

## MAMÍFEROS DE LOS BOSQUES DE ROBLE

### Mammals of the Oak Forest

AÍDA OTÁLORA ARDILA.

Departamento de Biología, Facultad de Ciencias,  
Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

Presentado en octubre 8 de 2003, aceptado en noviembre 14 de 2003.

### RESUMEN

El acelerado proceso de deforestación sobre los bosques andinos ha generado la formación de paisajes fragmentados. La distribución de los robledales en el país, se estableció con base en mapas de ecosistemas existentes. Los robledales de la zona de Encino y Charalá corresponden al fragmento de mayor extensión. Estos ecosistemas han sufrido procesos de fragmentación por la sobreexplotación de sus recursos. En estos robledales se registran 55 especies de mamíferos pertenecientes a 10 órdenes y 14 familias. Los órdenes *Chiroptera* y *Rodentia* son los más abundantes. En Encino y Charalá se estimó una pérdida de hábitat del 68.1% y las principales amenazas sobre estos robledales son las ejercidas por la presión antrópica. Se realizó una valoración del área de los parches de roble para las especies de mamíferos. Las especies grandes tuvieron una valoración mala, las medianas buena y regular y las especies pequeñas terrestres y arborícolas muy buena. Se sugiere un efecto del área de los fragmentos sobre las especies de mamíferos que podría reflejarse en la disminución de la riqueza de especies con la disminución del área de cada fragmento. Existe buena conectividad entre los fragmentos (cinco aislados). Esto significa que los fragmentos restantes funcionan como una unidad continua permitiendo el sostenimiento de una mayor diversidad de especies. Además, entre los fragmentos conectados existe una gran franja de páramo la cual contribuye a aumentar la conectividad entre los mismos y ofrece hábitats diferentes para algunas especies de mamíferos que pueden explotar los recursos del ecosistema paramuno.

**Palabras clave:** fragmentación, mamíferos, bosques, robles, Colombia.

### ABSTRACT

The high rate of deforestation over the Andean forests has generated a large proportion of fragmented landscapes in the country. The distribution of Oak groves in the country was determined based on ecosystem maps. Charalá and Encino Oak groves patches are the largest ones found at the east Andes and like others, due to the unfair use of this resources, has suffered a fragmentation process. Fifty five species of mammals included in 10 orders and 14 families were found in these forests. *Chiroptera* and *Rodentia* were the most representative groups. Anthropic processes had produced a 68.1% loss of the habitat, and constitutes the main threat for these forests. The size

of the patches were evaluated for three mammal species categories. The patches' area are not favorable for large-size species, intermediately to favorable to medium-size species and are favorable for small-size species. It is suggested that patches' area effect over mammal species could relate to the decrease of species richness and of each fragment area. There are good connections between patches (only five isolated), allowing the presence of a greater species diversity. There is also a bleak plateau zone between connected patches increasing their connectivity and offering different habitats and resources for some mammal species.

**Key words:** fragmentation, mammals, forest, oak, Colombia.

## INTRODUCCIÓN

La principal amenaza sobre los bosques es la deforestación y explotación de los recursos que estos ofrecen. Estos fenómenos han llevado a la degradación de la cobertura boscosa convirtiéndolos en hábitats fragmentados (Whitmore 1997). Un hábitat fragmentado se caracteriza por la conformación de parches de bosques de tamaños pequeños separados entre sí y de menor área que la del bosque original. Estos procesos conllevan al establecimiento de paisajes heterogéneos donde se mezclan hábitats transformados como los agroecosistemas y los remanentes de bosques aledaños (López 1998). Los principales efectos de la fragmentación son la alteración microclimática tanto en el borde como en el interior del fragmento y el aislamiento entre parches dentro de una matriz circundante. Las modificaciones causadas por la fragmentación en un bosque tendrán un mayor impacto de acuerdo a características como número, área, forma y grado de aislamiento de los parches, también de su ubicación con relación a otros parches, tipo de matriz que lo rodea y de su posición en el paisaje (revisado por López 1998). Colombia es un país que tiene una gran diversidad de ecosistemas por lo cual presenta una alta diversidad biológica. Sin embargo, casi 45% del territorio nacional ha sufrido una alteración drástica debido al aumento demográfico y al intenso progreso de las fronteras agropecuarias (Etter 1993). Entre los biomas más afectados se encuentran los bosques Andinos que en la actualidad representan 27% de su cobertura original (Etter 1993), los cuales han sido severamente deforestados en algunas zonas del país en donde la vegetación natural permanece en forma de pequeños relictos (Andrade 1993).

Los robledales son un componente florístico importante de los bosques andinos y altoandinos del país y por consiguiente son también amenazados por la expansión de la frontera agrícola (Lozano y Torres 1974, Pacheco y Pinzón 1997, Solano 2002). En el pasado los bosques de roble cubrieron una gran parte de las cordilleras de los Andes y actualmente son más abundantes en el flanco occidental de la cordillera Oriental alcanzando una extensión de 128.000 ha. En el límite de los departamentos de Santander y Boyacá se encuentran los relictos de robles más extensos de Colombia (Fundación Natura *et al.* 2000, Solano 2002). Sin embargo, han sido sometidos a una extracción inadecuada lo que ha generado una paulatina desaparición de estos bosques. Estos bosques son hábitats de algunas especies de aves y mamíferos con alta prioridad

de conservación ya sea por endemismos o por que se encuentran en algún grado de amenaza. Sin embargo, existe poca información sobre las especies de mamíferos registradas para estos ecosistemas y el impacto que genera la pérdida y fragmentación acelerada de estos bosques sobre estas especies. Además, los efectos de la fragmentación y la formación de bordes sobre los mamíferos son poco conocidos en los ecosistemas tropicales (Mesa *et al.* 1999). En general, son escasos los conocimientos que se tienen acerca de los efectos de la fragmentación sobre la capacidad de las especies animales y vegetales para mantener sus poblaciones a largo plazo en fragmentos aislados (Whitmore 1997). En este trabajo se hizo una primera aproximación en la identificación de los efectos del estado y distribución de los bosques de robles y su incidencia sobre los mamíferos que habitan estos ecosistemas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La distribución de los bosques de roble fue establecida con base en el mapa general de ecosistemas de Colombia (Etter 1998) y en el mapa de distribución de roble en el país (Cavelier 1997), y la historia natural y problemas de conservación de *Quercus humboldtii* (Fagaceae) consultados en la bibliografía. El listado de las especies de mamíferos de estos ecosistemas fue obtenido por revisión de información secundaria como: Informes de campo de las salidas de introducción a la sistemática animal en los años 1978, 1980, 1981 y 1982 al municipio de Charalá (Santander, Colombia) y Álvarez (2001). Así mismo, se obtuvo información preliminar del Inventario de la Reserva Biológica Cachalú (Rodríguez 2002), información sobre la fauna de mamíferos de esta zona (Fundación Natura *et al.* 2000) y revisión de especímenes de la Colección Teriológica del Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. La determinación taxonómica de los ejemplares no fue revisada. Se utilizó la información obtenida en el proyecto ecorregional en la cordillera Oriental sobre evaluación de la fragmentación de los ecosistemas naturales (Fundación Natura *et al.* 2000). Se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos para los robledales sobre: área total, número de fragmentos, área y forma de los fragmentos, conectividad, matriz y uso de este recurso. En el desarrollo del proyecto mencionado anteriormente se aplicaron los siguientes índices:

- Número total de parches.
- LPI: medición del porcentaje del fragmento más grande con respecto al área total de estudio.
- MPS: tamaño medio de los fragmentos por ecosistema.
- LSI: índice de forma de los fragmentos.
- MNND: distancia media al vecino más cercano del mismo ecosistema.
- MPFD: dimensión fractal, que es una medida de la complejidad de los fragmentos.
- I/J: índice de yuxtaposición, que es una medida de la heterogeneidad de los ecosistemas alrededor de un ecosistema en particular.

A cada resultado se le asignó una valoración de 1 a 5 en donde 1 correspondió al mayor grado de fragmentación y 5 al menor (Tabla 1). En este trabajo se evaluaron los índices de LPI y MPS para los fragmentos de robles en el área de Charalá y Encino. La escala de valoración empleada fue la misma utilizada por Fundación Natura *et al.* (2000). A partir

de un mapa de la zona escala 1: 1 052 063 suministrado por la Fundación Natura (2000), se obtuvo información sobre: área total, número de fragmentos y área de cada fragmento. Para establecer el área de los fragmentos, éstos fueron ampliados 5.5 veces en un estéreo de cámara lúcida marca WILD Heerbrug y a cada fragmento aumentado se le midió el área con un planímetro marca LICOR. El área total se consideró como la suma de las áreas de cada fragmento.

ESCALA DE VALORACIÓN					
ÍNDICE	1	2	3	4	5
LPI (%)	0.25	0.25-0.50	0.50-0.75	0.75-1	>1
MPS (ha)	0-125000	125000-250000	250000-375000	375000-500000	500000-6250000
LSI	>28.24	28.24-28.18	28.18-28.12	28.12-28.06	<28.06
MNND (m)	0-7000	7000-14000	14000-21000	21000-28000	28000-35000
MPFD	>1.1	1.1-1.075	1.075-1.05	1.05-1.025	1.025-1
I/J (%)	>20	15-20	10-15	5-10	0-5

Tomado y adaptado de Fundación Natura (2000).

Tabla 1. Escala de valoración para los Índices utilizados por Fundación Natura.

Con base en la información del mapa antes mencionado se consideró a un fragmento aislado cuando la distancia al parche más cercano fue mayor al radio del fragmento evaluado. Se estimó la pérdida de hábitat como el porcentaje de área perdido al compararse el área pasada total (asumiendo que el área de estudio estuvo cubierta totalmente de vegetación), con la cobertura boscosa actual. Esta cobertura boscosa fue considerada como la suma del área de los robledales y los bosques restantes. El área de los otros bosques fue estimada copiando las siluetas de éstos en una cuadrícula en acetato (cuadros de 5 x 5 mm). Esta cuadrícula fue sobrepuesta en una hoja de papel milimetrado en donde se contaron los mm<sup>2</sup>.

En cuanto a los datos faunísticos, se establecieron agrupaciones para las especies registradas de mamíferos en las siguientes categorías:

- Tamaño: grandes, medianos y pequeños (Jones *et al.* 1996)
- Hábito: diurno, nocturno, diurno-nocturno.
- Dieta: omnívoros, frugívoros, folívoros, insectívoros, nectarívoro-polinívoro, semillas-granos y hematófagos.
- Organización social: gregario, solitario, solitario-gregario.
- Plasticidad: alta, baja.
- Endemismo.
- CITES (Apéndice I; II ó III)

Con las anteriores agrupaciones se establecieron varias clasificaciones: tamaño vs. dieta, tamaño vs. hábito y tamaño vs. plasticidad. La información de las especies de mamíferos sobre hábito, dieta, organización social, plasticidad, endemismo, CITES y área de acción se obtuvo de Gyldenstolpe (1932), Kaufman *et al.* (1976), Hearey *et al.* (1978), Sanquist *et al.* (1987), Eisenberg (1989), Montenegro y López (1990), Rodríguez (1991), Rodríguez (1995), Cadena y Malagón (1994), UICN (1994), Musser y Carleton (1997), Linares (1998), Simmons y Voss (1998), Albuja (1999), Alberico *et al.* (2000), Morales

(2000), Sandoval (2000), UICN (2001) y Voss *et al.* (2001). Se estableció una escala de valoración para cada fragmento: muy bueno (MB), bueno (B), regular (R) y malo (M). Los valores fueron adjudicados teniendo en cuenta la relación entre el área de los fragmentos y el área de acción para 7 de las especies registradas en la zona. Estas especies representan 5 de los 7 grupos de la clasificación de tamaño vs. hábito y corresponden a las agrupaciones de grandes terrestres (*Tremarctos ornatus*), grandes arborícolas (*Alouatta seniculus*), medianos terrestres (*Nasuella olivacea* y *Didelphis marsupialis*), pequeños terrestres (*Oryzomys alfari*) y pequeños arborícolas (*Sciurus granatensis*). La información sobre la biología de las especies registradas fue analizada junto con los datos obtenidos sobre el estado de conservación de los robledales para establecer el efecto de éstos sobre los requerimientos de las especies de mamíferos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### DISTRIBUCIÓN DE LOS BOSQUES DE ROBLE EN COLOMBIA

El rango de distribución del roble va desde la región Holártica del continente hasta llegar a Centroamérica y norte de Suramérica (Kapelle 1996). El roble (*Quercus humboldtii*) tiene una amplia distribución en Colombia y se encuentra en la zona Andina de las tres cordilleras en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cauca, Risaralda, Cundinamarca, Huila, Santander, Tolima, Valle del Cauca, y en el oriente de Chocó (Etter, 1998). También puede encontrarse en Caldas, Caquetá, Nariño y Norte de Santander (Cavelier 1997). Es común encontrarlo en las formaciones vegetales correspondientes a bosque muy húmedo montano bajo (bmhMB), bosque húmedo montano bajo (bhMB) y bosque húmedo montano (bhM) en una franja altitudinal de 1.000 a 3.800 m.s.n.m., constituyéndose en un componente florístico importante de los bosques Andinos y Subandinos (Lozano y Torres 1974, Vidal y Zúñiga 1993, Pacheco y Pinzón 1997, Rangel *et al.* 1997a, Rangel *et al.* 1997b, Solano 2002).

### ESPECIES DE MAMÍFEROS DE LOS BOSQUES DE ROBLES

En los bosques de roble de Charalá y Encino se registran 55 especies de mamíferos pertenecientes a 14 familias y 10 órdenes (Figura 1, Tabla 2).

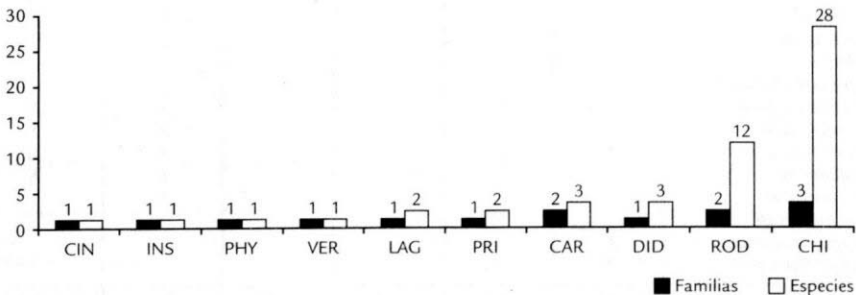


Figura 1. Número de familias y especies de los órdenes de mamíferos registrados en Charalá y Encino. CIN: *Cingulata*, INS: Insectívora, PHY: *Phyllophaga*, VER: Vermilingua, LAG: *Lagomorpha*, PRI: Primates, CAR: Carnívora, DID: *Didelphimorphia*, ROD: Rodentia, CHI: *Chiroptera*.

ESPECIE	CHARALÁ 1978-II	CHARALÁ 1980-I	CHARALÁ 1981-I	CHARALÁ 1982-II	F. NATURA 2000	RODRÍGUEZ 2002
<i>Didelphis marsupialis</i>					X	X
<i>Micoureus demerarae</i>		X				X
<i>Gracilinanus marica</i>						X
<i>Choloepus hoffmanni</i>					X	
<i>Dasypus novemcinctus</i>	X	X				X
<i>Tamandua tetradáctyla</i>						X
<i>Cryptotis thomasi</i>					X	
<i>Micronycteris schmidtorum</i>						X
<i>Anoura caudifera</i>	X	X	X			X
<i>Anoura cultrata</i>				X		X
<i>Anoura geoffroyi</i>	X	X	X	X		
<i>Choeroniscus sp</i>			X			
<i>Lonchophylla robusta</i>	X	X				X
<i>Carollia brevicauda</i>	X	X	X	X		X
<i>Carollia perspicillata</i>		X		X		X
<i>Sturnira erythromos</i>	X	X	X	X		
<i>Sturnira lilium</i>	X	X	X	X		X
<i>Sturnira ludovici</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Artibeus cf. cinereus</i>	X	X	X	X		
<i>Artibeus concolor</i>	X	X				
<i>Artibeus glaucus</i>						X
<i>Artibeus lituratus</i>	X	X	X	X		
<i>Artibeus toltecus</i>		X				
<i>Chiroderma salvini</i>			X			
<i>Platyrrhinus dorsalis</i>	X	X	X	X		X
<i>Platyrrhinus vittatus</i>			X			
<i>Vampyressa melissa</i>				X		
<i>Vampyressa nymphaea</i>		X				
<i>Vampyressa pusilla</i>	X	X	X			
<i>Desmodus rotundus</i>	X	X	X	X		X
<i>Lasiurus borealis</i>			X			
<i>Myotis albescens</i>	X	X				
<i>Myotis keaysi</i>						X
<i>Myotis nigricans</i>			X	X		
<i>Tadarida brasiliensis</i>			X			
<i>Aloautta seniculus</i>					X	
<i>Aotus brumbacki</i>				X		
<i>Nasua sp.</i>						X
<i>Nasuella cf. olivacea</i>				X	X	
<i>Tremarctos ornatus</i>	X					
<i>Microsciurus pucheranii</i>	X					
<i>Microsciurus santanderensis</i>				X		
<i>Sciurus granatensis.</i>	X			X		X
<i>Mus musculus</i>					X	
<i>Akodon affinis</i>					X	
<i>Akodon sp.</i>				X		
<i>Oligoryzomys fulvescens</i>		X				
<i>Oryzomys albigularis</i>	X	X			X	X
<i>Oryzomys alfaroi</i>				X	X	X
<i>Oryzomys sp.</i>	X	X			X	X
<i>Rhipidomys sp.</i>					X	X
<i>Thomasomys sp.</i>					X	
<i>Zygodontomys sp.</i>		X				
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	X					
<i>Sylvilagus floridanus</i>	X	X				
TOTAL	22	23	17	18	13	23

Tomado y adaptado de Informes de Sistemática Animal (1978, 1980, 1981), Fundación Natura *et al.*, (2000) y Rodríguez (2002)

Tabla 2. Listado de especies de mamíferos registradas en Charalá y Encino de acuerdo a la época de captura.

## PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES DE ROBLES EN ENCINO

En el municipio de Encino las principales amenazas de los bosques de roble son las quemadas, ganadería, apertura de vías, asentamientos humanos, extracción de productos del bosque y producción de carbón vegetal (Fundación Natura 2000, Solano 2002). Un análisis sobre viabilidad de bosques de roble en Encino concluyó que estos parches tienen una viabilidad BAJA en total y por ende un estado de amenaza ALTO. Sin embargo al considerarse la viabilidad para cada sitio del estudio se concluye que zonas como el Santuario y otros dos bosques tienen una viabilidad de MUY BUENA y BUENA respectivamente (Fundación Natura 2000). Los resultados obtenidos de la valoración para los fragmentos de los bosques de roble de la Cordillera Oriental y del área de estudio se presentan en la Tabla 3. En el área de estudio se encontraron 17 parches en los cuales sólo cinco están aislados (Tabla 4). En esta zona se encontró una pérdida de hábitat estimada en un 68.1% (Tabla 5)

	ÁREA	%	LPI	NP	MPS	LSI	MPF	MNND	I/J
BR (CO)	128350	1.2	0.426	19	6755.2	11.37	1.08	1566.85	28.114
Valoración			2		1	5	2	1	1
BR(E-C)	112372.153		3.59	17	6610.127	-	-	-	-

Tabla 3. Resultados para los bosques de robles de la cordillera Oriental (CO) para los fragmentos del área de Encino y Charalá (E-C). Tomado y adaptado de Fundación Natura (2000)

FRAGMENTOS	ÁREA (Ha)	AISLAMIENTO
Fragmento 1	12161.626	No
Fragmento 2	38005.357	No
Fragmento 3	22705.707	No
Fragmento 4	3647.535	No
Fragmento 5	1058.584	No
Fragmento 6	14720.176	No
Fragmento 7	4760.697	No
Fragmento 8	9311.142	No
Fragmento 9	1700.694	No
Fragmento 10	536.984	No
Fragmento 11	972.871	Si
Fragmento 12	590.463	Si
Fragmento 13	468.121	Si
Fragmento 14	557.496	Si
Fragmento 15	423.433	Si
Fragmento 16	415.375	No
Fragmento 17	335.889	No

Tabla 4. Área y aislamiento de cada fragmento de roble en el área de estudio.

	ÁREA (Ha)	% DE ÁREA
Área total pasada	1203102.493	100
Área actual de bosque de roble	112372.153	9.3
Área actual de otros bosques y páramo	271800.554	22.6
Área transformada	818929,786	68,1

Tabla 5. Área total pasada y área actual de bosques en el área de estudio.



INFORMACIÓN DE LAS ESPECIES

Las agrupaciones obtenidas para las especies con base en la literatura se presentan en la Figura 2. A partir de las clasificaciones establecidas se obtuvo que la mayoría de especies grandes son folívoras, arborícolas y tienen plasticidad alta. Las especies medianas son en su mayoría folívoros y omnívoros, terrestres y tienen plasticidad baja, mientras que el mayor número de especies pequeñas son frugívoras y omnívoras, voladoras y tienen plasticidad alta (Figuras 3a, 3b y 3c).

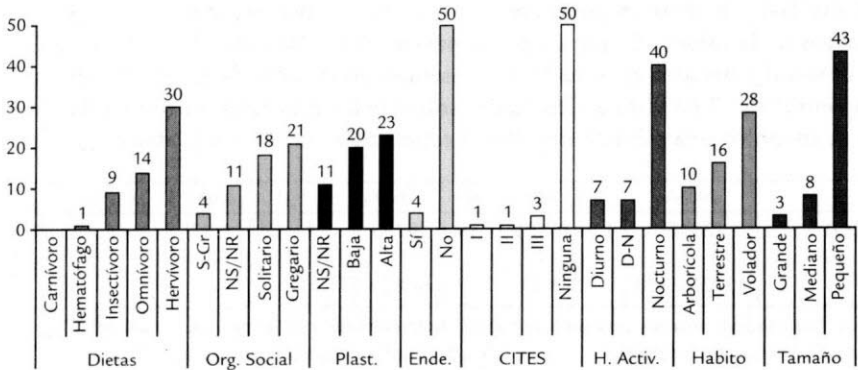


Figura 2. Número de especies

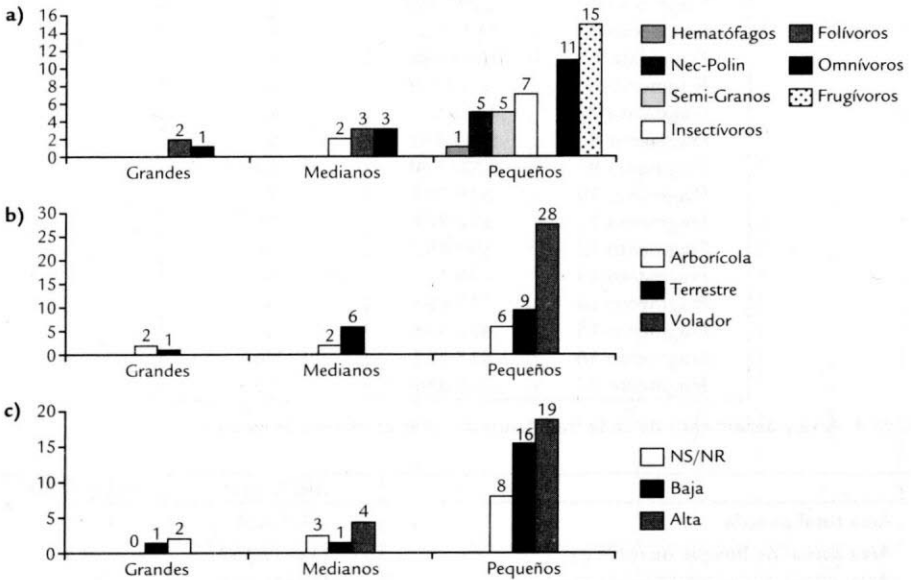


Figura 3. Número de especies por clasificación. a. Número de especies en la clasificación de Tamaño vs. Dieta. b. Número de especies en la clasificación de Tamaño vs. Hábito. c. Número de especies en la clasificación de Tamaño vs. Plasticidad.



## RELACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN CON LAS ESPECIES DE MAMÍFEROS

Para las especies grandes la valoración general de los fragmentos fue de mala (uno muy bueno y diez malos). Se observó un comportamiento diferencial en el número de fragmentos buenos y regulares pues la especie *A. seniculus* presentó tres de cada uno, mientras que *T. ornatus* solo uno bueno y cinco regulares (Tabla 6). Las especies medianas tuvieron una valoración general de bueno y regular. Para *D. marsupialis* se obtuvieron nueve fragmentos con una valoración de malo, tres de regular, dos de bueno y tres de muy bueno. Para la especie *N. olivacea* se obtuvieron cinco fragmentos con una valoración de muy bueno, dos de bueno, cuatro de regular y seis de malo (Tabla 6). Para las especies pequeñas terrestres (*O. alfaroi*) y arborícolas (*S. granatensis*) se obtuvieron una valoración general de muy bueno (Tabla 6).

FRAGMENTO	<i>A. seniculus</i>	<i>T. ornatus</i>	<i>N. olivacea</i>	<i>D. marsupialis</i>	<i>O. alfaroi</i>	<i>S. granatensis</i>
1	B	R	MB	B	MB	MB
2	MB	MB	MB	MB	MB	MB
3	B	B	MB	MB	MB	MB
4	R	R	B	R	MB	MB
5	M	M	R	M	MB	MB
6	B	R	MB	MB	MB	MB
7	R	R	B	R	MB	MB
8	R	R	MB	B	MB	MB
9	M	M	R	R	MB	MB
10	M	M	M	M	MB	MB
11	M	M	R	M	MB	MB
12	M	M	R	M	MB	MB
13	M	M	M	M	MB	MB
14	M	M	M	M	MB	MB
15	M	M	M	M	MB	MB
16	M	M	M	M	MB	MB
17	M	M	M	M	MB	MB
TOTAL	M	M	B	R	MB	MB

Tabla 6. Valoración para cada fragmento de acuerdo al área de acción para cada especie.

El mayor número de especies en los bosques de robles pertenecen a los órdenes *Chiroptera* (28) y *Rodentia* (12). Le siguen los órdenes *Carnivora* y *Didelphimorphia* cada uno representado con tres especies, *Primates* y *Lagomorpha* con dos y el resto de los órdenes solo con una. Las especies registradas tienen amplios patrones de distribución y son encontradas frecuentemente en los bosques andinos (Alberico *et al.* 2000). La mayoría son herbívoras, omnívoras e insectívoras (56%, 24% y 18% respectivamente) indicando su fuerte dependencia al bosque. La mitad de las especies (51%, 28) han sido registradas en una sola ocasión. La mayoría de estas especies pertenecen a los órdenes *Chiroptera* (once) y *Rodentia* (ocho). Le siguen *Carnivora* y *Primates* (cada uno con dos especies) y finalmente los órdenes *Lagomorpha*, *Didelphimorphia*, *Phyllophaga*, *Vermilingua* e *Insectivora* con una. El mayor número de especies grandes y medianas registradas (tres y cuatro respectivamente) se encuentran en este grupo de especies. La mayoría de éstas, han sido registradas en las dos últimos muestreos (2000 y 2002) probablemente por el uso de técnicas adicionales como entrevistas y rastros. Por el contrario solo

cuatro del total de especies han sido registradas cinco veces (*Carollia brevicauda*, *Sturnira lilium*, *Platyrrhinus dorsalis* y *Desmodus rotundus*) y solo una en todos los períodos de muestreo (*Sturnira ludovici*). Todas estas especies pertenecen al orden *Chiroptera*, presentan una amplia distribución y son típicas de bosque altoandino (Linares 1998). *C. brevicauda*, *S. lilium* y *D. rotundus* son especies con una alta plasticidad, muy frecuentes en bosques secundarios y primarios sin preferencias por ningún tipo de recurso (Albuja 1999, Linares 1998). *P. dorsalis* y *S. ludovici* tienen una baja plasticidad siendo encontradas únicamente en bosques andinos primarios (Linares 1998). Por lo tanto estas dos especies pueden 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.

Para los fragmentos de roble en el área de estudio se encontró un valor de 1 y 5 para los índices MPS y LPI respectivamente. El tamaño de los fragmentos del área de estudio es similar al resto de robledales de la cordillera pues el valor de MPI es igual al establecido por Fundación Natura *et al.* (2000) para todos los robledales de la cordillera Oriental. El índice LPI mide el porcentaje del fragmento más grande con respecto al área total donde se encuentre y debido a que el área de estudio es más pequeña que el área de la cordillera Oriental (en el caso del estudio de Fundación Natura 2000), se obtiene un valor de LPI mayor para la zona de Encino y Charalá. El alto valor de este índice sugiere que el tamaño de los fragmentos es adecuado con relación al tamaño del área de estudio. Además, el área total de robles de la zona corresponde al 87.5% de todos los robledales de la cordillera Oriental, lo que los convierte en el relicto de roble más grande. La pérdida de hábitat estimada para el área de estudio corresponde a 68.1% lo que indica una transformación severa que afecta a todos los ecosistemas presentes en la región. El área actual de bosques de roble equivale al 9.3%, siendo una importante fuente de alimento y refugio para las 55 especies de mamíferos registradas. Se encuentran cuatro especies endémicas para Colombia (*Aotus brumbackii*, *Microsciurus pucheranii*, *M. santanderensis* y *Akodon affinis*) y otras cuatro que están incluidas en los tres apéndices del CITES (*Tamandua tetradáctyla*, *Tremarctos ornatus*, *Alouatta seniculus* y *Nasua sp.*)

Los bosques de roble presentan un alto número de parches (17) en donde doce están conectados y únicamente cinco están aislados. El efecto del área de estos fragmentos sobre las especies de mamíferos podría reflejarse en la disminución de la riqueza de especies a medida que disminuye el área de cada uno de los fragmentos. El fragmento 1 tiene el área más grande y presenta una valoración de MUY BUENO para todas las siete especies evaluadas, mientras que el de menor área (Fragmento 17) sólo obtiene dicha calificación para tres especies de pequeños mamíferos. Lo anterior permite suponer que a medida que el área de los parches disminuye también lo hace la riqueza de especies de mamíferos medianos y grandes. Esta tendencia puede explicarse con base en las teorías de Biogeografía de Islas y la de Heterogeneidad de Hábitats 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 1992). El área se convierte en una limitación para las especies evaluadas de mamíferos

medianos y grandes, pues éstas tienen áreas de acción grandes (11.33 ha a 3140 ha) directamente relacionadas con su tamaño, hábito, necesidad de refugio y movimientos. Sin embargo, estos efectos de la fragmentación no son los mismos para todas las especies. 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.

Se ha encontrado que la riqueza de algunas especies aumenta con la fragmentación, pues estos procesos conllevan a un aumento del efecto de borde. Este efecto de borde genera una alta oferta de recursos alimenticios que pueden ser explotados por estas especies (Malcom 1997, Becerra 1999). Este comportamiento podría observarse en los fragmentos de los bosques de roble en donde 79% de las especies de mamíferos registradas corresponden a pequeños mamíferos, mientras que los medianos y grandes equivalen al 15 y 6% respectivamente. Las especies de murciélagos frugívoras y omnívoras corresponden al 29% del total de especies, las cuales pueden moverse hasta 10 km (Hill y Smith, 1986). 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 hábitats aislados (Molinari 1993). Los murciélagos pueden ejercer un papel importante en la regeneración de áreas deforestadas ya que dispersan semillas de plantas de estados sucesionales iniciales (Fleming y Heithaus 1981) por lo cual podrían contribuir en el aumento de la conectividad entre parches aislados, tal como sucede en los claros de bosque generados por tala de árboles en la Guyana Francesa (Tuttle 1999). El fragmento 3 es el segundo en tamaño y tiene una valoración de MUY BUENO y BUENO para las especies evaluadas. En él se encuentran el Santuario de Fauna y Flora Guanentá Alto Río Fonce y la Reserva Biológica Cachalú en donde los robledales cubren casi la totalidad de estas áreas protegidas. Al tenerse en cuenta las teorías que explican la relación especies-área mencionadas anteriormente puede concluirse que tanto el Santuario como la Reserva estarían protegiendo el mayor número de especies, por lo cual sus objetivos como áreas de protección y conservación se cumplirían a cabalidad. Existe una buena conectividad entre los fragmentos pues solo cinco presentan aislamiento (Fragmentos 11, 12, 13, 14 y 15). Esto significa que los fragmentos restantes pueden funcionar como una unidad continua permitiendo entonces el sostenimiento de una mayor diversidad de especies de mamíferos. Esta propiedad del paisaje es importante para mamíferos grandes y terrestres como el oso de anteojos (*T. ornatus*). Esta especie se considera rara y amenazada y se encuentra incluida en el apéndice I del CITES. Rodríguez (1991), encontró que *T. ornatus* utiliza los robledales del Parque Nacional Natural Las Orquídeas como fuente de alimento, protección, refugio y frecuenta estos bosques en épocas de fructificación por lo cual tiene que realizar movimientos de migración en la búsqueda de este recurso.

Lo anterior sugiere que a mayor conectividad entre los fragmentos de roble, existirá una mayor posibilidad de supervivencia para esta especie en estos ecosistemas. Es importante resaltar que entre los fragmentos conectados existe una gran franja de páramo, la cual contribuye a aumentar la conectividad entre los mismos y ofrece hábitats dife-

rentes para algunas especies de mamíferos que pueden explotar los recursos presentes en el ecosistema paramuno como el oso, el coatí de montaña (*Nasuella olivacea*), la musaraña (*Cryptotis thomasi*) y algunos roedores.

## CONCLUSIONES

En los bosques de roble de Charalá y Encino se registran 55 especies de mamíferos pertenecientes a 10 órdenes y 14 familias. Los órdenes *Chiróptera* (28) y *Rodentia* (12) son los más abundantes. Le siguen los órdenes *Carnivora* y *Didelphimorphia* (tres especies), *Primates* y *Lagomorpha* con dos y el resto de los órdenes sólo con una. El área total de los fragmentos en la zona de estudio son el relicto de roble más grande de la cordillera Oriental (87.5%). Además el alto valor del índice LPI sugiere que el tamaño de estos parches son adecuados con relación al área de la zona de estudio. Por consiguiente las áreas protegidas existentes en este lugar (Santuario de Fauna y Flora-Guanentá Alto Río Fonce y Reserva Biológica Cachalú) se convierten en espacios estratégicos para el mantenimiento de estos robledales.

Se encontró una pérdida de hábitat estimada en 68.1%. El área de los parches de roble permite albergar mayor número de especies de pequeños mamíferos que de medianos y grandes. La valoración obtenida para el área de estos fragmentos, para las especies grandes (*T. ornatus* y *A. seniculus*) fue mala, para las medianas (*N. olivacea* y *D. marsupialis*) bueno y regular respectivamente, y para las especies pequeñas terrestres (*O. alfaroi*) y arborícolas (*S. granatensis*) fue muy bueno. Existe una buena conectividad entre los fragmentos (solo cinco aislados). Esto significa que los fragmentos restantes funcionan como una unidad continua permitiendo el sostenimiento de una mayor diversidad de especies de mamíferos. Entre los fragmentos conectados existe una gran franja de páramo, la cual contribuye a aumentar la conectividad entre los mismos y ofrece hábitats diferentes para algunas especies de mamíferos que pueden explotar los recursos presentes en el ecosistema paramuno.

## AGRADECIMIENTOS

A los profesores Hugo López y Yaneth Muñoz por sus enseñanzas y apoyo constante. A la Fundación Natura por la información suministrada. A Víctor Cruz por el préstamo del planímetro y a Juan D. Gutiérrez por su colaboración en la edición de algunas figuras.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALBERICO, M.; CADENA, A.; HERNÁNDEZ-CAMACHO, J.; MUÑOZ-SABA, Y. 2000. Mamíferos (*Synapsida: Theria*) de Colombia. *Biota Colombiana* 1 (1) 43-75.
- ALBUJA, V. L. 1999. Murciélagos del Ecuador. Segunda Edición. Cicetronic Ltda. Offcet Quito, Ecuador, 288 pp.
- ÁLVAREZ, S. 2001. Aportes de las salidas de sistemática animal a la colección teriológica del ICN. Trabajo final del curso Profundización I en Mastozoología.

- ANDRADE, G. I. 1993. Biodiversidad y conservación en Colombia. En: Cárdenas, S. y Correa, H. D. (eds.). Nuestra Diversidad Biológica: 23-42. Fundación Alejandro Escobar, colección María Restrepo Ángel. CEREC, Bogotá.
- 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.
- CADENA, A.; MALAGÓN, Z. 1994. Parámetros poblacionales de la fauna de pequeños mamíferos no voladores del cerro de Monserrate (cordillera Oriental, Colombia). En: Mora Osejo, L. E., Sturm, H. (eds). Estudios ecológicos del páramo y del bosque alto andino, cordillera Oriental de Colombia: 581-618. Tomo II. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Bogotá, Colombia.
- CAVELIER, J. 1997. Selvas y bosques montanos. En: Arango, N. y Chaves, M. E. (eds.). Informe Nacional sobre el estado de la Biodiversidad en Colombia: 38-56. Tomo I, 535 pp.
- EISENBERG, J. 1989. Mammals of the Neotropics: The Northern Neotropics. Vol. 1. Panama, Colombia, Venezuela, Guyana, Suriname, French Guiana. The University of Chicago Press. 449 pp.
- ETTER, A. 1993. Diversidad Ecosistémica en Colombia Hoy. En: Cárdenas S. y Correa H. D. (eds.). Nuestra Diversidad Biológica: 43-61. Fundación Alejandro Escobar, colección María Restrepo Ángel. CEREC, Bogotá.
- \_\_\_\_\_. 1998. Mapa general de ecosistemas de Colombia. Informe Nacional de la Biodiversidad. Instituto Alexander von Humboldt. Escala 1: 2'000.000
- FLEMING, T. H.; HEITHAUS, E. R. 1981. Frugivorous Bats, Seed Shadows, and the Structure of Tropical Forests. *Biotropica* 13 (Suppl.): 45-53.
- FUNDACIÓN NATURA. 2000. Plan integral para la conservación biológica y el desarrollo sostenible en el municipio de Encino, Santander. Informe final preparado por la Alcaldía municipal de Encino y Fundación Natura.
- \_\_\_\_\_, INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT, THE NATURE CONSERVANCY. 2000. Planificación ecorregional en los bosques montanos de la Cordillera Oriental Colombiana. Informe Final.
- GYLDENSTOLPE, N. 1932. A Manual of Neotropical Sigmondont Rodents. *Kungliga Sienska Vetenskapska Kademiens Handlingar, Tredje Serien*, 11: 1-164.
- HEAREY, L. R.; THORINGTON Jr., R. W. 1978. Ecology of Neotropical Red-Tailed Squirrels, *Sciurus Granatensis*, in the Panama Canal Zone. *Journal of Mammalogy* 59 (4): 846-851.
- HEITHAUS, E. R.; FLEMING, T. H.; OPLER, P. A. 1975. Foraging Patterns and Resource Utilization in Seven Species of Bats in a Seasonal Tropical Forest. *Ecology* 56 (4): 841-854.
- HILL, J.; SMITH, J. 1986. Bats, a Natural History. University of Texas Press, Austin
- INFORMES DE SISTEMÁTICA ANIMAL. 1978 (II), 1980 (I) y 1981 (I).
- JONES, C.; MCSHEA, W. J.; CONROY, M. J.; KUNZ, T. H. 1996. Capturing Mammals. En: Wilson, D. E.; Cole, F. R., Nichols, J. D.; Rudran, R.; Foster, M. S. (eds.) *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Mammals*. Smithsonian Institution Press, Washington and London.

- KAPELLE, M. 1996. Los bosques de roble (*Quercus*) de la cordillera de Talamanca, Costa Rica. Biodiversidad, Ecología, Conservación y Desarrollo. Primera Edición. Instituto Nacional de Biodiversidad, Universidad de Amsterdam.
- KAUFMAN, J.; LANINGG, D. V.; POOLE, E. E. 1976. Current Status and Distribution of the Coati in the United States. *Journal of Mammalogy* 57 (4): 621-637.
- LINARES, O. J. 1998. Mamíferos de Venezuela. Editorial Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- LÓPEZ, A. H. F. 1998. Comparación de la avifauna de sotobosque en un paisaje fragmentado del Pacífico Central, Costa Rica. Tesis Magíster de Vida Silvestre. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- LOZANO, C.; TORRES, G. J. 1974. Aspectos generales sobre la distribución, sistemática fitosociológica y clasificación ecológica de los bosques de robles (*Quercus*) en Colombia. *Ecología Tropical* 1 (2): 45-79
- MALCOM, J. R. 1997. Biomass 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.
- MESA, G. E.; GÓMEZ, L. G.; SÁNCHEZ, P. 1999. Mamíferos, capítulo 8. En: ISA. Fragmentación y efecto de borde causada por líneas de transmisión eléctrica sobre el hábitat y la vida silvestre: 1-134. Informe Final.
- MOLINARI, J. 1993. El mutualismo entre frugívoros y plantas en las selvas tropicales: aspectos paleobiológicos, autoecologías, papel comunitario. *Acta Biológica Venezolana* 14 (4): 1-44.
- MONTENEGRO, O. L.; LÓPEZ, H. F. 1990. Aspectos de la ecología y biología de pequeños mamíferos en una zona de Bosque Alto Andino y Páramo de la Reserva Biológica Carpanta. Tesis de Pregrado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- MORALES, A. L. 2000. Densidad y áreas de acción de los monos aulladores (*Alouatta seniculus*) en un bosque nativo y uno reforestado, Risaralda (Colombia). Trabajo de grado, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.
- MUSSER, G. G.; CARLETON, M. D. 1997. Family Muridae. En: Wilson, D. E.; Reeder, D. M. (eds.). *Mammals Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*: 501-756. Second edition. Smithsonian Institution Press, Washington.
- PACHECO R. A., PINZÓN OROZCO C. A. 1997. El roble. *Quercus humboldtii* Bonpland. Jardín Botánico de Bogotá. Notas divulgativas. Bogotá.
- RANGEL, J.; LOWY, P. D.; AGUILAR, M.; GARZÓN A. 1997a. Tipos de vegetación en Colombia. En: Rangel, J., Lowy P. D., Aguilar M. (eds.). *Colombia, diversidad biótica II. Tipos de vegetación en Colombia*: 89-382. Ed. Guadalupe Ltda., Bogotá.
- \_\_\_\_\_; LOWY, P. D.; AGUILAR, M. 1997b. Distribución de los tipos de vegetación en las regiones naturales de Colombia. En: Rangel, J.; Lowy, P. D.; Aguilar, M. (eds.). *Colombia, Diversidad Biótica II. Tipos de Vegetación en Colombia*: 89-382. Ed. Guadalupe Ltda., Bogotá.
- RODRÍGUEZ, A. 1995. Rango de acción y hábitat alimenticio del coatí de montaña (*Nasuella olivacea*) en la Reserva Biológica Carpanta (Cundinamarca). Proyecto



- curricular de Licenciatura en Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.
- RODRÍGUEZ, E. D. 1991. Evaluación y uso del hábitat natural del oso Andino *Tremarctos ornatus* F. Cuvier 1825 y un diagnóstico del estado actual de la subpoblación del Parque Nacional Natural de Las Orquídeas (Antioquia, Colombia). Trabajo de grado, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.
- RODRÍGUEZ, M. 2002. Informes salidas de campo del proyecto los mamíferos de la reserva biológica Cachalú.
- SANDOVAL, S. A. 2000. Dieta y uso de hábitat por parte del osos andino en la Reserva Natural La Planada, Nariño. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- SANQUIST, M. E.; AUSTAD, S. N.; SUNQUIST, F. 1987. Movement Patterns and Home Range in the Common Opossum (*Didelphis Marsupialis*). Journal of Mammalogy 68 (1): 173-176.
- SIMBERLOFF, D. 1992. Do Species-Area Curves Predict Extinction in Fragmented Forest? En: Whitmore, T. C., Sawyer J. A. (eds.). Tropical Deforestation and Species Extinction: 75-89. First Edition, Chapman and Hall.
- SIMMONS, N.; VOSS, R. 1998. The Mammals of Paracou, French Guiana: A Neotropical Rainforest Fauna. Part 1. Bats. Bull. Amer. Nat. Hist. Number 237, New York.
- SOLANO, C. (Compilador). 2002. Paisaje productivo sostenible para el mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores rurales y la conservación de los bosques de roble y ecosistemas asociados en los municipios de Encino, Coromoro (San-tander) y Belén (Boyacá). Fundación Natura, Bogotá.
- TUTTLE, M. 1999. The Secret World of Bats. Video producido por TIME-LIFE.
- UICN. 1994. The Red Panda, Olingos, Coatis, Raccoons and their Relatives. Compiled by Glatston A.
- \_\_\_\_\_. 2001. Microchiropteran Bats. Compiled by Hutson A. M., Mickleburgh S. P., Racey P. A.
- VIDAL, C.; ZÚÑIGA, S. 1993. Comparación estructural de bosques de *Quercus humboldtii* (Roble) Andino y Subandino. Región del Chocó biogeográfico, cordillera Occidental, Argelia, Cauca. Concurso Fondo FEN-Colombia.
- VOSS, R.; LUNDE, D. P.; SIMMONS, N. B. 2001. The Mammals of Paracou, French Guiana: A Neotropical Rainforest Fauna. Part 2. Nonvolant Species. Bull. Amer. Nat. Hist. Number 263, New York.
- WHITMORE, T. C. 1997. Tropical Forest Disturbance, Disappearance and Species Loss. En: Laurance, W., Bierregaard Jr. R. O. (eds.). Tropical Forest Remnants: Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities: 3-13. The University of Chicago Press.