



Diversidad de aves rapaces diurnas en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México

Diversity of diurnal raptors in the Biosphere Reserve Selva El Ocote, Chiapas, Mexico

José Raúl Vázquez-Pérez, Paula L. Enríquez* y José Luis Rangel-Salazar

Departamento de Ecología y Sistemática Terrestre, El Colegio de la Frontera Sur. Apartado postal 63, 29290, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

*Correspondencia: penrique@ecosur.mx

Resumen. La pérdida y degradación de ambientes naturales está afectando a grupos funcionales de gran relevancia, como las aves rapaces diurnas. En este estudio evaluamos la variación espacial de la diversidad de este grupo en la zona núcleo y de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, por medio de puntos de conteo en transectos y puntos elevados. Registramos un total de 16 especies de aves rapaces diurnas, de las cuales 10 se encontraron en la zona núcleo, 14 en la zona de amortiguamiento, y 8 en ambas. *Chondrohierax uncinatus* y *Buteogallus anthracinus* fueron exclusivas de la zona núcleo, y 6 especies de la zona de amortiguamiento. Las más abundantes fueron *Cathartes aura* y *Coragyps atratus*, en puntos elevados en la zona núcleo, mientras que *Micrastur ruficollis* lo fue en puntos de conteo en la zona de amortiguamiento. Aunque en la zona núcleo se presentó menor número de especies, las estimaciones de diversidad y equitatividad fueron mayores que en la de amortiguamiento. Las altas tasas de deforestación serán determinantes en la distribución y diversidad de las aves rapaces diurnas de selva en la región.

Palabras clave: abundancia, aves rapaces diurnas, comunidades, ensamble, variación espacial.

Abstract. Environmental loss and degradation are negatively affecting important functional avian groups, such as diurnal raptors. We evaluated spatial variation of diversity in diurnal raptors in core and buffer zones in Selva El Ocote Biosphere Reserve using point counts and elevated points for observation. We recorded 16 diurnal raptor species, 10 in the core zone, 14 in the buffer zone, and 8 species occurred in both zones. *Chondrohierax uncinatus* and *Buteogallus anthracinus* were exclusive in the core zone and 6 species in the buffer zone. *Cathartes aura* and *Coragyps atratus* were the more abundant species in the core zone using point counts, and *Micrastur ruficollis* using point counts in the buffer zone. The diversity index showed that core zone had the higher values comparing with the buffer zone values. Although the core zone supports a lower number of species compared with the buffer zone, diversity and evenness estimates were higher in the core zone. Large annual deforested rates will be determinant on the distribution and diversity of rain forest raptors in the region.

Key words: abundance, communities, diurnal raptors, ensemble, spatial variation.

Introducción

La pérdida y degradación de los ambientes naturales son la mayor amenaza para las especies silvestres, en particular para grupos que desempeñan diversas funciones ecológicas. Las aves rapaces diurnas influyen en la estructura y dinámica de los ecosistemas naturales (Thiollay, 2007). Estas aves determinan los patrones estructurales y de composición de las comunidades de sus presas, reciclan la materia muerta en el ambiente, controlan plagas en cultivos y se les valora como indicadores de la calidad ambiental por su sensibilidad a las perturbaciones

humanas o contaminantes ambientales (Newton, 1979; Thiollay, 1989). Además, pueden considerarse especies sombrilla al encontrarse en el tope de la cadena trófica, facilitando la conservación de ecosistemas (Grossman y Hamlet, 1964; Mañosa y Pedrocchi, 1997; Rodríguez et al., 1998).

Por ser generalmente poco abundantes y raras, las rapaces diurnas son un grupo vulnerable a cambios ambientales causados por actividades humanas o fenómenos naturales (Grossman y Hamlet, 1964; Martínez, 1992; Bildstein et al., 1998). Por esta razón, varias especies se les reconoce como amenazadas (Thiollay, 1989). En México, el 77 % (44 especies) de rapaces diurnas se encuentran en alguna categoría de riesgo (SEMARNAT, 2002). Sin embargo, a

pesar de este elevado porcentaje los estudios ecológicos y biológicos con rapaces en bosques tropicales mexicanos es muy limitado (Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez, 2006).

La Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, se caracteriza por una elevada heterogeneidad ambiental y una elevada diversidad biológica (Vásquez y March, 1996). Sin embargo, desde el siglo pasado la región ha presentado una compleja problemática por colonización, deforestación, ganadería, cacería, e incendios forestales (naturales y provocados) (Vásquez y March, 1996). La tasa de deforestación estimada en la Reserva para el periodo 1986-2000 fue de 1.05% anual, principalmente por actividades agrícolas y ganaderas. Sin embargo, la tasa de deforestación anual fue mayor para el periodo 1995-2000 (2.54%; Flamenco-Sandoval et al., 2007). La pérdida y degradación en los ambientes naturales ha sido la más importante amenaza para las aves silvestres, ya que estas modificaciones pueden afectar de manera diferencial la riqueza y la abundancia de las especies en forma directa o indirecta. Las especies raras son las más vulnerables a los cambios ambientales como la mayoría de aves rapaces diurnas. A pesar de lo anterior, estas especies en la Reserva El Ocote han recibido poca atención. Por lo tanto, en este estudio se analizó la variación espacial de la diversidad de aves rapaces diurnas en la zona núcleo y de amortiguamiento durante la temporada seca de 2003. Nuestra predicción fue que la zona núcleo soportaría una mayor riqueza de especies y mayor diversidad de aves rapaces diurnas respecto a la zona de amortiguamiento.

Materiales y métodos

La Reserva de la Biosfera Selva El Ocote se localiza en la región occidental del estado de Chiapas (16° 45' 42" y 17° 09' 00" N; 93° 54' 19" y 93° 21' 20" O) con una superficie de 101 288 ha (CONANP/SEMARNAT, 2000). Esta reserva se caracteriza por una elevada heterogeneidad ambiental debido a una variedad de climas, tipos de vegetación y elevaciones. Presenta una zonificación que divide el área en 2 zonas núcleo (I y II) y una zona de amortiguamiento (Fig. 1). La función de las zonas núcleo es conservar la diversidad biológica y la continuidad de los ecosistemas menos alterados. Por otro lado, aunque la zona de amortiguamiento también conserva la diversidad biológica, ahí se pueden realizar actividades de uso y aprovechamiento con un esquema de desarrollo sustentable (CONANP/SEMARNAT, 2000; Halffer et al., 2001).

El estudio se realizó durante la temporada de secas de 2003 en la zona núcleo I de la Reserva, llamado El Encajonado, a una altitud de 250-480 m snm. La

vegetación predominante es selva mediana subperennifolia conservada (Ochoa-Gaona, 1996). También hay vegetación secundaria como resultado de los incendios de 1998, pero las actividades humanas son mínimas. En la zona de amortiguamiento se estudió la localidad Emilio Rabasa, con una altitud entre 650 y 785 m snm. En esta zona se encuentran varios tipos de vegetación como las selvas subperennifolias mediana y baja, pastizales, vegetación secundaria, y también hay áreas deforestadas por los incendios de 1998 y de años posteriores. En esta zona aunque se realizan actividades agropecuarias como el cultivo de maíz y cafetales, también existe extracción ilegal de madera (obs. personal).

El trabajo de campo consistió en 6 salidas de campo de febrero a abril de 2003, con duración de 10 días por salida. La abundancia y diversidad de las aves rapaces diurnas se determinó por medio de 2 métodos de muestreo: puntos de conteo en transectos con el uso de provocaciones auditivas y puntos elevados de observación (miradores). Para los puntos de conteo se establecieron 6 transectos de 1.8 km de longitud, cada uno con 5 puntos, con separaciones de 360 m. En cada zona se ubicaron 3 transectos (Fig. 1). Para establecer los transectos se utilizaron los senderos existentes en la reserva, ubicados dentro de las selvas subperennifolias media y baja y en la vegetación secundaria. En la zona núcleo se utilizaron los senderos Mango-Zapote, Caleta y Lima-Zapote, en la de amortiguamiento, los senderos Derrumbadero, Rabasa y Mirador Tres. Se establecieron 2 puntos elevados en la zona núcleo (los miradores Mango y Cañón) y 2 en la de amortiguamiento (los miradores Miguel Álvarez del Toro y Derrumbadero).

Se utilizaron vocalizaciones pregrabadas para las provocaciones auditivas de 5 especies de rapaces diurnas (*Buteogallus anthracinus*, *Buteo magnirostris*, *Herpetotheres cachinnans*, *Micrastur ruficollis* y *M. semitorquatus*) registradas como comunes en la Selva El Ocote (J. Montejo com. pers.). Las grabaciones se obtuvieron de la Fonoteca de las Aves de Chiapas depositada en El Colegio de la Frontera Sur (Duncan, 1993). Los transectos se recorrieron 2 veces al mes con intervalos de 3 días entre recorridos y los puntos de conteo en transectos no fueron de un radio fijo. Por lo general, se observa de manera visual hasta una distancia aproximada de 30 m dependiendo de la densidad de la vegetación y de forma auditiva aproximadamente de 70-80 m. Los puntos elevados de observación se utilizaron para poder registrar especies sobre el dosel. La vegetación en los puntos elevados fue selva subperennifolia media y baja, y vegetación secundaria.

El recorrido de los transectos se inició al amanecer y cada punto de conteo consistió en 10 minutos, donde se

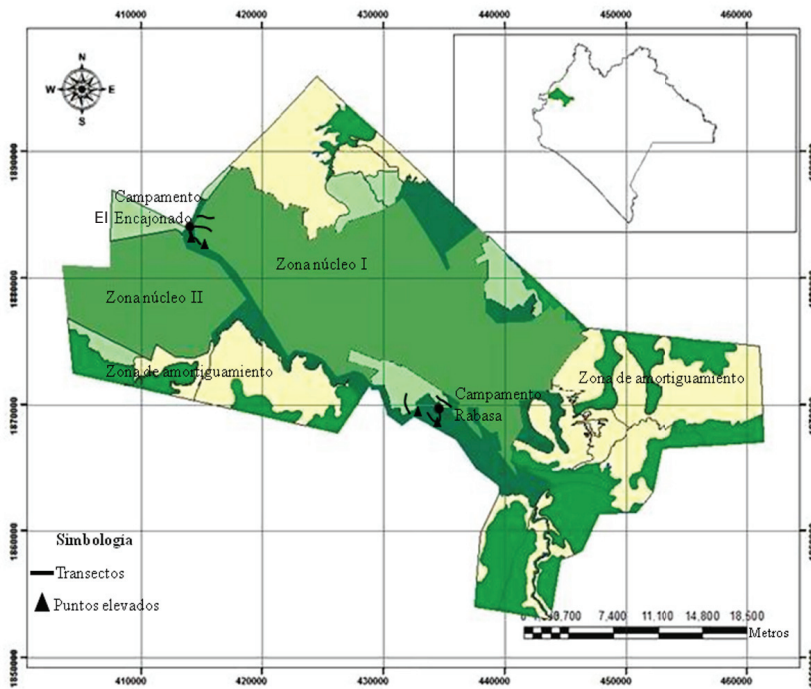


Figura 1. Localización geográfica de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote al noroeste del estado de Chiapas, México (CONANP/ SEMARNAT, 2000). La zonificación divide la reserva en 2 zonas núcleo (I y II) y una zona de amortiguamiento. Los sitios de estudio fueron Campamento El Encajonado (zona núcleo) y Campamento Rabasa (zona de amortiguamiento).

seleccionó al azar la vocalización de una de las 5 especies. Las provocaciones se realizaron con un reproductor *walkman* Onida modelo ON-328ESP-SPK y una bocina Sony modelo SRS-T50. Durante los primeros 6 minutos se realizó la provocación auditiva de la siguiente manera: cada minuto se puso la vocalización durante 15 segundos y se suspendió durante 45 segundos para escuchar alguna respuesta. Al terminar los 6 minutos (6 provocaciones) se permanecía por un periodo de 4 minutos en silencio para registrar alguna respuesta a las provocaciones; esto se repitió para cada especie pregrabada (Whitacre et al., 1992). El uso de 1 sola vocalización por especie en cada punto de conteo fue para incrementar la probabilidad de detectabilidad de esa especie, mientras que, por otro lado, pudo reducir la probabilidad de detectabilidad de especies más pequeñas. El efecto en los resultados podría ocasionar una sobrestimación en las abundancias de estas especies; sin embargo, algunas resultaron poco abundantes en este estudio.

Los puntos elevados de observación se utilizaron para registrar aves rapaces diurnas que usan el dosel de la selva y que no pueden registrarse en los transectos (Whitacre et al., 1992). El periodo de observación en los puntos elevados fue de 4 horas (7:00 a 11:00 AM), donde se inspeccionaba el campo visual en intervalos de 5 minutos, registrando todas las aves rapaces. Cuando se registró gran número de zopilotes se evitó el seguimiento continuo y el campo visual se exploraba cada 15 minutos, registrando al instante el número de zopilotes detectados (Ralph et al.,

1996).

La abundancia relativa total en los puntos de conteo de los transectos se estimó como la media mensual de individuos registrados por especie entre el total de kilómetros recorridos por zona (núcleo y amortiguamiento). En los puntos elevados, la abundancia relativa total fue la media mensual de individuos por especie entre el total de horas de observación. La diversidad de aves rapaces se estimó con el

inverso del índice de dominancia de Simpson para cada zona. La equitatividad se estimó dividiendo el inverso de Simpson entre el número de especies por zona. Para la similitud entre zonas se utilizó el índice de similitud de Morisita-Horn (Magurran, 1989). Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilks e igualdad de varianzas de Bartlett's se realizaron antes de las pruebas estadísticas (Gotelli y Ellison, 2004). Los análisis estadísticos se realizaron usando el programa JMP Start Statistics 4.0.3 (Sall et al., 2001). Todas las pruebas estadísticas se consideraron significativas con un valor de $P < 0.05$.

Resultados

Durante la temporada de secas, la comunidad de rapaces diurnas en Reserva de la Biosfera Selva el Ocote presentó 16 especies, de las cuales 3 pertenecieron a la familia Cathartidae, 9 a la Accipitridae y 4 a la Falconidae (Cuadro 1). La composición y riqueza de estas especies varió entre las zonas estudiadas. La zona núcleo presentó 10 especies y la de amortiguamiento 14, de las cuales 8 fueron compartidas entre ambas zonas. *Chondrohierax uncinatus* y *Buteogallus anthracinus* fueron exclusivas para la zona núcleo, y para la zona de amortiguamiento *Sarcoramphus papa*, *B. urubitinga*, *Buteo magnirostris*, *B. brachyurus*, *B. jamaicensis* y *Herpetotheres cachinnans* (Cuadro 1).

En la zona núcleo, las medias mensuales de las

Cuadro 1. Abundancias relativas e intervalos de confianza (IC) de aves rapaces diurnas registradas por zona (núcleo y de amortiguamiento) y por método en la Reserva de La Biosfera Selva El Ocote, Chiapas

Especies	Zona			
	Núcleo		Amortiguamiento	
	Transectos (Num. ind./km) media ± IC	P. elevados (Núm. ind./hora) media ± IC	Transectos (Núm. ind./km) media ± IC	P. elevados (Núm. ind./hora) media ± IC
CATHARTIDAE				
<i>Coragyps atratus</i>	0.03 ± 0.06	2.17 ± 0.67	0.03 ± 0.06	1.38 ± 0.14
<i>Cathartes aura</i>		2.29 ± 1.42	0.06 ± 0.12	1.17 ± 0.36
<i>Sarcoramphus papa</i>				0.13 ± 0.14
ACCIPITRIDAE				
<i>Pandion haliaetus</i>		0.25 ± 0.14		0.04 ± 0.08
<i>Chondrohierax uncinatus</i>		0.04 ± 0.08		
<i>Leucopternis albicollis</i>	0.12 ± 0.06	0.38 ± 0.28		0.08 ± 0.16
<i>Buteogallus anthracinus</i>	0.03 ± 0.06	0.08 ± 0.16		
<i>B. urubitinga</i>				0.08 ± 0.08
<i>Buteo magnirostris</i>			0.03 ± 0.06	0.04 ± 0.08
<i>B. nitidus</i>	0.09 ± 0.11	0.38 ± 0.42	0.03 ± 0.06	
<i>B. brachyurus</i>				0.04 ± 0.08
<i>B. jamaicensis</i>				0.21 ± 0.22
FALCONIDAE				
<i>Herpetotheres cachinnans</i>			0.06 ± 0.12	
<i>Micrastur ruficollis</i>	0.09 ± 0.11	0.04 ± 0.08	0.34 ± 0.22	0.08 ± 0.08
<i>M. semitorquatus</i>	0.03 ± 0.06			0.04 ± 0.08
<i>Falco rufigularis</i>	0.09 ± 0.18	0.38 ± 0.14		0.08 ± 0.08
Total de especies		10		14

abundancias de las especies de rapaces no fueron diferentes entre los meses con el método de puntos de conteo ($P > 0.05$). Sin embargo, con los puntos elevados si existió variación en las abundancias de las especies, donde *Cathartes aura* y *Coragyps atratus* fueron las más abundantes ($\chi^2_8 = 20.03$, $P = 0.01$; Cuadro 1). Por otro lado, en la zona de amortiguamiento, cuando se utilizaron los puntos de conteo en transectos *Micrastur ruficollis* fue la más abundante ($F_{5,12} = 3.89$; $P = 0.02$), mientras que *C. atratus* y *C. aura* lo fueron en los puntos elevados ($H_{11} = 19.24$; $P = 0.05$). Las especies registradas como menos abundantes en la Reserva durante la temporada de secas fueron *Chondrohierax uncinatus*, *Buteo magnirostris*, *B. brachyurus* y *Micrastur semitorquatus*.

La zona de amortiguamiento presentó un mayor número de especies de rapaces diurnas, y el índice de

diversidad con ambos métodos presentó una estimación un poco superior que la zona núcleo (4.29 vs. 4.03; Cuadro 2). Sin embargo, la zona núcleo tuvo valores mayores en número de individuos, en índice de diversidad por método y equitatividad o equidad (Cuadro 2). Los valores de similitud con ambos métodos entre zonas fue del 94%, mientras que los valores fueron mayores con los puntos elevados (97%), y muchos menores con los puntos de conteo en transectos (44%).

Discusión

La composición y número de especies de aves rapaces diurnas en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote durante la temporada de secas varió entre las zonas, lo cual puede explicarse por la estructura del paisaje (2 o más

Cuadro 2. Parámetros de diversidad de aves rapaces diurnas en la Reserva de la Biosfera Selva el Ocote, Chiapas

Zonas	Métodos	Parámetros			
		S	I	¹ /D	E
Núcleo	Transectos	7	16	5.57	0.79
	Puntos elevados	9	144	3.45	0.38
	Total	10	160	4.03	0.4
Amortiguamiento	Transectos	6	18	2.46	0.41
	Puntos elevados	12	81	3.41	0.28
	Total	14	99	4.29	0.31

S: número de especies, I: número de individuos, ¹/D: inverso del índice de dominancia de Simpson, E: Equidad.

tipos de vegetación), por características estructurales del hábitat (e.g., altura, densidad, humedad y perturbación del bosque; Thiollay, 2007) o por diferencias en los patrones de distribución o abundancia de las presas. En la zona núcleo que presenta una vegetación poco perturbada, se registraron 4 especies dependientes de selva (*Leucopternis albicollis*, *Micrastur ruficollis*, *M. semitorquatus* y *Falco rufifigularis*), de las cuales a excepción de *Falco rufifigularis*, el resto de las especies son de alta o media sensibilidad a la perturbación humana (Thiollay, 1984; Thiollay, 1991; Stotz et al., 1996; Bildstein et al., 1998) y se encuentran sujetas a protección especial dentro de la Norma Oficial Mexicana (SEMARNAT, 2002). También se registró una especie de bosques húmedos asociada a bordes de bosque (*Buteo nitidus*) y una asociada a cuerpos de agua (*Pandion haliaetus*). De las especies de zopilote registradas, 2 se encuentran en áreas abiertas o semi-abiertas y están ampliamente distribuidas en el Neotrópico (Ferguson-Lee y Christie, 2005).

Por otro lado, aunque la zona de amortiguamiento presentamayorescambiosenlacomposiciónyconfiguración de la vegetación, principalmente por incendios forestales, aquí se registraron 5 especies dependientes de selva, las mismas 4 que se registraron en la zona núcleo, más el zopilote rey (*Sarcoramphus papa*); esta especie está considerada en peligro de extinción (SEMARNAT, 2002). En esta zona se registraron también 6 especies asociadas a áreas abiertas o semi-abiertas (*Coragyps atratus*, *Cathartes aura*, *Buteo magnirostris*, *B. brachyurus*, *B. jamaicensis* y *Herpetotheres cachinnans*; Thiollay, 1984; Thiollay, 1989; Thiollay, 1996; Stotz et al., 1996).

Aunque no existieron diferencias en las abundancias de las especies en la zona núcleo con puntos de conteo en transectos, *Leucopternis albicollis* presentó las mayores. Por otro lado, en los puntos elevados, las especies más

abundantes fueron 2 zopilotes (*C. aura* y *C. atratus*) que se encuentran en zonas abiertas pero asociados a las de selva.

En la zona de amortiguamiento *Micrastur ruficollis* fue la más abundante en los puntos de conteo. Según Bildstein et al. (1998) y Stotz et al. (1996) esta especie es dependiente de selva y bordes de selva; se considera de mediana sensibilidad a las perturbaciones humanas y está sujeta a protección especial (SEMARNAT, 2002). Posiblemente en esta zona *Micrastur* se encuentra más restringida a los fragmentos de vegetación poco perturbada, lo que facilita su detección en la zona. Mientras que los zopilotes, al igual que en la zona núcleo, fueron los más abundantes en los puntos elevados. La heterogeneidad del paisaje en la zona de amortiguamiento permite la presencia de especies dependientes de selva así como aquellas asociadas a áreas abiertas.

Posiblemente, las especies asociadas a claros de selva y bordes se han beneficiado de la fragmentación del bosque; sin embargo, las especies especialistas de selva pueden presentar una distribución limitada así como reducción en su tamaño de población (Thiollay, 1996). *Chondrohierax uncinatus*, una de las especies menos abundantes durante la temporada de secas en la Reserva, sólo se registró en puntos elevados y exclusiva de la zona núcleo, ha sido reportada como rara para la Reserva El Ocote (Domínguez et al., 1996), aunque también puede habitar en bordes de selva, claros y áreas perturbadas, incluso en parques urbanos (del Hoyo et al., 1994). *B. magnirostris* generalmente es abundante en áreas perturbadas (Thiollay, 1989), pero durante la temporada secas presentó abundancias reducidas y también se considerada rara para la Reserva (Domínguez et al., 1996). *Buteo brachyurus* sólo se registró en puntos elevados en la zona de amortiguamiento, en bordes de selva y en claros parciales y *M. semitorquatus* presentó

pocos registros en ambas zonas y aunque tiene una amplia distribución, muestra poblaciones con limitado número de individuos a través de su rango de distribución (Thorstrom et al., 2000). *Buteogallus anthracinus* también presentó bajas abundancias, a pesar de que es común en el cañón del río La Venta (El Encajonado) (Fig. 1) (obs. personal). Al parecer esta especie está restringida a las orillas del río y es común observarla en vegetación riparia, lagunas costeras y manglares (Rodríguez y Brown, 1990, del Hoyo et al., 1994). Estos resultados indican que especies que se consideraron comunes en la Reserva, como *M. semitorquatus* o *B. anthracinus*, y para las cuales se utilizó provocación auditiva para incrementar su detectabilidad, presentaron bajas abundancias en la temporada de secas durante este estudio.

Aunque las aves rapaces diurnas presentan una amplia habilidad de movimiento, la abundancia relativa parece estar relacionada con la heterogeneidad espacial de la zona. Los cambios en la vegetación pueden afectar negativamente a las poblaciones de especies raras o poco abundantes, sensibles a la perturbación humana, especialistas a un tipo de hábitat y a las especies del interior de selva, mientras que pueden ser positivos para especies generalistas (Rodríguez et al., 1998; Thiollay, 2007).

Los valores de diversidad indicaron que la zona núcleo presentó valores mayores que la zona de amortiguamiento. La diversidad de las especies está determinada por la estructura, composición y configuración de los hábitats en los paisajes (Ricklefs y Schluter, 1993; Thiollay, 2007). Especies en ambientes secundarios rápidamente se pueden distribuir en claros y bordes, y así incrementar la diversidad a escala regional.

Los valores de similitud indicaron que las poblaciones de aves rapaces diurnas en ambas zonas estudiadas fueron similares en especies y que las abundancias están distribuidas de forma equitativa (Magurran, 1989; Moreno, 2001), aunque los altos valores de especies generalistas en puntos elevados, como los zopilotes *Cathartes* y *Coragyps*, tienen una gran influencia en los valores de similitud. El valor de similitud fue menor con el método de puntos de conteo. Lo anterior indica que la metodología empleada para estudiar comunidades de rapaces puede determinar en cierta medida los valores de diversidad y similitud.

Contrario a nuestra predicción, la zona núcleo no presentó la mayor riqueza de especies comparado con la zona de amortiguamiento. Sin embargo, nuestras estimaciones de diversidad y equitatividad fueron mayores en la zona núcleo. El método de puntos elevados presentó tanto un registro mayor de especies como de individuos, y 6 especies se registraron exclusivamente con este método, y sólo 2 con el método de puntos de conteo en transectos fueron exclusivas. Esto sugiere que para tener una mejor

aproximación de las abundancias e índices de diversidad en una comunidad de rapaces diurnas se recomienda una combinación de métodos.

Aunque en la Reserva El Ocote las tasas de deforestación anual estimadas fueron menores (1.05% período 1986-2000) respecto a las áreas externas (5.94% mismo período; Flamenco-Sandoval et al., 2007), la deforestación se considera el proceso más drástico en pérdida y degradación de selvas. Estos cambios a nivel regional podrían alterar los patrones de distribución y diversidad de las especies de rapaces diurnas al reducir la disponibilidad de territorios adecuados para sobrevivir y reproducirse. La zona de amortiguamiento actualmente ha sido afectada por incendios forestales y otras actividades humanas que han causado cambios ambientales. Este efecto podría ser mayor sobre aquellas especies que son dependientes de selva y sensibles a las perturbaciones humanas.

Agradecimientos

A los guardaparques Alcides Caraveo, Dilex Sánchez, Romeo Montejo, Daniel Santos, Refugio Velázquez, y Armando Camacho por su ayuda en el campo. A Idea Wild por el equipo proporcionado. Y a los revisores anónimos que enriquecieron con sus comentarios el manuscrito.

Literatura citada

- Bilstein, K., W. Schelski, J. Zalles y S. Ellis. 1998. Conservation status of tropical raptor. *Journal of Raptor Research* 32:3-18.
- CONANP, SEMARNAT (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2000. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote. México, D. F. 220 p.
- Del Hoyo, J. A. Elliot y J. Sargatal. 1994. *Handbook of the birds of the World*, vol. 2 New World Vultures to Guineafowl. Lynx, Barcelona. 638 p.
- Domínguez, R., E. Ruelas, y T. Will. 1996. Avifauna de la Reserva El Ocote. *In* Conservación y desarrollo sustentable en la Selva El Ocote, Chiapas, M. A. Vázquez y I. March. (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas, Chiapas. p. 149-177.
- Duncan, C. D. 1993. *Fonoteca de las Aves de Chiapas*. Pronatura-Chiapas e Instituto para la Ornitología del Campo de Universidad de Maine, Machias, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. 59 p.
- Ferguson-Lees, J. y D. Christie. 2005. *Raptors of the world: A field guide*. A&C Black, London. 320 p.
- Flamenco-Sandoval, A., M. Martínez Ramos y O. R. Masera. 2007. Assessing implications of land-use and land-cover change dynamics for conservation of a highly diverse tropical

- rain forest. *Biological Conservation* 138:31-145.
- Gotelli, N. J. y A. M. Ellison. 2004. *A primer of ecological statistics*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts. 492 p.
- Grossman, M. y J. Hamlet. 1964. *Birds of prey of the world*. Crown, New York. 496 p.
- Halffter, G., C. Moreno y E. Pineda. 2001. Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz/Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca Hidalgo. 79 p.
- Magurran, A. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Vedral, Barcelona. 200 p.
- Mañosa, S. y V. Pedrocchi. 1997. A raptor survey in the Brazilian Atlantic Rainforest. *Journal of Raptor Research* 27:121-122.
- Martínez, J. 1992. Raptor conservation in Veracruz, México. *Journal of Raptor Research* 26:184-188.
- Moreno, C. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad, M&T-Manuales*. Tesis, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza. 84 p.
- Newton, I. 1979. *Population ecology of raptors*. T. & A. D. Poyser, London. 399 p.
- Ochoa-Gaona, S. 1996. La vegetación de la Reserva El Ocote a lo largo del cañón del río La Venta. *In Conservación y desarrollo sustentable en la Selva El Ocote, Chiapas*. M. A. Vásquez e I. March. (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas, Chiapas. México. p. 45-86.
- Ralph, C. J., G. R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martín, D. F. Desantafe y B. Mila. 1996. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. United States, Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. Albany, California. 46 p.
- Ricklefs, R. y D. Schluter. 1993. *Species diversity in ecological communities (historical and geographical perspectives)*. The University of Chicago Press, Illinois. 416 p.
- Rodríguez-Estrella, R. y B. Brown. 1990. Density and habitat use of raptor along the río Bavispe y río Yaqui, Sonora, México. *Journal of Raptor Research* 24:47- 51.
- Rodríguez-Estrella, R. y L. B. Rivera-Rodríguez. 2006. Raptor studies in Mexico: an overview. *In Current raptor studies in Mexico*, R. Rodríguez-Estrella (ed.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. p. 1-32.
- Rodríguez-Estrella, R., J. A. Donazar y F. Hiraldo. 1998. Raptors as indicators of environmental change in the scrub habitat of Baja California Sur, México. *Conservation Biology* 12:921-925.
- Sall, J., A. Lehman y L. Creighton. 2001. *JMP start statistics, segunda edición*. SAS Institute, Cary, North Carolina. 521 p.
- Sánchez, O. y G. López. 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana* 75:119-145.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. México, D. F. Diario Oficial de la Federación, miércoles 6 de marzo de 2002.
- Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker III y D. K. Moskovits. 1996. *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press, Illinois, 478 p.
- Thiollay, J. M. 1984. Raptor community structure of a primary rain forest in French Guiana and effect of human hunting pressure. *Journal of Raptor Research* 18:117-122.
- Thiollay, J. M. 1989. Area requirements for the conservation of rain forest raptors and game birds in French Guiana. *Conservation Biology* 31:128-137.
- Thiollay, J. M. 1991. Altitudinal distribution and conservation of raptors in southwestern Colombia. *Journal of Raptor Research* 25:1-8.
- Thiollay, J. M. 1996. Distributional patterns of raptors along altitudinal gradients in the northern Andes and effects of forest fragmentation. *Journal of Tropical Ecology* 12:535-560.
- Thiollay, J. M. 2007. Raptor communities in French Guiana: distribution, habitat selection, and conservation. *Journal of Raptor Research* 41:90-105.
- Thorstrom, R., J. Ramos y J. M. Castillo. 2000. Breeding biology and behavior of the Collared Forest-falcon (*Micrastur semitorquatus*) in Guatemala. *Ornitología Neotropical* 11:1-12.
- Vásquez, M. A. y I. March. 1996. *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva El Ocote, Chiapas*. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas, Chiapas. 421 p.
- Whitacre, D., L. Jones y J. Sutter. 1992. Censos de aves rapaces y de otras aves en el bosque tropical: mejoras hechas a la metodología. *In Reporte de avance V. Proyecto maya: uso de aves rapaces y otra fauna como indicadores del medio ambiente, para el diseño y manejo de áreas protegidas y para fortalecer la capacidad local para la conservación en América Latina*, D. Whitacre y R. Thorstrom (eds.). The Peregrine Fund, Boise, Idaho. p. 43-56.