

Diversidad de escarabajos estiercoleros en el bosque y en cacaotales con diferente estructura y composición florística en Talamanca, Costa Rica¹

Pedro Suatunce²; Eduardo Somarriba³; Celia Harvey³; Bryan Finegan⁴

Palabras claves: abundancia; agroforestería; biodiversidad; especies indicadoras; indígenas bribri y cabécar; investigación participativa; *Theobroma cacao*.

RESUMEN

Se estudió la riqueza de especies y la abundancia de escarabajos estiercoleros (Scarabaeidae) en cinco hábitats (bosques secundarios de baja alteración y cuatro tipologías de cacaotales) en la reserva indígena de Talamanca, Costa Rica. Se recolectaron escarabajos entre abril y junio del 2002 en 25 fincas (cinco por hábitat). En cada finca se utilizó una cuadrícula de 25 trampas de foso cebadas con estiércol de cerdo (cinco transectos paralelos de 40 m de largo, con cinco trampas por transecto). Se capturaron 36 especies de escarabajos, siendo la más abundante *Onthophagus acuminatus* (1723 individuos) y la menos frecuente *Canthon hartmanni* (un individuo). Los hábitats difirieron en el número de géneros y especies pero no en la abundancia de escarabajos, en el índice de dominancia de Berger-Parker o en los índices de diversidad y de equidad. El número de especies y el dap promedio de los árboles fueron las únicas variables del hábitat que correlacionaron significativamente con la riqueza de especies de escarabajos ($r^2 = 0,47$; $p = 0,09$); ninguna de las variables del hábitat correlacionó significativamente con la abundancia de escarabajos. Los resultados sugieren que los cacaotales de Talamanca pueden albergar una diversidad de escarabajos estiercoleros comparable a la de los bosques que rodean estas fincas.

Dung beetle diversity in forests and cacao plantations with different structures and floristic compositions in Talamanca, Costa Rica

Key words: Abundance; agroforestry; biodiversity; Bribri and Cabecar indigenous peoples; indicator species; participatory research; *Theobroma cacao*.

ABSTRACT

A study on dung beetle (Scarabaeidae) species richness and abundance in five habitats (slightly disturbed primary forests and four different types of cacao plantations) was carried out in the Talamanca indigenous reserve, Costa Rica. Dung beetles were collected between April and June 2002, in 25 farms (five per habitat). In each farm, a matrix of 25 pig dung-baited pitfall traps (five parallel transects, each 40 m long, with five traps per transect) was sampled. A total of 36 dung beetle species were collected. The most abundant species was *Onthophagus acuminatus* (1723 individuals) and the rarest was *Canthon hartmanni* (one individual). There were differences between habitats in the number of genus and species, but not in the abundance, Berger-Parker's dominance index and the diversity or equity indexes. The number of plant species and the average tree dbh were the only habitat variables that had significant correlation with dung beetle species richness ($r^2=0.47$; $p =0.09$); none of the habitat variables had a significant correlation with dung beetle abundance. The results suggest that the cacao systems in Talamanca could harbor comparable dung beetle diversity to the surrounding forests.

INTRODUCCIÓN

Los cafetales y cacaotales con sombra ofrecen una esperanza para la conservación de la biodiversidad (Thioly 1995, Klein *et al.* 2002, Somarriba *et al.* 2004), ya que por su alta diversidad vegetal y su estructura compleja

ofrecen una amplia variedad de hábitats, amortiguan y sirven de corredores para la fauna en los paisajes fragmentados (Estrada *et al.* 1993, Rice y Greenberg 2000). En Talamanca, Costa Rica, los cacaotales agroforestales

¹ Basado en Suatunce, P. 2002. Diversidad de escarabajos estiercoleros en bosques y en cacaotales de diferente estructura y composición florística, Talamanca, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.

² M.Sc. en Agroforestería Tropical, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 2002. Correo electrónico: jsuatunce@hotmail.com (autor para correspondencia).

³ Departamento de Agricultura y Agroforestería, CATIE, Sede Central. Correo electrónico: esomarri@catie.ac.cr; charvey@catie.ac.cr

⁴ Departamento de Recursos Naturales y Ambiente, CATIE. Sede Central. Correo electrónico: bfinegan@catie.ac.cr

contribuyen a la conservación de la biodiversidad dentro las reservas indígenas (Parrish *et al.* 1999).

Los escarabajos estiercoleros (Scarabaeidae) pueden utilizarse como indicadores de la fragmentación del bosque por su sensibilidad a las perturbaciones, su dependencia de los organismos afectados por la fragmentación y por la facilidad de su captura e identificación (Klein 1989, Halfpeter *et al.* 1992). Los estudios comparativos de los efectos de la intervención humana sobre la biodiversidad pueden proveer datos útiles para manejar estos sistemas (Roth *et al.* 1994). En este artículo se analizan las diferencias y semejanzas en la diversidad y abundancia de escarabajos en el bosque y en cuatro tipos de cacaotales con diferente estructura y composición florística.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

La investigación se realizó en las reservas indígenas Bribri y Cabécar, al sureste de Costa Rica, en el distrito Bratsi, cantón de Talamanca, provincia de Limón, ubicada entre las coordenadas geográficas 9°00' - 9°50'N y 82°35' - 83°05'O. En la zona se distinguen dos unidades de paisaje: el valle, constituido por la coalescencia de abanicos aluviales de los ríos Telire, Larí, Uren y Yorkín, y las laderas, conformadas por materiales sedimentarios y rocas intrusivas. La altitud sobre el nivel del mar varía entre 40 y 150 m en el valle y entre 150 y 400 m en las laderas. El clima es tropical húmedo, con una precipitación anual de 2800 mm en el valle, que aumenta hasta los 6400 mm a elevaciones de entre 500 y 1000 m, con una estación lluviosa entre mayo y diciembre, con el 75% del total de la precipitación anual, y otra estación menos lluviosa entre enero y abril. La temperatura media anual en el valle es de 25,6 °C, con máximas de 30,5 °C y mínimas de 20,4 °C, un promedio de 4,5 horas luz día⁻¹ y radiación promedio de 15 Mj m⁻² día⁻¹. Las principales zonas de vida son el bosque muy húmedo transición a premontano, el bosque húmedo tropical y el bosque muy húmedo premontano transición a basal (Kapp 1989). La topografía del valle es plana cóncava y plana ondulada, con pendientes inferiores al 13% (Kapp 1989, Borge y Villalobos 1995).

Metodología

El estudio de escarabajos se llevó a cabo en cinco hábitats, incluyendo cuatro tipos de cacaotales y el bosque, a razón de cinco fincas por hábitat (25 fincas en total). La tipología de los cacaotales fue establecida visualmente con base en la riqueza y abundancia de especies vege-

tales y en la estratificación vertical del dosel de sombra. La caracterización de la vegetación se hizo con base en inventarios de parcelas temporales de 1000 m², a razón de siete parcelas por hábitat. Las tipologías fueron las siguientes:

- **Cacao multiestratificado:** más de tres especies de árboles remanentes del bosque natural o de la regeneración natural, un dosel con más de tres estratos y entre 55 y 60% del área con sombra.
- **Cacao con especies arbóreas y frutales:** más de dos especies arbóreas remanentes del bosque natural o de regeneración natural asociadas con especies frutales, un dosel con más de dos estratos y 35-40% del área con sombra.
- **Cacao con especies arbóreas y musáceas:** más de dos especies arbóreas remanentes o de regeneración del bosque natural asociadas con musáceas, un dosel con más de dos estratos y 35-40% del área con sombra.
- **Cacao con estrato simple:** un máximo de dos especies de sombra, constituidas por *Cordia alliodora* y/o *Inga* spp., un dosel de uno o dos estratos y 35-40% del área con sombra.
- **Bosque:** bosques secundarios de baja alteración (25–100 años de edad), con una extensión de 3 a 10 ha en parches dentro de los sistemas agrícolas y separados entre sí por distancias mayores a 500 m.

Las fincas se ubicaron en las comunidades de Watsi, Tsuri, Amubri, Cachabri, Sibuju, San Miguel y San Vicente. La distancia de un hábitat a otro varió desde 0,5 a más de 10 km.

Muestreo de escarabajos

El monitoreo de los escarabajos fue realizado por 25 productores indígenas debidamente capacitados mediante cursos-talleres sobre la metodología de recolección y preparación de recolecciones, complementados con reuniones frecuentes de seguimiento. El muestreo tomó dos días por mes; en el primer día se colocaron las trampas y al día siguiente se recolectaron los escarabajos capturados. En cada finca, los productores establecieron cinco transectos de 40 m de largo, separados por 10 m entre sí, y en cada transecto se colocaron cinco trampas, una cada 10 m a lo largo del transecto. Se utilizaron trampas de foso (“*pitfall traps*”), cebadas con aproximadamente 20 g de estiércol de cerdo. Se empleó un vaso de plástico de 350 cc de capacidad, con 150 cc de una mezcla de agua y detergente, enterrado al nivel del suelo, con una malla metálica donde se colocó el cebo, levantada con pequeños trozos de madera a 4 cm sobre



Monitoreo de escarabajos realizado por finqueros indígenas de Talamanca, Costa Rica (foto: Archivo Proyecto Cacao y Biodiversidad CATIE-GEF-Banco Mundial).

el suelo y luego cubierta con un plato plástico invertido para tapar la lluvia, proteger el cebo y evitar que el vaso se llenara y se rebalsara, perdiendo escarabajos. Los escarabajos capturados se recogieron en recipientes con alcohol y se enviaron al Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO) de Costa Rica para su identificación. Los datos presentados en este artículo corresponden a las capturas de los meses de abril, mayo y junio del 2002.

Análisis de datos

La diversidad de especies se estimó utilizando el índice de diversidad de Shannon–Weiner (H'):

$$H' = - \sum [(n_i N^{-1}) \log (n_i N^{-1})] \quad [1]$$

Donde:

n_i = número de individuos de cada especie
 N = número total de individuos de todas las especies
 \log = logaritmo natural

Se calculó la equidad de las especies dentro de los hábitats (E) con el índice $E = H'/H'_{\max}$, donde $H'_{\max} = \log S$

y S es la riqueza o número de especies de la colección. La dominancia de las especies en los hábitats se estimó mediante el inverso (d^{-1}) del índice (d) de Berger–Parker (Magurran 1988):

$$d = n_{\max} N^{-1} \quad [2]$$

Donde:

n_{\max} = número de individuos de la especie más abundante

La semejanza entre pares de hábitats se estimó con el índice de Sørensen (C_s):

$$C_s = 2c(a + b)^{-1} \quad [3]$$

Donde:

c = número de especies comunes en ambos hábitats
 a = número de especies en el hábitat A
 b = número de especies en el hábitat B

Las diferencias en la riqueza, diversidad y abundancia de escarabajos entre los cacaotales y el bosque y entre las diferentes tipologías de cacaotales se evaluaron con un ANOVA simple y con pruebas de Tukey para las comparaciones de medias. El efecto de la vegetación sobre la riqueza y abundancia de escarabajos se analizó mediante una regresión múltiple, utilizando como variables independientes la abundancia, diámetro promedio del tallo de los árboles a la altura del pecho promedio (dap; > 10 cm), área basal, y altura promedio de la vegetación por hábitat (cinco parcelas de 1000 m² por hábitat).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Vegetación

Los bosques contienen el mayor número de familias, géneros, especies e individuos de plantas de todos los hábitats; los diferentes tipos de cacaotales mostraron un gradiente decreciente en todos estos parámetros cuando se pasó de cacaotales multiestratificados a cacaotales muy simples, con un solo estrato de sombra en el dosel (Cuadro 1).

Diversidad de escarabajos

Se recolectaron 6947 individuos de escarabajos, pertenecientes a 36 especies y 14 géneros. Se encontraron dos especies nuevas, una para la zona (*Canthidium* sp. 145) y otra para el país (*Ateuchus* sp. 1), las cuales se recolectaron en el bosque y en los cacaotales. Las especies más abundantes, en orden descendente, fueron: *Onthophagus acuminatus* (1723 individuos), *Canthon aequinoctialis* (1663), *Canthon meridionalis* (755) y *Canthon moniliatus* (608). Las especies raras fueron *Canthon hartmanni*, con un solo individuo,



Establecimiento de parcelas en los diferentes hábitats estudiados en los cuatro tipos de cacaotales y bosque de fincas indígenas de Talamanca, Costa Rica (foto: Archivo Proyecto Cacao y Biodiversidad CATIE-GEF-Banco Mundial).

y *Canthidium centrale*, *Canthidium vespertinum*, *Onthophagus marginicollis* y *Pedaridium pilosum*, con cuatro individuos cada una. Los hábitats difirieron en el número de géneros ($F_{4,20} = 4,38; p = 0,01$) y especies ($F_{4,20} = 4,52; p = 0,01$), pero no en la abundancia de escarabajos, en el índice de dominancia de Berger-

Cuadro 1. Número de familias, géneros, especies e individuos de árboles y otras leñosas perennes (dap >10 cm) en el bosque y en varios tipos de cacaotales de Talamanca, Costa Rica

Variable	Hábitats ^(a)					Total
	Bosque	Cacao multiestratificado	Cacao con especies arbóreas y frutales	Cacao con especies arbóreas y frutales	Cacao con estrato simple	
Familias	54	21	18	12	2	55
Géneros	109	32	22	16	2	132
Especies	149	38	27	17	2	185
Individuos	394	104	109	114	84	805

^(a)Área de muestreo por hábitat = 7000 m².

Cuadro 2. Escarabajos estiercoleros por hábitat: promedio (\bar{x}) y desviación estándar (s) del número de géneros, especies y total de individuos, índices de diversidad (H') y equidad (E) de Shannon e índice de dominancia de Berger-Parker (d^{-1})

Variables	Hábitats									
	Bosque		cacao		cacao con especies arbóreas y frutales		cacao con especies arbóreas y musáceas		cacao con estrato simple	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Géneros	10,2 a	1,3	8,4 ab	0,5	7,4 ab	2,9	5,6 b	1,0	7,6 ab	0,8
Especies	18,2 a	1,6	16,2 a	2,2	14,8 ab	4,1	9,4 b	1,2	14,2 ab	5,8
Individuos	252 a	110	227 a	151	255 a	49	213 a	111	443 a	362
H'	1,9 a	0,2	1,8 a	0,3	1,7 a	0,5	1,2 a	0,4	1,6 a	0,4
E	0,6 a	0,1	0,6 a	0,1	0,6 a	0,1	0,5 a	0,2	0,6 a	0,2
d^{-1}	3,2 a	0,4	2,7 a	0,8	2,1 a	1,2	2,1 a	0,8	2,7 a	1,8

Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticas ($p \leq 0,01$).

Parker ni en los índices de diversidad y de equidad. Los bosques tuvieron algunas especies y géneros más de escarabajos que todos los cacaotales, los cuales difirieron ligeramente entre sí (Cuadro 2). Los índices de similaridad de Sørensen reflejan claramente esta semejanza entre hábitats en términos de la composición de especies, ya que cualquier par de hábitats comparte entre 70 y 90% de las especies.

Al igual que los cacaotales, los bosques son parches pequeños dentro de los paisajes agrícolas, donde los cerdos domésticos pasean libremente y pueden haber causado buena parte de la semejanza entre las comunidades de escarabajos (Ridsdill-Smith 1991, Estrada *et al.* 1993, Guiracocha *et al.* 2001). Varias de las especies capturadas (por ejemplo, *C. vespertinum*, *Copris insertus*, *Eurysternus plebejus*, *O. acuminatus* y *P. pilosum*) tienen hábitos generalistas y pueden encontrarse en el bosque, en áreas abiertas y en cacaotales (Aguilar 1999). Los hábitats comparten algunas especies vegetales y la cobertura arbórea influye fuertemente sobre la diversidad de Scarabaeidae (Lumaret y Kirk 1987, Halffter y Matthews 1966, Lobo *et al.* 1998).

Efectos de la vegetación sobre la riqueza y abundancia de escarabajos

El modelo de regresión múltiple explicó el 47% de la variación ($p = 0,09$) en la riqueza de especies de escarabajos por hábitat; la riqueza de especies vegetales y el dap promedio fueron las únicas variables de la vege-

tación (del hábitat) que se relacionaron en forma estadísticamente significativa ($p = 0,09$) con el número de especies de escarabajos. Ninguna variable de vegetación correlacionó significativamente con la abundancia de escarabajos.

CONCLUSIONES

El número de especies y de géneros de escarabajos varió significativamente dependiendo del hábitat, no así su abundancia ni los índices de diversidad, equidad y dominancia. Los bosques tienen más especies y géneros de escarabajos que los cacaotales, los cuales varían entre sí dependiendo de su composición botánica y estructura vertical. Los cacaotales más diversos y estructurados retuvieron más especies y géneros de escarabajos que los cacaotales con dosel muy simple. El número de especies vegetales y el diámetro promedio de los troncos de los árboles correlacionaron significativamente con el número de especies de escarabajos encontrados en cada hábitat. Estos resultados sugieren que los cacaotales de Talamanca pueden albergar una diversidad de escarabajos estiercoleros comparable a la de los bosques que rodean estas fincas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Aguilar, N. 1999. Criterios e indicadores de sostenibilidad ecológica: caracterización de la respuesta de dos grupos de insectos propuestos como verificadores. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 74 p.
- Borge, C; Villalobos, V. 1995. Talamanca en la encrucijada. San José, Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia. 121 p.

- Estrada, A; Halffter, G; Coates-Estrada, R; Meritt jr, D. 1993. Dung beetles attracted to mammalian herbivore (*Alouatta palliata*) and omnivore (*Nasua narica*) dung in the tropical rain forest of los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 9: 45-54.
- Guiracocha, G; Harvey, C; Somarriba, E; Krauss, U; Carrillo, E. 2001. Conservación de la biodiversidad en sistemas agroforestales con cacao y banano en Talamanca, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 8(8): 7-11.
- Halffter, G; Matthews, EG. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomológica Mexicana* 12-14: 1-312.
- _____; Favila, M; Halffter, V. 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forest and derived ecosystems. *Folia Entomológica Mexicana* 84: 131-156.
- Kapp, GB. 1989. Perfil ambiental de la zona baja de Talamanca, Costa Rica. Turrialba, CR, CATIE. 97 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 155).
- Klein, BC. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonian. *Ecology* 70(6): 1715-1725.
- Klein, AM; Dewenter, IS; Buchori, D; Tschardtke, T. 2002. Effects of land-use intensity in tropical agroforestry systems on coffee flower-visiting and trap-nesting bees and wasps. *Conservation Biology* 16 (4): 1003-1014.
- Lobo, JM; Lumaret, JP; Jay-Robert, P. 1998. Sampling dung beetles: effects of abiotic factors and farm practices. *Pedobiologie* 42: 252-266.
- Lumaret, JP; Kirk, A. 1987. Ecology of the dung beetles in the French Mediterranean region (Coleoptera: Scarabaeidae). *Acta Zoológica Mexicana* 24: 155.
- Magurran, AE. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton, NJ, US, Princeton University Press. 179 p.
- Parrish, J; Reitsma, R; Greenberg, R; McLarney, W; Mack, R; Lynch, J. 1999. Los cacaotales como herramienta para la conservación de la biodiversidad en corredores biológicos y zonas de amortiguamiento. *Agroforestería en las Américas* 6(22):16-19.
- Rice, RA; Greenberg, R. 2000. Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. *Ambio* 29(3): 167-173.
- Ridsdill-Smith, J. 1991. Competition in dung-breeding insects. *In* Bailey, WJ; Ridsdill-Smith, J. eds. *Reproductive behavior of insects. Individuals and populations*. London, UK, Chapman and Hall. p. 264-292.
- Roth, DS; Perfecto, I; Rathcke, B. 1994. The effects of management systems on ground-foraging ant diversity in Costa Rica. *Ecological Application* 4(3): 423-436.
- Somarriba, E; Harvey, CA; Samper, M; Anthony, F; González, J; Staver, C; Rice, R. 2004. Conservation of biodiversity in neotropical coffee (*Coffea arabica*) plantations. *In* *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*, Eds. G. Schroth, G. Fonseca, C.A. Harvey, C. Gascon, H. Vasconcelos and A.M.N. Izac. Island Press, Washington. p. 198-226.
- Thioly, JM. 1995. The role of traditional agroforests in the conservation of rainforest bird diversity in Sumatra. *Conservation Biology* 9: 335-353.