

## Articles

### MONOS AULLADORES (*ALOUATTA PALLIATA*), ESCARABAJOS COPRÓFAGOS Y LA FRAGMENTACIÓN DE LAS SELVAS EN LOS TUXTLAS, VERACRUZ, MÉXICO

Alberto Anzures Dadda  
Alejandro Estrada  
Rosamond Coates-Estrada

#### Introducción

En las selvas neotropicales, las heces frescas de mamíferos selváticos, especialmente de monos aulladores, constituyen una importante fuente de alimento y un recurso indispensable para ovipositar para un amplio número de especies de escarabajos coprófagos (Hanski y Cambefort, 1991). Un segmento de esta comunidad de escarabajos se ha especializado en explotar las heces de los aulladores casi exclusivamente (Estrada *et al.*, 1993). Al localizar las heces, los escarabajos proceden a enterrarlos rápidamente, ya sea en el lugar de deposición o a cierta distancia de éste. Esto último se logra haciendo una pelota que es rodada sobre el piso de la selva y posteriormente enterrada. La relocalización de las heces y la rapidez para enterrarlas es una estrategia que han desarrollado los escarabajos coprófagos para enfrentarse a la fuerte competencia con otros insectos coprófagos por este tipo de recurso (Halffter y Mathews, 1966).

En las selvas de Los Tuxtlas tropas de *Alouatta palliata* utilizan cerca de 78 especies de árboles como fuente de hojas y frutos a través del año (Estrada, 1984; Jiménez-Huerta, 1992; Serio-Silva, 1992; Juan, 1997), participando así en el reciclaje de materia y energía en el ecosistema. Cerca del 50% de estas especies constituyen la fuente de frutos en la dieta de estos primates y las semillas de la mayoría de esta especie son ingeridas accidentalmente por los aulladores quienes, debido a sus movimientos diarios (200-1500 m) y al lento pasaje del alimento por su tracto digestivo (18-20 hrs), las dispersan en estado viable y a distancias variables de su lugar de origen (Estrada y Coates-Estrada, 1991). Al dispersar la semillas, los aulladores le prestan dos servicios importantes a las plantas. Primero, permiten que muchas semillas escapen de una muerte segura bajo la sombra de la copa del árbol madre, incrementando así el éxito reproductivo de la planta. Segundo, permiten que las plantas colonicen sitios que de otra manera no les serían accesibles. Así, las plantas de las selvas húmedas están atrapadas en una íntima dependencia con mamíferos frugívoros como *A. palliata* y éstos, a su vez, dependen de los frutos de las plantas como una fuente importante de alimento a través del año (Estrada y Coates-Estrada, 1986).

Al enterrar las heces, los escarabajos también entierran a

las semillas dispersadas por los monos aulladores, hasta a 12 cm bajo la superficie del suelo. Experimentos de campo en Los Tuxtlas demostraron que los roedores son incapaces de localizar la mayoría de las semillas enterradas por los escarabajos de esta manera y que estas semillas logran germinar y establecerse. Aquellas semillas que no son enterradas por los escarabajos son depredadas casi en un 80% por los roedores. Así, en el proceso de regeneración de las selvas, en el cual están involucrados los monos aulladores a través de sus interacciones con un amplio espectro de plantas, los escarabajos coprófagos juegan un papel estratégico en el éxito reproductivo de la planta (Estrada y Coates-Estrada, 1991).

Debido a que la abundancia general de los mamíferos selváticos establece los niveles de disponibilidad de recursos para los escarabajos coprófagos (Hanski y Cambefort, 1991) y a que mamíferos no voladores, como *A. palliata*, son especialmente sensibles a la destrucción, fragmentación y aislamiento de sus hábitats (Offerman *et al.*, 1995; Estrada *et al.*, 1994), las poblaciones de escarabajos coprófagos se verán afectadas negativamente por estos cambios (Klein, 1989). Sin embargo, la poca evidencia de campo existente hasta el momento sólo indica que en el caso de los escarabajos coprófagos existen efectos negativos sobre sus poblaciones como resultado de pérdida de área del hábitat (Howden y Nealis, 1975; Peck y Forsyth, 1982; Klein, 1989), pero no hay datos que evalúen los efectos de cambios en la abundancia relativa de mamíferos como resultado de la fragmentación de la selva sobre las poblaciones de escarabajos coprófagos.

El objeto del presente trabajo es describir la relación existente entre la presencia y la abundancia relativa de una población fragmentada de *A. palliata* y la presencia y abundancia relativa de las poblaciones de 11 especies de escarabajos coprófagos que manifiestan una clara preferencia por las heces de este primate (Estrada *et al.*, 1993). Para lograr lo anterior, entre febrero y noviembre de 1996 se censaron los grupos existentes de *A. palliata* y las poblaciones de escarabajos coprófagos en 24 fragmentos de selva en un paisaje fragmentado de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México.

#### Metodología

El área de estudio con una extensión aproximada de 31 km<sup>2</sup>, consiste en un paisaje dominado por pastizales para la ganadería y en el que se presentan fragmentos aislados de la selva que hasta hace 30-40 años cubría la totalidad del paisaje. Este paisaje se localiza en las inmediaciones de la Estación de Biología "Los Tuxtlas" del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México en la región de Los Tuxtlas al sur de Veracruz, México (95° 00' W, 18° 25' N). El rango de área de los 24 fragmentos investigados varió de 0.5 a 113 hectáreas y en el caso de la distancia de aislamiento (la distancia en línea recta más corta al fragmento más cercano) fue de 200 a 800 m.

Censos de *A. palliata*: Cada uno de los fragmento de selva fue visitado tres veces durante el periodo de 10 meses que duró la investigación de campo. Los aulladores detectados fueron contados y se determinó su sexo y edad aproximada (Anzures, 1997). Con datos provenientes de la literatura se estimó el peso promedio de cada clase de individuo en las tropas y la producción media de heces por día por individuo (Estrada, 1982; Estrada y Coates-Estrada, 1991). Esto permitió una estimación de la biomasa de *Alouatta* y de la producción total diaria de heces para cada sitio.

Muestreo de escarabajos coprófagos: Los escarabajos coprófagos con afinidad a las heces de *Alouatta* fueron capturados utilizando trampas ('pitfall traps') cebadas con 50 g de una mezcla homogeneizada de heces de *Alouatta*, vaca y caballo (Anzures, 1997). Se montaron 35 trampas en el interior de cada fragmento de selva  $\leq 30$  ha a lo largo de una ruta más o menos lineal. En fragmentos  $> 30$  ha se montaron dos grupos de 35 trampas separados por aproximadamente 200 m. Las trampas, colocadas a intervalos de 10 m se dejaron en el interior del fragmento por un periodo de 24 horas, después del cual fueron recogidas y su contenido examinado en la Estación de Biología "Los Tuxtlas". Los escarabajos capturados se contaron e identificaron a nivel de especie con una colección de referencia existente en la Estación. Para estimar la biomasa representada por los escarabajos capturados, se usó la longitud promedio del cuerpo en mm (Klein 1989). Posteriormente los escarabajos fueron liberados en el sitio de captura.

## Resultados

Detectamos la presencia de *A. palliata* en el 58% de los 24 fragmentos investigados, registrando un total de 132 individuos agrupados en 24 tropas y dos machos solitarios. En el caso de las tropas, el 30% de los individuos fueron machos, el 39% hembras, el 15% juveniles ( $>1$  año) y el 16% infantiles ( $<1$  año). El tamaño medio de las tropas fue 6.0 (D.S.  $\pm 2.0$ ) individuos. El número medio de tropas de aulladores por fragmento fue de 1.5 (D.S.  $\pm 0.9$ ) con un rango de 1 a 4 tropas. El número medio de aulladores por fragmento fue de 8.4 (D.S.  $\pm 5.9$ ) individuos con un rango de 1-25 individuos. La biomasa media de aulladores y la producción media de heces por día por fragmento fue de 49 kg (D.S.  $\pm 40$ ) y 439 gr (D.S.  $\pm 313$ ) respectivamente. La producción media estimada de copro de *Alouatta* por hectárea por sitio fue de 59.6 gr (D.S.  $\pm 71.1$ ; rango 4-300 gr). Se determinó una relación positiva entre la biomasa de aulladores en los sitios investigados y el área de estos últimos ( $r_s = 0.60$ ,  $p = 0.0001$ ). La producción estimada total de heces de *Alouatta* por sitio y de heces por hectárea por sitio estuvieron fuertemente correlacionadas con la biomasa de *Alouatta* en los fragmentos estudiados ( $r_s = 0.98$ ,  $p < 0.0001$  y  $r_s = 0.72$ ,  $p < 0.001$  respectivamente).

Capturamos un total de 2754 escarabajos representando a las 11 especies de interés. El número medio de escarabajos y de especies capturados por trampa por fragmento fue de

2.5 (rango 0.03-17) y de 0.12 (D.S.  $\pm 0.08$ ) respectivamente. La biomasa media estimada por trampa por fragmento fue de 24 mm (rango 0.3-16 mm). La tasa media de captura por trampa por sitio y la biomasa media de escarabajos por trampa por sitio estuvieron significativamente asociados al área del fragmento ( $r_s = 0.45$ ,  $p = 0.01$  y  $r_s = 0.50$ ,  $p = 0.006$ , respectivamente).

En los fragmentos de selva con presencia de *Alouatta*, la tasa media de captura de escarabajos por trampa por sitio ( $X = 3.73 \pm 4.7$ ) y la biomasa media ( $X = 34.6$  mm  $\pm 43.2$ ) por trampa por sitio fueron significativamente mayores ( $z = 2.29$ ,  $p = 0.01$  y  $z = 2.16$ ,  $p = 0.01$ ) que en los fragmentos en los que *Alouatta* no estuvo presente ( $X = 0.85 \pm 1.1$  y  $X = 8.84$  mm  $\pm 11.3$ , respectivamente) (Fig. 1).

La tasa media de captura de escarabajos por trampa por sitio y la biomasa media de escarabajos por trampa por sitio estuvieron significativamente relacionadas a la producción estimada de heces de aulladores por hectárea por sitio ( $r_s = 0.48$ ,  $p = 0.008$  y  $r_s = 0.38$ ,  $p = 0.03$  respectivamente). Estas dos variables también estuvieron correlacionadas con la biomasa total de aulladores estimada para cada sitio ( $r_s = 0.51$ ,  $p = 0.005$  y  $r_s = 0.50$ ,  $p = 0.005$ ).

Un análisis de correlación parcial mostró una relación positiva y significativa entre la tasa media de captura y la biomasa media de escarabajos por trampa por sitio y la tasa de producción de heces de aullador por hectárea por sitio ( $r_s = 0.40$ ,  $p = 0.02$  y  $r_s = 0.36$ ,  $p = 0.03$ ), mientras que la relación de estas variables con el área del fragmento resultó no significativa ( $r_s = 0.11$ ,  $p = 0.29$  y  $r_s = 0.07$ ,  $p = 0.29$ ).

## Discusión

Los resultados de este estudio indican que reducciones en área de selva disponible tanto para los monos aulladores como para los escarabajos coprófagos resultan en disminuciones importantes en las poblaciones de ambos organismos. Estas observaciones son congruentes con resultados de otras investigaciones sobre poblaciones

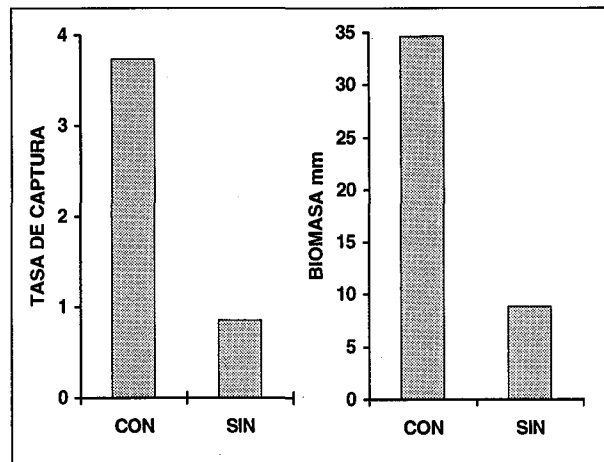


Figura 1. Diferencias en la tasa media de captura de escarabajos coprófagos por trampa por sitio en fragmentos de selva con aulladores y sin aulladores presentes.

silvestres de primates y de escarabajos coprófagos en selvas Amazónicas (Rylands y Keuroghlian, 1988; Klein, 1989) y en Los Tuxtlas (Estrada y Coates-Estrada, 1996).

Nuestros resultados claramente indican que en los fragmentos de selva ocupados por monos aulladores habita un mayor número de escarabajos coprófagos en comparación con aquellos fragmentos en que los aulladores no están presentes y los resultados del análisis de correlación parcial sugieren un mayor efecto del volumen existente de materia fecal de *Alouatta* por unidad de área por día sobre el tamaño de las poblaciones de las 11 especies de escarabajos coprófagos investigados, que el efecto que ejerce el área del fragmento. Entre más bajo el volumen, más bajas, al parecer, son las poblaciones de escarabajos, independientemente del área del fragmento.

Esto sugiere que la desaparición de los monos aulladores de remanentes de selva en el Neotrópico puede resultar en la extinción local y/o disminuciones importantes en las poblaciones de especies de escarabajos coprófagos que manifiestan una cierta especialización hacia el recurso producido por este primate. Por otro lado, la desaparición y/o reducciones en el tamaño de las poblaciones de *Alouatta* puede resultar en disminuciones importantes en la dispersión y postdispersión de un gran número de semillas de un amplio espectro de plantas en las selvas neotropicales, cuya supervivencia se favorece por las interacciones entre este primate con los escarabajos coprófagos (Estrada y Coates-Estrada, 1993; Kinzey, 1997). Esto último tendrá un impacto importante sobre la capacidad de regeneración de la selva.

Nuestro estudio sugiere que para lograr una conservación efectiva y a largo plazo de los monos aulladores en Los Tuxtlas, es indispensable atenuar los efectos negativos del área y aislamiento sobre los segmentos aislados de la población original de *Alouatta*. Esto podría lograrse, inicialmente, a través de la creación de unidades de conservación formadas por archipiélagos de fragmentos de selva que podrían ser unidos entre sí por medio de corredores de vegetación a lo largo de ríos y arroyos. La conexión física y biótica podría intensificarse a través del establecimiento de cercas vivas conformadas no sólo por las dos especies arbóreas (*Bursera simaruba* Burseraceae y *Gliricidia sepium* Leguminosae) usadas tradicionalmente por los campesinos y rancheros para delimitar sus parcelas, sino también con especies de árboles que usan los monos aulladores. De este modo las tropas de monos aulladores aisladas podrían restablecer el flujo génico y conformar una población genéticamente viable. Tal escenario, facilitaría también la supervivencia de escarabajos coprófagos especialistas y generalistas en hábitos alimenticios y que dependen de las heces de mamíferos como *Alouatta* para alimento y reproducción, resultando en el sostenimiento de la interacción primate-planta-escarabajo, con efectos positivos importantes sobre el proceso de regeneración natural de la selva.

## Agradecimientos

Se agradece el apoyo del Scott Fund for Neotropical Research del Lincoln Park Zoological Society de Chicago, del Sistema Nacional de Investigadores a través de una beca de Asistente de Investigador asignada por el Dr. A. Estrada y a la Universidad Nacional Autónoma de México por apoyos generales y logísticos.

**Alberto Anzures Dadda**, Instituto de Historia Natural, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, **Alejandro Estrada** y **Rosamond Coates-Estrada**, Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 176, San Andrés Tuxtla, Veracruz, México.

## Referencias

- Anzures, D. A. 1997. Presencia de Monos Aulladores (*Alouatta palliata*) y Escarabajos Coprófagos (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) en un Paisaje Fragmentado en la Región de Los Tuxtlas, Veracruz. Tesis Profesional. Universidad de Ciencias y Artes del Estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Estrada, A. 1982. Survey and census of howler monkeys (*Alouatta palliata*) in the rain forest of Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *Am. J. Primatol.* 2: 363-372.
- Estrada, A. 1984. Resource use by howler monkeys (*Alouatta palliata*) in the rain forest of Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *Int. J. Primatol.* 5: 105-131.
- Estrada, A. y R. Coates-Estrada. 1986. Frugivory by howling monkeys (*Alouatta palliata*) at Los Tuxtlas, Mexico: Dispersal and fate of seeds. En: *Frugivores and Seed Dispersal*, A. Estrada y T.H. Fleming (eds.), p. 93-104. Dr. W. Junk Publishers, La Haya.
- Estrada, A. y R. Coates-Estrada. 1991. Howling monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: Ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *J. Trop. Ecol.* 7:459-474.
- Estrada, A. y R. Coates-Estrada. 1993. Aspects of ecological impact of howling monkeys (*Alouatta palliata*) on their habitat: a review. En: *Estudios Primatológicos en México*, Vol. 1., A. Estrada, E. Rodríguez-Luna, R. Lopez-Wilchis y R. Coates-Estrada (eds.), pp. 87-117. Asociación Mexicana de Primatología, A. C. y Patronato Pro-Universidad Veracruzana, A. C. Xalapa, Veracruz.
- Estrada, A. y R. Coates-Estrada. 1996. Tropical rain forest fragmentation and wild populations of primates at Los Tuxtlas. *Int. J. Primatol.* 5:759-783.
- Estrada, A., G. Halffter, R. Coates-Estrada y D. Meritt, Jr. 1993. Dung beetles attracted to mammalian herbivore (*Alouatta palliata* Gray) and omnivore (*Nasua narica* Linnaeus) dung in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *J. Trop. Ecol.* 9: 45-54.
- Estrada, A., Coates-Estrada, R. y Meritt, D., Jr. 1994. Non flying mammals and landscape changes in the tropical rain forest region of Los Tuxtlas, Mexico. *Ecogeography* 17:229-241.
- Halffter, G. y E. G. Mathews. 1966. The natural history of

- dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomol. Mexicana* 12-14:1-312.
- Hanski, I. y Cambefort, Y. 1991. Species richness. En: *Dung Beetle Ecology*, I. Hanski y Y. Cambefort (eds.), pp.350-365. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Howden, H. F. y Nealis, V. G. 1975. Effects of clearing in a tropical rain forest on the composition of the coprophagous scarab beetle fauna (Coleoptera). *Biotropica* 7: 77-85.
- Jiménez-Huerta, J. 1992. Distribución y Abundancia del Recurso Alimenticio en un Fragmento de Selva Alta Perennifolia y su Uso por *Ateles* y *Alouatta* en el Ejido Magallanes (Municipio de Sotepan, Veracruz). Tesis de licenciatura, Universidad Veracruzana, Xalapa.
- Juan S. 1997. Recursos Alimenticios Utilizados por Monos Aulladores (*Alouatta palliata*) en un Hábitat con Alta Perturbación Antropogénica en la Región de Los Tuxtlas, Veracruz, México. Tesis Licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa.
- Kinzey, W. 1997. *Alouatta*. En: *New World Primates: Ecology, Evolution and Behavior*, W. G. Kinzey (ed.), pp.174-185. Aldine, New York.
- Klein, B. C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. *Ecology* 6:1715-1725.
- Offerman, H. L., Dale, V. N., Pearson, S. M., Bierregaard, O. Jr., y O'Neill, R. V. 1995. Effects of forest fragmentation on neotropical fauna: current research and data availability. *Environmental Review* 3:190-211.
- Peck, S. B. y A. Forsyth. 1982. Composition, structure and competitive behavior in a guild of Ecuadorian rain forest dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae). *Canad. J. Zool.* 60: 1624-1634.
- Rylands, A. B. y Keuroghlian, A. 1988. Primate populations in continuous forest and forest fragments in central Amazonia. *Acta Amazonica* 18: 291-307.
- Serio-Silva, J. C. 1992. Patrón Diario de Actividades y Hábitos Alimenticios de *Alouatta palliata* en Semilibertad. Tesis Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Córdoba.

## ON THE CAPTURE OF TITI MONKEYS (*CALLICEBUS CUPREUS*) USING THE PERUVIAN METHOD

Guilherme Silveira  
Júlio César Bicca-Marques  
Cláudio Arani Nunes

Titi monkeys are shy and difficult to capture using baited traps. This note reports the capture of two red titi monkeys (*Callicebus cupreus cupreus*) using a so-called "Saguinus trap" by the Peruvian Method (see details of the method in Encarnación *et al.*, 1990). The capture was part of an experimental field study on feeding competition among sympatric groups of tamarins (*Saguinus imperator imperator* and *Saguinus fuscicollis weddelli*) and titi monkeys (*C. c. cupreus*) conducted by G. Silveira and supervised by J. C. Bicca-Marques. The research was

carried out from May to August 1998 at the Zoobotanical Park of the Federal University of Acre (UFAC) (9°56'30"-9°57'19"S, 67°52'08"-67°53'00"W; 100 ha), Rio Branco, state of Acre, Brazil.

The Peruvian trapping method has been used by Bicca-Marques and colleagues (Bicca-Marques *et al.*, 1997; Calegario-Marques and Bicca-Marques, 1994; Santos *et al.*, 1995) to capture tamarins in several parts of the Rio Branco study site since 1994. More than 80 tamarins were captured in the following periods: April-June 1994, October-November 1994, February 1995, August-October 1997, December 1997, March 1998, and May 1998. Although titi monkeys are found throughout the study site, and were often observed near or on the capture platform, prior to May 1998 they were only once observed entering the trap and eating the bait (February 1995; M. A. Azevedo-Lopes, pers. comm.).

During the last capture period (May 1998) a group of titi monkeys comprised of four individuals (one adult female and three immature males; the adult male of this group died in January 1998) were observed to enter the traps and eat the bananas. This group was very well habituated to the researchers' presence. It was observed on 115 days from 22 September 1997 to 29 January 1998 and was often observed eating bananas on experimental feeding platforms (30 cm x 45 cm) located 1.5 m above the ground. These platforms were being used for a study on primate foraging decisions (see Bicca-Marques *et al.*, 1998). Members of the titi monkey group were first observed entering the trap on 18 May. From 18 to 21 May, all individuals fed inside the trap at the same time. On 26 May, two immature males were captured (Fig. 1). Both were anaesthetized with a mixture of Tiletamine hydrochloride and Zolazepam hydrochloride (Telazol<sup>®</sup> by Elkins-Sinn, Inc., Cherry Hill, NJ 08003, U.S.A.; diluted in 10 ml distilled water; doses=0.06 ml and 0.10 ml) (Fig. 2), weighed, measured, sexed, and fitted with color-coded collars for individual recognition. The other two group members (the adult female and an immature male) could be distinguished by their physical traits. The oldest individual captured weighed 745 g and measured 287 mm head and body length and 435 mm tail length. His left testicle was approximately 8.0 mm long and 5.6 mm wide. The youngest individual weighed 590 g and measured 280 mm head



Figure 1. Immature red titi monkey before being anaesthetized.