

# *Entomología* 2009 *mexicana*

*Vol. 8*



**Editores**

*Edith G. Estrada Venegas*  
*Armando Equihua Martínez*  
*M. Patricia Chaires Grijalva*  
*Jesús A. Acuña Soto*  
*Jorge Ricardo Padilla Ramírez*  
*Angélica Mendoza Estrada*

# SOCIEDAD MEXICANA DE ENTOMOLOGÍA A.C.

## CONSEJO DIRECTIVO 2007-2009

Jorge R. Padilla Ramírez

*Presidente*

Alberto Morales Moreno

*Primer Vicepresidente*

Cándido Luna León

*Segundo Vicepresidente*

Edith G. Estrada Venegas

*Secretaria*

M. Guadalupe López Campos

*Tesorero*

## COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**Director General**

Dr. Félix V. González Cossio

**Secretario General**

Dr. Francisco Gabi Reyes

**Secretario Administrativo**

Lic. Gloria Isabel Sánchez Torres

### Responsable Editorial

Sociedad Mexicana de Entomología A.C.

### Alacrán en la portada

Hembra adulta de *Bioculus comondae*.

### Primera Edición 2009

© **Compiladores:** Edith G. Estrada Venegas, Armando Equihua Martínez, M. Patricia Chaires Grijalva, Jesús A. Acuña Soto, Jorge Ricardo Padilla Ramírez, Angélica Mendoza Estrada.

© **Para la presente edición,** Colegio de Postgraduados  
Carretera México-Texcoco, Km. 36.5, 56230 Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Miembro número 306 CANIEM

ISBN 968-839-559-2

© D.R. Todos los derechos reservados conforme a la Ley  
Impreso y hecho en México  
Printed and made in Mexico

# INFLUENCIA DE LA GANADERÍA EN LA CONTRIBUCIÓN DE LA RIQUEZA Y EL RECAMBIO DE ESPECIES A LA DIVERSIDAD DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA BARRANCA DE METZTITLÁN

Influence of cattle grazing in the relative contribution of richness and turnover to the species diversity of dung beetles in the Barranca de Metztitlan Biosphere Reserve

Claudia E. Moreno<sup>1</sup>, Felipe Barragán-Torres<sup>1</sup>, Ilse J. Ortega-Martínez<sup>1</sup>, José R. Verdú<sup>2</sup> y Gerardo Sánchez-Rojas<sup>1</sup>. <sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Apartado Postal 69 plaza Juárez, 42001 Pachuca, Hgo., Mexico. <sup>2</sup>Instituto de Biodiversidad CIBIO, Universidad de Alicante, 03080 Alicante, España. [cmoreno@uaeh.edu.mx](mailto:cmoreno@uaeh.edu.mx).

Palabras Clave: Scarabaeinae, diversidad alfa, diversidad beta, estado de Hidalgo, México.

## Introducción

Muchos programas de conservación tienden a excluir completamente a las actividades humanas tradicionales, como la ganadería extensiva, bajo el argumento de que los daños ambientales que producen disminuyen la diversidad biológica. Sin embargo, no se sabe con certeza si este fenómeno actúa de manera similar en todas las regiones ni para todos los grupos biológicos. Por ejemplo, para los escarabajos coprófagos en las zonas tropicales la fragmentación de las selvas, y especialmente la conversión a potreros para ganadería, disminuye la riqueza, abundancia y equidad (Nichols et al., 2007). Por el contrario, en agroecosistemas tradicionales europeos donde los paisajes son mosaicos de hábitat cambiantes en tiempo y espacio, la exclusión radical de la ganadería tradicional puede disminuir seriamente la diversidad de este grupo de insectos (Verdú et al., 2000; Lobo, 2001; Zamora et al., 2007).

En el Altiplano Mexicano, Verdú et al. (2007) encontraron que la actividad ganadera que se lleva a cabo en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán contribuye a mantener mosaicos de hábitat heterogéneos con arbustos y zonas abiertas, y que en estas áreas las comunidades de escarabajos coprófagos son más diversas que en áreas donde el matorral conserva una cobertura cerrada. Sin embargo, en el paisaje semi-árido de esta reserva, la respuesta de los escarabajos coprófagos a la heterogeneidad ambiental creada por el ganado depende del tipo de hábitat: en zonas de matorral submontano perturbado se favorece la riqueza de especies de escarabajos en comparación con zonas de vegetación conservada, mientras que en áreas de matorral crassicaule el impacto de la perturbación en la riqueza de escarabajos no es claro. Por otra parte, la perturbación en la vegetación causada por el ganado influye de forma más marcada en la composición de especies que el tipo de matorral (Verdú et al. 2007).

En este trabajo analizamos la manera en que la diversidad de escarabajos coprófagos en esta zona de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán se integra por la contribución de la riqueza de especies puntual (diversidad alfa) y del recambio de especies (diversidad beta) a distintos niveles espaciales. Partiendo de que la perturbación del ganado en el matorral submontano crea un hábitat espacialmente heterogéneo que favorece la diversidad de escarabajos, y que en el matorral crassicaule esta influencia no es clara (Verdú et al. 2007), predcimos que al interior del matorral submontano el recambio espacial en la composición de especies tendrá una contribución mayor que la riqueza puntual en la diversidad de escarabajos, mientras que en el

matorral crassicaule la diversidad está integrada por una contribución semejante de la riqueza puntual y del recambio de especies.

### Materiales y Método

El trabajo se realizó en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, en el estado de Hidalgo, México (entre 20°14' y 20°45' de latitud Norte, y entre 98°23' y 98°57' de longitud Oeste). La descripción detallada del área de estudio, las características de la vegetación, así como la composición y estructura de las comunidades de escarabajos coprófagos de la zona se pueden consultar en Verdú et al. (2007).

Los escarabajos coprófagos se muestrearon en seis periodos entre junio y septiembre de 2006 con trampas pitfall, utilizando como cebo una mezcla de excremento de borrego (70%) y caballo (30%). Se utilizó un diseño espacial de muestreo jerárquico anidado con cuatro niveles. En el nivel más amplio se incluyeron dos tipos de hábitat: matorral submontano y matorral crassicaule. El siguiente nivel se refiere a sitios con distintas condiciones del hábitat, y se ubicaron en total cuatro sitios, un sitio de hábitat conservado (con cobertura vegetal cerrada) y un sitio de hábitat perturbado (con cobertura vegetal abierta) dentro de cada tipo de matorral. En el siguiente nivel, dentro de cada sitio de cada hábitat se establecieron seis puntos de muestreo separados aproximadamente 500 m entre sí. Y finalmente, en el nivel más fino se colocaron cuatro trampas pitfall, distribuidas en las esquinas de un cuadro de 50 x 50 m en cada punto de muestreo. De esta manera, en el nivel más fino el diseño incluye 96 trampas pitfall como unidades elementales de muestreo.

Para analizar el porcentaje de contribución de la riqueza de especies puntual y del recambio de especies se utilizó la partición aditiva ( $\gamma = \bar{\alpha} + \beta$ ) de la riqueza de especies (Lande, 1996; Moreno, 2001; Veech et al., 2002), tanto para la zona de estudio en general como para cada sitio en particular. Para incluir los  $i$  niveles espaciales de muestreo (desde  $i=1$  que equivale al nivel más fino de unidades de muestreo anidadas dentro de  $i=2$ , y así sucesivamente hasta  $i=m$  niveles de muestreo donde se agrupan las muestras en el nivel más amplio), se utilizó la fórmula de Crist et al. (2003):

$$\gamma = \bar{\alpha}_1 + \sum_{i=1}^m \beta_i$$

De esta manera, para la partición aditiva de la diversidad del paisaje se considera la riqueza de especies puntual de cada trampa, más el recambio de especies entre trampas de cada punto de muestreo, el recambio entre puntos de muestreo de cada sitio, el recambio entre sitios de cada tipo de hábitat y el recambio entre tipos de hábitat, de tal manera que la riqueza total es:

$$\gamma = \bar{\alpha}_{trampas} + \beta_{trampas} + \beta_{puntos} + \beta_{sitios} + \beta_{hábitats}$$

Para cada uno de los cuatro niveles espaciales (trampas, puntos, sitios y hábitats), la diversidad alfa ( $\bar{\alpha}_i$ ) es la riqueza de especies promedio de las muestras a ese nivel  $i$ , y el recambio de especies de dicho nivel ( $\beta_i$ ) se calcula como:

$$\beta_i = \alpha_{i+1} - \bar{\alpha}_i$$

Utilizando modelos nulos completamente aleatorizados se probó si los porcentajes de contribución de la riqueza puntual y el recambio a cada nivel son diferentes de lo esperado por azar (1000 aleatorizaciones), asumiendo una distribución al azar de los individuos (Crist et al,

2003) Si esto no ocurre, se plantea como hipótesis alternativa la distribución no-aleatoria de los individuos, con base en la agregación intraespecífica que existe en estas comunidades de escarabajos, donde el número de individuos de una sola especie (*Canthon humectus hidalgoensis*) representa el 95% de la abundancia total del grupo. Todos los análisis se hicieron en el programa PARTITION (Veech y Crist, 2007).

## Resultados

La riqueza específica total de escarabajos coprófagos en el paisaje de estudio (20 especies) se alcanza incluyendo la riqueza de especies promedio de las muestras y el recambio de especies a los dos niveles espaciales más finos (entre trampas dentro de cada punto de muestreo y entre los puntos de muestreo de cada sitio), pues para los niveles espaciales más amplios (sitios y hábitats) no se detecta ninguna contribución del recambio de especies a la diversidad total (Fig. 1). La diversidad alfa de las trampas y los puntos tiene una contribución significativamente menor a la contribución obtenida mediante datos aleatorios, mientras que a nivel de sitios y hábitats la diversidad alfa tiene valores mayores a los esperados por azar.

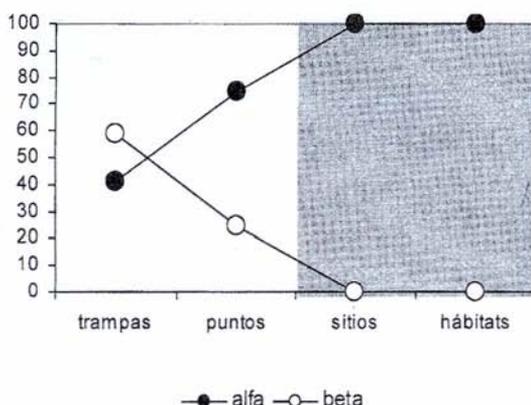


Fig 1. Contribución porcentual de la riqueza de especies promedio (alfa) y del recambio en la composición de especies entre muestras (beta) de cada nivel espacial de análisis a la diversidad de escarabajos coprófagos, la zona blanca muestra las escalas finas de análisis, donde hay una contribución de beta, mientras que en la zona gris representa niveles de grano más grueso donde no se detecta la importancia de beta.

Analizando por separado la partición de la diversidad de escarabajos en cada sitio de muestreo, encontramos que en el matorral submontano el recambio de especies tiene una contribución mayor en el sitio perturbado donde el hábitat es heterogéneo, en comparación con el sitio conservado que mantiene una cobertura cerrada (Fig. 2). Por otro lado, en el matorral crassicaule se observa una tendencia opuesta: el recambio de especies tiene una contribución mayor en el sitio conservado.

En todos los casos la riqueza de especies promedio de las trampas representa menos del 50% de la riqueza total registrada en el sitio. Finalmente, los dos componentes de recambio de especies en los sitios (entre trampas y entre puntos de muestreo) tienen una contribución diferencial: en el sitio conservado del matorral submontano el recambio de especies entre trampas

de cada punto (20.67%) tiene una contribución mayor que el recambio entre puntos de muestreo (18%). Por el contrario, en los otros tres sitios el recambio a nivel puntos de muestreo tiene una contribución mayor (entre 36 y 41% de la diversidad total) que el recambio entre trampas dentro de los puntos de muestreo (entre 16 y 27%, Fig. 2).

En los cuatro sitios, la diversidad alfa tanto a nivel de trampas como a nivel de puntos tiene un valor observado significativamente menor al esperado por azar según los modelos nulos. Simultáneamente, para la diversidad beta entre puntos de muestreo el valor observado es mayor al esperado por azar en los cuatro sitios. Pero la diversidad beta entre trampas muestra distintas tendencias: en el matorral submontano el valor observado es mayor que el obtenido de los datos aleatorios en el sitio conservado, y menor en el sitio perturbado, mientras que en ambos sitios del matorral crassicaule el valor observado no es significativamente distinto al esperado por azar.

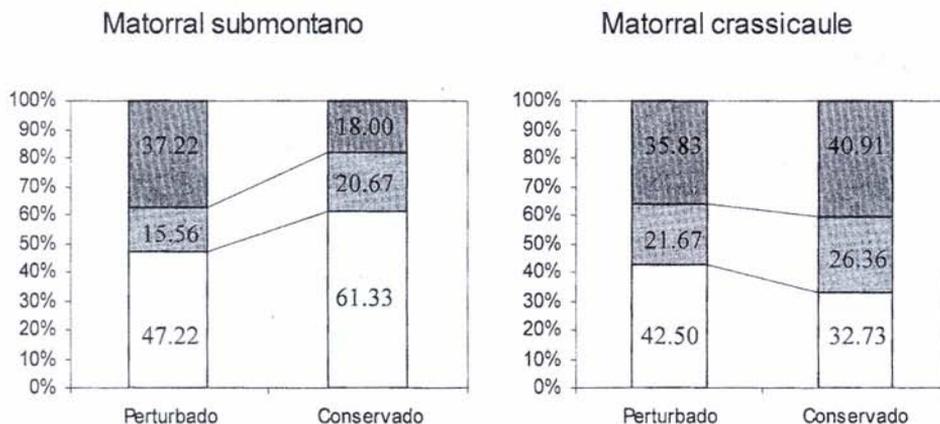


Fig. 2. Partición aditiva de la riqueza de especies observada en cada sitio de muestreo, expresando como porcentaje la contribución de cada componente: la zona blanca corresponde a la riqueza de especies promedio entre las trampas de cada punto ( $\alpha$ ), la zona gris claro es el recambio de especies entre trampas de cada punto ( $\beta_{trampas}$ ) y la zona gris oscuro es el recambio de especies entre puntos ( $\beta_{puntos}$ ).

## Discusión

Verdú et al. (2007) detectaron que la condición del hábitat (perturbado con vegetación abierta, o conservado) influye en la diversidad beta de los escarabajos coprófagos en la zona de estudio, pero el tipo de hábitat no parece tener una influencia significativa. En este trabajo los resultados de la partición aditiva de la diversidad corroboran esta observación, mostrando una contribución del recambio de especies a niveles de resolución finos (entre trampas y puntos de muestreo), pero no a niveles espaciales amplios (entre sitios y hábitats). Por lo tanto, podemos concluir que independientemente del tipo de vegetación, la comunidad de escarabajos coprófagos de la zona constituyen un ensamble con una historia común, caracterizada por presentar una elevada influencia del altiplano árido mexicano, en el cual las especies son sensibles a los cambios ambientales originados por la actividad del ganado en el mosaico de hábitats. Dadas las extremas condiciones áridas de la zona de estudio, esto puede deberse a que las especies de este

grupo de insectos pueden ser muy sensibles a cambios microclimáticos resultantes de las diferencias en cobertura vegetal (Lumaret y Kirk, 1987; Halffter y Arellano, 2002).

Más aún, de acuerdo a la predicción planteada, la mayor contribución del recambio de especies entre trampas y puntos de muestreo en el sitio perturbado del matorral submontano, en comparación con el sitio conservado, corrobora la idea de la perturbación provocada por el ganado en este tipo de matorral crea un hábitat espacialmente heterogéneo que favorece la diversidad de escarabajos.

Los escarabajos coprófagos desempeñan un papel importante en la destrucción rápida y el proceso de reciclaje del estiércol, así como en otros procesos en los ecosistemas (Hanski y Cambefort, 1991; Nichols et al. 2008). Sin ellos, en los pastizales para ganadería se desarrollarían rápidamente zonas de pasto sin valor nutricional, eventualmente inadecuadas para el ganado (Gittings et al., 1994). Por la importancia que tienen en el funcionamiento del ecosistema y por la facilidad de su muestreo se ha desarrollado un interés creciente en el uso de este grupo de escarabajos como bioindicadores para comparar el grado de conservación entre diferentes ecosistemas (McGeoch et al., 2002). En este trabajo, y en esta región en particular, el análisis de este grupo biológico sugiere que la diversidad de especies puede ser mantenida en mosaicos de hábitat que incluyan remanentes de la vegetación natural original inmersos entre zonas con algún uso del suelo de bajo impacto. Es necesario diseñar estrategias ambientales para que la ganadería se desarrolle bajo esquemas integrales de producción que maximicen los beneficios sociales, ambientales y económicos, especialmente en Reservas de la Biosfera.

#### Agradecimientos

Agradecemos al personal de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, a colegas y estudiantes por el apoyo logístico y la información otorgada. El trabajo fue posible gracias al financiamiento de los proyectos: A/020305/08 de la Agencia Española para la Cooperación Internacional (AECI), 95828 del fondo mixto CONACYT -Gobierno del Estado de Hidalgo, 84127 de Ciencia Básica del CONACYT, y apoyo del CONACYT a investigadores nacionales para el fortalecimiento de las actividades de tutoría y asesoría de estudiantes de nivel licenciatura.

#### Literatura Citada

- Crist, T.O., J.A. Veech, J.C. Gering, and K.S. Summerville. 2003. Partitioning species diversity across landscapes and regions: a hierarchical analysis of  $\alpha$ ,  $\beta$ , and  $\gamma$  diversity. *The American Naturalist*, 162: 734–743.
- Gittings, T., P.S. Giller, and G. Stakelum. 1994. Dung decomposition in contrasting temperate pastures in relation to dung beetle and earthworm activity. *Pedobiologia*, 38: 455–474.
- Halffter, G. and L. Arellano. 2002. Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape. *Biotropica*, 34: 144–154.
- Hanski, I., and Y. Cambefort. 1991. *Dung Beetle Ecology*. Princeton University Press, Princeton.
- Lande, R. 1996. Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos*, 76: 5–13.
- Lobo, J.M. 2001. Decline of roller dung beetle (Scarabaeinae) populations in the Iberian peninsula during the 20th century. *Biological Conservation*, 97: 43–50.
- Lumaret, J.P., and A. Kirk. 1987. Ecology of dung beetles in the French Mediterranean region (Coleoptera: Scarabaeidae). *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)*, 24: 1–60.

- McGeoch, M.A., B.J. Van Rensburg and A. Botes. 2002. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *Journal of Applied Ecology*, 39: 661–672.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 p.
- Nichols, E., T. Larsen, S. Spector, A.L. Davis, F. Escobar, M. Favila, K. Vulinec and The Scarabaeinae Research Network. 2007. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. *Biological Conservation*, 137: 1–19.
- Nichols, E., S. Spector, J. Louzada, T. Larsen, S. Amezcuita, M.E. Favila and The Scarabaeinae Research Network. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*, 141: 1461–1474.
- Veech, J.A., K.S. Summerville, T.O. Crist and J.C. Gering. 2002. The additive partitioning of diversity: recent revival of an old idea. *Oikos*, 99: 3–9.
- Veech, J. and T.O. Crist. 2007. PARTITION, software for the additive partitioning of species diversity. Versión mayo de 2007. Disponible en: <http://www.users.muohio.edu/cristto/partition.htm>.
- Verdú, J.R., M.B. Crespo and E. Galante. 2000. Conservation strategy of a nature reserve in Mediterranean ecosystems: the effects of protection from grazing on biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, 9: 1707–1721.
- Verdú, J.R., C.E. Moreno, G. Sánchez-Rojas, C. Numa, E. Galante & G. Halfpter. 2007. Grazing promotes dung beetle diversity in the xeric landscape of a Mexican Biosphere Reserve. *Biological Conservation*, 140: 308–317.
- Zamora, J., Verdú, J.R., Galante, E. 2007. Species richness in Mediterranean agroecosystems: Spatial and temporal analysis for biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 134: 113–121.