

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <http://www.researchgate.net/publication/275022259>

# ESCARABAJOS DEL ESTIÉRCOL COMO BIOINDICADORES DEL IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO POR CULTIVOS EN LA REGIÓN ATLÁNTICA DE COSTA RICA

ARTICLE · JANUARY 2010

---

DOWNLOADS

34

---

VIEWS

20

3 AUTHORS, INCLUDING:



**Bert Kohlmann**

Universidad EARTH

63 PUBLICATIONS 218 CITATIONS

SEE PROFILE



**Ricardo Russo**

University of Costa Rica

109 PUBLICATIONS 243 CITATIONS

SEE PROFILE

## ESCARABAJOS DEL ESTIÉRCOL COMO BIOINDICADORES DEL IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO POR CULTIVOS EN LA REGIÓN ATLÁNTICA DE COSTA RICA

J.M. Granados, B. Kohlmann<sup>1</sup>, R. Russo

Universidad EARTH

Las Mercedes de Guácimo, Limón, Costa Rica

Recibido 21 de enero 2009. Aceptado 15 de diciembre 2010.

### RESUMEN

Con el fin de generar información de los escarabajos coprófagos como indicadores de perturbaciones en el ambiente, se realizaron muestreos mensuales en siete ecosistemas: bosque primario intervenido, bosque secundario, cultivo de caña orgánica, cultivo de palmito, cultivo de banano, cultivo de piña y potrero, con el fin de recolectar las especies de escarabajos coprófagos presentes en éstos. Se realizó un análisis no-métrico multidimensional para buscar características en las poblaciones o especies que permitan la determinación de perturbación en el ambiente. Los resultados no generaron un resultado concluyente acerca de las características de las poblaciones; sin embargo, mediante las especies encontradas se pudieron identificar especies bioindicadoras tales como: *Dichotomius satanas*, *Phanaeus beltianus*, *Eurysternus caribeus* y *Dichotomius annae*. Se calcularon índices de diversidad, riqueza y equidad. Los índices de diversidad y equidad indicaron en que el bosque primario intervenido cuenta con valores de 2.1 y 0.84, respectivamente, mientras que la piña cuenta con la riqueza más baja y una diversidad y equidad de 0.93 y 0.85, respectivamente.

**Palabras clave:** bioindicadores, cultivos tropicales, escarabajos del estiércol, impacto ambiental, Scarabaeinae.

### ABSTRACT

In order to generate information about the capacity of dung beetles as environmental disturbance indicators, samples were taken in the following seven ecosystems, disturbed primary forest, secondary forest, organic sugarcane plantations, heart of palm plantations, banana plantations, pineapple plantations, and pasture. The data was used to perform a non-metric multidimensional scaling analysis, with the aim of finding variables in the community structure that could act as a bioindication of environmental disturbance. The analysis did not generate conclusive results about a specific variable. However, several beetle species showed promising potential as bioindicators. Species such as *Dichotomius satanas*, *Phanaeus beltianus*, *Eurysternus caribeus*, and *Dichotomius annae* were identified as good environmental impact indicators. Diversity, richness, and uniformity measures were calculated. Primary forest showed diversity and uniformity values of 2.1 and 0.84, respectively. On the other hand, pineapple had the lowest richness values, and diversity and uniformity values of 0.93 and 0.85, respectively.

**Key words:** bioindicators, tropical cultivars, dung beetles, environmental impact, Scarabaeinae.

---

<sup>1</sup> Contacto: Bert Kohlmann ([bkohlman@earth.ac.cr](mailto:bkohlman@earth.ac.cr))

## INTRODUCCIÓN

Dada la importancia de los bosques tropicales que son reservas biológicas que pueden tener hasta un 90 % de las especies de animales y vegetales en el mundo, además de la lenta recuperación de estos ecosistemas (Elliott, 1991), se hace necesaria la investigación en métodos para la determinación de la perturbación en los ecosistemas tropicales, para de esta forma poder tomar las medidas correctivas necesarias. El uso de bioindicadores es una de las herramientas utilizadas con el fin de obtener información acerca del medio ambiente. Este método consiste básicamente en la ausencia, presencia o abundancia de ciertas especies con la capacidad de indicar perturbaciones en el ambiente (Jamil, 2000).

Para considerar que un taxón es adecuado para obtener información acerca del ambiente, se deben de cumplir ciertos criterios. Éstos se basan principalmente en la información que se conoce sobre los taxa, así como cuán sensible son éstas a cambios en el ambiente, entre otros (Halffter *et al.*, 2001). Los escarabajos coprófagos son un grupo que llena de manera adecuada cada uno de los criterios planteados (Spector, 2006).

Mediante la recolección de los escarabajos coprófagos provenientes de distintos ecosistemas se ha pretendido poder determinar el grado de perturbación de cada uno de éstos. Se han realizado estudios por Favila y Halffter (1997), Escobar (2000), Escobar y Chacón (2000), Avedaño *et al.* (2005), Davis y Phillips (2005), Noriega *et al.* (2007) y Reyes *et al.* (2007), donde ellos han observado cómo los escarabajos coprófagos cambian su diversidad y su población conforme el ambiente sufre fragmentaciones y alteraciones, tal como sucede durante el cambio de bosque a un sistema agrícola.

Para el área de la región tropical se han realizado intentos en ese sentido. Soledispa (1997) señaló especies de escarabajos estercoleros que indican el grado de perturbación de los ecosistemas en la zona atlántica de Costa Rica. Celi y Dávalos (2001) crearon una guía que permite conocer de qué ecosistema puede proceder una determinada especie de escarabajo.

Dentro de este estudio se investigó las especies de escarabajos que se encuentran en los cultivos más comunes de la zona atlántica de Costa Rica. Se pretenden determinar cuáles de estas especies pueden ser aprovechadas como indicadores de perturbaciones en el ambiente y averiguar qué características de las especies encontradas las ligan con un ecosistema en particular.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el campus de la Universidad EARTH, la cual se encuentra en Las Mercedes de Guácimo, Provincia de Limón, Costa Rica, entre las siguientes coordenadas de latitud 10°11' y 10°15' norte y de longitud 83°40' y 83° 55' oeste. El clima que se caracteriza por una precipitación promedio por año de de 3227 mm con una temperatura promedio de 25 °C, y una humedad relativa promedio de 89 %, siendo marzo el mes más seco (Rodríguez, 2007).

Dentro del campus se escogieron los siguientes ecosistemas: bosque primario intervenido conocido como Reserva Forestal Escalera del Mono; un bosque secundario ubicado dentro de la Finca Integrado Orgánica (FIO); un cultivo de caña orgánica para forraje también dentro de la FIO; una plantación de palmito; una plantación comercial de banano, la cual se ubica en el proyecto 2 de la Finca Comercial; una plantación piña; y un potrero perteneciente a la Finca Pecuaria Integrada (FPI). Dentro de cada uno de estos sitios se colocaron cuatro trampas de caída (pitfall), las cuales se componían de un envase de medio galón con 500 mL de excremento de

cerdo. La distribución de estas trampas se hizo en forma de transecto, distanciadas 10 m entre sí. Las trampas fueron colocadas al ras del suelo y posteriormente se cubrieron con hojas de forma de evitar la entrada de lluvia o la desecación del estiércol por efecto del sol, pero que permitiera el ingreso de los escarabajos.

Las trampas fueron colocadas una vez al mes, por cinco meses, en cada uno de los sitios y se expusieron durante 72 h. Transcurrido este tiempo se recolectaron para ser lavadas, y de esta forma recuperar, los insectos capturados en las trampas. Los escarabajos coprófagos que se colectaron se almacenaron con alcohol al 70 °C para su posterior identificación. Para la identificación de las especies de Scarabaeidae se utilizaron las claves elaboradas por Kohlmann y Solís (1997), Kohlmann y Solís (2001), Solís y Kohlmann (2002), Génier y Kohlmann (2003), Solís y Kohlmann (2004) y Génier (2007).

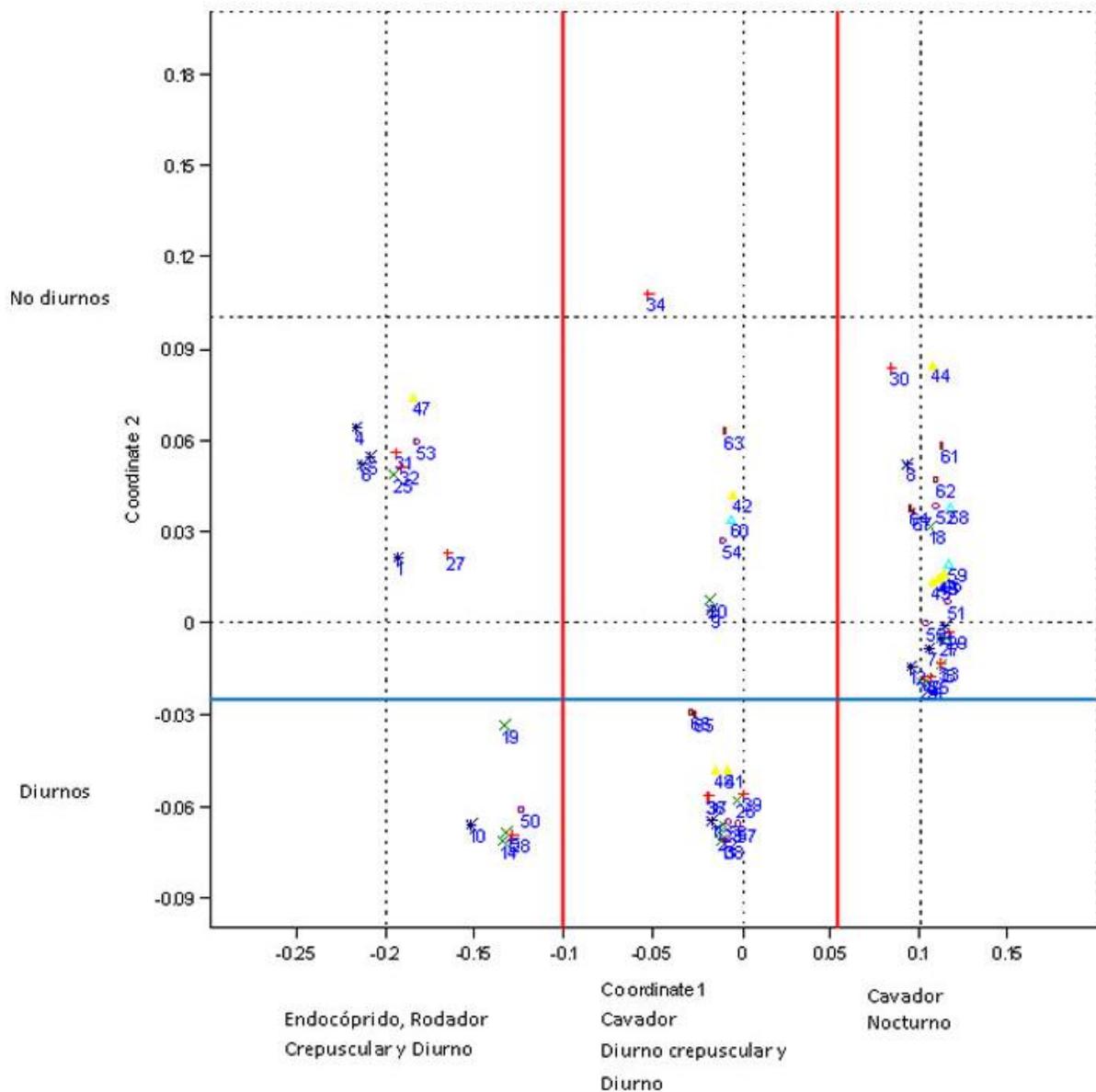
Se tomaron los siguientes datos de los escarabajos capturados en cada ecosistema: especie, número de individuos por especie, la longitud promedio de la especies. Se determinó el horario de actividad de cada especie mediante las claves anteriormente mencionadas así, como su hábito de alimentación (cavadores, rodadores o endocóprido), y por último el índice de sombra del sitio donde fueron colectados. El índice de sombra se midió mediante una cuerda de 5.64 m de radio, con lo que se obtiene un círculo con un área de 100 m<sup>2</sup>, dentro del cual se contabilizo el número de árboles o plantas. De esta manera se estimó la densidad de la flora arbórea dentro del sitio de muestreo. De cada uno de los árboles contabilizados dentro del área de los 100 m<sup>2</sup>, se midió en cuatro puntos la proyección de la copa. De esta forma se determino el área de sombra de cada árbol, que al multiplicarlo por su densidad indica el porcentaje o índice de sombra o cobertura del lugar.

A partir de los datos obtenidos se calculó el índice de diversidad en cada uno de los ecosistemas evaluados mediante la conocida fórmula de Shannon-Wiener y el índice de equidad. Además se realizó un análisis no métrico multidimensional (NMDS), el cual es en un método de ordenamiento que reduce un espacio multivariado a dos o tres ejes únicamente. El propósito del método es colocar a los objetos que menos se parecen lo más separados posibles entre sí, mientras que a los objetos más parecidos los coloca cercanos entre sí. El método no asume una distribución multinormal de las variables, ni la independencia de las matrices de varianza; covarianza, únicamente preserva el orden del ranqueo a partir de las medidas originales de distancia o disimilitud.

Para esto se elaboró una matriz de similitud de Gower, con el fin de poder comparar las características cuantitativas con las cualitativas. Esta matriz se elaboró mediante el programa de cómputo SAS 9.1 (SAS Institute, 2004), mientras que el NMDS se realizó con ayuda del programa de cómputo PAST 1.74.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

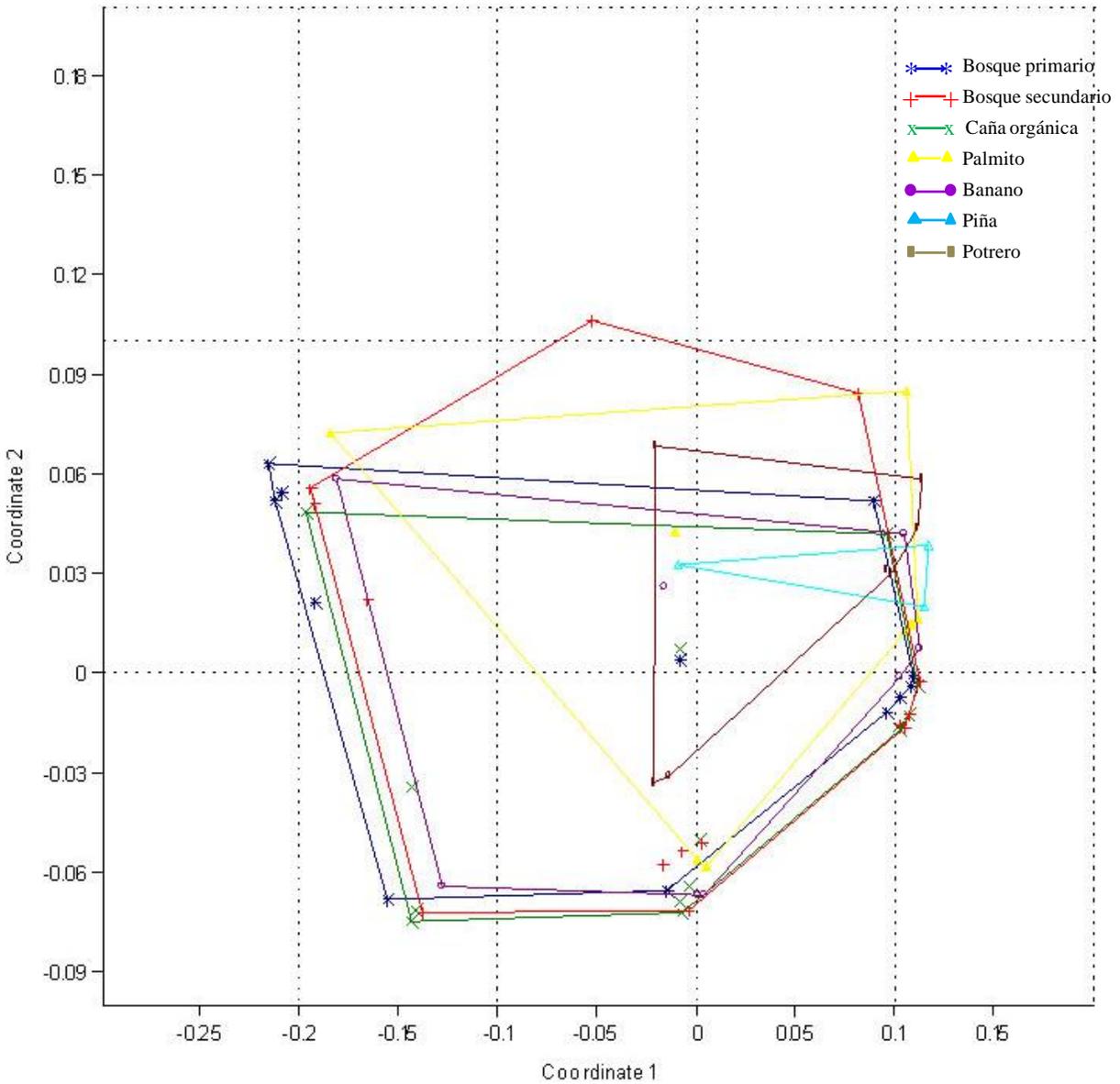
El resultado que se obtuvo al analizar los datos mediante NMDS en la búsqueda de variables permitió ligar una especie de escarabajos con un determinado ambiente (Figura 1). En este cuadro cada especie está representada por un número y cada sitio donde se encontró la especie está representado por un color. Se pueden observar tres grupos bien definidos de acuerdo al eje 1. Este eje define los grupos de acuerdo al hábito de alimentación y el horario de actividad de los escarabajos. Mientras que en el eje 2 del análisis definió dos grupos caracterizados por el horario de actividad de los escarabajos.



**Figura 1.** Identificación de las variables sobre de los ejes del análisis no-métrico multidimensional para todos los datos obtenidos.<sup>2</sup>

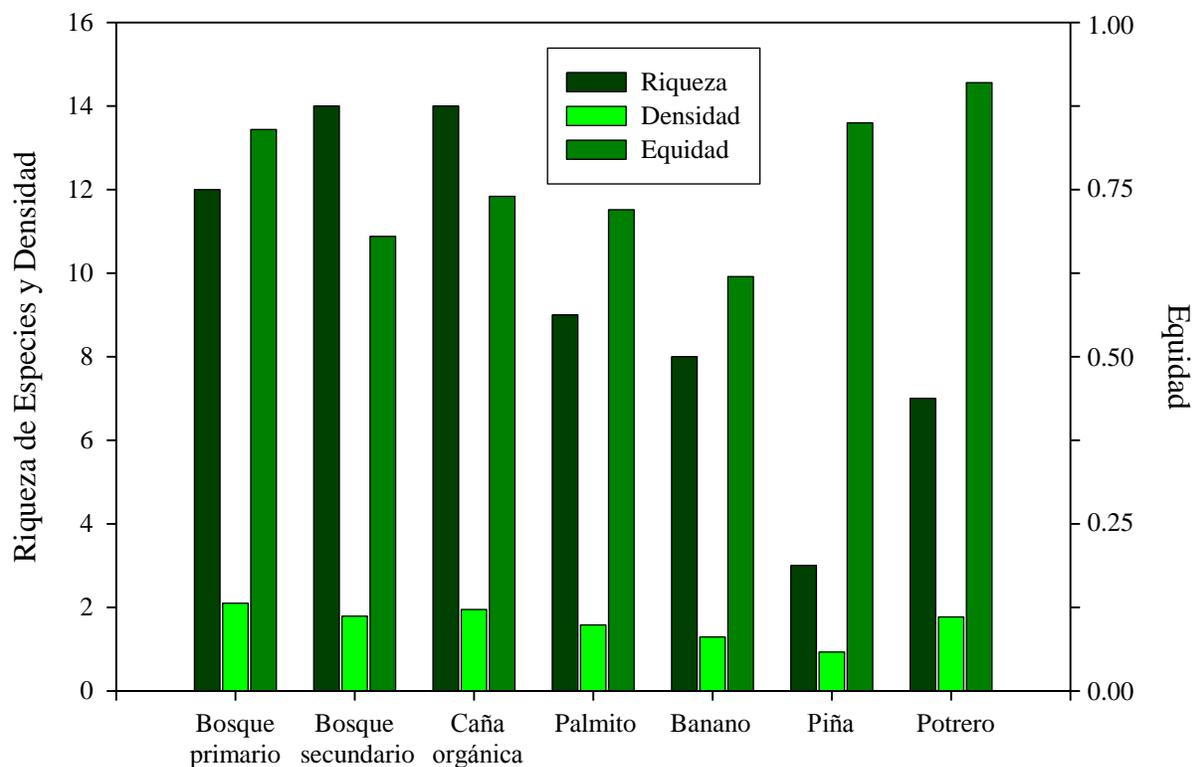
Los polígonos de los sitios de muestreo enlazan a todas las especies pertenecientes al mismo ecosistema (Figura 2). Las características de horario de actividad y hábito de alimentación de los escarabajos no permiten predecir a qué ecosistema pertenece cada especie o qué especies se pueden encontrar en determinado ecosistema. Sin embargo, se puede detectar que en el caso de los sitios tales como la piña y el potrero, sus poblaciones tienen mayor tendencia a estar compuestas por especies nocturnas y cavadoras.

<sup>2</sup> Asterisco azul=bosque primario, cruz rojo=bosque secundario, equis verde=caña orgánica, triángulo amarillo=palmito, círculo morado=banano, triángulo celeste=piña y barra café=potrero.



**Figura 2.** Polígono de las especies según sitio de muestreo.

El comportamiento encontrado para la diversidad, así como para la riqueza (número de especies) en el caso del bosque primario intervenido y el bosque secundario son los esperados (Figura 3). Se observa al bosque primario con una mayor diversidad, pero existe una mayor riqueza en el bosque secundario y la caña orgánica, mientras que la equidad muestra una cierta estabilidad de sus valores dentro de cada ecosistema.



**Figura 3.** Riqueza, diversidad y equidad de las especies en cada ecosistema.

Los muestreos generaron una colecta de 1602 individuos distribuidos en 20 especies. Dentro de las especies recolectadas cabe destacar la presencia de *Onthophagus landolti*, ya que esta especie no había sido registrada anteriormente en la zona atlántica de Costa Rica. Soledispa (1997) quien realizó muestreos dentro del campus de la Universidad EARTH, no la registró; así mismo Kohlmann y Solís (2001) que realizaron la clave de identificación para especies del género *Onthophagus* tampoco reportaron dentro de la zona atlántica costarricense a este escarabajo. El *Onthophagus landolti* se encontró en el cultivo de palmito, así como dentro del potrero, sin embargo, su presencia más fuerte se dio en los ecosistemas de bosque secundario, así como en la caña orgánica.

Se encontró la distribución de las especies en los ecosistemas así como la cantidad de individuos en cada ecosistema y la información permitió deducir las especies que pueden ser utilizadas como bioindicadoras (Cuadro 1). Especies tales como *Dichotomius satanas*, *Phanaeus beltianus*, y *Eurysternus caribaeus* son especies que sólo tuvieron presencia en la reserva. Esto indica la no tolerancia de estos ejemplares a medios con mayores alteraciones, por lo que pueden ser consideradas especies características de bosque.

**Cuadro 1.** Número de individuos de 20 especies de escarabajos y su presencia en los diferentes lugares evaluados.

Especies	Bosque primario	Bosque secundario	Caña Orgánica	Palmito	Banano	Piña	Potrero
<i>Phanaeus beltianus</i>	2						
<i>Dichotomius satanas</i>	24						
<i>Eurysternus caribaeus</i>	2						
<i>Canthon aequinoctialis</i>	27		4				
<i>Scatimus ovatus</i>	1	1	1				
<i>Phanaeus pyrois</i>		5	1				
<i>Canthon moniliatus</i>		4	6				
<i>Canthidium ardens</i>	1	3	2	9			
<i>Eurysternus plebejus</i>	33	29	9	2			
<i>Ontherus sextuberculatus</i>	32	1		1			
<i>Eurysternus mexicanus</i>	6	42	1		1		
<i>Copris lugubris</i>	20	25	31	17	11	7	1
<i>Dichotomius annae</i>	4	171	76	57	90	14	3
<i>Onthophagus acuminatus</i>	18	288	54	48	76	3	3
<i>Onthophagus batesi</i>		13	3	5	18		5
<i>Onthophagus praecellens</i>		91	45	12	2		1
<i>Onthophagus landolti</i>		90	30		4		2
<i>Canthon cyanellus</i>			1		2		
<i>Copris laeviceps</i>			9	1			
<i>Onthophagus marginicoulis</i>							1

Especies tales como *Dichotomius satanas*, *Phanaeus beltianus*, y *Eurysternus caribaeus* son especies que sólo tuvieron presencia en la reserva. Esto indica la no tolerancia de estos ejemplares a medios con mayores alteraciones, por lo que pueden ser consideradas especies características de bosque.

Para el caso de especies que representan alta tolerancia a factores ambientales y cambios en el medio podemos citar a *Dichotomius annae*, es quien indican la presencia de la existencia de alteraciones en el ambiente. El hecho de que ejemplar se halla encontrado dentro de la reserva que es un bosque primario intervenido, está relacionado con el hecho de que en este lugar existen senderos para su acceso, los cuales también son utilizados por este escarabajo. Un comportamiento similar al del *Dichotomius annae* lo presentan *Onthophagus praecellens* y *Onthophagus batesi*, los cuales no se encuentran del todo en el bosque primario, pero sí se observan en los sitios perturbados, por lo que también indican perturbación en el ambiente. Por otra parte, *Phanaeus pyrois*, *Scatimus ovatus* y *Canthon moniliatus* son especies exclusivas de ambientes perturbados y en proceso de recuperación, tal como el bosque secundario.

Los cultivos que tuvieron la capacidad de mantener especies nativas fueron el banano, palmito, y la caña orgánica, ésta última con un comportamiento muy similar al del bosque secundario, debido muy probablemente a la gran cobertura que este cultivo presenta. Estos cultivos muestran en sus poblaciones una mezcla de especies de escarabajos nativos con especies que se han introducido desde la vertiente pacífica del país.

### CONCLUSIONES

Efectivamente los escarabajos coprófagos son una fuente de información sobre la perturbación a la que es sometido un ecosistema ya que como se pudo comprobar estos se encuentran distribuidas en forma diferente dentro de los diversos ecosistemas. De las características evaluadas en las especies de los escarabajos coprófagos no se pudo encontrar alguna que determine la presencia de una especie dentro de un ecosistema determinado.

### LITERATURA CITADA

- Avedaño C.; Morón, A. y Cano E. 2005. Dung beetle community (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in a tropical landscape at Lachua Region, Guatemala. *Biodiversity and Conservation*, vol. 14, p. 801-822.
- Celi, J. y Dávalos, A. 2001. *Manual de monitoreo: los escarabajos peloteros como indicadores de la calidad ambiental*. 1a ed. Quito (EC) : EcoCiencia. 71 p. ISBN 9978-41-963-2.
- Davis, A. y Phillips K. 2005. Ecology effect of deforestation on a southwest Ghana dung beetle assemblage (Coleoptera: Scarabaeidae) at the periphery of Ankasa conservation area. *Community and Ecosystem*, vol. 34, no. 5, p. 1081-1088.
- Elliott, C. 1991. *La conservación de los bosques tropicales*. Gland (CH) : WWF. 30 p.
- Escobar, F. 2000. Diversidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un mosaico de habitats en la reserva natural Nukak, Guaviare, Colombia. *Acta Zoológica Mexicana*, vol. 79, p. 103-121.
- Escobar, F. y Chacón, P. 2000. Distribución espacial y temporal en un gradiente de sucesión de la fauna de coleópteros coprófagos (Scarabaeinae, Aphodiinae) en un bosque tropical montano, Nariño- Colombia. *Biología Tropical*, vol. 48, no. 4, p. 961-975.
- Favila, M. y Halffter, G. 1997. The use of indicators groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoológica Mexicana*, vol. 72, p. 1-25.
- Génier, F. 2007. *Clave para identificación de especies del género Eurysternus*. Manuscrito no publicado.
- Génier, F. y Kohlmann, B. 2003. Revision of the Neotropical dung beetle genera *Scatimus* Erichson and *Scatimus* gen. nov. (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Fabrerries*, vol. 28, no. 2, p. 57-112.
- Halffter, G.; Moreno, C. y Pineda, E. 2001. *Manual para la evaluación de la biodiversidad en reservas de la biósfera*. 1ª ed. Zaragoza (ES) : Gorfi. 79 p.
- Jamil, K. 2000. *Bioindicators and biomarkers of environmental pollution and risk assessment*. New Hampshire (US) : Science Publishers. 204 p.

- Kohlmann, B. y Solís, A. 1997. El género *Dichotomius* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomología*, vol. 8, no. 47, p. 343-382.
- Kohlmann, B. y Solís, A. 2001. El género *Onthophagus* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomología*, vol. 9, no. 49, p. 159 -261.
- Noriega JA.; Solís, C.; Escobar F. y Realpe, E. 2007. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) de la provincia de la Sierra Nevada de Santa Marta. *Biota Colombiana*, vol. 8, no. 1, p. 77-86.
- Reyes E.; Delfin, H. y Morón, M. 2007. Copro-necrophagus beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity in an agroecosystem in Yucatan, Mexico. *Biología Tropical*, vol. 55, p. 83-99.
- Rodríguez, W. 2007. *Datos climáticos: resumen anual de 1996 a 2006* [documento electrónico]. Guácimo (CR) : Universidad EARTH. Estación Meteorológica. Actualizado mensualmente. Formato Excel.
- SAS Institute. 2004. *SAS* [programa de cómputo]. Versión 9.1. North Carolina [US].
- Soledispa, CP. 1997. *Biodiversidad y bioindicadores de perturbación en la vegetación tropical de la región Atlántica de Costa Rica* [Proyecto de Graduación Lic. Ing. Agr.]. Guácimo (CR) : Universidad EARTH. 84 p.
- Solís, A. y Kohlmann, B. 2002. El género *Canthon* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomología*, vol. 10, no. 50, p. 1-68.
- Solís, A. y Kohlmann, B. 2004. El género *Canthidium* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomología*, vol. 11, no. 52, p. 1-73.
- Spector, S. 2006. Scarabaeine dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): an invertebrate focal taxon for biodiversity research and conservation. *Coleopterists Society Monographs Patricia Vaurie Series*, December, vol. 5, p. 71-83. ISSN: 1934-0451.