

## COMPARACIÓN DE LA ESTRUCTURA VEGETAL ENTRE FRAGMENTOS DESOCUPADOS Y OCUPADOS POR *ALOUATTA PALLIATA MEXICANA* EN EL SURESTE DE MÉXICO

Víctor Arroyo-Rodríguez<sup>1</sup> y Salvador Mandujano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Madrid, Cantoblanco, 28049 Madrid, España, e-mail: <victorarroyo\_rodriguez@hotmail.com>.

<sup>2</sup>Depto. Ecología y Comportamiento Animal, Instituto de Ecología A. C., Km 2.5 Ant. Carret. Coatepec No. 351, Congregación del Haya, Xalapa 91070, Veracruz, México, e-mail: <mandujan@ecologia.edu.mx>.

### Introducción

Las poblaciones de monos aulladores del género *Alouatta* atenúan las consecuencias negativas derivadas de la fragmentación del hábitat debido a que presentan alta tasa reproductiva, alta capacidad de colonizar fragmentos de hábitat vacíos, sistema genético que minimiza los efectos del entrecruzamiento y gran plasticidad de dieta debido a sus hábitos folívoros (Jones, 1995). En algunas regiones de México la deforestación representa una pérdida muy importante de hábitat para *Alouatta palliata mexicana* (Estrada y Coates-Estrada, 1996), por lo que resulta de especial interés estudiar las respuestas de tipo ecológico y conductual de esta especie a la perturbación de los bosques tropicales (Rodríguez-Luna *et al.*, 1987). En este contexto, se han estudiado ciertas características de los fragmentos como el tamaño y el aislamiento en relación al número, tamaño y composición de grupos de *A. p. mexicana* en el sur de la región de "Los Tuxtlas" en el estado de Veracruz (por ejemplo, Silva-López *et al.*, 1988). Recientemente, Rodríguez-Toledo y colaboradores (2003) documentaron que del total de fragmentos menores a 10 ha de superficie, sólo el 19% estaban ocupados por monos aulladores, mientras que el 100% de los fragmentos mayores a 10 ha se encontraron ocupados por este primate. Se sugiere que factores como la calidad y heterogeneidad del hábitat son determinantes para los primates cuando estos habitan fragmentos muy reducidos en extensión (Jones, 1996). Con la finalidad de conocer si existen diferencias que permitan entender el proceso de respuesta de *A. p. mexicana* a la fragmentación del bosque tropical, el presente estudio tuvo como objetivo principal analizar cuantitativamente la flora y estructura vegetal de un conjunto de los fragmentos ocupados y otro grupo de fragmentos no ocupados por este primate.

### Métodos

El sitio de estudio se localiza en el municipio de Tatahuicapan de Juárez en el sur de la región de "Los Tuxtlas" en el estado de Veracruz, México. Abarca 4,960 ha de superficie de las cuales 547 ha constituyen hábitat disponible para *Alouatta* y están distribuidas en 92 fragmentos. Sólo el 8% de los fragmentos excede las 10 ha, siendo el mayor de 76 ha. Se han encontrado grupos de *Alouatta* en el 20% de los fragmentos (Rodríguez-Toledo *et al.*, 2003). Para fines del presente estudio, se seleccionaron 15 fragmentos (siete desocupados y ocho ocupados por monos aulladores). Para la localización de los fragmentos se utilizó el mapa de vegetación digitalizado por Rodríguez-Toledo *et al.* (2003). Para

conocer la estructura y composición vegetal en los fragmentos se utilizó el método de Gentry (1982). En el interior de cada fragmento se colocaron 10 transectos de 50 x 2 m, lo más separados posible uno de otro con el fin de tener el fragmento homogéneamente representado. Se determinó, a nivel de especie, a todos los individuos que tuvieran un diámetro a la altura del pecho mayor o igual a 2.5 cm siempre que tuvieran al menos 50% de su tronco enraizado dentro del transecto. Para comparar entre fragmentos ocupados y no ocupados: 1) se obtuvo la riqueza de especies, la abundancia de individuos y el área basal total arbórea (expresados sobre 1,000 m<sup>2</sup> que corresponde al área muestreada en cada fragmento), 2) se clasificó a las especies encontradas en tres grupos ecológicos: primarias (tolerantes a la sombra), secundarias (intolerantes a la sombra) y cosmopolitas, basado principalmente en la clasificación de Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes (1985) y Martínez-Ramos y Álvarez-Buylla (1995), y 3) se obtuvo la riqueza de especies, la abundancia de individuos y el área basal total arbórea de las diez familias más importantes en la dieta de *Alouatta*, encontrados en los dos grupos de fragmentos, con base en trabajos realizados en la misma área de estudio (Silva-López *et al.*, 1993; Gómez-Marín *et al.*, 2001) y complementado con datos de estudios realizados en el norte de este sitio (Estrada, 1984; Serio-Silva, 1995). Debido a que el tamaño de los fragmentos ocupados por *Alouatta* es mayor en comparación al tamaño de los fragmentos no ocupados, se empleó el tamaño del fragmento como covariable para analizar estadísticamente las diferencias en las variables vegetacionales entre ambos grupos de fragmentos.

### Resultados

Se encontró que el área basal de los árboles es mayor cuando aumenta el tamaño de los fragmentos ocupados por *Alouatta*, mientras que en los fragmentos no ocupados no se encontró esta relación (Fig. 1;  $t = 3.5$ ,  $P = 0.005$ ). Por otro lado, aunque no fue significativa se encontró que la riqueza de especies ( $t = 2.02$ ,  $P = 0.08$ ) y la abundancia de individuos ( $t = 2.11$ ,  $P = 0.06$ ) es menor conforme el tamaño del fragmento aumenta.

La riqueza de especies primarias, secundarias y cosmopolitas fue similar entre ambos grupos de fragmentos (Fig. 2;  $\chi^2 = 0.08$ ,  $P = 0.96$ ). Hubo tendencia de mayor abundancia de individuos de especies primarias en los fragmentos ocupados por *Alouatta* y mayor abundancia de especies secundarias y cosmopolitas en los fragmentos desocupados ( $\chi^2 = 4.4$ ,  $P = 0.11$ ). Por otro lado, en los fragmentos

ocupados por monos el área basal fue significativamente mayor en las especies primarias; mientras que en los fragmentos no ocupados las especies secundarias y cosmopolitas tuvieron mayor área basal ( $\chi^2 = 8.3$ ,  $P = 0.02$ ).

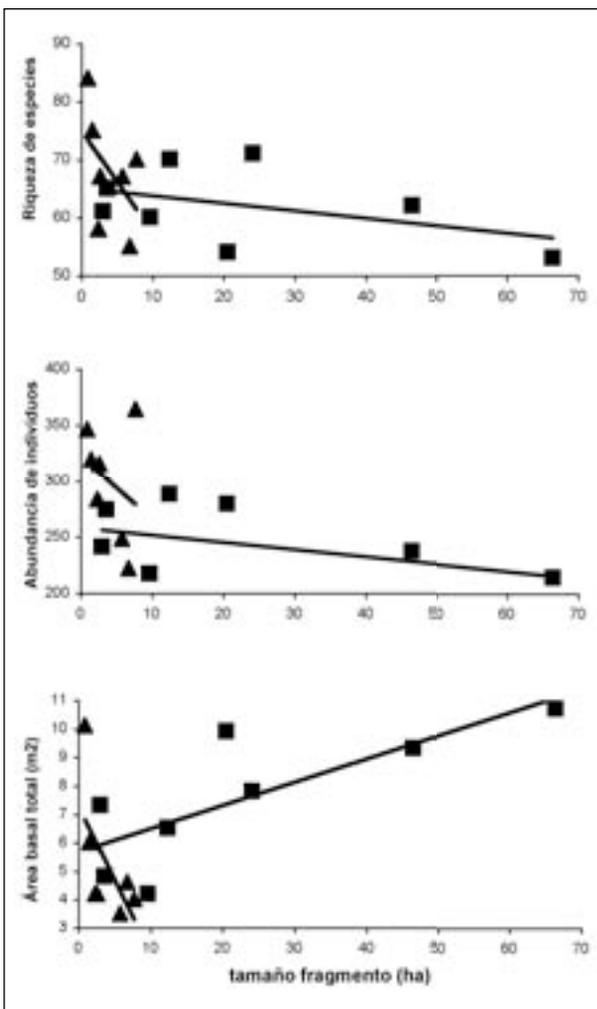
En la Tabla 1 se presenta la riqueza de especies, el número de individuos y el área basal total, para las 10 familias más importantes como recurso alimentario para *Alouatta*; tanto en los fragmentos ocupados como en los no ocupados. La riqueza de especies fue significativamente mayor en los fragmentos no ocupados (prueba t-Student para datos pareados;  $t = 2.32$ ,  $P = 0.04$ ); pero el área basal para estas familias fue mayor en los fragmentos ocupados ( $t = 2.45$ ,  $P = 0.03$ ). Finalmente, la abundancia de individuos de las diferentes familias fue similar entre ambos grupos de fragmentos ( $t = 0.16$ ,  $P = 0.87$ ).

## Discusión

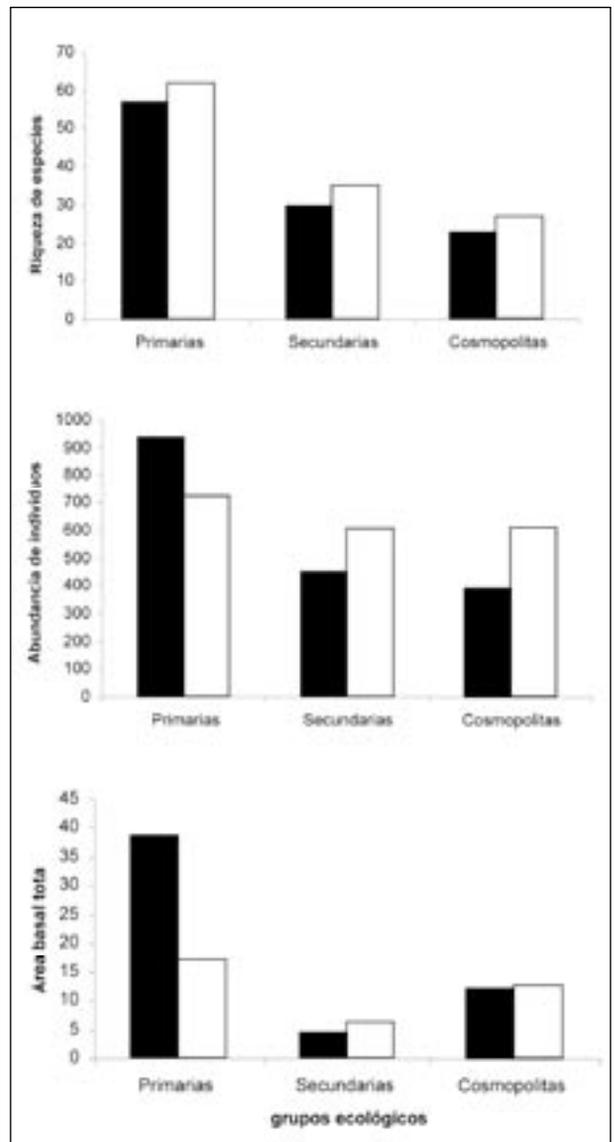
Los resultados sugieren que la fragmentación modifica diferencialmente la calidad de los recursos para *Alouatta palliata mexicana* según el tamaño del fragmento. Los fragmentos

ocupados son más grandes y tuvieron mayor abundancia de especies clasificadas como primarias y mayor talla de los individuos arbóreos de las principales familias botánicas en la dieta de este mono. En fragmentos de la misma región se ha encontrado una alta diversidad de especies en los fragmentos pequeños, pero los monos prefieren forrajear en árboles de talla grande (por ejemplo, Juan-Solano *et al.*, 1999; Gómez-Marín *et al.*, 2001). Nuestros datos sugieren que la presencia de árboles grandes en los fragmentos ocupados, principalmente de algunas especies de la familia Moraceae, puede ser clave pues estos pueden tener mayor producción de frutos (ver Chapman *et al.* 1992), además de que les provee un sustrato para descansar y llevar a cabo otras actividades.

Los resultados sugieren que la fragmentación está favoreciendo el desarrollo de plantas secundarias y demandantes



**Figura 1.** Relación del tamaño del fragmento con la riqueza de especies, la abundancia de individuos de todas las especies y el área basal total, tanto en fragmentos ocupados por *Alouatta palliata mexicana* (■) como en fragmentos desocupados (▲). Las líneas representan las rectas de regresión lineal simple.



**Figura 2.** Distribución de las especies clasificadas en grupos ecológicos (primarias, secundarias o cosmopolitas) para la riqueza de especies, la abundancia de individuos y el área basal total encontrados tanto en fragmentos ocupados por *Alouatta palliata mexicana* (■) como en fragmentos desocupados (□).

**Tabla 1.** Riqueza de especies (R), número total de individuos de todas las especies de la familia (N) y área basal total (ABT) de las diez familias más importantes para *Alouatta* como recurso alimenticio potencial en los fragmentos ocupados y no ocupados.

Familias	Fragmentos ocupados			Fragmentos no ocupados		
	R	N	ABT (m <sup>2</sup> )	R	N	ABT (m <sup>2</sup> )
Moraceae	7	48	6.9	10	39	3.3
Fabaceae	5	12	3.0	8	25	2.2
Lauraceae	4	17	1.1	5	16	1.2
Sapotaceae	5	26	2.3	6	23	2.3
Boraginaceae	1	1	1.2	3	6	1.2
Cecropiaceae	1	8	1.3	1	9	2.0
Burseraceae	1	14	5.7	1	6	4.1
Annonaceae	2	16	8.5	2	9	5.5
Euphorbiaceae	6	47	2.5	5	52	1.2
Anacardiaceae	3	33	4.3	4	44	2.7

de luz, pero está perjudicando la supervivencia de árboles grandes, particularmente de especies primarias. Además, el tamaño del fragmento es una variable importante que determina dicha alteración de la vegetación. En este sentido, Juan-Solano y colaboradores (2000) también encontraron que en los fragmentos más grandes existe mayor área basal total y diversidad debido a la presencia de árboles grandes. Estos resultados coinciden con otros estudios en fragmentos de selva de Sudamérica, donde ha encontrado que en los fragmentos más pequeños, debido a que están más expuestos a los efectos de borde, se altera la composición y estructura del bosque (Laurance y Yensen, 1991), aumentando la riqueza de especies secundarias (Benítez-Malvido, 1998), y desapareciendo más rápidamente los árboles de mayor talla, particularmente de especies tolerantes a la sombra (Laurance *et al.* 1998). En conclusión, aunque es necesario un análisis más profundo incorporando un mayor número de fragmentos, los resultados del presente estudio sugieren que desde una perspectiva de conservación se debe controlar la extensiva de los fragmentos más grandes y, en particular, la tala de los árboles más grandes.

### Agradecimientos

Los autores agradecen R. Mateo su colaboración en campo y al Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana las facilidades para realizar el trabajo. También a R. Dirzo sus comentarios y sugerencias al trabajo inicial; a Palacios-Silva por su apoyo en campo; a B. Peco y H. Sainz por su apoyo en el análisis de datos; a F. González-Medrano y G. Castillo-Campos por su ayuda en la identificación de las especies de plantas; a L. A. Escobedo-Morales, E. M. Rodríguez-Toledo y R. Palacios-Silva por sus comentarios y sugerencias al manuscrito; y a A. González-Zamora por su apoyo logístico. La Universidad Autónoma de Madrid y el Banco Santander-Central Hispano otorgaron beca para estudios en México. La American Society of Primatologists apoyó algunos aspectos del estudio general del cual se deriva el presente proyecto.

### Referencias

- Benítez-Malvido, J. 1998. Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. *Conserv. Biol.* 12: 380-389.
- Chapman, C. A. 1992. Estimators of fruit abundance of tropical trees. *Biotropica* 24: 527-531.
- Estrada, A. 1984. Resource use by howler monkeys (*Alouatta palliata*) in the rain forest of Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Int. J. Primatol.* 5: 105-131.
- Estrada, A. y Coates-Estrada, R. 1996. Tropical rain forest fragmentation and wild populations of primates at Los Tuxtlas. *Int. J. Primatol.* 5: 759-783.
- Gentry, A. H. 1982. Patterns of Neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15: 1-85.
- Gómez-Marín, F., Veá, J., Rodríguez-Luna, E., García-Orduña, F., Canales-Espinosa, D., Escobar, M. y Asensio, N. 2001. Food resources and the survival of a group of howler monkeys (*Alouatta palliata mexicana*) in disturbed and restricted habitat at Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *Neotrop. Primates* 9(2): 60-67.
- Gómez-Pompa, A. y Vázquez-Yanes, C. 1985. Estudios sobre la regeneración de selvas en regiones cálido-húmedas de México. En: *Investigaciones Sobre la Regeneración de Selvas Altas en Veracruz, México*, Vol. II, A. Gómez Pompa y S. del Amo (eds.), pp.1-25. Alambra Mexicana, S. A. de C. V. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Veracruz.
- Jones, C. B. 1995. Howler monkeys appear to be preadapted to cope with habitat fragmentation. *Endangered Species Update* 12: 9-10.
- Jones, C. B. 1996. Predictability of plant food resources for mantled howler monkeys at Hacienda La Pacífica, Costa Rica: Glander's dissertation revisited. *Neotrop. Primates* 4(4): 147-149.
- Juan-Solano, S., Ortiz-Martínez, T., Estrada, A. y Coates-Estrada, R. 1999. Uso de plantas como alimento por *Alouatta palliata* en un fragmento de selva en Los Tuxtlas, México. *Neotrop. Primates* 7(1): 8-11.

- Juan-Solano, S., Estrada, A. y Coates-Estrada, R. 2000. Contrastes y similitudes en el uso de recursos y patrón general de actividades en tropas de monos aulladores (*Alouatta palliata*) en fragmentos de selva en Los Tuxtlas, México. *Neotrop. Primates* 8(4): 131-135.
- Laurance, W. F. y Yensen, E. 1991. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. *Biol. Conserv.* 55: 77-92.
- Laurance, W. F., Ferreira, L.V., Rankin-de Merona, J. M. y Laurance, S. G. 1998. Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. *Ecology* 79: 2032-2040.
- Martínez-Ramos, M. y Álvarez-Buylla, E. 1995. Ecología de poblaciones de plantas en una selva húmeda de México. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 56: 121-153.
- Rodríguez-Luna, E., Fa, J., García-Orduña, F., Silva-López, G. y Canales-Espinosa, D. 1987. Primate conservation in Mexico. *Primate Conserv.* (8): 114-117.
- Rodríguez-Toledo, E. M., Mandujano, S. y García-Orduña, F. 2003. Relationships between characteristics of forest fragments and howler monkeys (*Alouatta palliata mexicana*) in southern Veracruz, Mexico. En: *Primates in Fragments: Ecology and Conservation*, L. K. Marsh (ed.), pp.79-97. Kluwer Academic/Plenum Press, New York.
- Serio-Silva, J. C. 1995. Patrón diario de actividades y hábitos alimenticios de *Alouatta palliata* en semilibertad. En: *Estudios Primatológicos en México*, Vol. II. E. Rodríguez-Luna, L. Cortés-Ortiz y J. Martínez-Contreras (eds.), pp.149-171. Biblioteca de la Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- Silva-López, G., García-Orduña, F. y Rodríguez-Luna, E. 1988. The status of *Ateles geoffroyi* and *Alouatta palliata* in disturbed forest areas of Sierra de Santa Marta, Mexico. *Primate Conserv.* (9): 53-61.
- Silva-López, G., Jiménez-Huerta, J. y Benítez-Rodríguez, J. 1993. Availability of resources to primates and humans in a forest fragment of Sierra de Santa Martha, Mexico. *Neotrop. Primates* 1(4): 3-6.
-