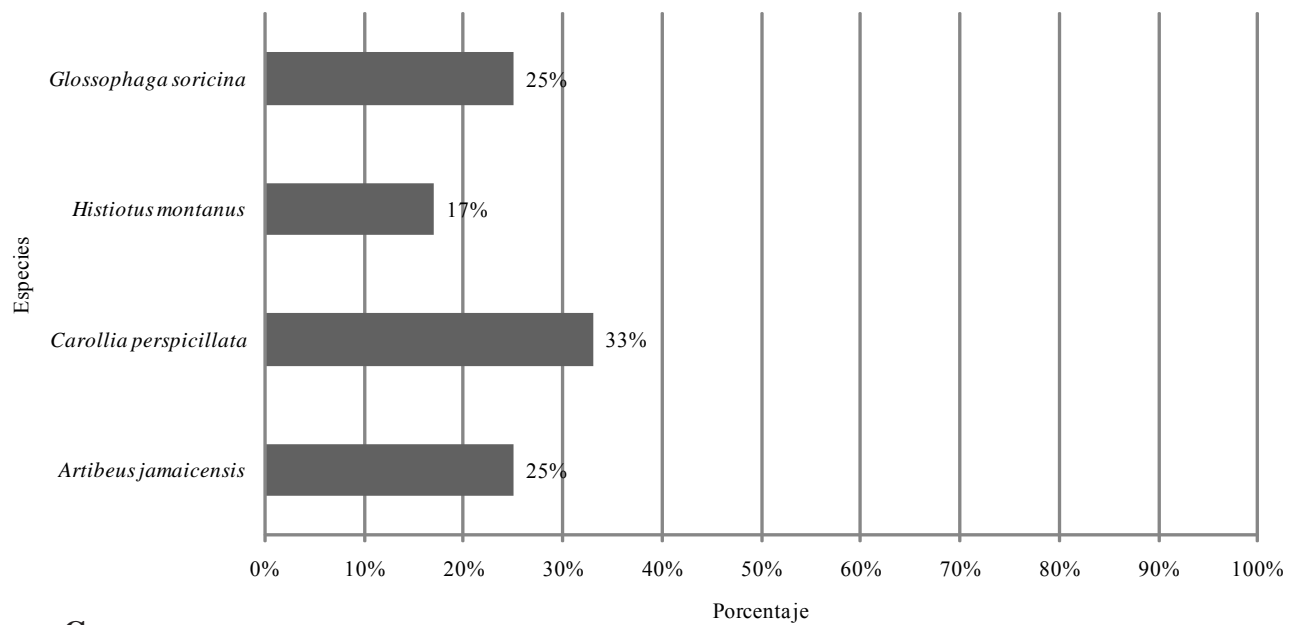


A

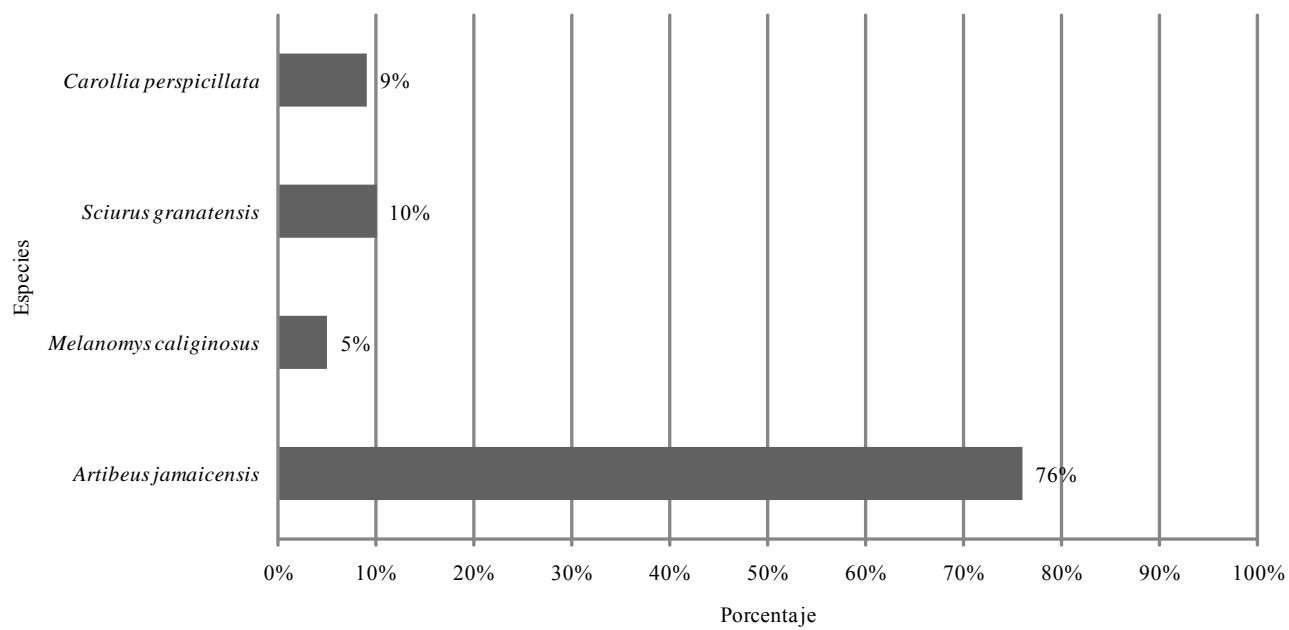


B

Figura 59. Abundancia relativa de especies para los hábitats **A.** Potreros, **B.** Bosque natural, **C.** Plantaciones de Café a exposición y **D.** Plantaciones de Café - Nogal © Fundación ProAves www.proaves.org



C



D

Continuación **Figura 59.**

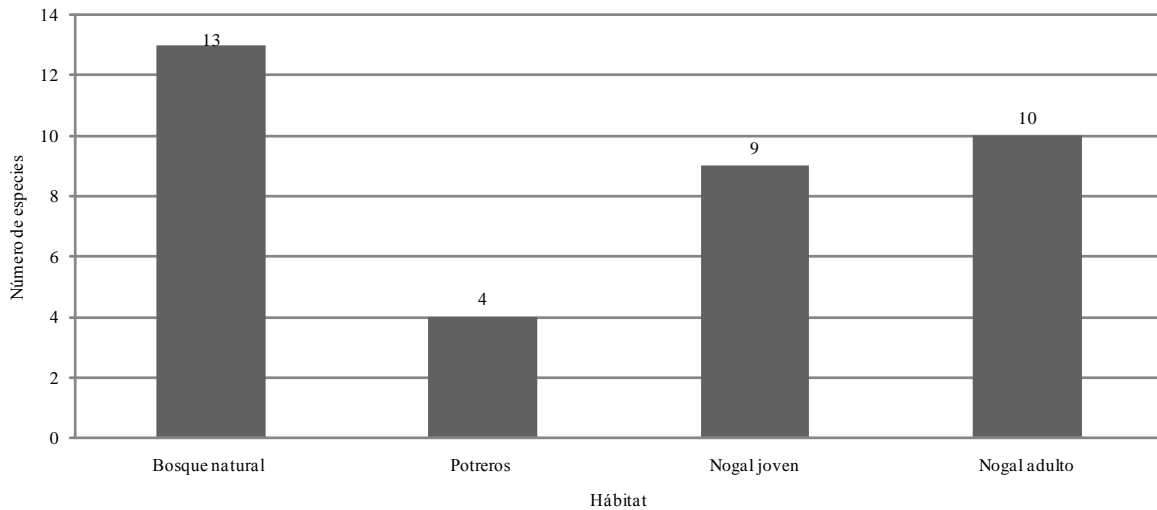


Figura 60. Número de especies de mamíferos para la Zona baja. © Fundación ProAves www.proaves.org

Posee una sección de entrada que está constituida por los datos obtenidos en campo y analizados de cada uno de los grupos seleccionados como indicadores biológicos, según el protocolo de monitoreo propuesto. De igual forma posee una sección de salida, conformada por la valoración numérica de los indicadores evaluados para cada uno de los hábitats o sistemas estudiados.

Finalmente, el desarrollo de la matriz de valoración constituye la segunda etapa dentro del proceso de modelamiento de los sistemas forestales de la cuenca del río Chinchiná, y de su correcta utilización depende el éxito de la posterior fase del análisis de las tablas de referencia, evaluación final y descripción de calidad de hábitat en función de los indicadores biológicos con que cuentan. Para ello una descripción detallada de cada una de las partes de la matriz se consigna en la siguiente sección.

4.3.2 Niveles de análisis y valoración de indicadores biológicos para el proyecto MDL forestal de la cuenca del río Chinchiná PROCUENCA (Caldas). Los niveles de análisis y valoración de los indicadores biológicos evaluados en los diferentes paquetes productivos pertenecientes al proyecto “MDL forestal PROCUENCA - FAO” en la cuenca del río Chinchiná, han sido escogidos, diseñados, y jerarquizados en una matriz de importancia teniendo en cuenta en primera instancia los criterios esta-

blecidos por el Ministerio de Medio Ambiente y Instituto Humboldt, expuestos anteriormente y en segunda los resultados específicos obtenidos en el análisis de la biodiversidad asociada a los paquetes productivos en el componente 1 de esta investigación. Una descripción detallada de estos se consigna a continuación.

i. Nivel 1: grupo biológico. Teniendo en cuenta los objetivos y alcances del programa de monitoreo de la biodiversidad asociada a los sistemas forestales manejados por PROCUENCA-FAO en la cuenca del río Chinchiná, los grupos seleccionados y priorizados en la matriz de evaluación de acuerdo con sus propiedades biológicas son:

a. Aves (valor del indicador en la matriz 5). Las aves son un grupo muy diverso y excepcionalmente bien estudiado. Conforman el taxón de vertebrados terrestres más variado y su ecología, comportamiento, biogeografía y taxonomía son relativamente bien conocidos, lo que las transforma en un grupo sólido para utilizarlo con propósitos de evaluación y monitoreo.

La mayoría de las aves son de hábitos diurnos, tienden a ser abundantes y generalmente son visual y auditivamente atractivas, lo que las hace relativamente fáciles de estudiar. Son importantes con-

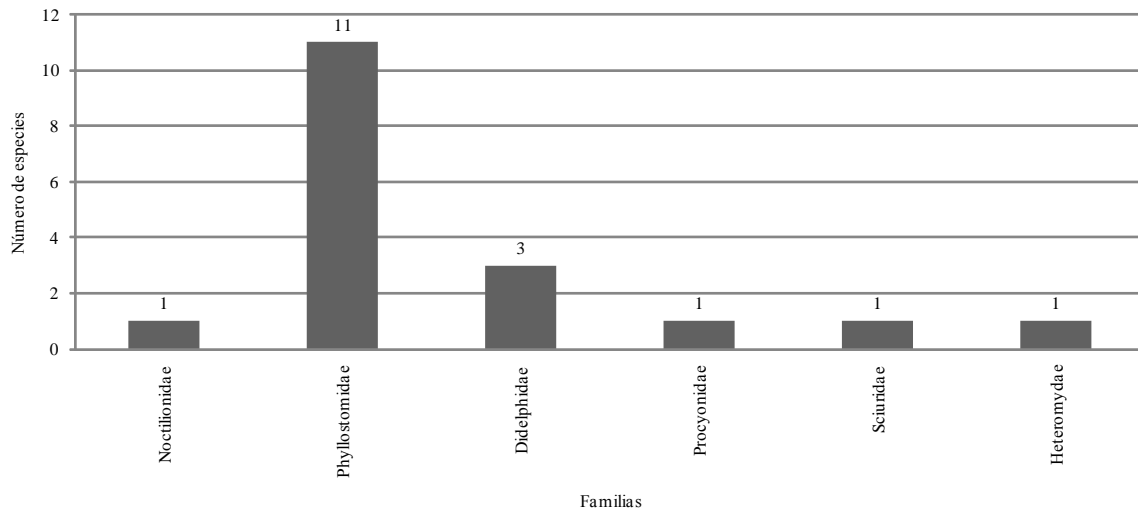


Figura 61. Número de especies por familia en las zonas de estudio. © Fundación ProAves www.proaves.org

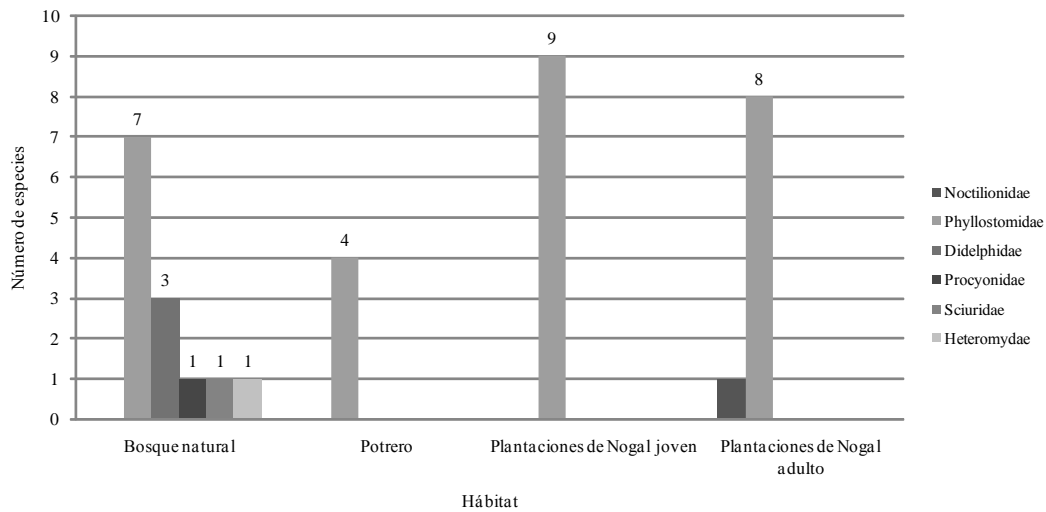


Figura 62. Número de especies por familias encontradas en los hábitats de la Zona alta. © Fundación ProAves www.proaves.org

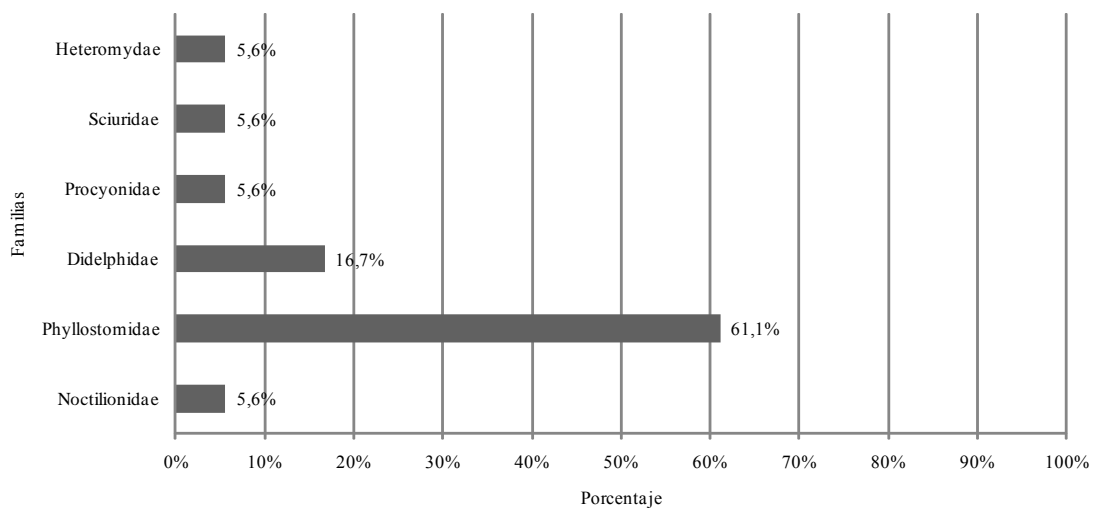
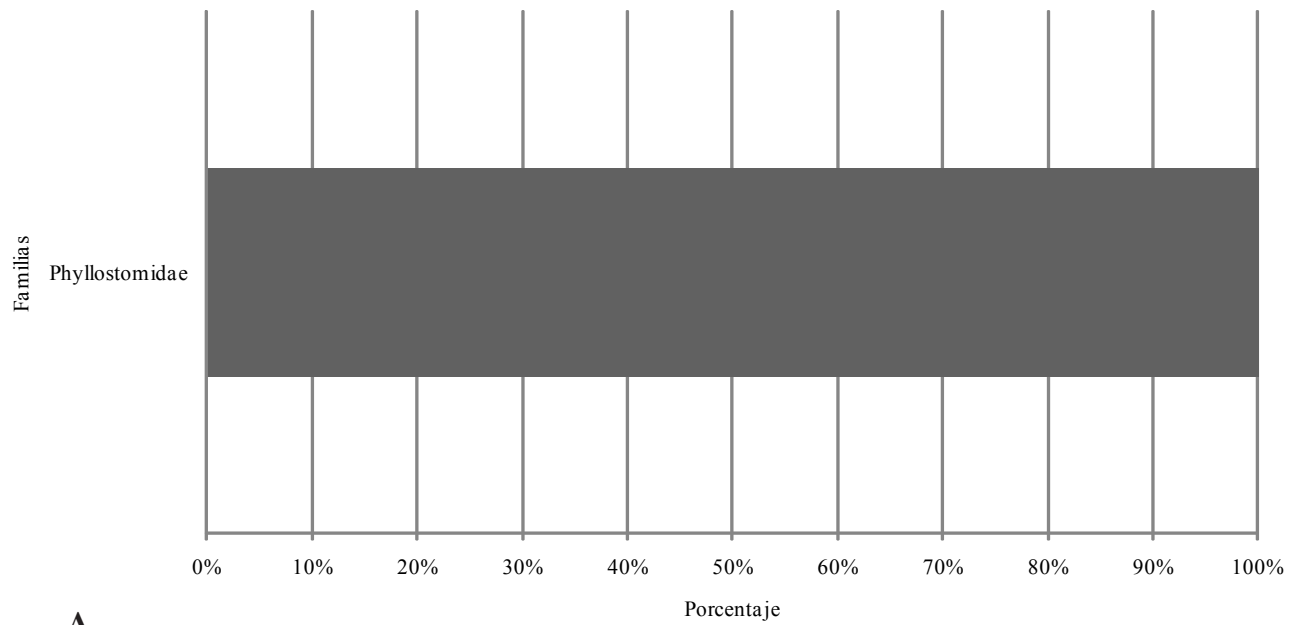
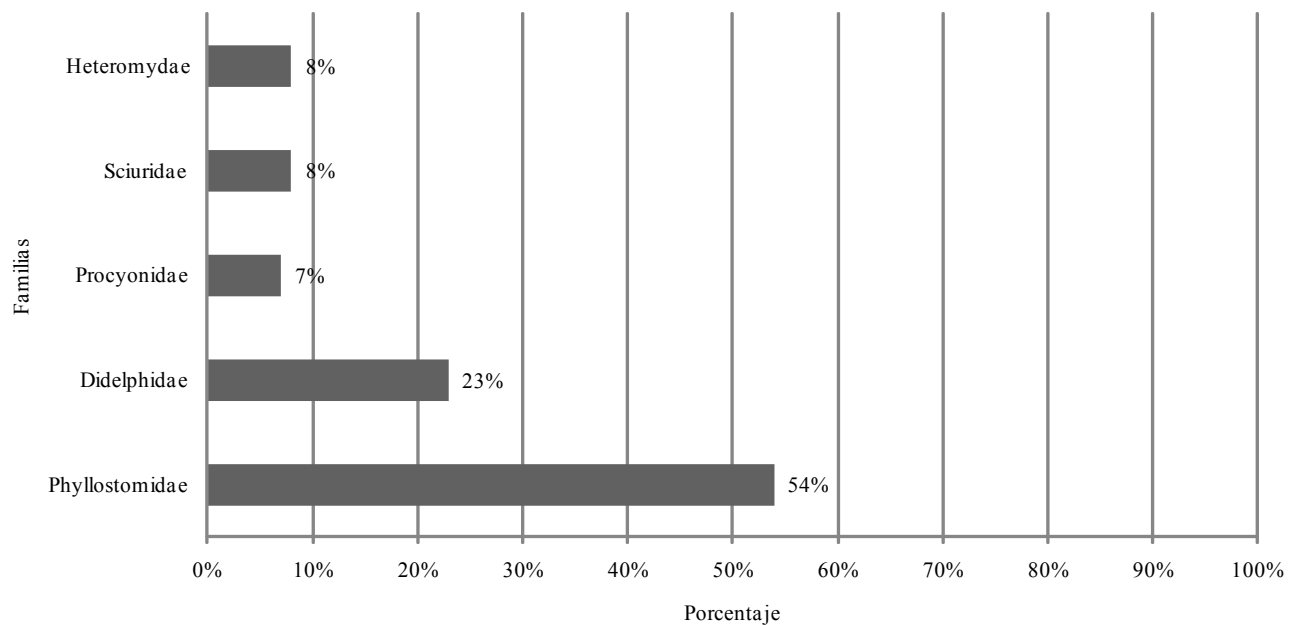


Figura 63 Abundancia relativa de las familias en la Zona baja. © Fundación ProAves www.proaves.org

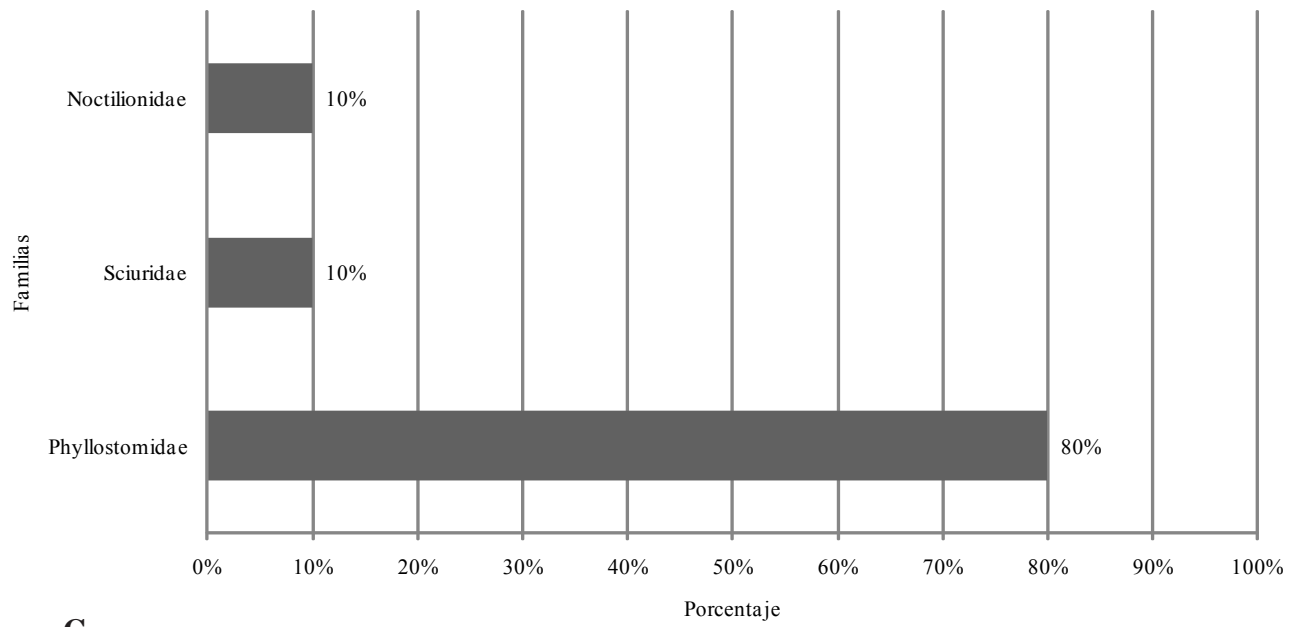


A

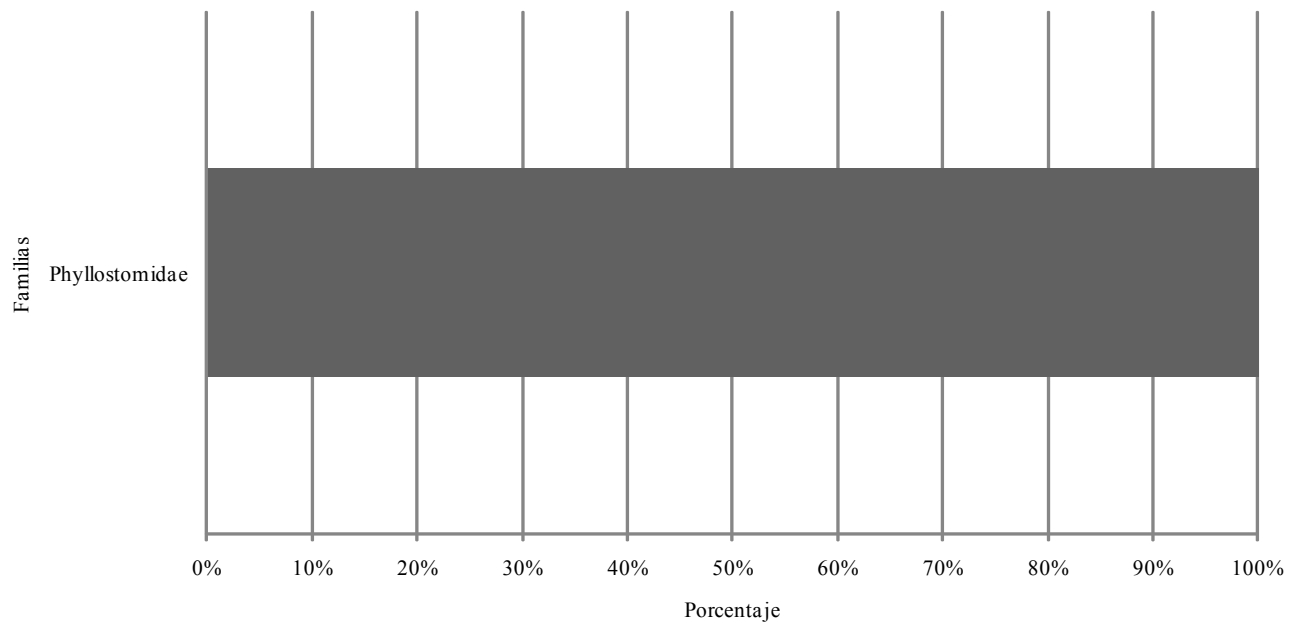


B

Figura 64. Abundancia relativa de las familias para los hábitats **A.** Potrerros, **B.** Bosque natural, **C.** Plantaciones de Nogal adulto y **D.** Plantaciones de Nogal joven. © Fundación ProAves www.proaves.org

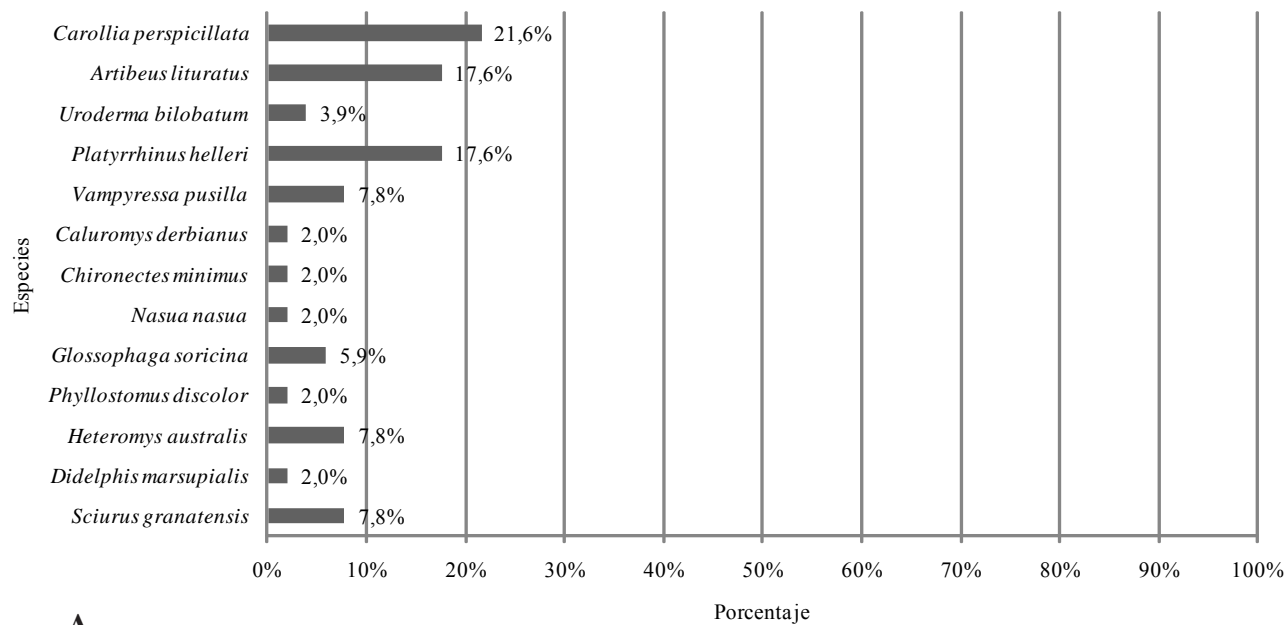


C

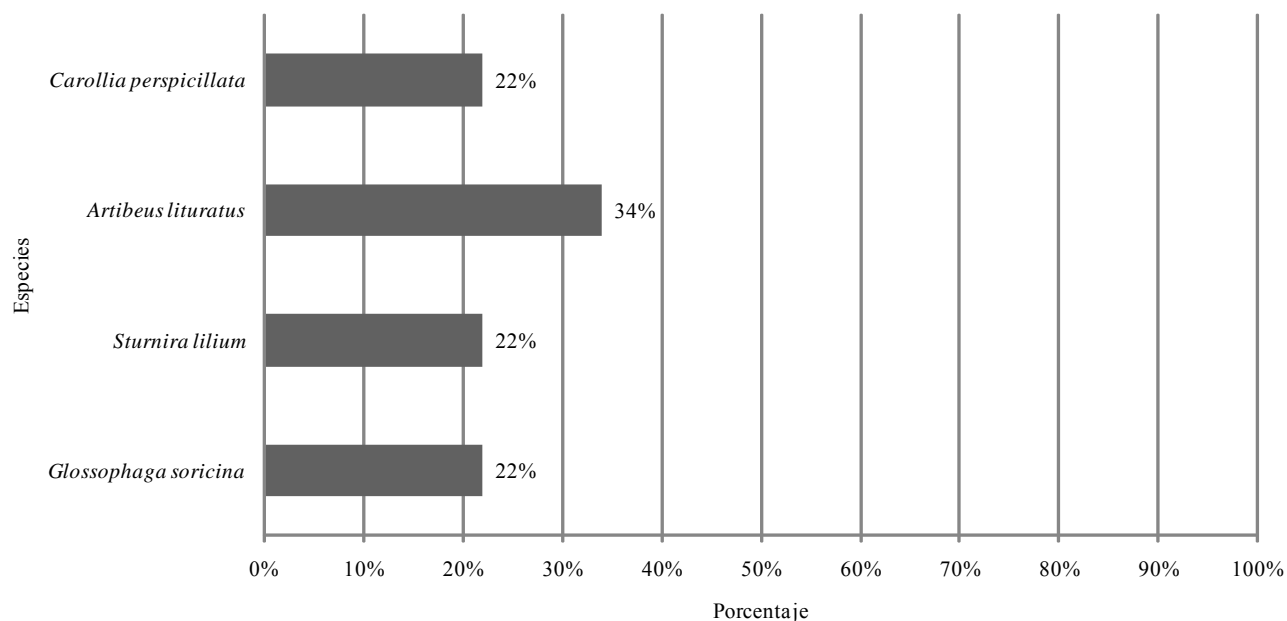


D

Continuación **Figura 65.**

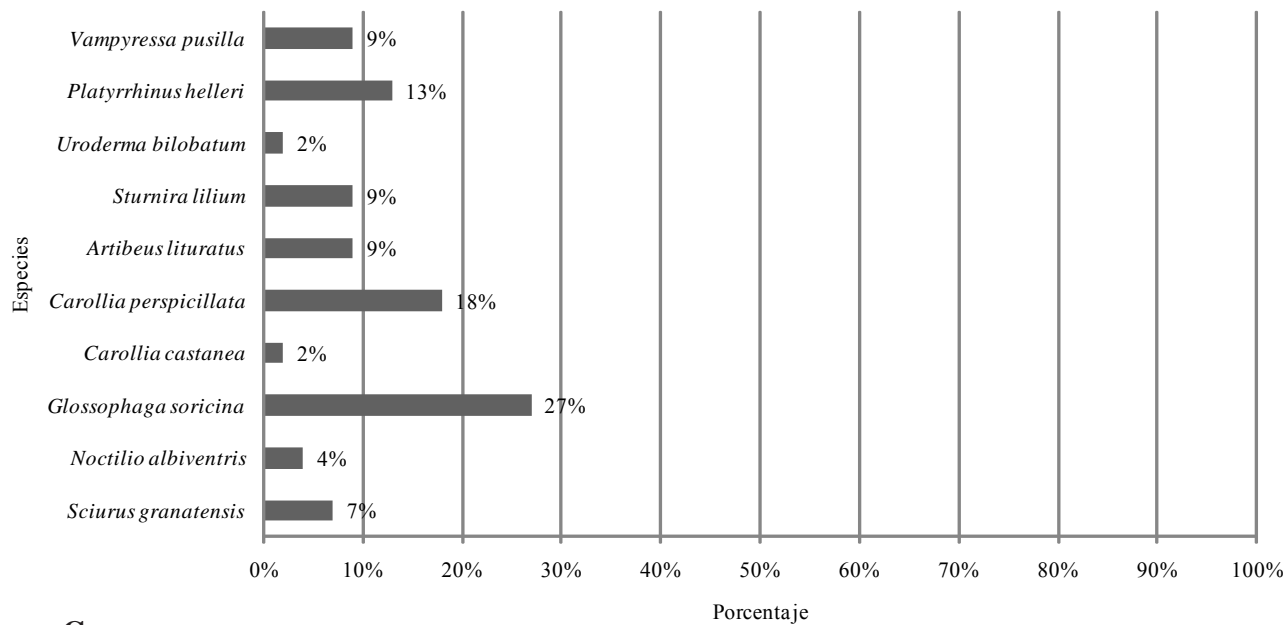


A

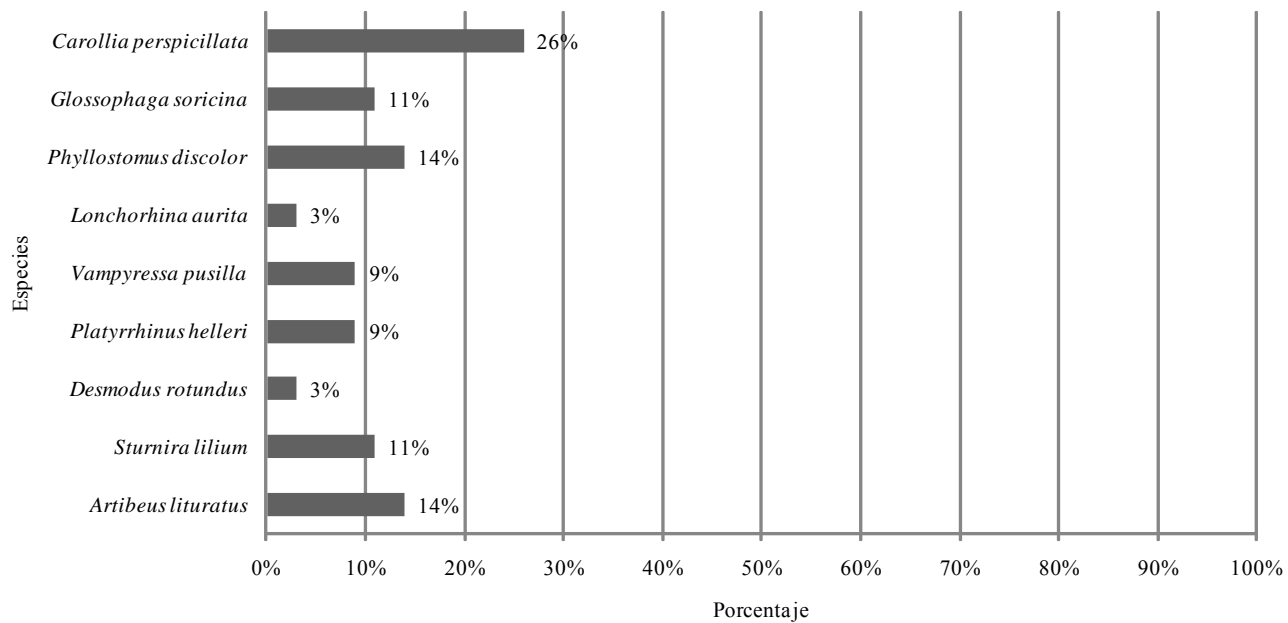


B

Figura 65. Abundancia relativa especies en hábitat Zona baja. **A.** Bosque natural, **B.** potreros, **C.** Plantaciones de Nogal Adulto y **D.** Plantaciones de Nogal joven © Fundación ProAves www.proaves.org



C



D

Continuación **Figura 65.**



Figura 66. Partes de la matriz de priorización y evaluación de hábitat a partir de indicadores biológicos. © Fundación ProAves www.proaves.org

sumidores en distintos niveles tróficos y son presa de otros vertebrados. Funcionalmente, las aves son importantes para el control de las poblaciones de insectos, dispersión de semillas y polinización (especialmente en los trópicos). Los distintos requerimientos de hábitat de las especies de aves dentro de un ecosistema (por ejemplo, desde el piso de la selva hasta el dosel), combinados con formas de estudio definidas y a distancia, hacen al grupo particularmente útil para evaluar y monitorear los impactos sobre la biodiversidad y los cambios en el ecosistema.

Algunas especies de aves cumplen una función extremadamente importante en los ecosistemas, estas especies, con frecuencia denominadas “especies clave” pueden ser indicadores importantes de los cambios en la biodiversidad de sus ecosistemas. Es recomendable usar estos grupos taxonómicos, especialmente en las zonas de bosques, y/o plantaciones forestales como indicadores en evaluaciones ecológicas rápidas, estudios de impacto ambiental y estudios de monitoreo (Sayre *et al.*, 2000).

Diversas especies o grupos de especies de aves son de particular importancia como indicadoras de

procesos o hechos, ya sea por su relación con el resto de la comunidad, su susceptibilidad a ser cazadas como fuente de alimento o como mascotas, su papel dentro del ecosistema o su distribución restringida.

Las aves de caza, como los tinamúes y las pavas de monte, son las primeras especies en desaparecer luego de la perturbación humana. Los grandes loros, tucanes y guacamayos pueden verse también afectados por la caza. Algunos grupos de interés se consignan en la **Tabla 3**.

b. Anfibios (valor del indicador en la matriz 4). Los anfibios, aunque distribuidos en todo el mundo, presentan una mayor diversidad en los trópicos. Los individuos de este grupo taxonómico por general están estrechamente ligados a un hábitat particular (microhábitat), dentro del cual se incluyen todas las variables ecológicas que forman parte de su historia de vida (nichos tróficos, nichos reproductivos, entre otros). Esta misma característica, los hace uno de los vertebrados más sensibles a las variaciones

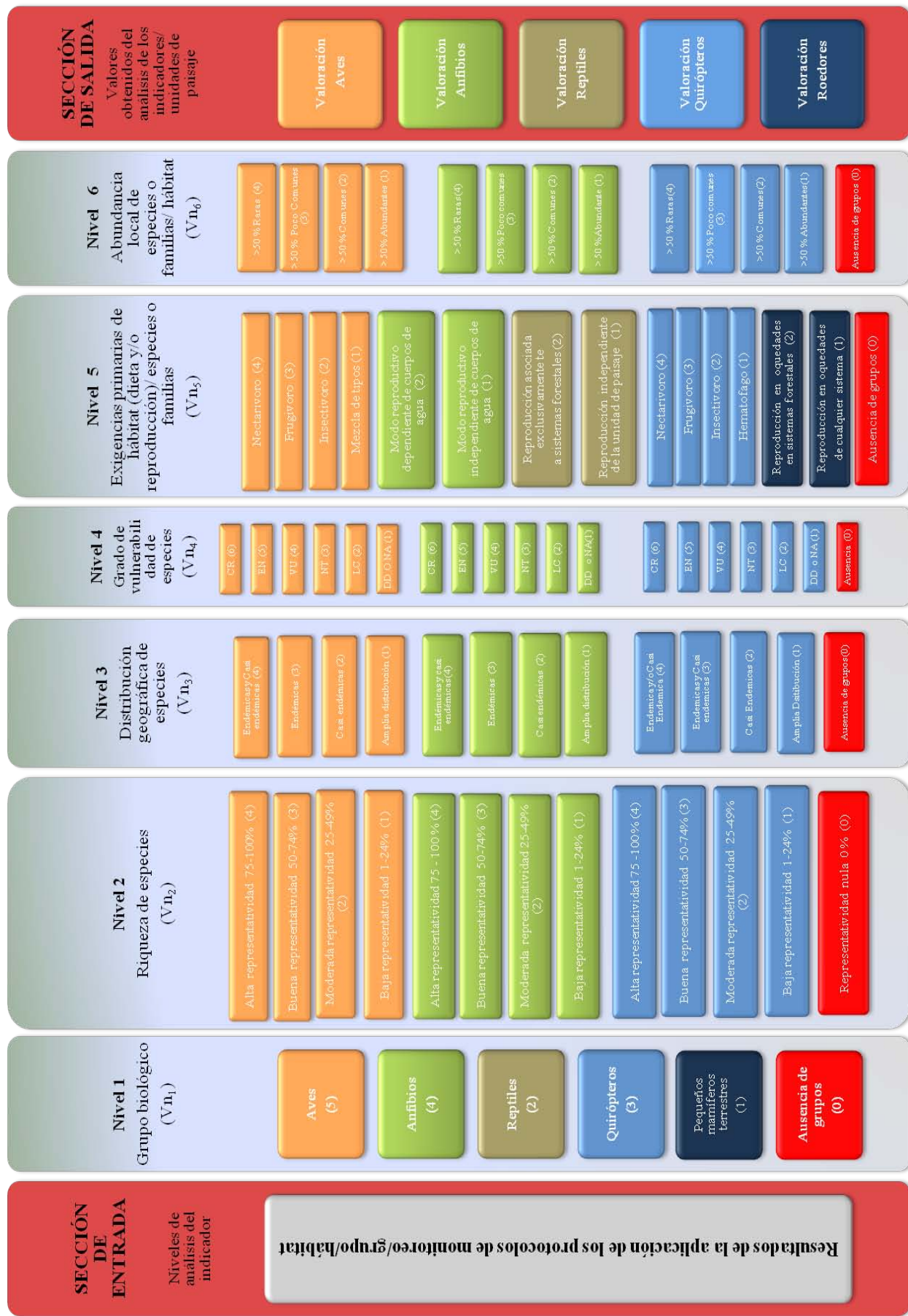


Figura 67. Matriz de priorización y evaluación de hábitat a partir de indicadores biológicos para los sistemas forestales de la cuenca del río Chinchiná © Fundación ProAves www.proaves.org

Tabla 3. Grupos de aves importantes como indicadores biológicos.

Taxón	Nombre Común	Carácter evaluado	Importancia
Cracidae	Pavas y Paujiles	Cambios en la cantidad y abundancia	Este grupo de aves es de interés cinegético (caza). Las especies de esta familia constituyen el principal componente avícola de la dieta de algunas comunidades
Psittacidae	Loros, Cotorras y Guacamayas	Cambios en la cantidad y abundancia	Especies buscadas para diferentes propósitos. Es importante seleccionar especies amenazadas dentro de este grupo
Piscidae y Dendrocolaptidae	Pájaros carpinteros y Trepatroncos	Abundancia relativa	Existe una relación positiva entre la riqueza específica de los troncos y la cantidad de especies de estas aves de bosque (Carpinteros, trepadores y a fines). Específicamente la posibilidad de usar estos grupos como indicadores de la biodiversidad de aves a escala de paisaje ha sido confirmada.
Trochilidae y Coerebidae	Colibríes y picaflores	Riqueza abundancia de especies	Son especialmente útiles en la valoración de sistemas forestales ya que su diversidad y abundancia depende directamente de la presencia de plantas con flor

de las condiciones ambientales y a los cambios en sus hábitats. El aumento en las amenazas a la biodiversidad causadas por los seres humanos, en general tiene un impacto negativo sobre los anfibios, al punto que en la actualidad es uno de los grupos biológicos que enfrenta una de las mayores amenazas de extinción. (Houlahan *et al.*, 2000).

Los anfibios son afectados fundamentalmente por los cambios que ocurren en los ambientes acuáticos y terrestres (incluso cambios atmosféricos, donde la permeabilidad de la piel aumenta la exposición), algunas veces imperceptibles para los seres humanos. Las mediciones de riqueza y abundancia de la especie son importantes para estudiar y posteriormente monitorear sus poblaciones. Un patrón recurrente de las consecuencias de la contaminación de los ambientes acuáticos es el número decreciente de especies y la creciente predominancia de algunas de ellas. Los anfibios se consideran como muy buenos indicadores biológicos debido a:

Sus peculiaridades anatómicas, con piel muy permeable a los gases y líquidos del ambiente (incluso a los agentes químicos).

Sus ciclos de vida que combinan estados larvales acuáticos con estadios adultos terrestres (únicos entre los vertebrados). Además de la gran variabilidad de modos y estrategias reproductivas que presentan (Duellman & Trueb 1986).

Su extrema especialización ecológica y marcadas preferencias en cuestión de hábitat, ya que generalmente se distribuyen y usan recursos muy particulares al interior de los ecosistemas (microhábitat) (Heyer *et al.*, 1994)

Los anfibios además constituyen una importante parte de la hábitatsa en la mayor parte de los hábitats a los cuales se asocian, cumpliendo múltiples funciones dentro de los ecosistemas acuáticos y terrestres, lo que los convierte en valiosos indicadores de la calidad ambiental (Blaustein & Wake 1990; Stebbins & Cohen 1995). Considerando la capacidad que tienen las larvas de anuros que se alimentan de fitoplancton para filtrar y concentrar partículas (Kenny 1969; Sanderson & Wassersug 1990), es posible identificar sus componentes dietarios en el contenido de su intestino anterior (Echeverría & Montanelli 1992; Maidana & Echeverría 1992) como indicadores de la calidad del agua (Williams & Echeverría 1995).

c. Reptiles (valor del indicador en la matriz 3). Los reptiles son más herméticos y por lo tanto representan un desafío mayor que los anfibios cuando se realizan muestreos, en parte como consecuencia de su forma endotérmica de vida. A pesar de esta limitación, se deben incluir los reptiles en los proyectos de evaluación y monitoreo debido a su importante papel en los ecosistemas y a su creciente atractivo comercial.

Finalmente al estar ubicados en la parte alta de la escala trófica dan idea de un buen nivel de recurso alimenticio (presas). De la misma forma son biológicamente importantes como controladores de población de otros grupos como mamíferos e insectos, además también son uno de los grupos que enfrenta fuertes presiones antrópicas por cacería.

d. Pequeños mamíferos - quirópteros (valor del indicador en la matriz 2). Debido a la necesidad de conocimientos especializados y a las importantes diferencias que existen en los enfoques y metodologías disponibles para estudiar este grupo, se necesita un tratamiento separado de los grandes mamíferos. Por lo tanto, para los fines de la presente investigación, estos dos grupos se han tratado en forma separada. Los pequeños mamíferos están agrupados tradicionalmente juntos debido a su tamaño relativamente pequeño, a pesar de las obvias diferencias taxonómicas, anatómicas y ecológicas.

La presencia y densidad de las especies de quirópteros comunes y generalistas también pueden suministrar un buen indicador de perturbación de hábitat. Como contraste, las especies de distribución restringida y requisitos de alimentación especializada, pueden declinar en relación con la perturbación. De esta forma, cambios en la abundancia relativa de las especies de quirópteros nectarívoros, comedores de frutos e ictiófagos pueden suministrar información útil acerca del estado del ecosis-

tema ya que como especies clave, pueden tener efectos importantes sobre los procesos ecológicos y sobre la diversidad de las comunidades locales.

e. Pequeños mamíferos - roedores (valor del indicador en la matriz 1). Los pequeños mamíferos, especialmente las especies más abundantes, son componentes clave de los ecosistemas forestales. Se estima que los mamíferos no voladores constituyen entre un 15% y un 25% de la fauna de mamíferos en las selvas lluviosas tropicales (Voss & Emmons, 1996). Desempeñan un importante papel en la dispersión de semillas, la polinización, la dispersión micorrizal y en el control de las poblaciones de insectos (Solari *et al.*, 2002). Estos organismos son componentes claves en los procesos de sucesión y restauración al dispersar especies pioneras en los sitios de perturbación y en sus alrededores, pueden ser buenos indicadores del cambio de hábitat, existiendo numerosas especies pioneras cuando se produce una perturbación. Debido a su pequeño tamaño, coloración apagada, comportamiento evasivo y hábitos nocturnos, pueden ser difíciles de observar y estudiar (Wilson *et al.*, 1996). Estas características dificultan la identificación de campo y en muchos casos, existe poco conocimiento detallado de su taxonomía, distribución, ecología y biología de la población. Sin embargo, la evaluación y el monitoreo de los pequeños mamíferos ha sido utilizado continuamente en la mayoría de los estudios de impacto ambiental o de biodiversidad.

Finalmente la ausencia de un grupo bioindicador en una matriz de hábitat es valorada con (0).

ii. Nivel 2: riqueza de especies. Las mediciones de diversidad frecuentemente se utilizan con propósitos de monitoreo ecológico y de conservación. Uno de los indi-

Tabla 4. Categorías de análisis para el nivel 2 de la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Grupos biológicos	Categorías	Valor
2	Aves Anfibios Reptiles Quirópteros Pequeños mamíferos terrestres	Alta representatividad Entre el 75 y el 100% de la riqueza, esperada para el hábitat	4
		Buena representatividad Entre el 50 y el 74% de la riqueza, esperada para el hábitat	3
		Moderada representatividad entre el 25 y el 49% de la riqueza, esperada para el hábitat	2
		Baja Representatividad	
		Baja representatividad entre el 1 y el 24% de la riqueza, esperado para el hábitat	1
		Ausencia del grupo	0

cadore más simples y más baratos que se utilizan para evaluar una zona determinada es la riqueza de las especies, entendida como la cantidad de especies que habitan la zona. A menudo, la riqueza se combina con la abundancia relativa de cada especie para obtener índices de diversidad, como el de Shannon o el de Simpson (Ralph *et al.*, 1996). El muestreo de la presencia-ausencia y la abundancia relativa de las especies tiene el propósito fundamental de establecer la composición general de la comunidad en el sitio muestreado y evaluar las fluctuaciones anuales. Los datos se manejan en forma conjunta (composición conjunta), obteniéndose una matriz que muestra una lista de especies presentes por sitio de muestra y su abundancia relativa.

En este estudio la riqueza de especies se ha evaluado en términos absolutos y ha sido tomada como el número total de especies por hábitat, sin embargo, y basados en la información secundaria de referencia y dados los esfuerzos moderados de captura, se ha seleccionado como indicador en esta variable de estado la representatividad de especies (riqueza) hallada en términos relativos (%) por grupo biológico en cada uno de los paquetes productivos. Las categorías y sus respectivos valores se consignan en la **Tabla 4**.

iii. Nivel 3: distribución de especies bio-indicadoras.

Este nivel está conformado

por todos los atributos relacionados con la presencia de especies con distribuciones geográficas restringidas en distintas escalas. El área de distribución de un taxón es el espacio geográfico que el mismo ocupa. Los datos a partir de los cuales reconocemos un área de distribución son las localidades donde la misma ha sido registrada (Müller 1973). Esta distribución ha sido condicionada por procesos evolutivos en diversas escalas ecológicas, en las que a partir de la presencia de determinados recursos y la especialización de los organismos se adaptan dentro distintas regiones.

Existen diversas escalas para la categorización de la distribución geográfica de las especies o taxas, estas han sido definidas a partir de la valoración de variados aspectos de la historia de vida, ecología y en general biogeografía de los grupos. Dentro de estas categorías, la más importante en términos de conservación es la “grupo endémico”, ya que se consideran lo más vulnerables. El endemismo se define como la presencia de una especie nativa exclusiva de un lugar determinado geográficamente (Morrone 1994). Estas especies son consideradas a menudo muy raras y amenazadas debido a su limitado rango de distribución, ya que cualquier cambio en su hábitat puede llevarlas a la extinción. Las especies endémicas evolucionaron de manera separada en sus hábitats lo que las hace únicas, irremplazables y muy sensibles a los cambios en sus ecosistemas, no tienen muchos depredadores y no

Tabla 5. Categorías de análisis para el nivel 3 de la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Grupos biológicos	Categorías	Valor
2	Aves Anfibios Reptiles Quirópteros Pequeños Mamíferos Terrestres	Presencia de especies Endémicas y Casi Endémicas	4
		Presencia de especies Endémicas	3
		Presencia de especies Casi Endémicas	2
		Presencia de especies de Amplia distribución geográfica	1
		Ausencia del grupo	0

pueden competir con especies que evolucionaron en ambientes más agrestes (Müller 1973). A nivel nacional, las especies endémicas y/o casi endémicas han sido valoradas y categorizadas por regiones biogeografías gracias al trabajo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), y otras organizaciones que a escala local trabajan con este propósito. Estos listados de referencia han sido utilizados aquí para el desarrollo de este indicador en la matriz de valoración, en la cual se categorizan y puntúan los distintos tipos de distribución geográfica con el propósito de evaluar la presencia – ausencia de estos en cada una de las unidades de paisaje (Tabla 5).

iv. Nivel 4 grado de vulnerabilidad de especies. En este nivel de análisis, se evalúa la presencia-ausencia de especies o taxas con alguna categoría de amenaza. La vulnerabilidad de especies ha sido considerada como el grado de amenaza que enfrenta uno a algunos de estos taxas presentes en cada una de las unidades de paisaje. Los criterios utilizados para categorizarlos se han basado en la clasificación propuesta por la Unión Internacional Para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Tabla 6).

La Listas Roja de especies amenazadas de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN) es una base de datos que identifica y documenta a las especies cuya conservación se encuentra en peligro. Posee información sobre el estado mundial y otros datos de referencia de unas 40.000 especies, así como un índice del estado de la diversidad biológica.

En esta lista, la situación actual de los taxones es evaluada a través de la comparación de la situación actual de las poblaciones, con la que supuestamente imperaba hace 100 años o tres generaciones de las mismas (Calderón *et al.*, 2002). Es importante anotar, que lo que realmente está en riesgo no son solo las especies, sino también las subespecies, razas, poblaciones, genes y en términos generales los ecosistemas a los cuales se encuentran asociadas (Renjifo *et al.*, 2002). Los criterios tenidos en cuenta y su respectiva puntuación al interior de la matriz de valoración se consignan en la **Tabla 7**.

v. Nivel 5: exigencias primarias de hábitat (dieta y/o reproducción). El conjunto de especies que vive en un hábitat y explota sus recursos constituye una comunidad faunística. Existen especies capaces de adaptarse a ambientes muy diversos y colonizar distintos hábitat, se pueden encontrar en medios muy variados y no son características de ninguno de ellos. Son especies ubiquistas. Otras, por el contrario, son muy estrictas en sus exigencias ecológicas y sus necesidades vitales sólo pueden ser satisfechas en un medio determinado, al cual caracterizan por sí solas o junto a otras; constituyen la comunidad faunística típica del hábitat.

Las especies pueden agruparse y compararse de acuerdo con los grupos de alimentación (p.ej. frugívoros, insectívoros, etc.), con los grupos ecológicos (p.ej.. aves de dosel, aves de piso), o con sus sistemas de reproducción (p.ej. Especies que se reproducen en medios acuáticos, terrestres, en-

Tabla 6. Categorías de amenaza para especies o taxa establecida por la UICN.

Categoría de amenaza	Descripción
Críticamente amenazado (CR)	Un taxón está En peligro crítico cuando la mejor evidencia disponible considera que se está enfrentando a un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre.
En peligro (EN)	Un taxón está En peligro cuando la mejor evidencia disponible considera que se está enfrentando a un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre.
Vulnerable (VU)	Un taxón está en la categoría de Vulnerable cuando la mejor evidencia considera que se está enfrentando a un riesgo alto de extinción en estado silvestre.
Casi amenazado (NT)	Un taxón está en la categoría de Casi amenazado, cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para En peligro crítico, En peligro o Vulnerable, pero está cercano a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga en un futuro cercano.
Preocupación menor (LC)	Preocupación menor (LC) Un taxón está en la categoría de Preocupación menor cuando habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías En peligro crítico, En peligro, Vulnerable o Casi amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.
Datos insuficientes (DD) o especies no Alicantes (NA)	Un taxón pertenece a la categoría Datos insuficientes cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción, con base en la distribución y/o el estado de la población. Un taxón en esta categoría puede estar bien estudiado y su biología ser bien conocida, pero carecer de datos apropiados sobre su abundancia y/o distribución. Datos insuficientes no es por tanto una categoría de amenaza. Al incluir un taxón en esta categoría se indica que se requiere más información y se reconoce la posibilidad de que investigaciones futuras demuestren que una clasificación de amenaza pudiera ser apropiada. Es importante hacer un uso efectivo de cualquier información disponible. En muchos casos habrá que tener mucho cuidado en elegir entre datos insuficientes y una condición de amenaza. Si se sospecha que la distribución de un taxón está relativamente circunscrita si ha transcurrido un período considerable de tiempo desde el último registro del taxón, entonces la condición de amenazado puede estar bien justificada.

tre otros) lo que permite obtener índices de cambio dentro de un grupo determinado.

En este nivel de análisis de la matriz de valoración, las exigencias primarias de hábitat se han definido como el conjunto de propiedades biológicas relacionadas específicamente con la dieta y/o reproducción que en los distintos grupos biológicos, condiciona su presencia en una unidad de paisaje determinado. Basados en esto y teniendo en cuenta las características ecológicas de los distintos grupos, se han definido como categorías de valoración en cada grupo las siguientes (**Tabla 8**):

a. Aves (dieta): el factor ecológico condicionante seleccionado para las aves es el de Dieta, ya que de acuerdo a la estructura y oferta de recursos dietarios

dada en los distintos hábitat, depende la presencia de los gremios tróficos identificados en este grupo.

b. Anfibios (reproducción): la variable ecológica condicionante en el grupo de los anfibios es el la de reproducción, ya que tanto las estrategias como los modos reproductivos de este grupo están mediadas por la presencia o ausencia de cuerpos de agua permanentes o intermitentes.

c. Reptiles (reproducción): la variable ecológica condicionante para los reptiles es el la de reproducción, ya que en estos se pueden identificar grupos especies que asocia su reproducción exclusivamente a sistemas forestales y especies que pue-

Tabla 7. Categorías de análisis para el nivel 4 de la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Grupos biológicos	Categorías	Valor
4	Aves Anfibios Reptiles Quirópteros Pequeños Mamíferos Terrestres	CR	6
		EN	5
		VU	4
		NT	3
		DD o NA	2
		Ausencia de grupos	0

Tabla 8. Categorías de análisis para el nivel 5 de la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Grupos biológicos	Categorías	Valor
5	Aves	Nectarívoro	4
		Frugívoro	3
		Insectívoro	2
		Mezcla de Tipos	1
	Anfibios	Modo reproductivo dependiente de cuerpos de agua	2
		Modo reproductivo independiente de cuerpos de agua	1
	Reptiles	Reproducción asociada exclusivamente a sistemas forestales	2
		Reproducción desarrollada en cualquier unidad de paisaje	1
	Quirópteros	Nectarívoro	4
		Frugívoro	3
		Insectívoro	2
		Hematófago	1
	Pequeños mamíferos terrestres	Reproducción asociada a oquedades de sustratos y arboles en sistemas forestales (natural y/o plantado)	2
		Reproducción asociada a oquedades de sustratos en cualquier tipo de sistemas o unidad de paisaje	1
		Ausencia de grupos	0

den reproducirse en cualquier unidad de paisaje.

d. Quirópteros (dieta): para los quirópteros el factor ecológico condicionante seleccionado es el de dieta, ya que de acuerdo a la estructura y oferta de recursos mostrada en los distintos hábitat, depende la presencia de los gremios tróficos identificados en este grupo.

e. Pequeños mamíferos terrestres (reproducción): la variable ecológica condicionante para los pequeños mamíferos terrestres es la reproducción, ya que para estos, se pueden identificar grupos especialistas y generalistas de especies en

cuanto a la escogencia de microhábitat y nichos reproductivos.

vi. Nivel 6: abundancia local/ hábitat. La abundancia local de taxon/ hábitat, constituye uno de los principales indicadores dentro de la matriz de valoración (Tabla 9), esta es definida aquí, como el porcentaje de especies raras, comunes, poco comunes y/o abundantes que se encuentran en cada unidad de paisaje, a partir de los cuales se han definido las siguientes categorías de hábitat:

a. Hábitats con predominancia de taxon abundantes: Son aquellas unidades de paisaje en los que el valor proporcional de especies abundantes es superior a 75%.

Tabla 9. Categorías de análisis para el nivel 6 de la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Grupos biológicos	Categorías	Valor
3	Aves	76-100 % de raros	4
	Anfibios	51-75% poco comunes	3
	Reptiles	26-50% comunes	2
	Quirópteros	0-25% abundantes	1
	Pequeños mamíferos terrestres	Ausencia de grupos	0

b. Hábitats con predominancia de taxas comunes: son aquellas unidades de paisaje en los que el valor proporcional de especies comunes es superior a 75%.

c. Hábitats con predominancia de taxas poco comunes: son aquellas unidades de paisaje en los que el valor proporcional de especies poco comunes es superior a 75%.

d. Hábitats con predominancia de taxas raros: son aquellas unidades de paisaje en los que el valor proporcional de especies raros es superior a 75%.

4.3.3 Procedimiento de uso de la matriz.

Según su estructura, el modelo para el monitoreo de la biodiversidad asociada a los usos de tierra en la “línea base” y en los sistemas forestales productivos del proyecto MDL forestal PROCUENCA, es clasificado como “modelo matricial desarrollado a través de una función matemática lineal simple”, y dentro de este como herramienta dinámica, la matriz de priorización de hábitat ha sido diseñada para ser utilizada a través de la valoración y estudio de sus múltiples niveles de manera complementaria y secuencial. Los datos ingresados en esta, son el producto de los análisis realizados a la información generada en campo sobre los distintos grupos de bioindicadores evaluados y sobre cada una de las variables de estado que contempla.

Desde el inicial y a medida que se avanza sobre

esta, cada uno de los niveles o variables de estado confronta la información obtenida con las distintas categorías que de los grupos biológicos bioindicadores se han asumido como discriminantes y puntúa un valor de referencia para dicho carácter sobre el nivel específico.

Los valores de un indicador X (aves, anfibios, reptiles, etc.) obtenidos de una unidad de paisaje o hábitat determinada (VIUH), son sumatorios a medida que se desarrolla el análisis entre los distintos niveles, respondiendo matemáticamente con una función lineal simple de la siguiente manera:

$$VIUH = \sum_j V_{ini}$$

Donde

VIUH= Valor de un indicador biológico específico en una unidad de paisaje determinada.

Vini = Valor de un indicador biológico en un nivel de análisis específico.

Lo que es igual a:

$$VIUH= V_{in1}+V_{in2}+V_{in3}+V_{in4}+V_{in5}+V_{in6}$$

Finalmente para determinar el valor total del análisis de todos indicadores biológicos tenidos en cuenta en una unidad de paisaje o hábitat (VTUH), es necesario sumarlos entre sí en la sección de salida de la matriz de valoración así:

$$VTUH = \sum_j VIUH_i$$

Tabla 10. Valores máximos y mínimos obtenidos para los grupos biológicos indicadores en la matriz de valoración de hábitat.

Grupo biológico	Valores / niveles de análisis en la matriz													
	N1		N2		N3		N4		N5		N6		Σ	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
Aves	5	0	4	0	4	0	6	0	4	0	4	0	27	0
Anfibios	4	0	4	0	4	0	6	0	2	0	4	0	24	0
Reptiles	2	0	4	0	4	0	6	0	2	0	4	0	22	0
Quirópteros	3	0	4	0	4	0	6	0	4	0	4	0	25	0
Mamíferos terrestres	1	0	4	0	4	0	6	0	2	0	4	0	21	0
Σ / Unidad de Paisaje													119	0

Donde

VTUH= Valor total de los indicadores biológicos evaluados en un hábitat.

VIUHi= Valor de un indicador biológico específico en una unidad de paisaje determinada.

Lo que es igual a:

VTUH= VIUHaves+VIUHanfibios+VIUHreptiles+VIUHquirópteros+VIUHroedores

El valor obtenido de esta ecuación es utilizado para realizar la caracterización final de las unidades paisaje en la tercer parte del modelo, constituida por las tablas de referencia ecológica para los ecosistemas de la cuenca del río Chinchiná.

4.3.4 Tablas de referencia ecológica para las unidades de paisaje de la línea de base y de los sistemas forestales del proyecto MDL PROCUENCA. Las tablas de referencia ecológica (Tablas 10, 11 y 12) constituyen la tercer y ultima parte del modelo para la valoración de las unidades de paisaje forestales presentes en la cuenca del río Chinchiná, incluyendo los usos de tierra de la “línea base” del proyecto, Potreros para ganadería y Café en monocultivo al sol, y de los sistemas forestales implementados por PROCUENCA, incluyendo reforestación en bloque, agroforestería y silvo-

pastoreo. Se han diseñado a partir de la valoración hecha en campo y de la información de referencia disponible para la cuenca. En estas se categorizan y describen de mayor a menor y de acuerdo a su condición, calidad e importancia, cuatro tipos de unidades de paisaje o hábitat posibles para cada una de las zonas de muestreo establecidas en la cuenca. Cada una de las tablas es específica para cada zona, y en ellas se consignan los valores de referencia a ser tenidos en cuenta para la estimación de calidad de hábitat, a partir de los valores obtenidos por grupo biológico indicador en la matriz de valoración analizada anteriormente.

La escala de puntos (numérica) de valoración de los hábitats ha sido obtenida a partir de la sumatoria de los valores máximos y mínimos posibles de cada variable de estado (niveles de la matriz) de los grupos biológicos analizados en la matriz. Por ejemplo, el valor máximo posible para un grupo biológico en una unidad de paisaje determinada es de 27 puntos. Esto es, si se trata del análisis de aves que en su evaluación de campo mostraron una representatividad de especies superior al 75%, con relación a la avifauna registrada o posiblemente presente en la zona, presencia de especies endémicas, casi endémicas y amenazadas críticamente a la extinción, presencia de especies pertenecientes al gremio trófico nectarívoro y en las que más del 75% de sus especies se mostraron como raras en los análisis de abundancias. De esta forma los valores obtenidos para los grupos biológicos se consignan en la **Tabla 10.**

Tabla 11. Tabla de referencia ecológica para los hábitats forestales disponibles en la Zonas altas de la cuenca del río Chinchiná.

Zona	Escala de valoración obtenida de la matriz	Tipos de hábitat	Caracterización
Alta	91 a 119 puntos	Muy bueno	Área con cobertura vegetal predominante de especies perennes, presencia de tres estratos verticales diferenciados. El primero, el estrato herbáceo presenta helechos arborescentes y Yarumos, el estrato medio que se extiende entre 6-14 metros es dominado por las Melastomataceae, Rubiaceae, Piperaceae y Chlorantaceae. El tercer y último estrato que supera los 14 metros es representado principalmente por árboles maduros, el epifitismo es abundante a partir del los 6 metros. Suelo con buena cantidad de materia orgánica, diversidad de cuerpos de agua de diferentes características. Poca entrada de luz al suelo.
	61 a 90 puntos	Bueno	Área con cobertura vegetal mezclada de especies perennes y colonizadoras, presencia de tres estratos verticales, diferenciado solo el ultimo por la presencia de moderada abundancia de árboles maduros; el estrato medio caracterizado por la presencia de especie pioneras principalmente de plántulas leñosas de la familia Moraceae y de otras especies leñosas, el estrato bajo dominado por herbáceas, helechos Piperaceae Areceae y Gramineae. Materia orgánica poca, y pocos cuerpos de agua. Entrada moderada de luz superando el 50% de la superficie del suelo.
	31 a 60 puntos	Regular	Área dos estratos verticales, desaparece el ultimo, cobertura vegetal inferior de 14 metros con cobertura vegetal mezclada, el estrato arbóreo es el dominante sobre el herbáceo y el sotobosque como estrato más alto se compone de pequeños árboles, arbustos y hiervas gigantes como Araceae (Pinto 1993). Presencia de cuerpos de agua transitorios. Entrada alta de luz cubriendo +/- el 80% del suelo.
	0 a 30 puntos	Malo	Área con poca presencia de vegetación herbácea, sotobosque inexistente y con una cobertura del dosel de de 0 a 30%. Ausencia de cuerpos de agua y suelo expuesto a la acción del agua y el viento. Entrada excesiva de luz 100%

A partir de la valoración hecha anteriormente, se estableció que el rango de puntajes posibles (máximos y mínimos) para cada unidad de paisaje oscila entre 0 (ausencia de un grupo en una unidad de paisaje determinada) y 119 puntos (diferencia 79 puntos), por lo que es a partir de estos, que se crearon las cuatro categorías para discriminar los tipos (calidad) de hábitat así:

- De 91 a 119 Puntos: hábitat muy buenos
- De 61 a 90 Puntos: hábitat buenos
- De 31 a 60 Puntos: hábitat regulares
- De 0 a 30 Puntos: hábitat malos

Las tablas ecológicas de referencia para los hábitats forestales presentes en la cuenca del río Chinchiná, se encuentran en la **Tabla 11, 12 y 13**.

4.3.5 Validación del modelo: evaluación de grupos biológicos indicadores. El proceso de validación del modelo para la evaluación de las unidades de paisajes forestales de la cuenca del río Chinchiná, se ha desarrollado a partir del de tres etapas principales así:

- i. Análisis individual de cada uno de los grupos biológicos indicadores por unidad de hábitat en cada zona de estudio en la matriz de evaluación.** Para el análisis de cada uno de los grupos biológicos es necesario contrastar la información analizada del levantamiento de campo en la matriz de valoración a través de la complementación de la información requerida en la **Tabla 14**.

Tabla 12. Tabla de referencia ecológica para los hábitats forestales disponibles en la Zonas media de la cuenca del río Chinchiná.

Zona	Escala de valoración obtenida de la matriz	Tipos de hábitat	Caracterización
Media	91 a 119 puntos	Muy bueno	Área con cobertura vegetal mezclada de especies perennes y colonizadoras, presencia de tres estratos verticales, diferenciado solo el último por la presencia de unos pocos árboles maduros; el estrato medio caracterizado por la presencia de especie pioneras principalmente de plántulas leñosas de la familia Moraceae y de otras especies leñosas, el estrato bajo dominado por herbáceas, helechos Piperaceae Areceae y Gramineae. Materia orgánica limitada, y pocos cuerpos de agua.
	61 a 90 puntos	Bueno	Área de dos estratos verticales, desaparece el último, cobertura vegetal inferior de 14 metros con cobertura vegetal mezclada, el estrato arbóreo es el dominante sobre el herbáceo y el sotobosque como estrato más alto se compone de pequeños árboles, arbustos y hierbas gigantes como Araceae. Presencia de cuerpos de agua transitorios
	31 a 60 puntos	Regular	Área con poca presencia de vegetación herbácea, sotobosque inexistente y con una cobertura del dosel de de 0 a 30%. Ausencia de cuerpos de agua y suelo cubierto por algunas Gramíneas invasoras.
	0 a 30 puntos	Malo	Área mono cultivada sin presencia de cuerpos de agua, suelo árido, con abundancia de rastros de bajo porte.

a. Valoración aves. Los valores obtenidos en las unidades de paisaje para el grupo de las aves evaluadas se resumen en la **Tabla 15**.

b. Valoración anfibios. Los valores obtenidos en las unidades de paisaje para el grupo de los anfibios evaluadas se consignan en la **Tabla 16**.

c. Valoración reptiles. Los valores obtenidos en las unidades de paisaje para el grupo de los reptiles se consignan en la **Tabla 17**.

d. Valoración quirópteros. Los valores obtenidos en las unidades de paisaje para el grupo de los quirópteros evaluados se consignan en la **Tabla 18**.

e. Valoración de pequeños mamíferos. Los valores obtenidos en las unidades de paisaje para el grupo de pequeños mamíferos evaluados se consignan en la **Tabla 19**.

ii. Análisis conjunto de todos los grupos biológicos por unidad de paisaje. Los valores obtenidos en las unidades de paisaje para todos los grupos indicadores evaluados se consignan se resumen en la **Tabla 20**. Y se ilustran por zonas, sistemas productivos, elementos de línea base y sistemas control en las **Figuras 67, 68 y 69**.

4.4 Discusión

A partir de los resultados resumidos en la **Tabla 20**, puede concluirse que al evaluar todas las variables de estado en la matriz de cada uno de los grupos biológicos indicadores, la tendencia general observada en las unidades de paisaje establecidos por el proyecto MDL PROCUENCA es la de “hábitat buenos”, al presentar valores que oscilan en su mayoría entre 61 y 90 puntos en las tablas de referencia ecológica.

Los Bosques naturales (sistemas de control) permanecieron para todos los casos como las unidades de paisaje con los mayores valores de apreciación

Tabla 13. Tabla de referencia ecológica para los hábitats forestales disponibles en la Zonas baja de la cuenca del río Chinchiná.

Zona	Escala de valoración obtenida de la matriz	Tipos de hábitat	Caracterización
Baja	91 a 119 puntos	Muy Bueno	Estrato superior homogéneo a partir de los 11 metros aproximadamente, estrato dominado por Guaduales. Estrato bajo muy heterogéneo donde la estructura y la composición presenta en el estrato herbáceo helechos, aráceas, Maranthaceas, Congos de 2,5 m, pringamosas, heliconias y cordoncillos. En el estrato intermedio hay una mezcla de pequeños árboles en su mayoría higueros. Poca entrada de luz y presencia de corrientes de agua.
	61 a 90 puntos	Bueno	Presencia de dos estratos. Estrato superior homogéneo a partir de los 7 metros aproximadamente, estrato dominado por Guaduales. Estrato bajo poco diverso donde dominan los helechos y las aráceas, En el estrato intermedio se evidencia la ausencia de arbustos que cubran el espacio entre el estrato herbáceo y alto, poca entrada de luz, presencia de corrientes de agua y abundante materia orgánica en proceso de descomposición cubriendo el suelo.
	31 a 60 puntos	Regular	Hábitat de no más de 10 metros de altura dominado principalmente por Pequeños arbustos colonizadores y un estrato herbáceo muy heterogéneo en el que dominan gramíneas invasoras (rastros abundantes), abundante entrada de luz, presencia de corrientes de agua intermitentes, poca materia orgánica cubriendo el suelo.
	0 a 30 puntos	Malo	Hábitat con un estrato herbáceo cerrado y seco dominado por helechos, gramíneas, piperáceas y melastomataceas, entrada excesiva de luz, ausencia de corrientes de agua, poca materia orgánica cubriendo el suelo.

en las tablas ecológicas de referencia, esto, y a pesar de que en términos generales se mostraron como altamente intervenidos, aislados y poseedores de estados sucesionales medios y tempranos, se debe a que son los hábitats que estructuralmente tienen las mejores condiciones para el sostenimiento de diversos grupos biológicos. Dentro de estas condiciones, se pueden enumerar la definición de tres estratos verticales claros, la presencia de una mayor diversidad vegetal, mejores condiciones de suelos y presencia de cuerpos de agua las cuales se traducen en el aumento de la heterogeneidad espacial y en una mayor oferta de nichos tróficos y reproductivos para un espectro mayor de grupos biológicos indicadores.

Para la Zona alta se presentaron valores similares entre los sistemas forestales productivos conformados por Plantaciones de Pino en distinto grado de desarrollo, los cuales fueron categorizados como “hábitat buenos” en las tablas ecológicas de referencia. Esto se debe a dos razones principales, por una parte la configuración espacial y el tamaño de estas plantaciones dentro de la matriz general

del paisaje, hace que ellos actúen como corredores de interconexión entre algunas de las unidades de hábitat natural que se hallan en la zona, potencializando el rango de acción para algunos grupos biológicos indicadores como las aves, quirópteros y roedores.

El otro factor determinante que ha podido favorecer la presencia de grupos biológicos indicadores sobre las plantaciones forestales de Pino en la Zona alta de la cuenca del río Chinchiná, está constituida por las prácticas intrínsecas de manejo implementadas sobre ellos, ya que al poseer bajas densidades de siembra (distancia de siembra superior 3,5m.), y podas sistemáticas sobre los arbustos y árboles de pino a través de su crecimiento, se ha incrementado la penetración de luz y disminuido el volumen de desechos aciculares sobre el suelo de las áreas plantadas, lo cual ha contribuido con la proliferación de estratos bajo y medio en la columna vertical del bosque. Estos estratos, aunque poseedores de una menor densidad y diversidad vegetal que la de los sistemas naturales, han permitido la presencia de algunos indicadores importantes tales como

Tabla 14. Formato de consignación de datos de la matriz por grupo biológico.

Formato de consignación de datos					
Zona					
Hábitat					
Nivel 1. Grupo biológico	Grupos	Presencia	Ausencia	Valor obtenido en la matriz	
	Aves				
	Anfibios				
	Reptiles				
	Quirópteros				
	Mamíferos Terrestres				
Nivel 2. Representatividad de especies	VARIABLES		Valor	Valor obtenido en la matriz	
	# de especies reportadas en el hábitat o zona				
	# de especies registradas en la evaluación de campo				
	% de Representación				
Nivel 3. Distribución geográfica de especies.	VARIABLES	Presencia	Ausencia	Valor obtenido en la matriz	
	Especies endémicas y Casi endémicas				
	Especies Endémicas				
	Especies Casi Endémicas				
	Solo especies de Amplia Distribución				
Nivel 4. Presencia de especies.	VARIABLES	Presencia	Ausencia	Valor obtenido en la matriz	
	CR				
	EN				
	VU				
	NT				
	LC				
	DD				
Nivel 5. Exigencias ecológicas por grupos biológicos	Grupos	VARIABLES	Presencia	Ausencia	Valor obtenido en la matriz
	Aves	Dieta			
	Anfibios	Reproducción			
	Reptiles	Reproducción			
	Quirópteros	Dieta			
	Mamíferos terrestres	Reproducción			
Nivel 6. Rareza de especies/hábitat	VARIABLES % de especies raras en al interior de la muestra (unidad de paisaje)		Valor	Valor obtenido en la matriz	
Σ					

Tabla 15. Valoración de aves en las unidades de paisaje.

Zona de estudio	Hábitat	Valor obtenido
Alta	Bosque natural	19
	Línea base: Potreros	14
	Plantaciones de Pino adulto	17
	Plantaciones de Pino joven	17
Media	Bosque natural	18
	Plantaciones de Café-Nogal	14
	Línea base: Plantaciones de Café a exposición	14
	Línea de Base: Potreros	17
Baja	Bosque natural	17
	Plantaciones de Nogal joven	16
	Plantaciones de Nogal adulto	15
	Línea base: Potreros	16

Tabla 17. Valoración de reptiles en las unidades de paisaje.

Zona de estudio	Hábitat	Valor obtenido
Alta	Bosque natural	13
	Línea base: Potreros	12
	Plantaciones de Pino adulto	14
	Plantaciones de Pino joven	12
Media	Bosque natural	11
	Plantaciones de Café-Nogal	0
	Línea base: Plantaciones de Café a exposición	0
	Línea base: Potreros	0
Baja	Bosque natural	15
	Plantaciones de Nogal joven	0
	Plantaciones de Nogal adulto	0
	Línea base: Potreros	12

aves y quirópteros nectarívoros y frugívoros en buen número al interior de Plantaciones de Pino.

De la misma forma estas prácticas de manejo han permitido que en algunos casos las Plantaciones de Pino que en su interior poseen o se encuentran atravesadas por corrientes de agua de tercer y cuarto grado, no ejerzan un efecto tan negativo sobre ellas (reducción drástica de caudal y acidificación del agua), ya que se pudo evidenciar la presencia de especies de anfibios que como *Hyloscirtus larinyon* poseen reproducción asociada a cuerpos

Tabla 16. Valoración de anfibios en las unidades de paisaje.

Zona de estudio	Hábitat	Valor obtenido
Alta	Bosque natural	19
	Línea base: Potreros	17
	Plantaciones de Pino adulto	15
	Plantaciones de Pino joven	17
Media	Bosque natural	17
	Plantaciones de Café-Nogal	12
	Línea base: Plantaciones de Café a exposición	10
	Línea base: Potreros	16
Baja	Bosque natural	16
	Plantaciones de Nogal joven	13
	Plantaciones de Nogal adulto	14
	Línea base: Potreros	17

Tabla 18. Valoración de quirópteros en las unidades de paisaje.

Zona de estudio	Hábitat	Valor obtenido
Alta	Bosque natural	13
	Línea base: Potreros	12
	Plantaciones de Pino adulto	13
	Plantaciones de Pino joven	12
Media	Bosque natural	15
	Plantaciones de Café-Nogal	13
	Línea base: Plantaciones de Café a exposición	13
	Línea base: Potreros	13
Baja	Bosque natural	15
	Plantaciones de Nogal joven	13
	Plantaciones de Nogal adulto	14
	Línea base: Potreros	12

de agua y altas exigencia en cuanto a la calidad de la misma.

Aunque la unidad de paisaje de línea base (Potreros), mostró la valoración más baja en las tablas de referencia, fue categorizada dentro de los “hábitat buenos”. Esto se debe principalmente a que el diseño de muestreo implementado en la mayoría de los grupos biológicos cubrió bordes y áreas de transición hacia otros tipos de hábitat, permitiendo la inclusión de especies que no necesariamente exploran o utilizan los recursos que los potreros pue-

Tabla 19. Valoración de pequeños mamíferos en las unidades de paisaje.

Zona de estudio	Hábitat	Valor obtenido
Alta	Bosque natural	12
	Línea base: Potreros	8
	Plantaciones de Pino adulto	9
	Plantaciones de Pino joven	7
Media	Bosque natural	7
	Plantaciones de Café-Nogal	7
	Línea base: Plantaciones de Café a exposición	0
	Línea base: Potreros	0
Baja	Bosque natural	9
	Plantaciones de Nogal joven	0
	Plantaciones de Nogal adulto	6
	Línea base: Potreros	0

den aportar. Finalmente es importante anotar que las áreas abiertas de potreros están dedicadas exclusivamente a la ganadería semi intensiva, lo cual se ha traducido en un alto deterioro de los suelos y corrientes de agua así como en la homogenización del paisaje, por lo que la oferta de recursos o nichos tróficos o reproductivos para la mayoría de grupos indicadores es muy limitada.

Para la zonas media y baja tanto los sistemas forestales productivos (Plantaciones de Nogal-Café, Plantaciones de Nogal adulto y Nogal joven) como los hábitats de línea base (Café a exposición y Potreros) presentaron bajos niveles de valoración en las tablas ecológicas de referencia, siendo categorizadas todas como “hábitat regulares”. Estos resultados pueden ser atribuidos a varias razones, primero los hábitats de la Zona media y baja se encuentran ubicados sobre el gradiente altitudinal donde además se han intensificado de mayor forma las actividades agrícolas de la vertiente occidental de la Cordillera central, lo que se ha traducido en una mayor explotación de las áreas naturales y por ende en el decrecimiento de la biodiversidad de los grupos clave.

Otro factor importante que incide fuertemente en las bajas diversidades mostradas por estos hábitat, está constituida por las prácticas de manejo a las

cuales se ven sometidas, ya que las altas densidades de siembra por unidad de área, la aplicación de agroquímicos y en general la dinámica intensiva de manejo, traen como consecuencia la desaparición de grupos bioindicadores sensibles que como los anfibios aparecieron en números muy bajos o no se hallaron en estas unidades de paisaje.

Las Plantaciones de Nogal – Café y los Potreros en la Zona media, presentaron valoraciones iguales en las tablas de referencia ecológica a pesar de ser hábitat estructuralmente muy disímiles, esto se debe principalmente a que al igual que en los potreros de Zona alta, el diseño de las actividades de campo permitió sobrevalorar la biodiversidad hallada en este hábitat al incluir especies de sistemas de borde y transicionales.

Las Plantaciones de Nogal adulto y joven de la Zona baja presentaron valores muy bajos en comparación a los potreros o las áreas naturales, esto se debe principalmente a que en su concepción de sistema productivo mixto (silvopastoril), se hace una explotación intensiva del recurso suelos, en donde las actividades ganaderas no permiten el desarrollo de un sotobosque definido disminuyendo de esta forma la heterogeneidad y la oferta de recursos para especies indicadoras.

Se ha encontrado que la riqueza de algunos grupos aumenta con la fragmentación, pues estos procesos conllevan a un aumento del efecto de borde, el cual genera una alta oferta de recursos alimenticios que pueden ser explotados por estas especies (Malcom 1997; Becerra 1999). Este comportamiento se observa en los ecosistemas transformados que se ubican en cercanías a bosques naturales (Plantación de Pino adulto, Plantaciones de Nogal) los cuales reflejaron valores de referencia específica significativos en relación a la muestra total y los sistemas control, especialmente relacionados con los grupos de los murciélagos y las aves, las cuales representan ordenes importante para la evaluación en la dinámica de la biodiversidad de la cuenca, ya que pueden moverse hasta 10 km en sus periodos de actividad (Hill & Smith 1986). También es importante resaltar que los pequeños relictos de bosques

Tabla 20. Valoración de grupos biológicos en las unidades de paisaje.

Zona	Hábitat	Valores obtenidos en los grupos Biológicos						Valoración en las tablas de referencia ecológicas
		Aves	Anfibios	Reptiles	Quirópteros	Pequeños mamíferos	∑ Hábitat	
Alta	Bosque natural	19	19	13	13	12	76	Bueno
	Línea base: Potreros	14	17	12	12	8	63	Bueno
	Plantaciones de Pino adulto	17	15	14	13	9	68	Bueno
	Plantaciones de Pino joven	17	17	12	12	7	65	Bueno
Media	Bosque natural	18	17	11	15	7	68	Bueno
	Plantaciones de Café-Nogal	14	12	0	13	7	46	Regular
	Línea base: Plantaciones de Café a exposición	14	10	0	13	0	37	Regular
	Línea base: Potreros	17	16	0	13	0	46	Regular
Baja	Bosque natural	17	16	15	15	9	72	Bueno
	Plantaciones de Nogal joven	16	13	0	13	0	42	Regular
	Plantaciones de Nogal adulto	15	14	0	14	6	49	Regular
	Línea base: Potreros	16	17	12	12	0	57	Regular

existentes se encuentran rodeados de áreas abiertas ideales para especies de murciélagos insectívoros, dado que muchos de estos murciélagos forrajean en estas áreas (Linares 1988), y se adaptan fácilmente a ambientes perturbados (Altringham 1996), como los evaluados en este estudio.

En cuanto a la valoración de especies de anfibios y reptiles en la cuenca, se observa que las zonas alta y baja están representadas en buen número, mientras que la Zona media no. Esta situación se debe al efecto directo que tienen los niveles de fragmentación de la matriz original del paisaje, generados en la Zona media, en donde la perturbación antrópica por la extensión de la frontera agrícola y agropecuaria (cultivos de Café) ha acabado casi con la totalidad de los relictos boscosos y ha restringido y deteriorado la calidad y cantidad de cuerpos de agua disponible para su reproducción. Por su parte la Zona alta gracias a su heterogeneidad espacial, diversidad de microhábitat, condiciones de humedad y temperaturas óptimas resulta ser un buen hábitat para estos grupos (Yahner 1988).

Finalmente el proceso de caracterización y modelamiento de los grupos biológicos indicadores asociados a los sistemas forestales manejados por PROCUENCA en la cuenca del río Chinchiná, se constituye como un esfuerzo significativo para entender cómo estos tipos de sistemas están aportando a la biodiversidad regional en los paisajes rurales, además de constituirse como la herramienta fundamental para valorar estas unidades a corto mediano y largo plazo, buscando de esta forma la articulación armoniosa de los sistemas productivos y la biodiversidad.

4.5 Recomendaciones

Utilizando como marco de referencia los componentes principales de esta investigación se han planteado las siguientes recomendaciones.

4.5.1 Componente descriptivo: enmarcado dentro de los monitoreos planteados a mediano y largo plazo de la biodiversidad de los sistemas forestales de la cuenca, se hace importante ampliar la cobertura de grupos biológicos de utilizados como indicadores. En este particular,

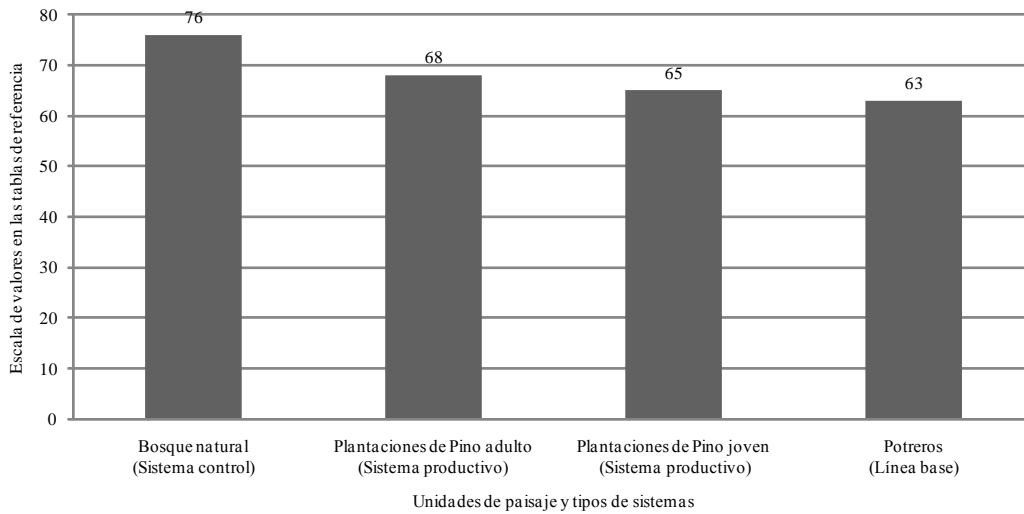


Figura 67. Valoración ecológica de las unidades de paisaje de la Zona alta. © Fundación ProAves www.proaves.org

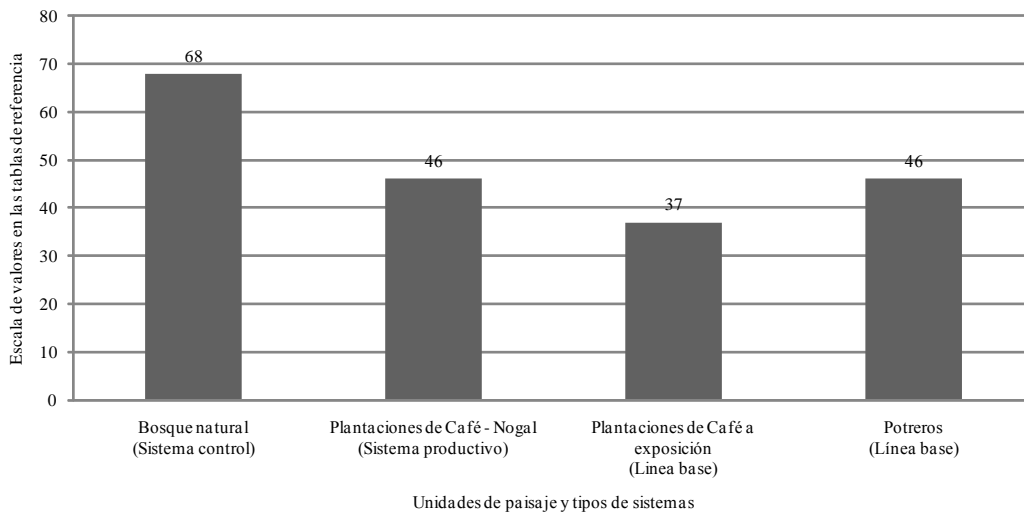


Figura 68. Valoración ecológica de las unidades de paisaje de la Zona media. © Fundación ProAves www.proaves.org

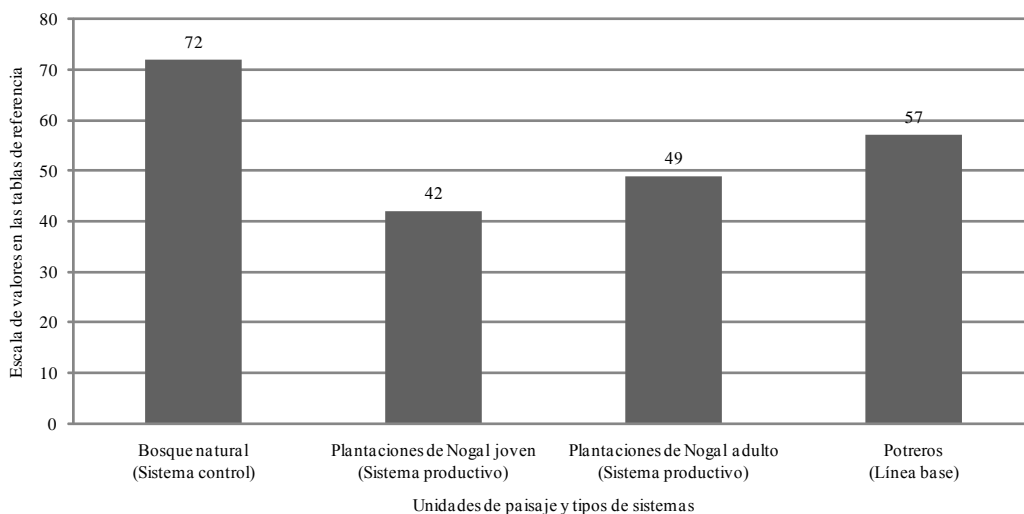


Figura 69. Valoración ecológica de las unidades de paisaje de la Zona baja. © Fundación ProAves www.proaves.org

la entomofauna puede suministrar información valiosa del estado de las unidades de paisaje forestal. De la misma forma es vital incluir dentro de estas evaluaciones, caracterizaciones de flora en distintos estratos de los hábitats, ya que estas pueden dar idea de la oferta de recurso y la heterogeneidad que poseen.

Finalmente en el componente descriptivo resulta indispensable incluir la caracterización geográfica a través de la implementación de un SIG, que permita observar la dinámica de estos sistemas de manera general.

4.5.2 Componente metodológico: aunque las metodologías planteadas en el protocolo de monitoreo se han estandarizado y definido de manera específica para cada uno de los grupos, teniendo en cuenta las características geográficas y de paisaje propias de la cuenca, resulta importante aclarar que estas deben ser implementadas en las matrices puras de cada hábitat, esto es, no en sistemas transicionales o de borde, ya que esto puede originar problemas de sub o sobre valoración de la diversidad de los grupos biológicos en las unidades de paisaje.

4.5.3 Componente operacional: El diseño e implementación del modelo de valoración expuesto en esta investigación constituye el primer y más importante paso para el monitoreo de la diversidad asociada a sistemas forestales en la cuenca del río Chinchiná. Sin embargo solo a través de su continuidad en cortos, medianos y largos periodos de tiempo, se podrán evaluar tanto su efectividad, como la dinámica propia de la biodiversidad asociada a dichos sistemas; y por ende se podrán establecer de manera efectiva opciones de manejo a partir de la evolución de los diagnósticos emitidos en distintos periodos de tiempo.

Agradecimientos

Este documento no hubiera sido posible sin el aporte de las siguientes instituciones y personas a las cuales expresamos nuestros más sinceros

agradecimientos:

Al Centro Andino para la Economía del Medio Ambiente “CAEMA”, La Fundación Ecológica Cafetera, Infi-Manizales, Conservación Internacional, Corporación Autónoma Regional de Caldas “CORPOCALDAS” y demás instituciones vinculadas al proyecto Forestal para la Cuenca del Río Chinchiná “PROCUENCA”, así como al equipo técnico y operativo de este proyecto.

A los coordinadores, investigadores y demás personas vinculadas al proyecto “modelo e indicadores de biodiversidad para medir aumento biodiversidad - proyecto forestal para la cuenca del Río Chinchiná (PROCUENCA)” y a la Fundación ProAves Colombia: Alonso Quevedo Gil, María Isabel Moreno, Carlos Andrés Páez O, Angélica María Carvajal L, Luis Felipe Barrera R, Alexander Augusto Monsalve y Héctor Fabián Guzmán.

A Marco Rada, Santiago Sánchez, Diana Patricia Montealegre y Marcela Gómez por su apoyo en la identificación taxonómica de algunos especímenes de Anfibios, Reptiles y Mamíferos.

Por último un especial y sincero agradecimiento a las comunidades campesinas de los municipios de Neira, Arauca, Manizales, Palestina y Risaralda en el departamento de Caldas, quienes acogieron y guiaron al equipo de investigadores en las diferentes localidades en donde se desarrollo el proyecto.

Bibliografía

Acosta-G. A.R. (2000) Ranas, Salamandras y Caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia En: *Biota Colombiana* 1 (3): 289-319 pp.

Alberico, M. & Orejuela, J. (1982). Diversidad específica de dos comunidades de murciélagos en Nariño, Colombia. *Cespedesia*, 3(41-42): 31-40.

Altringham, John D. (1996). *Bats, Biology and Behavior* Oxford University Press; University of Leeds, New York.

Arata, A. & Vaughn, J. (1970). Analyzes of the relative abundance and reproductive activity of bats in southwestern Colombia. *Caldasia*, 10(50): 517-528.

- Becerra, M. T. (1999). Influencia del disturbio antrópico sobre las comunidades de pequeños mamíferos de bosque seco tropical. Tesis Maestría en Biología, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.
- Blaustein, A.R. & Wake, D.B. (1990). Declining amphibian populations: a global phenomenon? *Trends in Ecology and Evolution* 5:203-204.
- Botero, J., Verhelst, J. C., Orrego, O., Pfeifer, A. M., Rodríguez, J. C., López, J. A., & Franco, V. M. (2001). La biodiversidad del municipio de Manizales: inventario y diagnóstico del patrimonio biótico. Centro Nacional de Investigaciones del Café, CENICAFÉ. 214pp.
- Botero, J.E., Lentijo, G-M., López, A.M., Castellanos, O., Aristizábal, C., Franco, N. & Arbeláez, D. (2005). Adiciones a la lista de aves del municipio de Manizales. En: Boletín SAO. Vol. XV (No. 02). 69-88 pp. Disponible en: <http://www.sao.org.co/publicaciones/boletinsao/08-Boteroetal-Manizales.pdf>
- Brown, J.H. (1968). Activity patterns of zone Neotropical bats. *Journal of Mammalogy*, 49(4):754-757.
- Brown, A. D. & Kappelle, M. (2001). Introducción a los bosques nublados del geotrópico: una síntesis regional. En: Kappelle, M. & Brown, D.A. (eds). Bosques nublados del geotrópico. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- Calderón, E., G. Galeano, y N. García, (Eds.). (2002). Libro Rojo de Plantas Fanerógamas de Colombia. Volumen 1: Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae y Lecythidaceae. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia.
- Campollo – Rivas, O. (1994). Modelos matemáticos en medicina y biología: bases teóricas y fundamentos. *Rev. Invest. Clin.* 46:307-21. Disponible en: <http://www.imbiomed.com.mx/1/PDF/Nn44-07.pdf>
- Carvalho KS & Vasconcelos HL. (1999). Forest fragmentation in central Amazonia and its effects on litter-dwelling ants. *Biological Conservation* 91:151-157.
- Castaño J. H., Corrales, D. & Velázquez, S. (2003). Estructura y composición de la comunidad de Murciélagos de un fragmento de bosque Andino en la ciudad de Manizales - Caldas En: Boletín científico, Centro de Museos-Museo de Historia Natural. Vol., 7 (Enero-Diciembre). 2003. p. 121-144. Disponible en: <http://www.bio-nica.info/Biblioteca/Castano2003.pdf>
- CENICAFÉ. (2001). La biodiversidad del municipio de Manizales: Inventario y diagnóstico del patrimonio biótico. Documento técnico. Pps 214.
- CORPOCALDAS (2002). Plan de ordenamiento territorial, municipio de Manizales. Documento técnico. Corporación regional de Caldas.
- CORPOCALDAS (1999). Plan de ordenamiento territorial, municipio de Palestina. Documento técnico. Corporación regional de Caldas.
- CORPOCALDAS (1999). Plan de ordenamiento territorial, municipio de Chinchiná. Documento técnico. Corporación regional de Caldas.
- CORPOCALDAS (1999). Plan de ordenamiento territorial, municipio de Neira. Documento técnico. Corporación regional de Caldas.
- CORPOCALDAS (2002). Plan de ordenamiento territorial, municipio de Villamaría. Documento técnico. Corporación regional de Caldas.
- CORPOCALDAS (2002). Plan de ordenamiento territorial, municipio de Villamaría. Documento técnico. Corporación regional de Caldas.
- Duellman, W.E. & Trueb, L. (1986). Biology of amphibians. McGraw-Hill Book Company, New York, 670 pp.
- Echeverría, D.D. & Montanelli, S.B. (1992). Estereomorfología del aparato bucal y cavidad oral de las larvas de *Oloolygon fuscovaria* (Lutz, 1925) (Anura, Hylidae). *Rev. Mus.Arg.Cs.Nat.Bernardino*
- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 34: 487-515.
- Flemming, T.H. (1982). Foraging strategies of plant-visiting bats. In *Ecology of Bats* (Kunz, T., ed.). 1st. edition. Plenum Publishing Corporation. New York, USA, 287-325.
- Fleming, T. H. & Heithaus E. R.. (1981). Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of Tropical forest. *Biotropica*, 13: 45-53.
- Franco, A.M. (1997). Vertebrados terrestres que representan algún riesgo de extinción en Colombia. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad Colombia, Tomo I. Diversidad biológica. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - Ministerio del Medio Ambiente - Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

- Friend, A. & Rapport, D. (1979): "Towards a comprehensive framework for environmental statistics: a stress-response Approach", *Statistics Canada Catalogue*, 11, p. 510.
- Gascon C., T.E. Lovejoy, R.O. Bierregaard, J.R. Malcom, P.C. Stouffer, H.L. Vasconcelos, W.F. Laurance, B. Zimmerman, M. Tocher & S. Borges. (1999). Matrix-habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biological Conservation* 90: 1-7.
- Gaston KJ (1996) Species richness: measure and measurement. En: Gaston KJ (ed.). *Biodiversity: a biology by numbers and difference*. Blackwell Science, Oxford UK: 77-113 pp.
- Greenberg, R. & Rice, R. A. (2000). The Peruvian shade-grown coffee primer. Migratory Bird Center Smithsonian Institution.
- Heithaus, E. R., T. H. Fleming & Opler, P. A. (1975). Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology*, 56:841-854.
- Herrera, M. Del Valle, J. & Orrego, S. (2001). Hábitats de la vegetación herbácea y leñosa pequeña y necromasa en bosques primarios intervenidos y secundarios de Colombia. Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en ecosistemas forestales, 18 al 20 de octubre de 2001, Valdivia, Chile. Disponible en: http://www.uach.cl/procarbono/pdf/simposio_carbono/28_Herrera.PDF
- Heyer, W.R., Donnelly, M. A., McDiarmid, R. W., Hayek, L. C. & Foster M. S. (Edit.) (1994). *Standar techniques for inventory and monitoring*. Páginas: 75-141, En: *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Smithsonian Institution, Washington, USA.
- Hill, J.E & Smith, J. (1986). *Bats, a Natural History*. University of Texas Press, Austin
- Hilty, S. L. & Brown, W. L. (1986). *A Guide to the birds of Colombia*. Princeton University Press. Princeton.
- Houlahan, JE; Findlay, CS; Schmidt, BR; Meyer, AH & Kuzman SL. (2000) .Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*. 404:752-755.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2004). Construcción y estimación de indicadores de seguimiento de la política de biodiversidad. Programa de política y legislación sistema de indicadores de seguimiento de la política de biodiversidad. Bogotá D.C.48 pp.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2009). *Conceptos generales sobre indicadores de estado del conocimiento*. Disponible en: http://www.siac.net.co/BancoConocimiento/P/ps_indicadores_conceptos/ps_indicadores_conceptos.php
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Programa de inventario de la biodiversidad Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA. (1998). *El bosque seco tropical (bs-T) en Colombia*. Disponible en <http://www.humboldt.org.co/download/inventarios/bst/Doc3.pdf>.
- Juniper, T. & Parr, M. (1998). *Parrots: A Guide to Parrots of the World*. Yale University Press, New Haven, Connecticut, pp. 389.
- Jones, C., McShea, W., Conroy, M. & Kunz, T. (1996). Capturing Mammals. Pp. 115-155 en: *Measuring and Monitoring Biological Diversity - Standard Methods for Mammals* (D. Wilson et al, eds). Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- Kenny, J.S. (1969). *The amphibia of Trinidad. Studies on the Fauna of Curacao and Other Caribbean Islands* 29: 1-78.
- Klein B C (1989) Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. *Ecology* 70: 1715-1725
- Krebs, C. (1972). *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. Harper y Ron Publisher. 694 pp.
- Kuntz, T. H. & Kurta, A (1988). Capture methods and holding devices pp.1-28 En: Kuntz T. H. *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. London
- Linares, O. J. (1998). *Mamíferos de Venezuela*. Editorial Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Lynch, J. D. (1983). A new leptodactylid frog from the Cordillera Oriental of Colombia; 52-57 pp, En Rhoding, A, G. and Miyata, K. (Eds.). *Advances in Herpetology and Evolutionary Biology. Essays in honor of Ernest W. Williams*, Mus, Comp, Zool., Cambridge, Mass.
- Maidana, N.I. & Echeverría, D.D. (1989) 1992. Acerca de la presencia de frústulos de dos especies de *Stenopterobia* Breb. (Suriellaceae, Bacillariophyceae) en el contenido intestinal de las larvas de *Ololygon fuscovaria* Lutz (Anura, Hylidae) en Misiones, Argentina. *Physis (Bs.As.)*, Secc. B. 47 (113):38-39.
- Malcom, J. R. (1997). *Hábitats and Diversity of Small Mammals in Amazonian Forest Fragments*. En: Laurance, W.; Bierregaard Jr., R. O. *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities*: 207-221. The University of Chicago Press.

Meffe, G.K. & Carroll, C.R. (1997). Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Sunderland, Mass. 729 pp.

Mesa, E. (1997). Rango de acción, uso de hábitat y anotaciones sobre el conocimiento popular del chucuro (*Mustela frenata*) en una zona de El Tambo, Cauca. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Ministerio del Medio Ambiente, Departamento Nacional de Planeación, Instituto Alexander von Humboldt. (1995). Política Nacional de Biodiversidad. Colombia. 18 pp. Disponible en: <http://www.corponor.gov.co/bosques/Normatividad/PDF/PNbiodiversidad.pdf>

Mittermeier, R.A., Myers, N. & Mittermeier, C.G. (1999). Biodiversidad amenazada. Las ecorregiones Terrestres Prioritarias del Mundo. Cemex & Conservation Internacional. 430 pp.

Molinari, J. (1993). El mutualismo entre frugívoros y plantas en las selvas tropicales: aspectos paleobiológicos, autoecología y el papel comunitario. *Acta Biológica Venezuelana*, 14:1-44.

Moreno, C.E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA, Vol 1. Zaragoza, 84p.

Morrone, J. J. (1994). On the identification of areas of endemism. *Systematic Biology* 43: 438-441

Muñoz, J. (1990). Diversidad y hábitos alimenticios de murciélagos en transectos altitudinales a través de la cordillera Central de los Andes en Colombia. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 25(1): 1-17.

Muñoz, J. (1993). Murciélagos del norte de Antioquia (Colombia). *Studies on neotropical fauna and environment*, 28(2): 83-93

Muñoz, J. (1995). Clave de murciélagos vivientes en Colombia. Universidad de Antioquia, Editorial Ciudad, Medellín.

Muñoz-Saba, Y.; Cadena, A. & Rangel-Ch., J.O. (1997). Ecología de murciélagos antofilos del sector La Curía, serranía La Macarena, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 21(81): 473-486. Disponible en: <http://www.accefyn.org.co/PublicAcad/Periodicas/Volumen21/81/473-486.pdf>

Müller, P. (1973). The dispersal centres of terrestrial vertebrates in the Neotropical realm: A study in the evolution of the Neotropical biota and its native landscapes. Junk, La Haya.

OCDE (1993). Organization for Economic cooperation and development Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews. A synthesis report by the group on the state of environment, Paris.

Otálora, A. (2003). Mamíferos de los bosques de roble. *Acta Biológica Colombiana*, Vol. 8 No. 2. Disponible en: <http://www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol/Resumenes/80203/R6%20V8N2.pdf>

Parker, T. A. (1991). On the use of tape recorders in avifaunal surveys. *Auk*. 108 pp. Disponible en: <http://eamusic.dartmouth.edu/~larry/music1052008/readings/parker1991.pdf>

Pérez-Torres, J. & Ahumada, J.A. (2004). Assembling changes of high mountain cloud forest chiropterans in response to habitat fragmentation. In: Bogdanowicz, W., Lina, P.H.C., Pilot, M. & Rutkowski, R. [Eds]. International Bat Research Conference (13, 2004, Mikolajki). [Abstracts]. Warszawa, Museum and Institute of Zoology PAS: 68.

PROCUENCA (2004). Estudio de Prefactibilidad para Implementar el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en el Proyecto PROCUENCA. Informe final. 181 Pps.

Ralph, C. J.; G. R. Geupel; P. Pyle, T. E. Martin, D.F Desante B. Mila. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Albany, CA Pacific Southwest Station, Forest service, U.S. Department of Agriculture. Disponible en: <http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/gtr-159/gtr-159-cover.pdf>

Renjifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinell, 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.

Rivas-Pava, P.; Sánchez-Palomino, P. & Cadena, A. (1996). Estructura Trófica de la Comunidad de quirópteros en bosques de galería de la serranía de La Macarena (Meta-Colombia). *Contributions in Mammalogy: A memorial volume Honoring Dr. J. Knox Jones, Jr.* Texas Press Tech, 237-248.

Rodríguez-Bolaños, A. (1995). Rango de acción y hábitos alimenticios del coati de montaña *Nasuella olivacea* en la Reserva Biológica Carpanta (Cundinamarca). Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá

Rodríguez-Mahecha, J.V. & Hernández-Camacho, J.I. (2002). Loros de Colombia. Conservación Internacional, Tropical Field Guide Series 3. Bogotá D.C, Colombia. 478 pp.

- Salaman, P., Donegan, T. & Caro, D. (2008) Listado de Avifauna Colombiana 2008. Conservación Colombiana 5. Fundación ProAves, Bogotá, Colombia. Disponible en: http://www.proaves.org/IMG/pdf/Listado_de_Aves_de_Colombia_2008.pdf
- Sánchez, F. (2000) Inventario de mamíferos en un bosque andino del departamento de Caldas. En: Boletín científico, Museo de Historia Natural. Universidad de Caldas Vol., 4, 17-25 pp. Disponible en: <http://www.freewebs.com/fasbos/Sanchez%202000.pdf>
- Sánchez, F.; Sánchez-Palomino, P. & Cadena, A. (2004) Inventario de mamíferos en un bosque de los Andes centrales de Colombia. *Caldasia*, 26(1): 291-309.pp. Disponible en: [http://www.unal.edu.co/icn/publicaciones/Caldasia/26\(1\)/20F.pdf](http://www.unal.edu.co/icn/publicaciones/Caldasia/26(1)/20F.pdf)
- Sánchez-Palomino, P.; Rivas-Pava, P. & Cadena, A. (1993). Composición, abundancia y riqueza de especies de la comunidad de murciélagos en bosques de galería en la serranía de La Macarena (Meta - Colombia). *Caldasia*, 17(2): 301-312.
- Sanderson, S. L. & Wassersug, R. (1990). Suspension-feeding vertebrates. *Sci. Am.* 262,96 -101.
- Saunders, D. A. & R. J. Hobbs. (1991). The role of corridors in conservation: what do we know and where do we go? En: D.A. Saunders y R.J. Hobbs, eds., *Nature Conservation: the role of corridors*. Beathy and Sons, Australia. pp. 421-427.
- Scott, P., J. Burton & R. Fitter (1987). "Red data books: the historical background", en Fitter, R. y M. Fitter (eds.): "The road to extinction", pp. 1-5, IUCN, Gland, Suiza.
- Sibley, A. D. (2001). The Sibley Guide to Bird Life and Behavior. Nueva York: Chanticleer Press Inc.
- Simberloff, D.; J. Farr, A.; Cox, J. & Mehlman D. W. (1992). Movement corridors: Conservation bargains or poor investments? *Conservation Biology* 6:493-504 pp.
- Simmons, J.E. (1987). Herpetological Collecting and Collections Management. Society for the Study of Amphibians and Reptiles Herpetological Circular No. 16, 70 pp.
- Stebbins, R. C., & N. W. Cohen. (1995). A natural history of amphibians. Princeton University Press:i-xvi, 1-316.
- Terborgh, J. (1989). Where have all the birds gone?. Princeton. Princeton Univ. Press.
- Tuttle, M.(1999). The Secret World of Bats. Video producido por TIME-LIFE.
- Verhelst, J. C., Rodríguez, J. C., Orrego, O., Botero, J., López, J. A., Franco, A. M. & Pfeifer, A. M. (2001). Aves Del municipio de Manizales - Caldas, Colombia. *Biota Colombiana* 2 (39): 265-284. Disponible en: http://www.humboldt.org.co/download/aves_de_manizales.pdf
- Voss, R.S. (1988). Systematics and ecology of ichthyomyine rodents (Muroidea): patterns of morphological evolution in a small adaptative radiation. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 188:259-493 pp.
- Voss Rs & Lh Emmons. (1996). Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 230:1-115.
- Whitcomb, R. F., C. S. Robbins, J. F. Lynch, B. L. Whitcomb, M. K. Klimkiewicz, & Bystrak, D. (1981). Effects of forest fragmentation on avifauna of the Eastern Deciduous Forest. Pages 126-205 in R. L. Burgess and D. M. Sharpe, editors. *Forest island dynamics in man-dominated landscapes*. Springer-Verlag, New York, New York, USA.
- Williams, J. D. & D. D. Echeverría. (1995). Amphibia. En: Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Estela C. Lopretto y Guillermo Tell (directores). Ediciones Sur, La Plata. pp: 1369-1401
- Yahner, R. H. 1988. Changes in wildlife communities near edges. *Conservation Biology* 2(4): 333-339.

Anexos

Listado general de especies

1. Aves

Familia	Especie
Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>
	<i>Butorides striata</i>
Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>
Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>
Accipitridae	<i>Accipiter ventralis</i>
	<i>Buteo magnirostris</i>
	<i>Buteo platypterus</i>
Falconidae	<i>Caracara plancus</i>
	<i>Milvago chimachima</i>
	<i>Falco sparverius</i>
	<i>Falco femoralis</i>
Cracidae	<i>Ortalis motmot</i>
Odonthophoridae	<i>Colinus cristatus</i>
Rallidae	<i>Aramides cajanea</i>
	<i>Gallinula chloropus</i>
Jacanidae	<i>Jacana jacana</i>
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>
Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>
Columbidae	<i>Columba fasciata</i>
	<i>Columba plumbea</i>
	<i>Zenaida auriculata</i>
	<i>Columbina talpacoti</i>
	<i>Leptotila verreauxi</i>
Psittacidae	<i>Leptosittaca branickii</i>
	<i>Forpus conspicillatus</i>
	<i>Pionus menstrus</i>
	<i>Pionus chalcopterus</i>
	<i>Amazona mercenaria</i>
Cuculidae	<i>Coccyzus pumilus</i>
	<i>Coccyzus americanus</i>
	<i>Piaya cayana</i>
	<i>Crotophaga ani</i>
	<i>Tapera naevia</i>

Continuación Listado general de especies

1. Aves

Strigidae	<i>Otus choliba</i>
	<i>Pulsatrix perspicillata</i>
Nyctibidae	<i>Nyctibus griseus</i>
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>
Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>
	<i>Streptoprocne rutilus</i>
Trochilidae	<i>Glacius hirsuta</i>
	<i>Phaethornis guy</i>
	<i>Phaethornis syrmatophorus</i>
	<i>Doryfera ludoviciae</i>
	<i>Campylopterus largipennis</i>
	<i>Campylopterus falcatus</i>
	<i>Florisuga mellivora</i>
	<i>Chrysolampis mosquitus</i>
	<i>Chlorostilbon mellisigus</i>
	<i>Agyrtria franciae</i>
	<i>Saucerottia saucerrottei</i>
	<i>Amazilia tzacatl</i>
	<i>Chalybura buffonii</i>
	<i>Adelomyia melanogenis</i>
	<i>Heliodoxa rubinoides</i>
	<i>Lafresnaya lafresnayi</i>
	<i>Coeligena coeligena</i>
	<i>Coeligena torquata</i>
	<i>Coeligena lutetiae</i>
	<i>Boissonneaua flavescens</i>
	<i>Haplophaedia aureliae</i>
	<i>Ocreatus underwoodii</i>
	<i>Aglaiocercus kingi</i>
	<i>Augastes geoffroyi</i>
	<i>Heliomaster longirostris</i>
	<i>Chaetocercus mulsant</i>
Trogonidae	<i>Pharomachrus auriceps</i>
	<i>Trogon personatus</i>
Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>
Momotidae	<i>Momotus momota</i>
Bucconidae	<i>Malacoptila mystacalis</i>
Ramphastidae	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>
	<i>Andigena nigrirostris</i>
Picidae	<i>Piculus rubiginosus</i>

Continuación Listado general de especies

1. Aves

	<i>Melanerpes formicivorus</i>
	<i>Melanerpes rubricapillus</i>
	<i>Chrysopygus punctigula</i>
	<i>Colaptes punctigula</i>
	<i>Veniliornis fumigatus</i>
	<i>Veniliornis kirkii</i>
	<i>Campaphilus pollens</i>
	<i>Dryocopus lineatus</i>
Dendrocolaptidae	<i>Dendrocincla tyrannina</i>
	<i>Dendrocolaptes picumnus</i>
	<i>Xyphorhynchus guttatus</i>
	<i>Lepidocolaptes affinis</i>
Furnariidae	<i>Synallaxis azarae</i>
	<i>Synallaxis albescens</i>
	<i>Synallaxis brachyura</i>
	<i>Premnoplex brunnescens</i>
	<i>Anabacerthia striaticollis</i>
	<i>Thripadectes virgaticeps</i>
Tapmnophilidae	<i>Taraba major</i>
	<i>Tamnophilus multistriatus</i>
	<i>Cercomacra nigricans</i>
Formicariidae	<i>Grallaria guatemalensis</i>
	<i>Grallaria ruficapilla</i>
Cotingidae	<i>Pipreola riefferi</i>
	<i>Pachyramphus rufus</i>
Tyrannidae	<i>Phylloscartes ophthalmicus</i>
	<i>Pogonotriccus poecilotis</i>
	<i>Phyllomyias nigrocapillus</i>
	<i>Zimmerius chrysops</i>
	<i>Camptostoma obsoletum</i>
	<i>Phaeomyias murina</i>
	<i>Tyrannulus elatus</i>
	<i>Myiopagis viridicata</i>
	<i>Elaenia flavogaster</i>
	<i>Elaenia frantzii</i>
	<i>Mecocerculus leucophrys</i>
	<i>Serpophaga cinerea</i>
	<i>Mionectes striaticollis</i>
	<i>Mionectes oleagineus</i>
	<i>Poecilotriccus ruficeps</i>

Continuación Listado general de especies

1. Aves

	<i>Todirostrum cinereum</i>
	<i>Todirostrum sylvia</i>
	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>
	<i>Myiobius atricaudus</i>
	<i>Pyrrhomyias cinamomea</i>
	<i>Contopus virens</i>
	<i>Contopus fumigatus</i>
	<i>Contopus cinereus</i>
	<i>Sayornis nigricans</i>
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>
	<i>Machetornis rixosus</i>
	<i>Myarchus cephalotes</i>
	<i>Myarchus tuberculifer</i>
	<i>Pitangus sulphuratus</i>
	<i>Pitangus lictor</i>
	<i>Myiozetetes cayanensis</i>
	<i>Myiozetetes granadensis</i>
	<i>Myiodinastes maculatus</i>
	<i>Myiodinastes chrysocephalus</i>
	<i>Legatus leucophagiis</i>
	<i>Tyrannus savana</i>
	<i>Tyrannus tyrannus</i>
	<i>Tyrannus melancholicus</i>
Hirundinidae	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>
	<i>Notiochelidon murina</i>
	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>
Corvidae	<i>Cyanolitta armillata</i>
	<i>Cyanocorax yncas</i>
	<i>Cyanocorax affinis</i>
Troglodytidae	<i>Thryothorus sclateri</i>
	<i>Trglodytes aedon</i>
	<i>Henicorhina leucosticta</i>
	<i>Henicorhina leucophrys</i>
	<i>Microcerculus marginatus</i>
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>
Turdidae	<i>Myadestes ralloides</i>
	<i>Catharus aurantiirostris</i>
	<i>Catharus ustulatus</i>
	<i>Turdus fuscater</i>
	<i>Turdus leucomelas</i>

Continuación Listado general de especies

1. Aves

	<i>Turdus ignobilis</i>
Silviidae	<i>Polioptila plumbea</i>
Vireonidae	<i>Cyclarhis nigrirostris</i>
	<i>Vireo olivaceus</i>
	<i>Vireo leucophrys</i>
	<i>Hylophilus semibrunneus</i>
Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>
	<i>Molothrus bonariensis</i>
	<i>Amblycercus holosericeus</i>
Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>
	<i>Vermivora peregrina</i>
	<i>Parula pitiayumi</i>
	<i>Dendroica petechia</i>
	<i>Dendroica fusca</i>
	<i>Seiurus noveboracensis</i>
	<i>Geothlypis semiflava</i>
	<i>Oporornis philadelphia</i>
	<i>Wilsonia canadensis</i>
	<i>Myioborus miniatus</i>
	<i>Basileuterus tristriatis</i>
	<i>Basileuterus coronatus</i>
	<i>Basileuterus fulvicauda</i>
Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i>
	<i>Diglossa albilatera</i>
	<i>Dacnis lineata</i>
	<i>Chlorophanes spiza</i>
Thraupidae	<i>Euphonia xanthogaster</i>
	<i>Euphonia musica</i>
	<i>Euphonia lanirostris</i>
	<i>Tangara arthus</i>
	<i>Tangara xanthocephala</i>
	<i>Tangara labradorides</i>
	<i>Tangara cyanicollis</i>
	<i>Tangara gyrola</i>
	<i>Tangara vitriolina</i>
	<i>Tangara nigroviridis</i>
	<i>Tangara heinei</i>
	<i>Anisognathus somptuosus</i>
	<i>Thraupis episcopus</i>
	<i>Thraupis palmarum</i>

Continuación Listado general de especies

1. Aves

	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>
	<i>Ramphocelus flammigerus</i>
	<i>Piranga flava</i>
	<i>Piranga rubra</i>
	<i>Tachyphonus rufus</i>
	<i>Tachyphonus luctuosus</i>
	<i>Eucometis penicillata</i>
	<i>Hemithraupis guira</i>
	<i>Sericossypha albocristata</i>
	<i>Chlorospingus ophthalmicus</i>
	<i>Hemispingus frontalis</i>
Fringillidae	<i>Cyanocompsa cyanea</i>
	<i>Saltator atripennis</i>
	<i>Saltator striatipectus</i>
	<i>Pheucticus ludovicianus</i>
	<i>Atlapetes gutturalis</i>
	<i>Buarremon brunneinuchus</i>
	<i>Tiaris olivacea</i>
	<i>Oryzoborus angolensis</i>
	<i>Oryzoborus crassirostris</i>
	<i>Sporophila schistacea</i>
	<i>Sporophila luctuosa</i>
	<i>Sporophila nigricollis</i>
	<i>Sporophila minuta</i>
	<i>Volatinia jacarina</i>
	<i>Sicalis citrina</i>
	<i>Sicalis flaveola</i>
	<i>Emberizoides herbicola</i>
	<i>Zonotrichia capensis</i>
	<i>Carduelis spinescens</i>
	<i>Carduelis psaltria</i>
	<i>Carduelis xanthogaster</i>

Listado general de especies

2. Herpetos (anfibios y reptiles)

Familia	Especie
Plethodontidae	<i>Bolitoglossa ramosi</i>
Bufonidae	<i>Chaunus marinus</i>
Dendrobatidae	<i>Colostethus fraterdanieli</i>
Hylidae	<i>Dendropsophus columbianus</i>
	<i>Hyloscirtus larinopygion</i>
	<i>Scinax ruber</i>
Centrolenidae	<i>Cochranella savagei</i>
	<i>Hyalinobatrachium fleischmanni</i>
Brachycephalidae	<i>Eleutherodactylus erythropleura</i>
	<i>Eleutherodactylus acathinus/Pristimantis achatinus</i> Sinónimo
	<i>Eleutherodactylus thectopternus/Pristimantis thectopternus</i> Sinónimo
	<i>Eleutherodactylus boulengeri/Pristimantis boulengeri</i> Sinónimo
	<i>Eleutherodactylus piceus/Pristimantis piceus</i> Sinónimo
	<i>Eleutherodactylus taeniatus/Pristimantis taeniatus</i> Sinónimo
	<i>Eleutherodactylus uranobates/Pristimantis uranobates</i> Sinónimo
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus bolivianus</i>
Ranidae	<i>Lithobates catesbeianus</i>
Kinosternidae	<i>Kinosternon spurrelli</i>
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>
Polychrotidae	<i>Anolis auratus</i>
	<i>Anolis eulaemus</i>
	<i>Anolis antonii</i>
	<i>Phenacosaurus heterodermus</i>
Coritophanidae	<i>Basiliscus galeritus</i>
Teiidae	<i>Ameiva ameiva</i>
Gekkonidae	<i>Gonatodes albogularis</i>
Gymnophthalmidae	<i>Proctoporus sp. Nov</i>
	<i>Prionodactylus sp.</i>
Colubridae	<i>Atractus loveridgei</i>
	<i>Imantodes cenchoa</i>
	<i>Sibon nebulata</i>
	<i>Lampropeltis triangulum</i>
	<i>Liophis epinephelus</i>
	<i>Pseustes shropshirei</i>
Nota, taxonomía de anfibios usada con los arreglos de Darrel <i>et al.</i> , 2006	

Listado general de especies

3. Mamíferos

Familias y/o subfamilia	Especies
Noctilionidae	<i>Noctilio albiventris</i>
Stenodermatinae	<i>Lonchorhina aurita</i>
	<i>Phyllostomus discolor</i>
	<i>Artibeus hartii</i>
	<i>Artibeus jamaicensis</i>
	<i>Artibeus lituratus</i>
	<i>Artibeus phaeotis</i>
	<i>Sturnira aratathomasi</i>
	<i>Sturnira lilium</i>
	<i>Sturnira ludovici</i>
	<i>Sturnira magna</i>
	<i>Uroderma bilobatum</i>
	<i>Platyrrhinus helleri</i>
	<i>Vampyressa pusilla</i>
Desmodontidae	<i>Desmodus rotundus</i>
Vespertilionidae	<i>Histiotus montanus</i>
Carolliinae	<i>Carollia brevicauda</i>
	<i>Carollia perspicillata</i>
	<i>Carollia castanea</i>
Glossophaginae	<i>Glossophaga soricina</i>
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>
	<i>Didelphis albiventris</i>
	<i>Caluromys derbianus</i>
Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>
	<i>Potos flavus</i>
Soricidae	<i>Cryptotis colombiana</i>
	<i>Microryzomys minutus</i>
Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>



Fundación ProAves
 Carrera 20 N° 36-61
 Tels: (57-1) 340 3229 - 340 3261
 2455134 Fax. (57-1) 340 3285
 email: fundacion@proaves.org
 Bogotá, D.C Colombia

www.proaves.org

ISSN 1900-1592



9 771900 159006