

Evaluación rápida de mamíferos en base a huellas para observar los impactos del manejo forestal

A rapid evaluation of mammals using track plots for observing forest management impacts

José Carlos Herrera Flores¹, Todd S. Fredericksen² & Damián Rumíz³

¹ Proyecto BOLFOR / Proyecto de Manejo Forestal Sostenible

Tel: 591-3-480767, 480766 Fax: 480854

Casilla # 6204 Santa Cruz – Bolivia, correo electrónico: jcherrera2@hotmail.com

² Proyecto BOLFOR / Proyecto de Manejo Forestal Sostenible

Tel: 591-3-480767, 480766 Fax: 480854

Casilla # 6204 Santa Cruz – Bolivia, correo electrónico: bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo

³ Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado / Wildlife Conservation Society

Tel: 591-3-366574, 371216, correo electrónico: confauna@scbbs-bo.com

Resumen

Comparamos la riqueza y la abundancia de huellas de mamíferos terrestres entre un área aprovechada y una no aprovechada en un bosque semideciduo chiquitano (concesión forestal San Miguel) y en un bosque húmedo del escudo precámbrico (concesión forestal Lago Rey). En ambos bosques, la riqueza de especies y abundancia de huellas de mamíferos grandes y medianos, entre un área aprovechada y no aprovechada, fueron similares. Sin embargo, los pequeños mamíferos mostraron mayor abundancia de huellas en el área aprovechada de bosque semideciduo, mientras que, en el bosque húmedo, el indicador fue menor en el área aprovechada; la diferencia entre áreas aprovechadas y no aprovechadas de ambos bosques fue estadísticamente significativa. Los carnívoros y ungulados, que constituyeron los grupos más abundantes, mostraron las siguientes tendencias: tanto en el bosque semideciduo como en el húmedo los primeros mostraron mayor abundancia en el área aprovechada que en la no aprovechada, mientras que los segundos mostraron mayor abundancia en el área no aprovechada de bosque semideciduo y menor abundancia en el área no aprovechada del bosque húmedo. Con respecto a las especies más abundantes, se observó que el huaso (*Mazama americana*), tanto en el bosque semideciduo como en el húmedo, mostró mayor abundancia en el área aprovechada que en la no aprovechada, mientras que la urina (*Mazama gouazoubira*) se presentó con mayor abundancia en el área no aprovechada de ambos bosques. Por otra parte, el jochi (*Dasyprocta* sp.) sólo se registró en el bosque húmedo y con menor abundancia en el área aprovechada. Las diferencias entre estas especies y grupos no fueron significativas, aunque algunas comparaciones de abundancia tendieron a mostrarlas. Estos resultados indican que las extracciones forestales producen variaciones en abundancia y riqueza de algunos taxones de la fauna silvestre. No obstante, será necesario realizar más estudios rápidos de composición y biodiversidad en áreas de extracción forestal, para determinar los cambios ocasionados por la actividad forestal y poder plantear criterios que conlleven al manejo sostenible de los bosques.

Palabras claves: Parcelas de huellas, tala, bosque húmedo del escudo precámbrico, bosque semideciduo chiquitano, mamíferos.

Abstract

Terrestrial mammal track richness and abundance were compared between a logged area and an unlogged area, in semi-deciduous Chiquitano forest (San Miguel Logging Concession) and Precambrian Shield humid forest (Lago Rey Logging Concession). In both forests, large and medium mammal track species richness and abundance, both in the logged and unlogged areas, were similar. However, small mammals showed greater abundance in the logged area of the semi-deciduous forest, while in the humid forest both indicators were lower in the logged area; the difference between logged and unlogged areas in both forests was statistically significant. Carnivores and ungulates, which comprised the most abundant groups, showed the following trends: in both semi-deciduous and humid forest carnivores were more abundant in the logged area compared to the unlogged area, while ungulates were more abundant in the unlogged area of the semi-deciduous forest and less abundant in the unlogged area of the humid forest. In terms of species abundance, red brocket deer (*Mazama americana*) were more abundant both in the logged vs. unlogged areas in semi-deciduous and humid forest, while gray brocket deer (*Mazama gouazoubira*) were more abundant in the unlogged area of both types of forest. Agoutis (*Dasyprocta* spp.) were recorded only in the humid forest, showing less abundance in the logged area. The differences between these species and groups were not significant, although some comparisons in abundance showed a trend towards some differences. These results show that logging leads to variations in abundance and richness of some wildlife taxa. However, it is necessary to conduct further studies of composition and biodiversity in timber harvesting areas, in order to determine the changes caused by logging and develop criteria that lead to sustainable forest management.

Key words: Track plots, logging, humid forests of the precambrian shield, chiquitano dry forest, mammals.

Introducción

La extracción de árboles maderables ocasiona disturbios que causan alteraciones en la biodiversidad (Pacheco 1998). Las alteraciones podrían aumentar o disminuir las poblaciones de algunos grupos de mamíferos (Grieser-Johns 1997; Putz et al. 2000) o causar cambios en la composición de especies por cambios en la cantidad o calidad de recursos para la fauna (Ochoa 2000). Por ejemplo, hay especies que se pueden habituar a bosques secundarios cuando se cortan los bosques primarios y las especies que prefieren los bosques primarios pueden desaparecer en el bosque secundario (Emmons & Feer 1999).

Para comprender los cambios ocasionados por las actividades humanas, generalmente se utilizan diferentes taxa de animales y vegetales como especies indicadoras del efecto. Para grupos indicadores, los mejores son aquellos que sean susceptibles a disturbios, que tengan especificidad

por un hábitat y que sean de fácil registro o captura (Favila & Halffter 1997; Coro 1998; Fredericksen & Fredericksen 2000; Lindenmayer et al. 2000). En Bolivia, hay pocos estudios sobre ecología básica de fauna silvestre en áreas de extracción forestal (Coro 1998; Fredericksen et al. 1999; Woltmann 2000; Fredericksen & Fredericksen 2000; Flores et al. 2001). Los pocos estudios de los impactos que ocasiona la tala selectiva sobre los animales silvestres se realizaron en escalas pequeñas (en claros, vías de extracción, rodales) y no en escalas de bosques enteros.

No hay muchos estudios de impacto de la tala forestal sobre mamíferos que tienen una amplia distribución. Estos estudios son escasos por la difícil compilación de datos como abundancia de mamíferos en áreas grandes; más que todo, comparando áreas grandes de aprovechamiento con áreas testigo. Por consiguiente, usando métodos de diagnóstico rápido, nos preguntamos: ¿Cuáles son los cambios de la riqueza y abundancia

de huellas de mamíferos terrestres entre un área que fue aprovechada en 1999 y otra que será aprovechada en 2001 que se encuentran en dos tipos de bosque: un bosque húmedo del escudo precámbrico y un bosque semidecíduo chiquitano?

Áreas de Evaluación

En septiembre de 2000 se realizó una evaluación rápida de mamíferos terrestres en dos concesiones forestales que se encuentran en las tierras bajas de Bolivia, a continuación se caracterizan las áreas evaluadas:

Bosque semidecíduo chiquitano (Concesión San Miguel)

Esta concesión forestal tiene una extensión de 87.560 ha; pertenece a un bosque semidecíduo chiquitano (Beck et al. 1993) y se halla ubicada en la provincia Velasco del departamento Santa Cruz, Bolivia (Arce 1998, Fig. 1). La temperatura promedio anual es 26.1°C (31.2°C máxima y 18.9°C mínima), la precipitación promedio anual es 1.175 mm y la humedad relativa es de 66%. Hay una estación marcada entre húmeda (julio y septiembre) y seca (junio y octubre) (Arce 1998). La zona tiene colinas ligeramente disectadas que forman valles. Cerca a los cuerpos de agua hay extensiones casi planas que tienen una vegetación transicional entre el bosque chiquitano y pantanal (Arce 1998). La zona es afectada frecuentemente por el fuego ocasionado por las actividades humanas (Kraljevic 1996).

Desde la década de los ochenta hasta el régimen forestal nuevo, bajo la Ley Forestal 1700 (MDSMA 1996) se aprovechó primero morado (*Machaerium scleroxylon*) y posteriormente roble (*Amburana cearensis*), pero sin ninguna planificación. Ahora, se elabora planes de manejo forestal y se planifica aprovechar 14 especies de acuerdo a las normas del nuevo régimen. La empresa en el área aprovechada (1.645 ha) censó 14 especies, (6.3 árboles/ha) y de las cuales solo aprovecharon roble y tajibo (*Tabebuia impetiginosa*) que representó el 24.9% de abundancia (1.6 árboles/ha; 3 m³/ha) con

respecto a las especies censadas (Arce 1999). Mientras en el área no aprovechada (1.473 ha) se censaron 10 especies y de éstas la empresa aprovechará sólo roble y tajibo, que representan el 73 % de abundancia (1.5 árboles/ha; 1.7 m³/ha) con respecto a las especies censadas (Arce 2001).

Bosque húmedo del escudo precámbrico (Lago Rey)

Esta concesión forestal tiene una extensión de 120.000 ha; pertenece a un bosque húmedo de escudo precámbrico (Beck et al. 1993) y se halla ubicada entre dos provincias, Velasco y Ñuflo de Chávez; además, se encuentra dentro la Reserva Forestal de Producción Bajo Paraguá (Quevedo 1998, Fig. 1). La temperatura promedio es entre 24 y 25°C y la precipitación anual es entre 1400 y 1500 mm (Montes de Oca 1997); aunque para los registros del aserradero la precipitación fue de 1.536 mm en 1994, 2.028 mm en 1995 y 1.862 mm en 1996. La zona presenta una estación seca marcada entre julio y agosto (Quevedo 1998).

Desde la década de los ochenta hasta el régimen forestal nuevo, bajo la Ley Forestal 1700 (MDSMA 1996) se aprovecharon mara (*Swietenia macrophylla*), roble, cedro (*Cedrela odorata*) y palmito (*Euterpe precatoria*) sin ninguna planificación (Quevedo 1998). Ahora se aprovechan 8 especies, de acuerdo a las normas del nuevo régimen. Del total de las especies con mayor intensidad, aprovechan bibosi (*Ficus glabrata*), cambará (*Erismia uncinatum*) y paquió (*Hymenaea courbaril*).

La empresa, en el área aprovechada (2000 ha) censó 19 especies comerciales (6.3 árboles/ha) pero sólo aprovechó bibosi, canelón (*Aniba* sp.), sauco (*Zanthoxylum* sp.), cuta (*Phyllostylon* sp.), cambara, mururé (*Brosimum* sp.), paquió (*Hymenaea courbaril*) y tajibo (*Tabebuia* sp.), que representaron el 83 % en abundancia (1.5 árboles/ha; 5.4 m³/ha) con respecto a las especies comerciales (Quevedo 1999). En el área no aprovechada, se pretende cortar las mismas especies que se nombran en el área aprovechada (L. Quevedo, com. pers.)

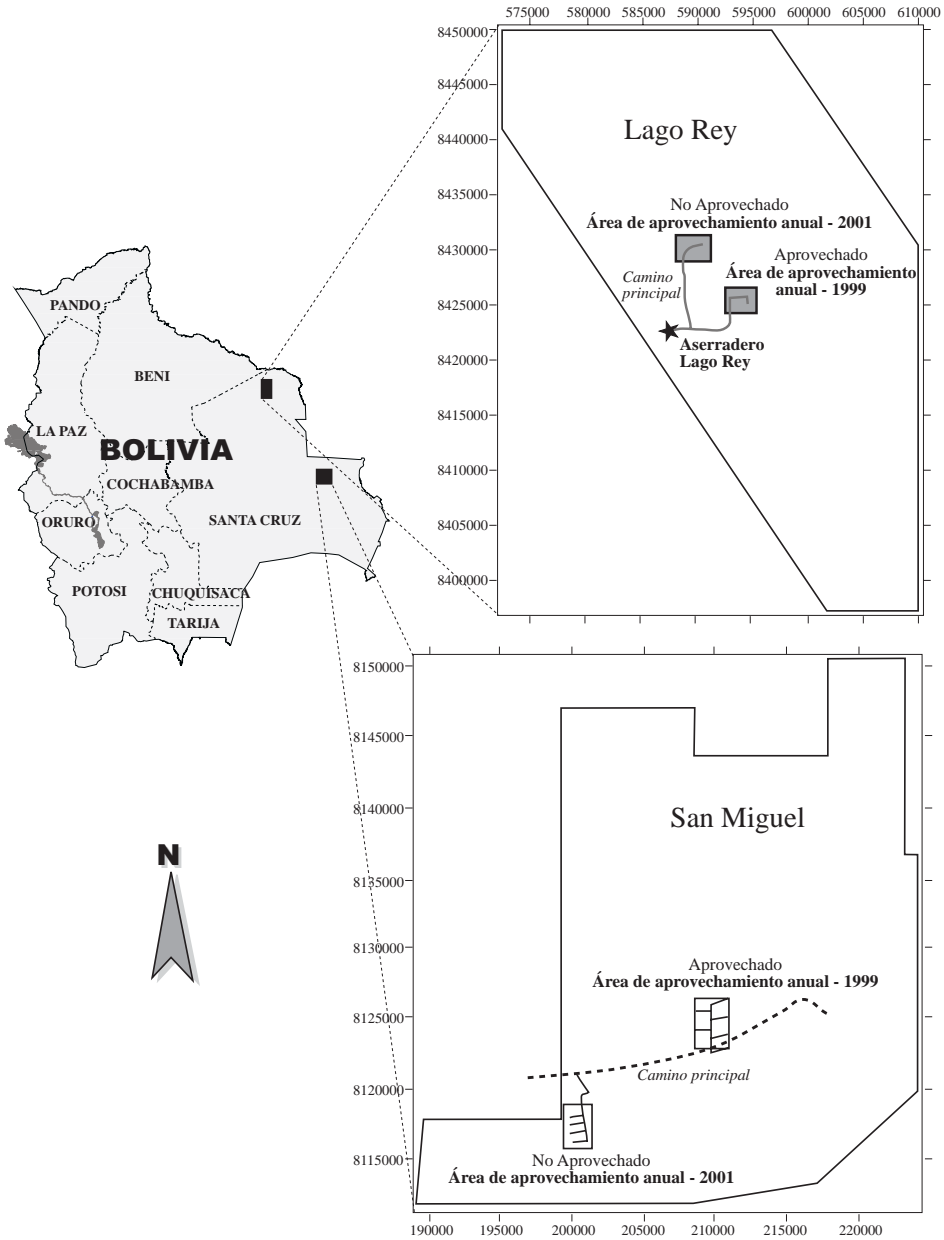


Fig. 1: Áreas de aprovechamiento anual (AAA-99 y AAA-2001) en las concesiones forestales San Miguel y Lago Rey; Velasco, Santa Cruz - Bolivia.

Métodos

En cada tipo de bosque, se ubicaron dos áreas (tratamientos): un área aprovechada un año antes y otra área no aprovechada (en ésta, la empresa, solo se realizó censo de árboles aprovechables). Las áreas tienen aproximadamente 1.500 ha cada una. En el bosque húmedo las áreas son separadas por 5 km y en el bosque seco son separadas aproximadamente por 10 km. En cada tipo de bosque (húmedo y seco) y cada tratamiento (aprovechada y no aprovechada), el muestreo se realizó en cinco transectos (cada uno de 1 km de largo) de las sendas establecidas por las empresas para hacer su censo forestal. En los dos tipos de bosque el primer transecto se escogió al azar de un conjunto de sendas que ya se encontraban en forma sistemática en el área aprovechada y no aprovechada (Fig. 1) y los cuatro restantes se ubicaron subsiguientemente al primero (cada 500 m y se ubicaron en forma paralela uno tras el otro). A lo largo de cada senda, se limpiaron 10 parcelas de huellas (1 x 0.5m) separadas a intervalos de 100 m. En las parcelas, primeramente se limpió la superficie y posteriormente se cernió una capa fina de tierra con malla milimétrica. Las parcelas fueron revisadas todas las mañanas durante cinco a siete días consecutivos. En cada revisión, después de registrar, se borraron las huellas cerniendo tierra para rehabilitar la parcela.

En las parcelas se registraron huellas de mamíferos, pequeños (menores a 0.6 kg), medianos (entre 13 y 0.6 kg) y grandes (mayores a 13 kg). Para la identificación de huellas de los mamíferos se utilizaron un guía local y las descripciones por Emmons y Feer (1999) y Tirira (1999).

Para cada sitio se comparó la abundancia de huellas de mamíferos entre áreas aprovechadas y no aprovechadas. La comparación se realizó por tamaño (grandes, medianos y pequeños), por grupo (carnívoros y ungulados) y separado por las especies más frecuentes (huaso, urina y jochí), utilizando la prueba de Mann-Whitney (Zar 1984). El análisis se ejecutó usando el programa SYSTAT (Versión 9).

Para interpretar los datos, para cada senda y día (unidad de muestreo) se sacó promedios, que

consistió en sumar los registros de huellas de cada parcela (sub-muestreos) y dividir entre el número de parcelas de huellas, que fue 10. Posteriormente, el promedio se dividió entre el número de días de registro (que fueron 6 en bosque seco y 5 en bosque húmedo), para comparar las tasas diarias del área aprovechada y no aprovechada. Para comparar la diversidad entre áreas aprovechadas y no aprovechadas, se utilizó el índice de Shannon-Wiener de acuerdo al sistema de cálculo de t según Hutcheson (1970) y Zar (1984).

Resultados

Bosque semidecíduo chiquitano (San Miguel)

Durante el muestreo, las especies más abundantes fueron: *M. americanay* *M. gouazoubira*, seguidas por *Sylvilagus brasiliensis* y ratones de la familia Muridae. Entre las especies menos frecuentes, el melero (*Eira barbara*) y el tejón (*Nasua nasua*) no se registraron en el área no aprovechada, mientras que el tigrecillo (*Felis pardalis*) sólo se registró en esta área (Tabla 1). La abundancia de huellas de mamíferos no fue diferente entre tratamientos ($U=15.0$; $P=0.60$) (Tabla 1), al igual que la diversidad (área aprovechada, $H'=0.85$; no aprovechada, $H'=0.78$; $GL=142$, $t_c=0.96$, $P=0.34$).

La abundancia de huellas de los mamíferos grandes y medianos no difirió entre las áreas, mientras que la abundancia de los mamíferos pequeños fue mayor en el área aprovechada. Analizando por grupos, la abundancia de los carnívoros (*Panthera onca*, *Felis yagouaroundi*, *F. pardalis*, *Eira barbara*, *Nasua nasua*, *Cerdocyon thous*) y ungulados (*Tapirus terrestris*, *Mazama americana*, *M. gouazoubira*, *Tayassu pecari*) no difirió; al igual que las especies más frecuentes (*M. americana* y *M. gouazoubira*) cuando comparamos por separado (Tabla 2).

Bosque húmedo del escudo precámbrico (Lago Rey)

En ambos bosques, las especies más abundantes fueron: jochis (*Dasyprocta* sp.) y ratones de la familia Muridae. Entre las especies menos

Tabla 1: Lista de especies elaboradas de acuerdo a las evaluaciones de fauna silvestre realizadas en las concesiones Lago Rey (bosque húmedo) y San Miguel (bosque seco) en Santa Cruz, Bolivia.

Taxonomía	Nombres comunes	LR	SM	IUCN CITES	
Didelphidae					
No identificado	Carachupa	Hu	Hu	‡	
Dasypodidae					
<i>Dasypus</i> sp.	Tatú	Hu	Hu	*	
<i>Euphractus sexcinctus</i>	Peji	Hu	*	DD	*
Canidae					
<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro	Hu-Ob	Hu-Ob	*	*
Felidae					
<i>Felis (Herpailurus) yagouaroundi</i>	Gato gris, jaguarundi, gato eira	*	Ob	VU	
<i>Felis (Leopardus) pardalis</i>	Tigrecillo, ocelote, gato	Hu	Hu-Ob	VU	
<i>Panthera onca</i>	Tigre	Hu	Hu	VU	I
Mustelidae					
<i>Eira barbara</i>	Melero	Hu	Hu	*	*
Procyonidae					
<i>Nasua nasua</i>	Tejón	Hu	Hu	*	*
Tapiridae					
<i>Tapirus terrestris</i>	Anta	Hu-Ob	Hu-Ob	VU	II
Tayassuidae					
<i>Tayassu pecari</i>	Tropero, chancho de tropa	Hu	Hu-Ob	VU	II
Cervidae					
<i>Mazama americana</i>	Huaso	Hu-Ob	Hu-Ob	DD	*
<i>Mazama gouazoubira</i>	Urina, corzuela	Hu-Ob	Hu-Ob	DD	*
Muridae					
No identificado	Ratón	Hu	*	*	*
Dasyproctidae					
<i>Dasyprocta</i> sp.	Jochi calucha, colorado	Hu-Ob	Hu-Ob	*	*
Leporidae					
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Tapití	Hu-Ob	Hu-Ob	*	*

Abreviaciones: s/nv=Sin nombre común; ?=Registro en duda; *=En la columna LR y SM significan sin datos y en la columna de CITES y IUCN significa sin categoría; LR=Lago Rey; SM=San Miguel; Hu=huellas; Ob=observado; IUCN: DD=Datos Indeterminados; VU=Vulnerable; EN=En Peligro y LR=De menor riesgo; CITES: Apéndice I, Apéndice II y Apéndice III.

Tabla 2: Comparación de la abundancia de mamíferos en áreas aprovechadas y no aprovechadas en dos concesiones forestales, Santa Cruz, Bolivia.

GRUPOS	TRATA- MIENTO	BOSQUE SEMIDECIDUO CHIQUITANO (San Miguel)			BOSQUE HUMEDO DEL ESCUDO PRECAMBRICO (Lago Rey)		
		$\bar{X} \pm ES$	U	P	$\bar{X} \pm ES$	U	P
MAMÍFEROS EN GENERAL							
	APRO	0.330 ± 0.042			0.450 ± 0.059		
	NO-APRO	0.310 ± 0.061	15.0	0.60	0.560 ± 0.104	4.0	0.076
MAMÍFEROS GRANDES							
	APRO	0.217 ± 0.068			0.119 ± 0.017		
	NO-APRO	0.252 ± 0.072	17.5	0.293	0.077 ± 0.037	4.0	0.073
Carnívoros [<i>Panthera onca</i> , <i>Felis (Herpailurus) wiedii</i> / <i>F. yagouaroundi</i> *, <i>Felis (Leopardus) pardalis</i> , <i>Eira barbara</i> , <i>Nasua nasua</i> , <i>Cerdocyon thous</i>]							
	APRO	0.057 ± 0.015			0.077 ± 0.021		
	NO-APRO	0.040 ± 0.020	5.0	0.110	0.049 ± 0.041	7.0	0.248
Ungulados (<i>Tapirus terrestris</i> , <i>Mazama americana</i> , <i>M. gouazoubira</i> , <i>Tayassu pecari</i>)							
	APRO	0.160 ± 0.067			0.042 ± 0.018		
	NO-APRO	0.212 ± 0.070	18.0	0.251	0.029 ± 0.020	7.5	0.275
Huaso (<i>M. americana</i>)							
	APRO	0.097 ± 0.030			0.024 ± 0.017		
	NO-APRO	0.076 ± 0.038	8.5	0.389	0.006 ± 0.008	4.5	0.081
Urina (<i>M. gouazoubira</i>)							
	APRO	0.057 ± 0.053			0.006 ± 0.008		
	NO-APRO	0.124 ± 0.055	21.0	0.075	0.014 ± 0.014	17.0	0.307
MAMÍFEROS MEDIANOS							
	APRO	0.050 ± 0.017			0.169 ± 0.069		
	NO-APRO	0.040 ± 0.047	7.0	0.246	0.186 ± 0.062	15.0	0.598
Jochi (<i>Dasyprocta</i> sp.)							
	APRO	0.00			0.151 ± 0.066		
	NO-APRO	0.00			0.160 ± 0.056	16.0	0.458
MAMÍFEROS PEQUEÑOS							
	APRO	0.067 ± 0.044			0.150 ± 0.060		
	NO-APRO	0.016 ± 0.022	2.0	0.025	0.297 ± 0.128	22.5	0.036

Abreviaciones: No = Número de individuos, DS = Desviación estándar, X = Promedio, APRO = Área aprovechada y NO-APRO = Área no aprovechada; *=Solo observado una vez en bosque semideciduo no aprovechado.

frecuentes fueron el chanco (*Tayassu pecari*), el tejón (*Nasua nasua*) y el tatú (*Dasyppus* spp.) no se registraron en el área no aprovechada; y mientras, el melero (*Eira barbara*), el peji (*Euphractus sexinctus*) y la carachupa (Didelphidae) no se registraron en el área aprovechada (Tabla 1). La abundancia de huellas de mamíferos tendió a ser mayor en el bosque no aprovechado que en la aprovechada ($U=4$; $P=0.076$) (Tabla 1), al igual que la diversidad (con tala $H'=0,76$, sin tala $H'=0.65$; $GL=300$, $t_c=1.92$, $P=0.056$).

En la comparación de la abundancia de huellas de mamíferos entre las áreas (Tabla 2) donde la abundancia de huellas de los mamíferos grandes y medianos es similar y mientras la de los pequeños fue mayor en el área aprovechada. Analizando por grupos, la abundancia de los carnívoros (*Panthera onca*, *F. yagouaroundi*, *F. pardalis*, *Eira barbara*, *Nasua nasua*, *Cerdocyon thous*) y ungulados (*Tapirus terrestris*, *Mazama americana*, *M. gouazoubira*, *Tayassu pecari*) no difirió; al igual que las especies más frecuentes (*M. americana*, *M. Gouazoubira*, y *Dasyprocta* sp.), cuando se compara por separado (Tabla 2).

Discusión

En general, los resultados obtenidos con los métodos utilizados mostraron pocas diferencias en la abundancia de huellas en los mamíferos entre áreas con y sin aprovechamiento en ambos bosques estudiados, aunque se nota una tendencia para disminuir la abundancia de huellas en el bosque aprovechado de bosque húmedo. Esta tendencia se pueda explicar más por una abundancia de mamíferos significativamente mayor en el área no aprovechada, en comparación del área aprovechada en este tipo de bosque. Hay que destacar que este resultado fue el inverso en el bosque semidecíduo, donde había significativamente más mamíferos pequeños en el bosque aprovechado.

Las diferencias entre áreas aprovechadas y no aprovechadas varían mucho por grupos de mamíferos (por tamaño o taxa) y normalmente no fueron significativas estadísticamente. Parece que las poblaciones responden diferente a la perturbación y quizás pueda deberse al aumento o

disminución de refugios y recurso alimento, y éstos cambios podrían estar ocasionados por el limpiado de vías de extracción y tumba de árboles que forman tumultos en las orillas de las vías y claros, y en el centro, de los mencionados, quedan suelos sin vegetación donde se establecen especies de rápido crecimiento, cambiando así la composición de especies vegetales del bosque (Fredericksen et al. 1999). Las variaciones de las abundancias de los pequeños vertebrados ya fueron detectadas en otros estudios realizados en pequeñas áreas, aunque varían mucho los resultados entre estudios (Guinart 1997; Vitt et al. 1997; King et al. 1998; Haskell 1999; Herrera 2000; Fredericksen et al. 1999, Fredericksen & Fredericksen 2000; Rumíz & Herrera 2000; Fredericksen & Fredericksen 2001). Por ejemplo, en un bosque seco de Bolivia, no había diferencias en la abundancia o riqueza de especies entre claros de aprovechamiento y bosques no perturbados (Fredericksen et al. 1999). Sin embargo, en un bosque húmedo, había abundancia y riqueza mucho más alta en claros de aprovechamiento en comparación de áreas sin perturbación (Fredericksen & Fredericksen 2000).

La explicación para las diferencias en la abundancia de pequeños mamíferos podría ser más difícil atribuir a los tratamientos de aprovechamiento, en comparación con otros grupos. Los mamíferos pequeños responden no solamente a los disturbios, pero también tienen ciclos microvoltinos de reproducción que podrían causar variaciones grandes en poblaciones entre sitios. Además, los pequeños mamíferos son menos vagiles que los mamíferos medianos y grandes por lo que es difícil evaluar el impacto de disturbios como el aprovechamiento forestal en el bosque. Estudios a nivel de micrositio quizás serían más correctos. Finalmente, los mamíferos pequeños observados en este estudio solamente consistieron de la familia Muridae y se limita la escala de conclusiones sobre el impacto de aprovechamiento.

Con la abundancia de huellas de medianos y grandes mamíferos entre áreas con y sin aprovechamiento existieron algunos cambios de composición. En el bosque semidecíduo chiquitano, las abundancias del grupo de los carnívoros y de un ungulado (*M. gouazoubira*)

tienden a ser diferentes entre las áreas con y sin aprovechamiento y de igual forma ocurre en bosque húmedo del escudo precámbrico, pero del grupo de mamíferos grandes y de un ungulado (*M. americana*). Estas variaciones hacen notar que a estos grupos, quizás, se pueden considerar como indicadores, ya que, además, son especies representativas de ambos bosques, como ya se pudo evidenciar en anteriores estudios (FAN & WCS 1994; Guinart 1997; Herrera 2000; Morales 1999). Sin embargo, no se notan diferencias muy grandes, ni muchas consistencias, en la respuesta de especies o grupos de fauna entre tipos de bosques, indicando que no hay candidatos buenos de indicadores de impactos de aprovechamiento entre las especies y grupos de mamíferos, según los datos de este estudio.

Los resultados obtenidos de este estudio y de otros nos estarían indicando que el aprovechamiento selectivo no pareciera provocar cambios muy drásticos en la abundancia de los mamíferos. Sin embargo, por las diferencias muy variadas entre sitios, hacen pensar que debería realizarse más estudios sobre los cambios de composición y diversidad de los mamíferos terrestres por distintos sitios y a mayor largo plazo, para ello se requiere monitorear la abundancia y riqueza de la fauna silvestre.

El método usado en este estudio considera grupos de especies y especies frecuentes, que hacen que sea adecuado para monitorear y detectar señales de impacto de la tala selectiva sobre la fauna silvestre. Además, los resultados pueden ayudar a plantear preguntas y sugerencias de investigación sobre fauna silvestre a corto y largo plazo en las áreas de manejo forestal. Ahora, el manejo forestal en Bolivia tiene poca orientación sobre el manejo de fauna y los impactos del aprovechamiento forestal. Este método permite evaluaciones rápidas de abundancia de la fauna en áreas grandes que podría ser útil para planes de manejo e impactos de aprovechamiento. También, la metodología descrita podría ser una guía de monitoreo para el personal encargado de manejo forestal. Finalmente, es posible, añadir a este método, evaluaciones entre antes y después del aprovechamiento para evitar confusiones de

impacto por el factor tiempo (año) y por el sitio en los análisis de los resultados.

Agradecimientos

Agradecemos al Proyecto BOLFOR por apoyar las investigaciones que se realizan en áreas de extracción forestal; a las empresas Grupo Roda y La Chonta, que nos permitieron trabajar en las concesiones que realizan manejo forestal; a los estudiantes que nos ayudaron en los trabajos de campo (Ingrid Vaca y Kathia Fuentes) y también a los concedores de animales de monte (Juan y Oscar).

Referencias

- Arce, L. A. 1998. Plan de manejo forestal: concesión San Miguel. Laminadora San Miguel LTDA. Santa Cruz.
- Arce, L. A. 1999. Plan operativo anual forestal: Área de aprovechamiento anual 99-2-3. CIMAL-IMR-Velasco, Santa Cruz, Bolivia.
- Arce, L. A. 2001. Plan operativo anual forestal: Área de aprovechamiento anual 01-1-1. CIMAL-IMR-Velasco, Santa Cruz, Bolivia.
- Beck S. G., T. J. Killeen & E. García. 1993. Vegetación de Bolivia. pp. 6-23. En: T. J. Killeen, E. García & S. G. Beck (Eds.). Guía de Árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia y Missouri Botanical Garden, LIDEMA. La Paz.
- Coro, Q. P. 1998. Comunidad de insectos voladores en áreas con diferentes grados de perturbación forestal en un bosque tropical seco de Santa Cruz. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Sucre, Bolivia.
- Emmons, L. & F. Feer. 1999. Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical: una guía de campo. Primera edición en español, Santa Cruz, Bolivia. 298 pp.
- Favila, M. & G. Halffter. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. Acta Zool. Mex. 72:1-25.

- Flores, B., D. Rumíz & G. Cox. 2001. Avifauna del bosque semideciduo Chiquitano (Santa Cruz, Bolivia) antes y después de un aprovechamiento forestal selectivo. *Ararjuba* 9:21-31.
- Fredericksen, N. J. & T. S. Fredericksen. 2000. Respuesta de la fauna terrestre al aprovechamiento forestal y los incendios en un bosque húmedo tropical en Bolivia. *Doc. Téc.* 89. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.
- Fredericksen, N. J. & T. S. Fredericksen. 2001. Impactos del aprovechamiento forestal selectivo en poblaciones de anfibios de un bosque tropical húmedo de Bolivia. *Doc. Téc.* 105, Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Fredericksen, N. J., T. S. Fredericksen, B. Flores & D. Rumíz. 1999. Uso de claros de corta de diferente tamaño, por la fauna silvestre, en un bosque seco tropical. *Doc. Téc.* 81. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.
- FAN (Fundación Amigos de la Naturaleza) & WCS (Wildlife Conservation Society) 1994. Plan de manejo: reserva de vida silvestre Ríos Blanco y Negro. PL-480, III-USAID/B. Santa Cruz.
- Grieser-Johns, A. 1997. Timber production and biodiversity conservation in tropical rain forests. Cambridge University Press, R.U. 223 p.
- Guinart, D. 1997. Los mamíferos del bosque semideciduo neotropical de Lomerío (Bolivia). Interacción indígena. Proyecto BOLFOR, WCS. Tesis de doctorado.
- Haskell, D. 1999. Effects of forest roads on macroinvertebrate soil fauna of the southern Appalachian mountains. *Conservation Biology* 14: 57-63.
- Herrera, J. C. 2000. Evaluación rápida de fauna silvestre en áreas de producción forestal: Estudios de caso. *Doc. Téc.* 85, Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Hutcheson, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *Journal of Theoretical Biology* 29:151-154.
- King, D., R. Degraaf & C. Griffin. 1998. Edge-related nest predation in clearcut and group-cut stands. *Conservation Biology* 12:1412-1415.
- Kraljevic, I. 1996. Estudio exploratorio del sector maderero local de la Provincia Velasco en el Depto. de Santa Cruz. *Doc. Téc./48*. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Lindenmayer, D., C. Margules & D. Botkin. 2000. Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conservation Biology* 14:941-950.
- MDSMA (Ministerio De Desarrollo Sostenible de Medio Ambiente) 1996. Ley Forestal 1700. MDSMA, FONAMA-PL-480. La Paz.
- Montes de Oca, I. 1997. Geografía y recursos Naturales de Bolivia. 3ra edición, La Paz, Bolivia. 574 p.
- Morales, T. 1999. Bases para un manejo sostenible de la fauna en Lomerío, mediante el monitoreo de la cacería. Tesis de grado en ciencias biológicas. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Ochoa, J. 2000. Efectos de la extracción de madera sobre la diversidad de mamíferos pequeños en bosques de tierras bajas de Guayana venezolana. *Biotropica* 32:146-164.
- Pacheco, P. 1998. Estilo de desarrollo, deforestación y degradación de los bosques en las tierras bajas de Bolivia. CIFOR/CEDLA/TIERRA. La Paz, Bolivia.
- Putz, F.E., K. Redford, J. Robinson, R. Fimbel, y G. Blate. 2000. Biodiversity conservation in the context of tropical forest management. The World Bank Environment Department. Washington, D.C., USA. Paper No 75.
- Quevedo, R. 1998. Plan de manejo forestal: concesión Lago Rey. Aserradero Lago Rey. La Chonta Ltda.
- Quevedo, R. 1999. Plan operativo anual forestal: Área de aprovechamiento anual (AAA 99 A-B). Aserradero Lago Rey. La Chonta Ltda. Santa Cruz, Bolivia.
- Quevedo, R. 2001. Plan operativo anual forestal: Área de aprovechamiento anual (AAA 01). Aserradero Lago Rey. La Chonta Ltda. 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. pp. 235-264. En: O. Herrera Macbryde, F. Dallmeier, J. A. Comiskey & C. Miranda (Eds.). Biodiversidad, conservación y manejo en la región de la reserva de la biosfera Estación Biológica del Beni, Bolivia. SI/MAB Series 4.
- Tirira, D. 1999. Mamíferos del Ecuador. Quito, Ecuador. 392 p.
- Vitt, L. J., T. Avila-Pires, J. Caldwell & V. Oliveira. 1997. The impact of individual tree harvesting on thermal environments of lizard in Amazonian rain forest. *Conservation Biology* 12:654-663.
- Woltmann, S. 2000. Comunidades de aves del bosque en áreas alteradas y no alteradas de la concesión forestal La Chonta, Santa Cruz, Bolivia. Doc. Téc. 92, Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Zar, H. J. 1984. Biostatistical análisis. 2^{da}. Edición, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA. 718 pp.

Artículo manejado por: Javier Simonetti

Recibido en: Julio, 2001

Aceptado en: Enero, 2002