MAMÍFEROS Y AVES TERRESTRES EN LAS PARCELAS DE INVESTIGACIÓN SILVICULTURAL A LARGO PLAZO (PISLP), LA CHONTA

(INFORME FINAL)

Documento Técnico 121/2003

José Carlos Herrera-Flores
Estudiante de Maestría
Departamento de Ecología de los Recursos Naturales
Instituto de Ecología
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Contrato USAID: 511-C-00-93-00027
Chemonics International Inc.
USAID/Bolivia
Junio, 2003

Objetivo Estratégico de Medio Ambiente (USAID/Bolivia)

MAMÍFEROS Y AVES TERRESTRES EN LAS PARCELAS DE INVESTIGACIÓN SILVICULTURAL A LARGO PLAZO (PISLP) LA CHONTA

Proyecto de Manejo Forestal Sostenible
BOLFOR

Cuarto Anillo
esquina Av. 2 de Agosto
Casilla 6204
Teléfonos: 3-480766 – 3-480767
Fax: 3-480854
e-mail: bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo
página web: http://bolfor.chemonics.net

Santa Cruz, Bolivia

BOLFOR es un proyecto financiado por USAID y el Gobierno de Bolivia e implementado por Chemonics International

Agradecimiento

Al Proyecto BOLFOR por financiar el trabajo, al personal del proyecto su apoyo logístico y, en especial, a Todd Fredericksen y Marielos Peña por sus sugerencias y por sus comentarios que contribuyeron para el informe final. A La Chonta por permitir hacer el trabajo en su concesión.

Tabla de Contenido

RESUMEN EJECUTIVO

SECCION I INTRODUCCIÓN I-1

SECCION II METODOS II-1

A. Área de estudio II-1
B. Diseño experimental II-1
C. Características de los tratamientos II-1
D. Características de las grillas de los tratamientos silviculturales II-2
E. Captura de mamíferos pequeños II-3
F. Registro de huellas de mamíferos y aves terrestres II-3
G. Caracterización de los hábitats II-4
H. Análisis estadístico II-4

SECCION III RESULTADOS III-1

A. Mamíferos pequeños no voladores III-1
A1. Capturas III-1
A2. Caracterización de hábitats: puntos de captura III-3
A3. Asociación de mamíferos pequeños con los hábitats III-5
B. Mamíferos y aves grandes, medianos y pequeños terrestres III-6
B1. Uso de hábitat III-6
B2. Caracterización de hábitats: parcelas de huellas III-6
B3. Asociación de los mamíferos y de las aves con los hábitats III-9

SECCION IV DISCUSIÓN IV-1

A. Captura de mamíferos pequeños no voladores IV-1
B. Mamíferos, uso de hábitat IV-2
C. Aves, uso de hábitat IV-2

SECCION V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES V-1

SECCION VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS VI-1

Resumen Ejecutivo

La intensidad de la extracción forestal puede tener distintos efectos en la abundancia y riqueza de la fauna silvestre. El presente trabajo se realizó entre julio y agosto de 2002 (época seca) en un bosque húmedo tropical, en la concesión forestal La Chonta. Se comparó la abundancia y la riqueza de mamíferos y aves terrestres entre tres tratamientos: intensivo, normal y testigo en las parcelas de tratamiento silvicultural de largo plazo. Se efectuaron capturas de mamíferos pequeños no voladores y se registró huellas de aves y mamíferos pequeños, medianos y grandes en dos bloques del proyecto de investigación silvicultural de largo plazo. Se capturó un total de 202 individuos, que pertenecen a 6 especies de roedores y 2 especies de marsupiales. Se registraron 51 individuos, por medio de huellas, de aves que correspondieron a 6 especies. La abundancia y riqueza de especies de mamíferos pequeños no voladores fueron similares entre los tratamientos, mientras que la composición fue diferente (ej. marsupiales capturados sólo en intensivo). La abundancia de los mamíferos pequeños no voladores se asoció significativamente con la estructura de la vegetación (leña y tronco) que se encuentra en tratamientos intervenidos. El uso de hábitat, registrado por medio de parcelas de huellas, por parte de aves y mamíferos pequeños, medianos y grandes es similar entre tratamientos, a excepción de las aves pequeñas que dan más uso al tratamiento intensivo que el normal y testigo. Cada especie de mamíferos y de aves da más uso a un tratamiento que a otros, o lo usan de igual manera. La abundancia de huellas de mamíferos se asocia negativamente con la cobertura del dosel que se encuentra en el tratamiento intensivo. La abundancia de las huellas de las aves se asocia negativamente con la cobertura que se encuentra en el tratamiento testigo. Como conclusión preliminar, se puede afirmar que no hay cambios en abundancia y riqueza de especies de mamíferos y aves, a excepción de la abundancia de huellas de aves pequeñas. Hay cambios de composición de las especies de mamíferos y aves entre los tratamientos. Para corroborar los cambios, será necesario continuar los estudios ecológicos en estas áreas debido a su gran importancia para la conservación de la fauna silvestre.

SECCION I

Introducción

Los efectos de la extracción forestal pueden ser directos o indirectos en los componentes (paisaje, ecosistemas, comunidades, especies/población, genes) y en los atributos (estructura, composición y función) de la biodiversidad (Putz *et al*. 2000). Los efectos directos incluyen la modificación de los hábitats ocasionada por la tala selectiva (corta de árboles, apertura de caminos, ruido, etc.) y pueden cambiar positivamente o negativamente el normal desarrollo de los procesos ecológicos de la fauna silvestre (Cuarón 2000a; Fimbel *et al*. 2001). Los caminos abiertos para extraer árboles cortados también son accesos para cazadores y para colonos que transforman los bosques en áreas agrícolas. Ambas actividades afectan indirectamente a la fauna silvestre (Cuarón 2000b; Fimbel *et al*. 2001; Rumiz *et al*. 2001; Mason & Putz 2001; Paredes 2001).

Existe escasa información y se entiende poco sobre los cambios en los procesos ecológicos de la fauna silvestre causados por la tala selectiva en los bosques tropicales (Fimbel *et al*. 2001). Los resultados y las conclusiones de los pocos estudios de impacto forestal sobre la fauna no concuerdan (Fredericksen *et al*. 1999; Fredericksen & Fredericksen 2002). Algunos estudios sugieren que la tala selectiva tiene efectos(Fimbel *et al*. 2001), mientras que otros mencionan que no necesariamente se produce pérdida de abundancia y riqueza de especies (Fredericksen & Fredericksen 2002). La variación observada, quizás se debe al hecho que estos estudios fueron realizados en una sola región o debido a las características biológicas de las especies.

En Bolivia existen pocos estudios sobre el tema (Fredericksen & Fredericksen 2002, Herrera-Flores *et*. *al*. 2002). Fredericksen y Fredericksen (2002) mencionan que la tala selectiva no siempre significa pérdida de riqueza de especies en un bosque húmedo, sino que aumenta la abundancia de algunos taxones, mientras que Herrera-Flores y colaboradores (2002) determinaron que la tala selectiva puede afectar a algunos grupos taxonómicos en el bosque húmedo y semihúmedo.

En esta investigación preliminar surge la pregunta ¿cómo responde la comunidad de mamíferos y aves terrestres a las diferentes intensidades de aprovechamiento forestal? El objetivo es comparar y asociar la composición de especies y la abundancia de mamíferos y aves terrestres en las diferentes intensidades de aprovechamiento forestal. La hipótesis es que hay cambios en la abundancia y composición de mamíferos y aves entre las diferentes intensidades de extracción forestal. Los cambios posiblemente se deban a las alteraciones del hábitat ocasionadas por la extracción de los árboles comerciales (Fredericksen *et al*. 1999; Ochoa 2000; Ochoa & Soriano 2001).

SECCION II

Materiales y Métodos

A. Área de estudio

El área de investigación se encuentra en la concesión forestal “La Chonta”, que tiene una extensión de 100 mil hectáreas. La concesión está situada en la provincia Guarayos (15º47’S, 62º25’O) del departamento de Santa Cruz, Bolivia (La Chonta 1998). En la concesión, el Proyecto BOLFOR realiza estudios en tres áreas de aprovechamiento anual (AAA). El proyecto estableció tres bloques de Parcelas de Investigación Silvicultural a Largo Plazo (PISLP) (Figura 1). Cada bloque tiene cuatro parcelas de ~27 ha, a las cuales se han aplicado diferentes tratamientos silviculturales (PISLP, 2000).

La zona pertenece al bosque húmedo del Escudo Precámbrico (Killeen *et al*. 1993), tiene una precipitación anual media de 1562 mm y una temperatura anual media de 25.3^{o}C (La Chonta 1998). La zona es propensa al fuego en la época seca (CAF *et al*. 2000), como se evidenció en 1995 cuando los incendios afectaron aproximadamente un 30% de la concesión.

En la concesión, la empresa identificó 100 especies arbóreas por medio de un inventario y de éstas, 18 especies fueron elegidas como especies comerciales. Actualmente, la empresa interviene alrededor de 2 370 ha por año, con una intensidad de corta entre 2 y 22 m^3/ha (La Chonta 1998).

B. Diseño experimental

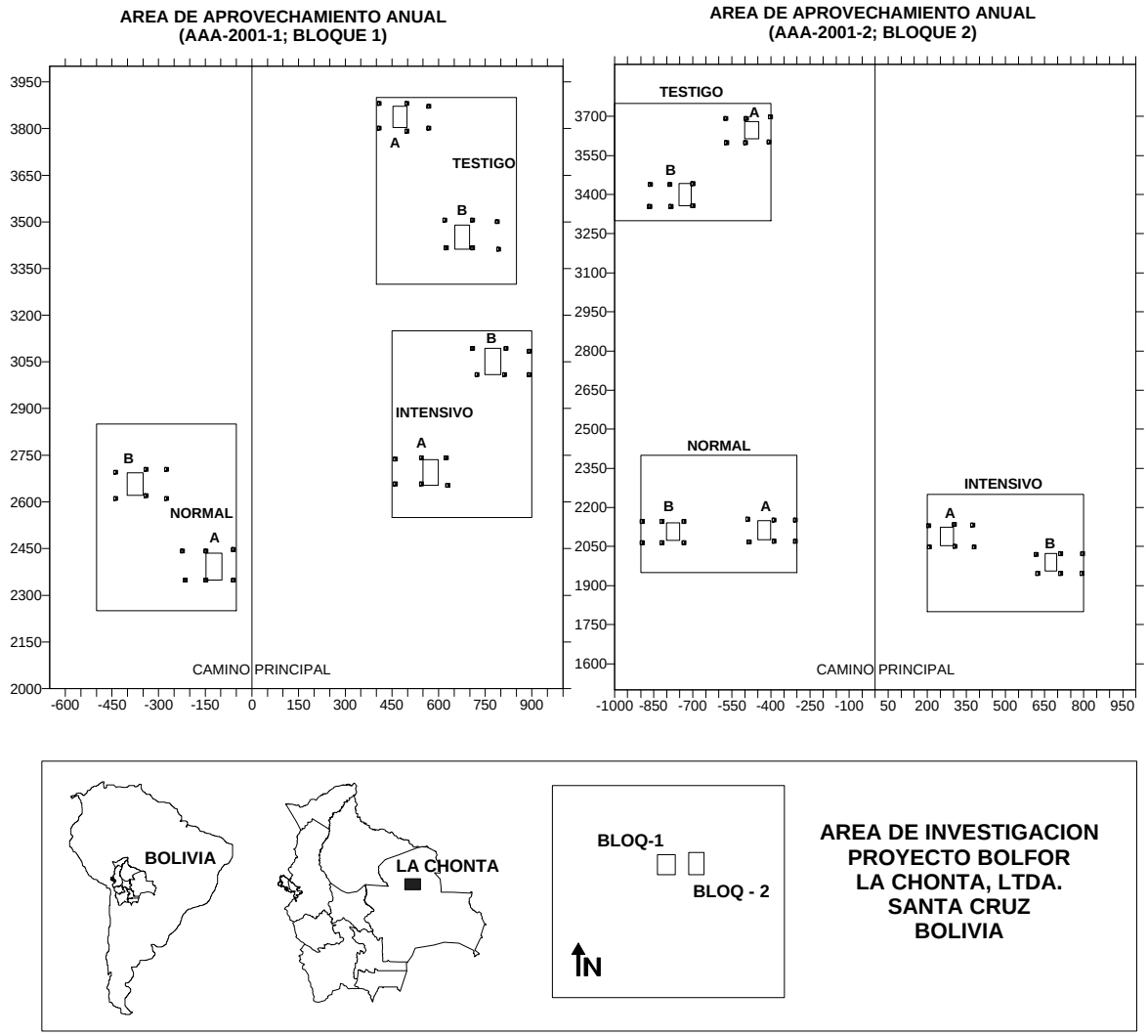
Las capturas de mamíferos pequeños y los registros de las huellas de mamíferos y aves terrestres se realizaron en dos áreas de aprovechamiento anual: AAA-2001-1 (ubicada en el bloque 1 del PISLP) y AAA-2001-2 (ubicada en el bloque 2 del PISLP). El bloque 1 fue intervenido entre septiembre y octubre de 2001, y el bloque 2 entre febrero y julio de 2001. Las capturas y los registros de huellas se efectuaron en tres de los cuatro tratamientos silviculturales: intensivo, normal y testigo (Figura 1). En cada tratamiento se ubicó al azar dos grillas para realizar capturas y registros de huellas (Figura 1).

C. Características de los tratamientos silviculturales

El proyecto BOLFOR instaló Parcelas de Investigación Silvicultural a Largo Plazo (PISLP) en un bosque tropical. Para estudiar los efectos de la extracción forestal en el bosque, el personal del proyecto ha ubicado tres bloques, cada uno con tratamientos testigo, normal, mejorado e intensivo. Para este estudio no se consideró el tratamiento mejorado, puesto que las perturbaciones causadas por la extracción forestal son similares a las que causa el aprovechamiento normal (T. Fredericksen, comunicación personal). El tratamiento testigo es un bosque sin ninguna perturbación forestal (control). El tratamiento normal es un bosque con un aprovechamiento de impacto reducido de acuerdo a la Ley Forestal No 1700 (MDSMA 1996). El

tratamiento intensivo es un bosque aprovechado con un mayor número de árboles extraídos por hectárea que en tratamiento normal y mejorado.

Figura 1. Áreas de Aprovechamiento Anual (AAA) con tres tratamientos silviculturales, cada una con dos grillas de trampeo (A y B). En las inmediaciones de las grillas están seis parcelas de huellas (puntos alrededor de las grillas).



D. Características de las grillas en los tratamientos silviculturales

Las grillas, que se encuentran en los tres tratamientos de los dos bloques, se caracterizan por su intensidad de corta, topografía y su cercanía a un cuerpo de agua (Cuadro 1). Cada grilla tiene un área aproximada de 0.48 hectáreas (Cuadro1, Figura 1).

Cuadro 1. Características de las grillas por tratamiento de los dos bloques de PISLP.

Bloque	Tratamientos	Características de las grillas	
		A (0.48 ha)	B (0.48 ha)
1	Testigo	Ninguna perturbación, pendiente valle, ~ > 100 m de riachuelo.	2 árboles (caída natural), un camino (sin planeación), pendiente, ~ > 100 m del riachuelo.
	Normal	0 árboles, 1 pista de arrastre, pendiente, ~ > 100 m de riachuelo.	1 árbol, 1 pista de arrastre, pendiente, ~ > 100 m de riachuelo.
	Intensivo	2 árboles, 1 pista de arrastre, pendiente, ~60 m de riachuelo.	2 árboles, 1 1 pista de arrastre, pendiente, ~70 m de riachuelo.
2	Testigo	Ninguna perturbación Pendiente, ~ > 100 m del riachuelo.	Ninguna perturbación, Pendiente valle, ~ > 100 m del riachuelo.
	Normal	1 árbol, 1 pista de arrastre, llanura, a ~70 m del riachuelo.	0 árboles y 0 pista de arrastre, llanura, > 100 m riachuelo
	Intensivo	4 árboles, 2 pista de arrastre, pendiente, ~ > 100 m del riachuelo.	2 árboles, 1 pista de arrastre, pendiente, a ~50 m de riachuelo.

E. Captura de mamíferos pequeños

En una grilla de 80 x 60 m se ubicaron 20 puntos, cada 20 metros, de manera equidistante y sistemática. En cada punto se colocaron dos trampas Sherman, con una mezcla de cebo de avena y atún, haciendo un total de 40 trampas por grilla. Se revisaron las trampas durante cuatro días consecutivos; además, cada mañana se renovó el cebo de las trampas.

Los mamíferos pequeños que se capturaron, se identificaron sobre la base del conocimiento previo de guías de campo de los siguiente autores: Emmons & Feer (1990, 1999), Redford & Eisemberg (1992), Anderson (1993, 1997) y Tirira 1999. Para facilitar la identificación de las especies, se obtuvieron los siguientes datos: medidas del cuerpo (largo total, largo de la cola, largo del tarso, largo de la oreja y el peso), estructura (edad y sexo) y otras características, como color de la piel. Posteriormente, los individuos capturados se marcaron en la oreja con una placa pequeña numerada. Después de realizar los procesos anteriores, se liberó a los animales capturados.

F. Registro de huellas de mamíferos y aves terrestres

Se ubicaron 72 parcelas de huellas y se las distribuyó en las inmediaciones de las 12 grillas de trampeo (6 grillas por bloque). Las parcelas de huellas se ubicaron alrededor de las parcelas de trampeo, cada 100 metros y de manera rectangular (3 x 2 parcelas) (Figura 1). En cada parcela se limpió la superficie del suelo (1 x 0.5 m) y se cubrió con tierra finamente cernida. En las parcelas, se registró huellas de mamíferos y de aves grandes, medianos y pequeños durante cuatro días consecutivos. Después de los registros diarios, se reacondicionó las parcelas para su posterior registro. Las huellas se identificaron previo conocimiento de guías de campo. Para la identificación de mamíferos, se utilizó Emmons & Feer (1990, 1999), Rumiz & Herrera (1998) y para aves se utilizó ARMONIA (1995), Hurtado (1995) y Rumiz & Herrera (1999).

Para determinar si las huellas correspondían a un solo individuo, se consideró lo siguiente: el número de huellas que dejan los cuadrúpedos (mamíferos) y los bípedos (aves) y la dirección en que se desplazó el individuo (recta, circular y/o en zigzag). Con estos datos, se estableció si el conjunto o una sola huella pertenecían a un individuo, y esta consideración se aplicó en los análisis.

G. Caracterización de los hábitats

En los puntos de trampeo de mamíferos pequeños y en las parcelas de huellas se registró la cobertura del dosel y del suelo. La cobertura del dosel se estableció mediante un acetato cuadriculado (10 x 10 cm). Con este instrumento, se registró el porcentaje de cuadrículas cubiertas por el dosel. La cobertura del suelo se observó a través de un cuadrante de 0.5 m^2. Se registró el porcentaje del suelo que estaba cubierto por la estructura de la vegetación (hoja, tronco y leña). Las hojas pertenecían a la vegetación viva. Se consideró como tronco desde ramas mayores a 1 cm de grosor hasta troncos de vegetación viva. Se consideró leña desde ramas mayores a 1 cm de grosor hasta troncos de la vegetación muerta.

H. Análisis estadístico

Para caracterizar los datos obtenidos, se recurrió a estadísticas descriptivas tales como promedio, desviación estándar, medianas y rangos. Se utilizó el modelo estadístico Friedman (Fr) para comparar la abundancia de mamíferos y aves entre los tratamientos silviculturales y bloques. También se utilizó análisis de varianza para comparar las abundancias y características del hábitat entre los tratamientos. Se usó la prueba de Chi-cuadrado (X^2) para comparar la riqueza de especies entre tratamientos silviculturales. La prueba de Mann- Whitney (U) se usó para comparar las características de hábitat entre los puntos con captura y sin captura. La correlación de Spearman (r) se utilizó para asociar la presencia de las capturas con las características del hábitat (Zar 1984). Los análisis estadísticos se realizaron con una confiabilidad de $P = 0.05$. Los cálculos estadísticos se efectuaron con los programas SYSTAT V9 (1998) y SPSS V11 (2001).

SECCION III

Resultados

Las capturas y los registros de huellas se llevaron a cabo entre julio y agosto de 2002, período que corresponde a la época seca.

A. Mamíferos pequeños no voladores

A1. Capturas

En los dos bloques (bloque 1 y 2) se capturó 202 mamíferos pequeños con un esfuerzo de 1920 trampas/noche. Las capturas correspondieron a 118 individuos, que pertenecen a 2 especies de marsupiales y 6 especies de roedores (Cuadro 2 y Figura 2).

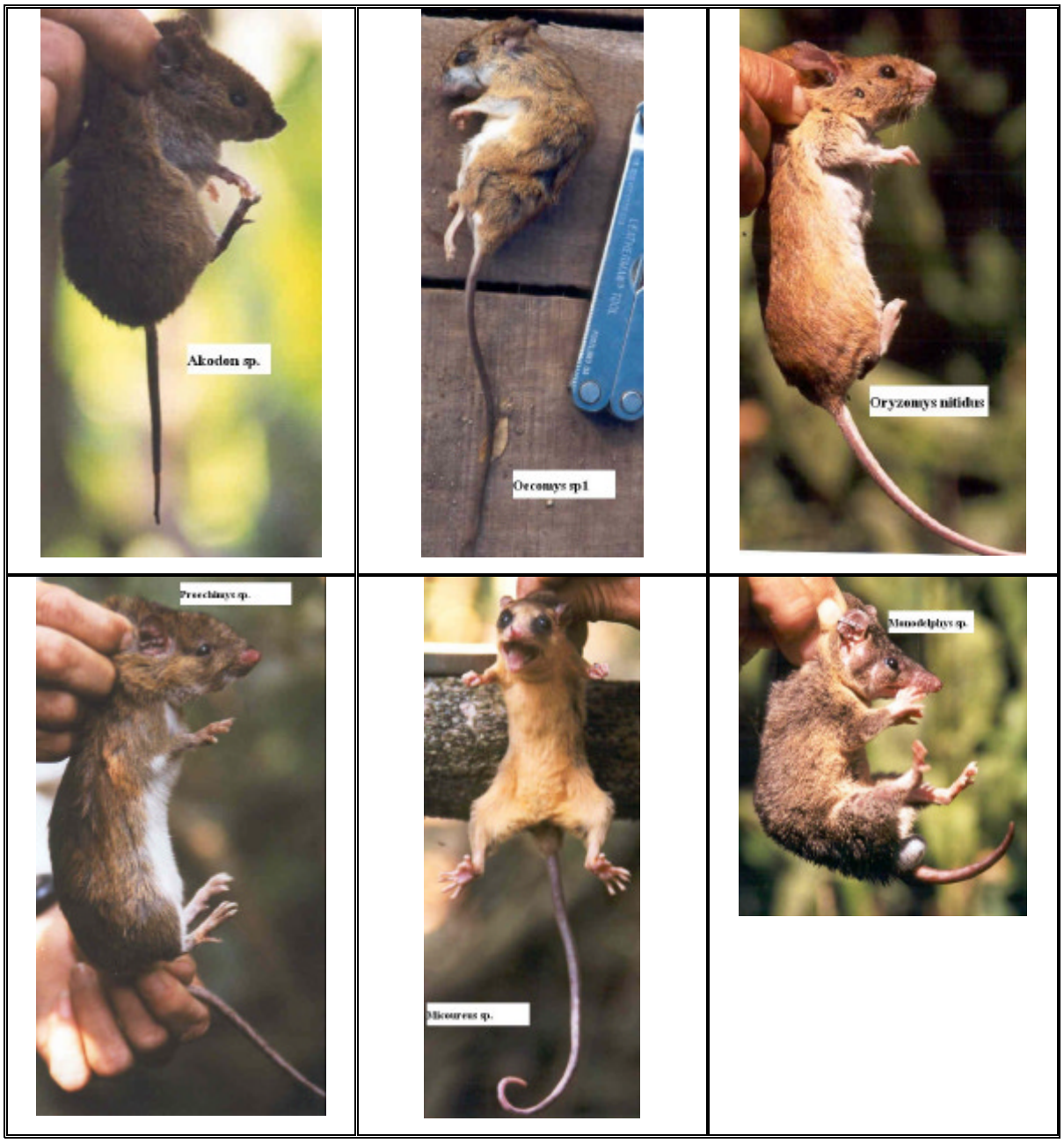
En el tratamiento intensivo se registraron 5 especies de roedores, 4 en el tratamiento normal y 5 en testigo. *Orizomys capito* (*megacephalus*) apareció en el tratamiento intensivo y normal, y no hubo capturas en testigo. *Proechimys* spp. se capturó en el tratamiento normal y testigo pero no en el intensivo. *Akodon* spp. y *O. nitidus* se capturaron en los tres tratamientos. *Oecomys* spp. se capturó en el tratamiento intensivo y testigo, pero no en el normal. Por otra parte, las dos especies de marsupiales sólo se capturaron en el tratamiento intensivo (Cuadro2).

Cuadro 2. Abundancia de mamíferos pequeños terrestres capturados en los bloques 1 y 2 del PISLP, La Chonta, Guarayos.

Especies	AA-2001-1 (Bloque1)			Stotal	AAA-2001-2 (Bloque 2)			Stotal	Total
	Intensivo	Normal	Testigo		Intensivo	Normal	Testigo		
Roedores									
Orizomys nitidus	10(16)	10(18)	20(41)	40(75)	31(56)	11(17)	14(25)	56(98)	96(173)
Akodon sp.	2(2)	1(1)	3(4)	6(7)		4(9)		4(9)	10(16)
Oecomys sp1	2(2)		1(1)	3(3)			1(1)	1(1)	4(4)
Oecomys sp2	1(2)			1(2)			1(1)	1(1)	2(3)
Orizomys capito					1(1)	1(1)		2(2)	2(2)
Proechimys sp.			1(1)	1(1)		1(1)		1(1)	2(2)
Marsupiales									
Micoureus sp.	1(1)		1(1)						1(1)
Monodelphis sp.					1(1)			1(1)	1(1)
Total	16(23)	11(19)	25(47)	52(89)	33(58)	17(28)	16(27)	66(113)	118(202)

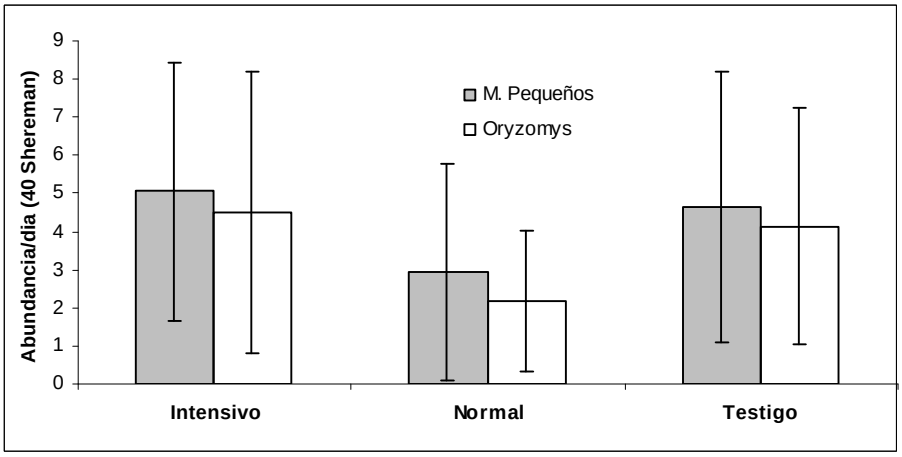
Nota: Stotal = subtotal por bloque; ( ) = total capturas más recapturas.

Figura 2. Cuatro especies de roedores (*Akodon* sp., *Oecomys* sp., *Oryzomys nitidus* y *Proechimys* sp.) y dos especies de marsupiales capturados (*Micoureus* sp. y *Monodelphys* sp.).



La abundancia de mamíferos pequeños en los bloques y en los tratamientos fue similar (Cuadro 3, Figura 3). En la interacción bloque versus tratamiento no hay variación de la abundancia de los mamíferos pequeños no voladores (Cuadro 3). La abundancia de *O. nitidus* en los bloques y en los tratamientos también fue similar (Cuadro 3, Figura 3). En la interacción bloque versus tratamiento no hay variación significativa de la abundancia de estas especie (Cuadro 3). En el bloque 1 y 2 *O. nitidus* representó el 81% del total de los individuos capturados en los tres tratamientos silviculturales. Las siete especies restantes representaron el 19 % del total de las capturas (Cuadro 2). La abundancia de los mamíferos pequeños no voladores y de *O. nitidus* varía mucho entre los tratamientos y los bloques (Figura 3).

Figura 3. Abundancia de mamíferos pequeños no voladores y de *O. nitidus* en los tratamientos silviculturales.



Cuadro 3. Análisis de varianza de la abundancia de los mamíferos pequeños no voladores y de *O. nitidus* entre los tratamientos y bloques, e interacción bloque versus tratamiento.

Comparaciones	Suma de cuadrados	Grados de ilbertad	Cuadrado Medio	F	P
M. pequeños					
Bloque	3.000	1	3.000	0.259	0.629
Tratamiento	10.073	2	5.036	0.436	0.666
Bloque* Tratamiento	23.656	2	11.828	1.023	0.415
Error	69.375	6	11.562		
O. nitidus					
Bloque	2.755	1	2.755	0.327	0.588
Tratamiento	12.323	2	6.161	0.731	0.520
Bloque*Tratamiento	26.260	2	13.130	1.557	0.285
Error	50.594	6	8.432		

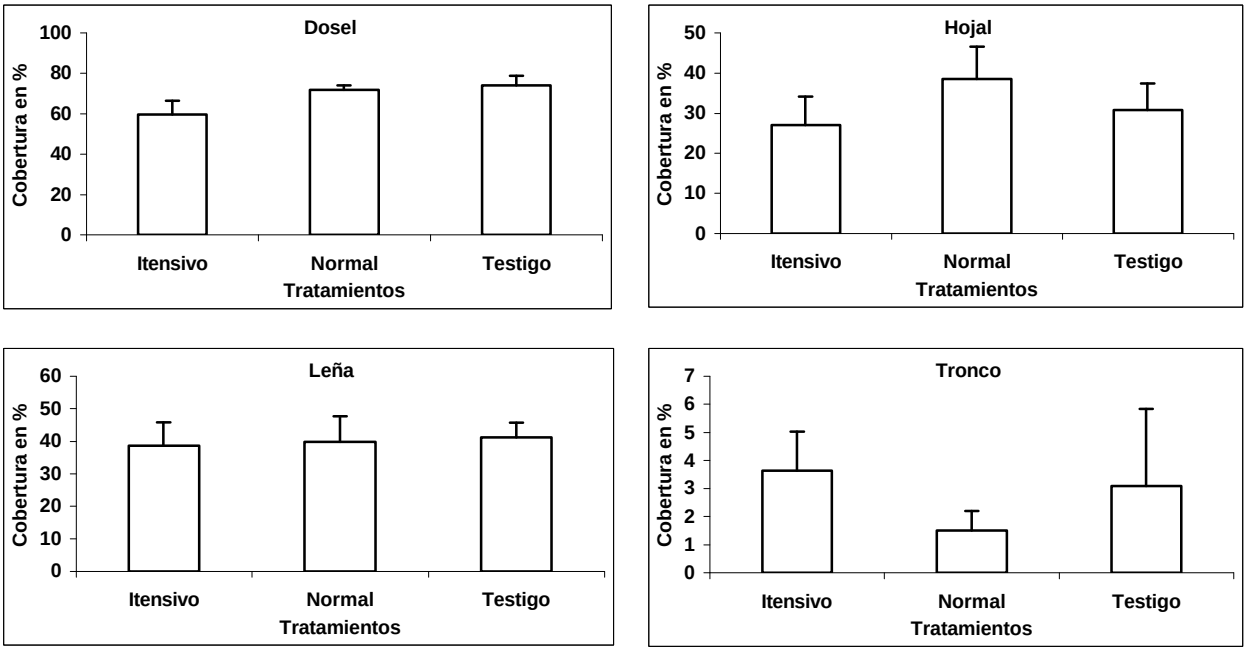
A2. Caracterización de hábitats: puntos de captura

La cobertura del dosel no es diferente entre bloques (F=0.159, P=0.704), pero entre los tratamientos s observó diferencias (F=7.914, P=0.021). En el tratamiento intensivo hay menor cobertura que en el tratamiento normal y testigo (Figura 4). La cobertura de hojas entre los bloques (F=0.752, P=0.894) y los tratamientos (F=2.759, P=0.141) no muestra diferencia significativa, pero hay tendencia a mayor cobertura en normal y testigo que en intensivo (Figura

4). La cobertura de leña entre los bloques (F=0.019, P=0.894) y tratamientos (F=0.118, P=0.890) es similar, sin tendencias marcadas. La cobertura de troncos entre los bloques (F=0.172, P=0.692) y los tratamientos (F=1.006, P=0.420) es similar, aunque hay una gran variabilidad de cobertura en los tres tratamientos (Figura 4).

Se observó diferencias significativas entre los puntos con captura y sin captura: cobertura de hojas en el tratamiento testigo, cobertura del tronco en testigo y cobertura del dosel en normal (Cuadro 4). En las demás comparaciones de la cobertura del dosel, las hojas, la leña y el tronco entre puntos con captura y sin captura estas coberturas son similares (Cuadro 4). En el tratamiento normal, la mediana del número de puntos sin captura fue mayor con respecto a la mediana del número de puntos con captura (X^2=4.26, gl= 1, P= 0.039) (Cuadro 4). En el tratamiento intensivo y en el testigo la mediana del número de puntos sin captura es similar a la mediana del número de puntos con capturas (intensivo: X^2= 2, gl=1, P=0.665; Testigo: X^2=0.8, gl= 1, P= 0.371)

Figura 4. Cobertura de dosel, hojas, leña y tronco en los tratamientos silviculturales.



Cuadro 4. Diferencias de cobertura de dosel, hoja, leña y tronco entre los puntos con captura y sin captura por tratamiento silvicultural

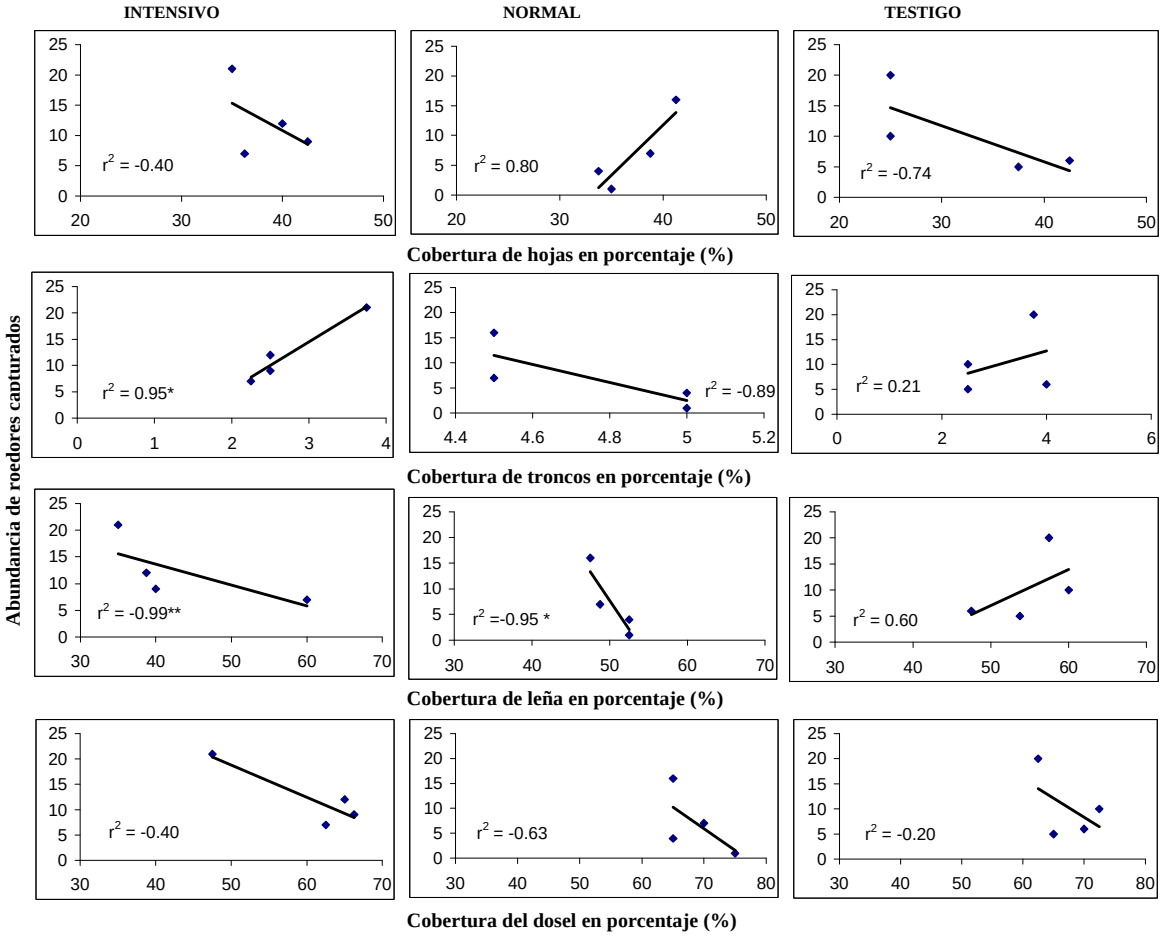
Bloque	Grilla	Cober	INTENSIVO				NORMAL				TESTIGO			
			n		M-W		n		M-W		n		M-W	
			Aus	Pres	U	P	Aus	Pres	U	P	Aus	Pres	U	P
1	A	Dosel	11	9	59.0	0.47	15	5	38.0	0.97	13	7	56.5	0.38
		Hoja			53.0	0.79			52.0	0.20			18.0	0.03
		Leña			41.5	0.54			30.0	0.51			67.5	0.08
		Tronco			61.0	0.35			39.5	0.96			39.5	0.63
	B	Dosel	14	6	45.0	0.80	14	6	58.0	0.18	5	15	37.0	0.97
		Hoja			63.5	0.08			39.0	0.80			32.5	0.66
		Leña			30.5	0.34			50.0	0.51			36.0	0.89
		Tronco			13.5	0.02			34.5	0.53			35.0	0.83
2	A	Dosel	11	9	54.5	0.70	7	13	79.0	0.01	11	9	58.0	0.52
		Hoja			47.5	0.88			48.5	0.81			53.5	0.76
		Leña			62.0	0.34			49.5	0.75			50.0	0.97
		Tronco			59.0	0.46			41.0	0.72			43.5	0.65
	B.	Dosel	4	16	36.0	0.71	*19*	*1?*	*4.0*	*0.33*	14	6	46.5	0.71
		Hoja			45.5	0.20			*15.5*	*0.30*			36.0	0.62
		Leña			18.0	0.18			*1.0*	*0.14*			38.5	0.77
		Tronco			17.0	0.15			*16.0*	*0.25*			44.0	0.87
Mediana			11	9			14.5	5.5			12	8		

Nota: Cober = cobertura; Aus = Ausencia (No. de puntos sin captura); Pres = Presencia (No. de puntos con captura); n = número de puntos; U= test de Mann- Whitney (M-W); P = Probabilidad; En negrilla = diferencia significativa; En cursiva = n muestra muy pequeña.

A3. Asociación de mamíferos pequeños con los hábitats

En el tratamiento intensivo, la abundancia de los roedores se asocia negativamente con la cobertura de leña (vegetación no viva), hojas y del dosel, y existe una asociación positiva con la cobertura de troncos de la vegetación viva (Figura 5). En el mismo tratamiento, la asociación de la abundancia de roedores con cobertura de leña y tronco son significativas (Figura 5). En el tratamiento normal, la abundancia de roedores se asocia negativamente con la cobertura de troncos, leña y del dosel, y existe una asociación positiva con la cobertura de las hojas (Figura 5). En el mismo tratamiento, la asociación de la abundancia de roedores con la cobertura de leña es significativa (Figura 5). Por último, en el tratamiento testigo, la abundancia de roedores se asocia negativamente con la cobertura de hojas y del dosel, y hay una asociación positiva con la cobertura de tronco y leña (Figura 5). En este tratamiento, ninguna asociación es significativa.

Figura 5. Asociación de la abundancia de mamíferos pequeños con la cobertura de hojas, tronco, leña y dosel en los tres tratamientos silviculturares (*=P<0.05; **=P<0.01).



B. Mamíferos y aves pequeños, medianos y grandes terrestres

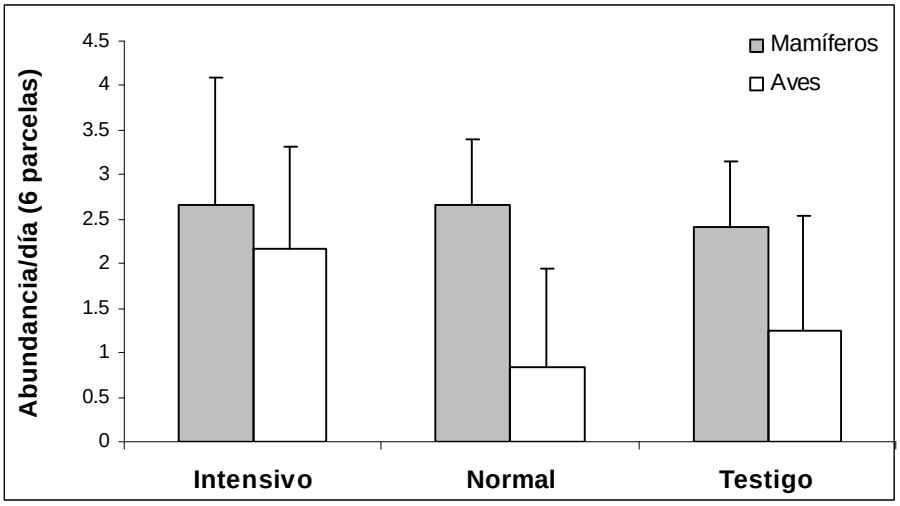
B1. Uso de hábitat

Con un esfuerzo de 288 parcelas de huellas /día, se registró 93 huellas de mamíferos que correspondieron a 19 especies y 51 huellas de aves que correspondieron a 6 especies (Cuadro 5).

El número de especies de mamíferos terrestres en los tratamientos es similar (X^2=0.703, gl=2, P=0.704). La abundancia de las huellas de mamíferos es similar entre bloques (F=0.074, P=0.794) y entre tratamientos (F=0.074, P=0.929, Figura 6).

No existe interacción entre los tratamientos y bloques (F=1.066, P=0.402). La variación de la abundancia de mamíferos es amplia entre los distintos tratamientos silviculturales (Figura 6).

Figura 6. Abundancia de mamíferos y aves entre los tratamientos silviculturales.



La abundancia (X^2=1.357, gl=2, P=0.507) y el número de especies (X^2=0.824, gl=2, P=0.662) de mamíferos grandes son similares entre los tratamientos. La abundancia (X^2=1 gl=2, P=0.449) y el número de especies (X^2=1.182, gl=2, P=0.913) de mamíferos medianos son similares en los tres tratamientos. Por último, la abundancia (X^2=2.68, gl=2, P=0.262) y el número de especies (3 spp. por tratamiento) de mamíferos pequeños son similares en los tres tratamientos. Las categorías de tamaño de los mamíferos (grande, mediano y pequeño) son similares entre los tres tratamientos, así como la abundancia de huellas (X^2=5.278, gl=4, P=0.260) y el número de especies (X^2=0.327, gl= 4, P=0.988) (Cuadro 5).

El número de especies de aves terrestres fue similar entre los tratamientos (X^2=0.615, gl=2, P=0.735). La abundancia de huellas de aves es similar entre bloques (F=0.118, P=0.742) y entre tratamientos (F=0.953, P=0.437, Figura 6). No existe interacción entre tratamientos y bloques (F=0.147, P=0.866). La variación de la abundancia de aves es muy amplia entre los tratamientos silviculturales (Figura 6). De acuerdo al tamaño de las aves grandes, sólo se registró dos individuos del género *Penelope* spp.: uno en el tratamiento normal y el otro en el intensivo. Por otro lado, la abundancia de aves medianas fue similar entre los tres tratamientos (X^2=3.429, gl=2, P=0.180). Por último, la abundancia de aves pequeñas fue diferente entre los tres tratamientos (X^2=7.812, gl=2, P=0.019) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Lista de especies y abundancia de huellas de mamíferos y aves pequeños, medianos y grandes terrestres registrados en los tres tratamientos del bloque 1 y 2 (N= nombre común; No/ iden = no identificados).

Clase/Tamaño y Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Intensivo	Normal	Testigo	Total
MAMÍFEROS						
Grandes			7	12	9	28
Canidae	*Cerdocyon thous*	Zorro	1			1
Cebidae	*Ateles paniscus*	Marimono		2		2
Cervidae	*Mazama americana*	Huaso	1	1	1	3
	Mazama gouazoubira	Urina		1		1
Felidae	*Leopardus pardalis*	Tigrecillo			2	2
	Leopardus wiedii?	Gato	1	2	1	4
	Puma concolor	León		3	1	4
Mustelidae	*Eira barbara*	Melero		1		1
Tapiridae	*Tapirus terrestris*	Anta	4	2	3	9
Tayassuidae	*Tayassu tajacu*	Taitetú			1	1
Medianos			3	7	5	15
Agoutidae	*Cuniculus paca*	Jochi pintado	1	1	1	3
Dasyproctidae	*Dasyprocta* spp.	Jochi Colorado	1	3	1	5
Didelphidae	*Didelphis marsupials*	Karachupa		2	1	3
	Philander sp./*Metachirus* sp.	Karachupa	1		2	3
Leporidae	*Sylvilagus brasiliensis*	Tapití			1	1
Pequeños			22	13	15	50
Didelphidae	No/iden	Karachupa	15	8	7	30
Muridae	No/iden	Rata	5	3	4	12
		Ratón	2	2	4	8
Total mamíferos			32	32	29	93
AVES						
Grandes			1	1		2
Cracidae	*Penélope* spp.	Pava	1	1		2
Medianas			11	5	5	21
Cracidae	*Ortalis* sp.	Pava			1	1
Tinamidae	*Crypturellus* spp.	Perdíz	11	4	5	20
Pequeñas			14	4	10	28
Columbidae	No/iden	Paloma	5	1		6
No/iden	No/iden	Baño	2		5	7
No/iden	No/iden	Pajarito	7	3	5	15
Total aves			26	10	15	51

Nota: *A. paniscus* es una especie arborícola a diferencia de las demás especies terrestres.

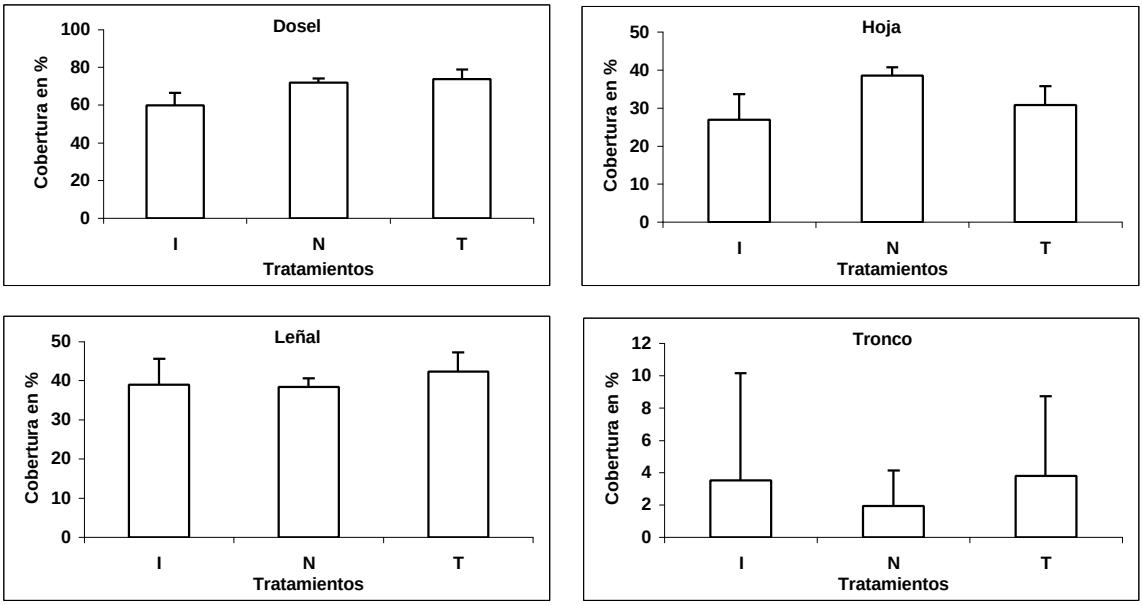
B2. Caracterización de hábitats: parcelas de huellas

En los tratamientos normal y testigo la cobertura de dosel fue mayor que en el tratamiento intensivo y la diferencia es significativa (Cuadro 6; Figura 6). La cobertura de hojas, leña y tronco es similar entre los tres tratamientos silviculturales (Figura 7; Cuadro 6). Existe poca variación de la cobertura de dosel, hojas y leña en los tratamientos (Figura 7), mientras que la cobertura del tronco es muy variable entre los tratamientos (Figura 6).

Cuadro 6. Valores estadísticos de las coberturas de hoja, tronco, leña y dosel entre los tratamientos, bloques y bloques-tratamientos.

Cobertura	Estadístico	Bloque gl=1	Tratamiento gl=2	Bloque-Tratamiento gl=2	Error gl=6
Hoja	*F*	0.752	2.759	1.351	50.403
	P	0.419	0.141	0.328	
Tronco	*F*	0.172	1.006	0.018	4.850
	P	0.692	0.420	0.983	
Leña	*F*	0.019	0.118	0.477	58.227
	P	0.894	0.890	0.643	
Dosel	*F*	0.159	7.914	0.634	29.572
	P	0.704	0.021	0.563	

Figura 7. Cobertura de dosel, hoja, leña y tronco en los tres tratamientos silvicultural.



B3. Asociación de los mamíferos y de las aves con los hábitats

La abundancia de huellas de mamíferos en el tratamiento intensivo está asociada negativamente con la cobertura del dosel y es la asociación significativa (Cuadro 7). Por otra parte, la abundancia de huellas en el tratamiento intensivo, normal y testigo, y la cobertura de hojas, tronco y leña no están asociadas significativamente (Cuadro 7).

La abundancia de huellas de aves en el tratamiento testigo está asociada negativamente con la cobertura de hojas y es la asociación significativa (Cuadro 7). En el tratamiento intensivo, normal y testigo la cobertura de tronco, leña y dosel no está asociada significativamente con la abundancia de huellas de aves (Cuadro 7).

Cuadro 7. Asociación de la abundancia de huellas de mamíferos y aves con la cobertura de hojas, tronco, leña y dosel en los tres tratamientos silviculturales (r = correlación de Spearman; P = probabilidad, n = 4).

Cobertura	Estadístico	Mamíferos			Aves		
		Intensivo	Normal	Testigo	Intensivo	Normal	Testigo
Hoja	**r**	0.211	0.600	-0.200	0.200	-0.632	-0.999
	p	0.789	0.400	0.800	0.800	0.368	**0.00001**
Tronco	**r**	0.105	0.632	-0.200	-0.800	-0.333	0.600
	p	0.895	0.368	0.800	0.200	0.667	0.400
Leña	**r**	-0.105	-0.600	0.400	0.800	0.632	-0.800
	p	0.895	0.400	0.600	0.300	0.368	0.200
Dosel	**r**	-0.949	0.600	-0.400	-0.400	-0.632	-0.800
	p	0.051	0.400	0.600	0.600	0.368	0.200

Nota: Los números en negrilla son significativos con una probabilidad de a = 0.05.

SECCION IV

Discusión

La composición y estructura de la biodiversidad cambian con las perturbaciones naturales (Bender *et al*. 1984; Paine 1966). Los bosques intervenidos por la extracción forestal cambian en cuanto a composición y estructura de las especies vegetales (Fredericksen *et al*. 1999). Debido a los cambios del recursos alimento, la composición y estructura de la fauna silvestre pueden cambiar a corto o largo plazo (Ochoa 1998). En este estudio, no hubo cambios de la abundancia general, ni tampoco de la riqueza general de mamíferos y aves, exceptuando algunos cambios en la abundancia de aves pequeñas entre los tratamientos silviculturales. La composición de especies de los mamíferos y las aves varió entre los tratamientos. También, se registró asociaciones significativas de mamíferos y aves con la estructura de vegetal.

A. Captura de mamíferos pequeños no voladores

Entre las unidades de muestreo se registró una alta variación de la abundancia de mamíferos pequeños no voladores, lo cual podría ocultar la verdadera variación de la abundancia entre los tratamientos silviculturales. Si la variación de la abundancia entre las unidades de muestreo fuera pequeña y se mantuviera la abundancia entre los tratamientos, los cambios de los hábitats y de la composición vegetal que conlleva la extracción forestal no afectarían a los mamíferos pequeños no voladores. Esta suposición no apoya a estudios que encontraron diferencias entre áreas perturbadas y no perturbadas. Ochoa (1998) no encontró variación contundente de la abundancia de los mamíferos pequeños terrestres entre un área con extracción y sin extracción. Rumiz y Herrera (2000) y Rumiz y Herrera-Flores (en revisión) registraron mayor abundancia antes que después de la extracción forestal. Fredericksen y Fredericksen (2002) encontraron una tendencia de mayor abundancia en los claros que en los bosques vecinos a los claros abiertos por la corta de árboles. Malcolm y Ray (2000) encontraron cambios de abundancia y de riqueza de especies entre claros y bosque.

En este estudio, el número de especies de mamíferos pequeños no voladores por tratamientos es similar, pero las preferencias de las especies son diferentes. Es decir que los marsupiales y una especie de roedor se favorecen con lugares perturbados (intensivo); el género *Proechimys* prefiere áreas poco perturbadas (normal) y no perturbadas (testigo); y *Oecomys*, *O. nitidus* y *Akodon* spp. prefieren áreas perturbadas y no perturbadas por igual. Estudios de comparación entre áreas perturbadas y no perturbadas indican que ocurren cambios en composición de especies con la extracción forestal (Laurance & Bierregaard 1997; Ochoa 1998; Malcolm & Ray 2000; Fimbiel *et al.* 2001; Rumiz & Herrera-Flores, en revisión).

En el tratamiento intensivo, a menor cobertura de leña, mayor la abundancia general de mamíferos pequeños no voladores, mientras que cuando la cobertura de troncos de vegetales vivos es mayor, también es mayor la abundancia de mamíferos pequeños no voladores. Por lógica, hay mayor proporción de leña en lugares intervenidos que en lugares sin intervención y, entonces, esta asociación indicaría que habrá más abundancia en lugares no intervenidos. Ahora la asociación positiva con la cobertura de troncos de vegetales vivos indicaría también que hay

mayor abundancia en lugares no perturbados. Si bien con respecto a lo último, es necesario considerar que en áreas perturbadas habrá mayor proporción de troncos que pertenezcan a una vegetación de sucesión rápida (herbáceas, arbustos) y, en menor proporción, a vegetación de sucesión secundaria (árboles). Sin embargo, también puede haber una mayor proporción de cobertura de troncos que pertenecen a la vegetación viva y que son de sucesión secundaria y, en menor proporción, a la vegetación de sucesión rápida. Efectivamente, hay arbustos de sucesión secundaria en mayor proporción en áreas perturbadas que en áreas no perturbadas (Capellotto *et al*. 2002; Benítez-Malvido & Martínez-Ramos 2003; Observación personal). La regeneración de árboles del dosel en áreas perturbadas se da en menor proporción (Rice & Gullison 1997; Mostacedo & Fredericksen 1999; Zuidema 2000; Panfil *et al*. 2001). La asociación encontrada en este estudio, entre abundancia y estructura de la vegetación, apoya a otros estudios (Fredericksen & Fredericksen 2002; Shamid-Holmes & Drickamer 2001).

B. Mamíferos: uso de hábitat

La alta variabilidad de la abundancia de mamíferos en los tres tratamientos podría ocultar las verdaderas tendencias de los mamíferos entre los diferentes tratamientos. No obstante, existe cierta tendencia a una mayor abundancia en tratamientos con mayor intensidad de aprovechamiento, aunque los cambios no son significativos. Si dichos cambios fueran significativos, el resultado apoyaría a otros autores que encontraron diferencias de abundancia entre áreas intervenidas y no intervenidas (Hansson 2002, Herrera-Flores *et al.* 2002; Fredericksen y Fredericksen 2002, Davies *et al.* 2001). También hay evidencia de que los cambios ocurren de acuerdo a los taxones y al tamaño de las especies (Herrera-Flores *et al.* 2002).

La falta de variación en la composición de especies entre los tratamientos silviculturales indicaría que el ensamblaje es semejante a los de los bosques no intervenidos. Sin embargo, analizando por especies, se puede constatar que hay especies que aparecen solamente en el tratamientos intensivo (*Cerdocyon thous*), normal (*Eira barbara*) o testigo (*Leopardus pardalis*, *Tayassu tajacu*) (Cuadro 2). Estas tendencias podrían apoyar a otros trabajos, como evidencia de que hay diferencias de composición de especies entre áreas intervenidas y no intervenidas (Herrera *et al.* 2002), entre fragmentos pequeños (Reimoser *et al*. 1999).

La asociación negativa y estadísticamente significativa de los mamíferos con la cobertura del dosel indicaría que la presencia de los mamíferos es mayor en las áreas con mayor intervención, donde hay mayor apertura de dosel. Este podría deberse a la abundancia del recurso alimento (Reimoser *et al*. 1999) y a que las áreas clareadas podrían servir como vías de desplazamiento, ya que en los claros hay mayor regeneración que debajo de la copa de los árboles (Fredericksen & Mostacedo 1999; Reimoser *et al*. 1999; Capellotto *et al*. 2002; Benítez-Malvido & Martínez-Ramos 2003). Con la regeneración algunas especies podrían beneficiarse y, por ende, se estaría registrando un mayor uso de las áreas perturbadas.

C. Aves: uso de hábitat

La abundancia de aves, al igual que de mamíferos, es muy variable entre las unidades de muestreo. Sin embargo, hay tendencia a mayor abundancia de aves en áreas con mayor intensidad de aprovechamiento forestal. Por otra parte, la riqueza de especies no muestra ninguna

tendencia. Thiollay (1997) y Aleixo (1999) tampoco encontraron diferencias significativas en la abundancia y riqueza general entre áreas intervenidas y no intervenidas. No obstante, los mismos autores encontraron una variación en la composición de especies de aves entre áreas intervenidas y no intervenidas.

En el presente estudio, las aves pequeñas muestran un mayor uso de hábitats sujetos a mayor intensidad de extracción forestal como, por ejemplo, las especies de la familia Columbidae. En el caso de las aves medianas y grandes de las familias Cracidae y Tinamidae, éstas tienden a usar más las áreas con mayor intensidad de intervención. El uso de las áreas intervenidas por parte de las aves mencionadas anteriormente, podría deberse a la abundancia de alimento generada por la alta regeneración de la vegetación secundaria (como herbáceas y arbustos). Sin embargo, otros autores señalan una disminución de la abundancia de aves del sotobosque: terrestres, insectívoras, nectarívoras y frugívoras en bosques intervenidos (Thiollay 1997; Flores *et al*. 2001). Las aves también podrían usar las áreas claras para refrescarse con la tierra suelta que abunda en áreas intervenidas, como ocurre con algunas especies de la familia Columbidae (observación personal).

La asociación negativa con la cobertura de hojas de la vegetación viva podría deberse al tipo de vegetación. Es decir que en áreas no intervenidas hay mayor cobertura de hojas de helechos que en áreas intervenidas, mientras que en áreas intervenidas las hojas de helechos se encuentran en menor proporción. La asociación indica que las aves dan mayor uso a áreas perturbadas.

SECCION V

Conclusiones y Recomendaciones

La fauna silvestre cumple roles ecológicos en el bosque tales como depredación, dispersión y polinización (Smith & Smith 2000; Rumiz 2001). Por ejemplo, los roedores y los ungulados son depredadores y dispersores de semillas de diferentes plantas, y las aves son dispersores de semillas y controladores de plagas de insectos (Brewer & Rejmánek 1999; Andresen 2000; Rumiz 2001). Los cambios de los hábitats, a causa de la tala selectiva, podrían tener efectos negativos en los roles de la biodiversidad en los bosques (Laurance & Bierregaard 1997; Fimbel *et al*. 2001).

Con los resultados obtenidos en este trabajo se puede concluir, de forma preliminar, que la abundancia y el número de especies de mamíferos y aves no variaron entre los tratamientos silviculturales. A partir de la composición de especies, se puede afirmar que algunas especies prefieren áreas intervenidas y otras prefieren áreas no intervenidas. En cuanto a tamaño, en los mamíferos y las aves no se registró cambios contundentes en abundancia y riqueza de especies entre áreas intervenidas y no intervenidas, aunque hubo la excepción de las aves pequeñas. Asimismo, se encontró asociaciones significativas entre la abundancia de mamíferos y de aves, y algunas de las coberturas de vegetación.

Recomendaciones

Los estudios de impacto son importantes para la conservación de la fauna y flora silvestre. Para respaldar los resultados de este estudio, es necesario continuar con un estudio a largo plazo, considerando otras variables como recurso alimento, refugios, datos meteorológicos, datos topográficos y recurso agua, entre otros. Estas variables podrían indicar las disposiciones óptimas para un mejor mantenimiento del ensamblaje de la biodiversidad.

SECCION VI

Referencias Bibliográficas

Aleixo, A. 1999. Effects of selective logging on a bird community in the Brazilian Atlantic Forest. The Condro 101:537-548.

Anderson S., 1993. Los mamíferos Bolivianos: Notas de distribución y claves de identificación. Colección Boliviana de Fauna (Instituto de Ecología), La Paz, Bolivia.

Anderson S., 1997. Mammals of Bolivia, Taxonomy and Distribution; American Museum of Natural History, New York, 652 pp.

Andresen E. 2000. Ecological roles of mammals: the case seed dispersal. Pp 11-25. In: Entwistle , A. y N. Dunstone (Eds). Priorities for the conservation of mammalian diversity: Has the panda had its day? Conservation biology 3. Cambridge University. Press Cambridge, UK.

ARMONIA, 1995. Lista de las Aves de Bolivia, Santa Cruz - Bolivia, 198 pp.

Bender E. A., T.J. Case and M.E. Gilpin 1984. Perturbation experiments in community ecology: theory and practice. Ecology 65(1):1-13.

Benítez-Malvido, J & M. Martínez-Ramos 2003. Impact of forest fragmentation on understory plant species richness in Amazonia. Conservation Biology 17(2):389-400.

Brewer S. W. and M. Rejmánek 1999. Small rodents as significant dispersers of tree seed in a Neotropical forest. Journal of Vegetation Science 10: 165-174.

Capellotto, F. R., C. Senna & E. M. Nakkazono 2002. Effects of selective logging on populations of two tropical understory herbs in an Amazonian Forest. Biotropica 34(2): 289-296.

Corporación Andina de Fomento (CAF), BOLFOR y Geosystems 2000. Bolivia: Determinación del daño causado por los incendios forestales ocurridos en los departamentos de Santa Cruz – Beni en los meses de agosto y septiembre de 1999. BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.

Cuarón, A. 2000a. A global perspective on habitat disturbance and tropical rainforest mammals. Conservation Biology 14: 1574-1579.

Cuarón, A. 2000b. Effects of land-cover changes on mammals in a neotropical region: a modeling approach. Conservation Biology 14: 1676-1692.

Davies, G., M. Heydon, N. Leader-Williams, J. MacKinnon & H. Newing 2001. The effects of logging on tropical forest ungulates. Pp 93-124. En: Fimbel R. A., A. Grajal & J. G. Robinson (Eds). The cutting edge: Conserving wildlife in logged tropical forests. Columbia University, New York, 808 pp.

Emmons L. & F. Feer 1990. Neotropical rainforest mammals: A field guide. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.

Emmons L. & F. Feer 1999. Mamíferos de los bosques húmedos de América Tropical: una guía de campo. FAN, Santa Cruz, Bolivia, 298pp.

Fimbel, R. A., A. Grajal & J. G. Robinson (Eds) 2001. The cutting edge: Conserving wildlife in logged tropical forests. Columbia University, New York, 808 pp.

Flores, F., D. Rumiz, T. Fredericksen & N. Fredericksen 2001. Uso de claros de aprovechamiento, para las aves, de un bosque húmedo tropical boliviano. Doc. Tec. 100. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz Bolivia.

Fredericksen, N. & T. Fredericksen 2002. Terrestrial wildlife responses to logging and fire in a Bolivian tropical humid forest. Biodiversity and Conservation 11:27-38.

Fredericksen, N., T. Fredericksen, B. Flores & D. Rumiz 1999. Uso de claros de corta de diferente tamaño, por la fauna silvestre, en un bosque seco tropical. Doc. Tec. 81. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz - Bolivia.

Hansson L. 2002. Mammal movements and foraging at remnant woodlands inside coniferous forest landscapes. Forest Ecology and Management 160:109-114.

Herrera-Flores, J.C., T. S: Fredericksen & D. Rumiz 2002. Evaluación rápida de mamíferos en base a huellas para observar los impactos del manejo forestal. Ecología en Bolivia, 37(1):3-13.

Hurtado, J. C.1995. Distribución y diversidad de algunos vertebrados terrestres en diferentes hábitats de Lomerío en base a indicios (huellas), Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia.

Killeen, T., E. García & S. Beck 1993. Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia y Missouri Botanical Garden. La Paz, Bolivia. 958 pp.

La Chonta 1998. Plan general de manejo forestal. Empresa agroindustrial La Chonta Ltda. Santa Cruz, Bolivia.

Laurance, W. F. & R. O. Bierregaard, Jr., Eds., 1997. Tropical forest remnants: Ecology, management and conservation of fragmented communities. University of Chicago Press. Chicago, Illinois.

Malcolm, J. & J. Ray. 2000. Influence of timber extraction routes on central African small-mammal communities, forest structure, and tree diversity. Conservation Biology 14 (6):1623-1638.

Mason, D.J. & F. E. Putz. 2001. Reducing the impacts of tropical forestry on wildlife. 473-510 pp. En: Fimbel R. A., A. Grajal & J. G. Robinson (Eds). The cutting edge: Conserving wildlife in logged tropical forests. Columbia University, New York, 808 pp.

Ministerio de Desarrollo Sostenible de Medio Ambiente (MDSMA) 1996. Ley Forestal No 1700. MDSMA, FONAMA-PL-480.

Mostacedo, B. & T. Fredericksen 1999. Regeneration status of important tropical forest tree species in Bolivia: assessment and recommendations. Forest Ecology and Management 124: 263-273.

Ochoa, J. & P. Soriano 2001. The effects of logging on nonvolant small mammal communities in neotropical rain forests. Pp. 125-152. In: Fimbel R. A., A. Grajal and J. G. Robinson (Eds). The cutting edge: Conserving wildlife in logged tropical forests. Columbia University, New York, 808 pp.

Ochoa, J. 1998. Efectos de la extracción de madera sobre la diversidad de mamíferos pequeños en bosques de tierras bajas de Guayana Venezolana. Biotropica 32 (1): 146-164.

Paine R. T. 1966. Food web complexity and species diversity. American Naturalist. 100 (910): 850-860

Panfil S. N., R. E. Gullison y C. Leaños. 2001. Dos experimentos silviculturales para enriquecer poblaciones de mara (*Swietenia macrophylla* King) en el bosque Chimanes, Beni, Bolivia. Pp:173-183. En: Mostacedo B. y Fredericksen (Eds). Regeneración y silvicultura de bosques tropicales en Bolivia. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR).

Paredes, L. 2001. Evaluación del uso de la fauna silvestre durante la zafra castañera en el bosque Amazónico. Proyecto Manejo Forestal (PANFOR), Doc. Tec. No 4. Pando, Bolivia.

Putz, F.; K. Redford; J. Robinson; R. Fimbel & G. Blate. 2000. Biodiversity conservation in the context of tropical forest management. The world bank environment department. Washington, D.C. – USA. Paper No 75.

Redford, K. & J. F. Eisenberg 1992. Mammals of the Neotropics. The southern cone: Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay. Vol. 2, University of Chicago Press, Chicago Illinois.

Reimoser, F., H. Armstrong & R. Suchant 1999. Measuring forest damage of ungulates: what should be considered. Forest Ecology and Management 120:47-58.

Rice R., R. Gullison & J. W. Reid. 1997. Can sustainable management save tropical forests?. Scientific American. April: 44-49.

Rumiz D. I. & J. C. Herrera 1998. La evaluación de la fauna silvestre y su conservación en bosques de producción de Bolivia. Proyecto BOLFOR, USAID y PL480. Santa Cruz, Bolivia.

Rumíz, D. & J. C. Herrera. 2000. Wildlife diversity and selective mahogany logging in bosque Chimanes, Beni: Surveying mammals and other vertebrates by line transect, track quadrats, live-trapping and mist-netting. En: SI/MAB. 2000. Biodiversidad, conservación y manejo en la región de la reserva de la biosfera Estación Biológica del Beni, Bolivia. Serie No. 4.

Rumiz D. I., D. Guinart, L. Solar & J. C. Herrera 2001. Logging and hunting community forests and corporate concessions. Pp: 333-357. In: Fimbel R. A., A. Grajal & J. G. Robinson (Eds.). The cutting edge: Conserving wildlife in logged tropical forests. Columbia University, New York, 808 pp.

Rumiz, D. & J. C. Herrera-Flores, En revisión. Assessing the short-term impacts of selective logging on small mammals at a tropical forest in Bolivia.

Rumiz, D. 2001. El rol de la fauna en la dinámica del bosque Neotropical: una revisión del conocimiento actual adaptado al caso de Bolivia. Pp. 31-52. En: Mostacedo B. y Fredericksen (Eds). Regeneración y silvicultura de bosques tropicales en Bolivia. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR).

Schamid-Holmes, S. & L.C. Drickamer 2001. Impact of forest patch characteristics on small mammal communities: a multivariate approach. Biological Conservation 99:293-305.

Smith, R. & T. Smith 2000. Ecología. Impreso en España, 4ta edición, 642 pp.

SPSS 2001. SPSS for Windows V11.00. Inc.

SYSTAT 1998. SYSTAT V9 Inc. USA.

Thiollay, J.M. 1997. Disturbance, selective logging and bird diversity: a Neotropical forest study. Biodiversity and Conservation 6:1155-1173.

Tirira 1999. Mamíferos del Ecuador. Quito, Ecuador. 392 pp.

Zar, H. J. 1984. Biostatistical Analysis. Second Edition, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA. 718 pp.

Zuidema P. A. 2000. Demography of exploited tree species in the Bolivian Amazon. Ph. D. Thesis University Utrecht. PROMAB Scientific Series 2, Riberalta - Bolivia.