

SOBRELAPAMIENTO DE LOS PATRONES DE ACTIVIDAD Y REDES ECOLÓGICAS DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS (SCARABAEINAE), EN UN POTRERO DE LA HUASTECA HIDALGUENSE

Hansel Hernández-Córdoba✉, **Ana Paola Martínez Falcón** y **Claudia E. Moreno**

Centro de Investigaciones Biológicas, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Carretera Pachuca-Tulancingo, km 4.5, C. P. 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.

✉ *Autor de correspondencia: floyd13hans@gmail.com*

RESUMEN. Los escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) poseen diferentes usos de horarios y microambientes, estos factores temporales y espaciales por el uso del recurso alimenticio promueven cierto solapamiento entre las especies. Los objetivos de este estudio fueron evaluar los patrones de actividad diaria y su tendencia hacia microambientes de los escarabajos coprófagos en un potrero de la región de la Huasteca Hidalguense, y analizar la estructura de sus redes de recursos. Se espera que exista una segregación en horarios de actividad y microambientes para los escarabajos, debido su alta riqueza de especies y abundancia. Se utilizaron trampas de caída no letales por seis días consecutivos, con inspecciones cada dos horas, siendo un total de 72 observaciones durante agosto y septiembre del 2015. Se capturaron 10 especies con 427 individuos. Se encontró que en los horarios de actividad no hay solapamiento, pero en microambientes sí hay un solapamiento en el ensamble total y en especies diurna. Se encontraron patrones de anidamiento significativo y de especialización para horarios y microambientes en las redes ecológicas. Por consiguiente, las especies de escarabajos con base a su segregación en los horarios evitan el solapamiento, a pesar de que en microambientes las especies si establezcan un cierto solapamiento.

Palabras clave: Solapamiento de nicho, nicho temporal, EcoSim, especie invasora, Scarabaeidae.

Overlap patterns of activity and ecological networks in dung beetles (scarabaeinae) in a pasture of the Huasteca Hidalguense

ABSTRACT. Dung beetles (Scarabaeinae) have different activity schedules and use of microenvironments. These temporal and spatial factors of resource use may promote overlap among species. The objectives of this study were to evaluate the patterns of daily activity and microenvironment use by dung beetles in a pasture, in the Huasteca Hidalguense, and to analyze their resource net structure. It is expected that there is a segregation in time of activity and microenvironment for beetles, owed to their high species richness and abundance. We used non-lethal pitfall traps for six consecutive days, with inspections every two hours, for a total of 72 observations during August and September 2015. Were captured 10 species with 472 individuals. We did not found niche overlap among species regarding activity schedules, however, for microenviroments there is overlap for the total assembly and daytime hours between species. We found significant nested patterns and specialization for daytimes and microenvironments. Therefore, beetle species based on their segregation in time periods avoid overlap, although we can detect species overlapi in some microenviroments.

Keywords: Niche overlap, niche temporal, EcoSim, invasive species, Scarabaeidae.

INTRODUCCIÓN

El excremento del cual se alimentan los escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae), es un recurso efímero e impredecible temporal y espacialmente en los potreros. Las especies de escarabajos mediante su comportamiento (vuelos de forrajeo, mecanización del excremento, apareamiento) pueden variar sus hábitos de actividad diaria, esto a su vez produce una disminución de la competencia (Feer y Pincebourde, 2005). Además, los cambios en la temperatura y humedad ambiental a lo largo del día se relacionan con su actividad diaria (Caveney, 1995). A nivel de

comunidades, la coexistencia se logra mediante la segregación de los horarios de forrajeo entre las especies (Noriega *et al.*, 2008).

Los trabajos de Davis (1999) y Noriega *et al.* (2008) utilizan horarios más cortos y detallados de la actividad de escarabajos coprófagos; y Kamiński (2015) categoriza a los escarabajos como diurnos, crepusculares y nocturnos para estudiar sus hábitos de forrajeo. Con ello se ha demostrado que existe cierta segregación en los patrones de actividad evitando la competencia inter-específica facilitando la coexistencia y repartición del recurso en el tiempo. Poco se sabe de la influencia microambiental en la conducta de forrajeo de los escarabajos coprófagos en potreros.

Los objetivos de esta investigación son 1) conocer el nivel sobrelapamiento de nicho, en relación a la actividad diaria y microambientes de las especies de escarabajos coprófagos que habitan un ambiente de potrero en la Huasteca Hidalguense, y 2) analizar la estructura de las redes de recursos de acuerdo a la actividad y su arreglo espacial. Se espera que los escarabajos coprófagos no presenten un sobrelapamiento en sus horarios de forrajeo y de microambientes, debido a una segregación en sus patrones de actividad; por otra parte, las redes de ecológicas presentarán una topología anidada como resultado de especies organizadas en horarios de uso de recurso y microambientes.

MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se llevó a cabo del 26 al 29 de agosto y 18 al 21 de septiembre del 2015 en un potrero de San Felipe Orizatlán en el estado de Hidalgo (21° 10' 17'' latitud norte y 98° 35' 0.8'' longitud oeste). El municipio tiene una altitud promedio de 161.1 msnm. Se trata de una selva perennifolia con un clima cálido subhúmedo, con temperatura media anual mayor de 22 °C y temperatura del mes más frío mayor de 18 °C. Una precipitación pluvial de 1652.1 mm por año y el mayor período de lluvias empiezan del mes de junio y terminan en octubre (CONAGUA, 2015). Los usos de suelo son agricultura de temporal, pecuario y pastizal cultivado (SEDESOL, 2015).

En el potrero se establecieron cinco estaciones de muestreo separadas 50 metros entre sí, dentro de cada estación, se colocaron cuatro trampas de caída no letales, cebadas con excremento de vaca y cerdo. Las estaciones de muestreo representan cinco diferentes microambientes: sin cobertura arbórea, muy cerca de los establos, sin cobertura arbórea, distancia intermedia de los establos, sin cobertura arbórea muy cerca de la carretera y cerca del abrevadero con cobertura arbórea intermedia-y muy cerca de la vegetación secundaria con cobertura arbórea intermedia. Las trampas se activaron a las 12:00 h y se recibieron al cumplir las 24 h. Las inspecciones se dividieron en intervalos de dos horas por 24 horas, obteniéndose 12 revisiones por día. Se registraron un total de 72 intervalos de observación de acuerdo a los seis días de estudio (tres días para el mes de agosto y tres para septiembre).

El sobrelapamiento de los patrones horarios y microambientes fue analizado usando el número de individuos por especie tanto para el solapamiento de nicho como para las redes ecológicas. Todas las métricas se calcularon para el ensamble total, escarabajos diurnos y nocturnos, la clasificación de escarabajos para el horario del día (8:01 a 18:00 h) y noche (18:01-8:00 h), se asumió que su abundancia fuera igual o mayor al 70 % de los individuos en esos horarios.

La cuantificación del sobrelapamiento de nicho entre las especies se utilizó el índice de Pianka que va en un rango de 1, cuando existe una idéntica utilización del recurso y de 0 cuando no comparten el recurso, este procedimiento genera modelos nulos haciendo uso del algoritmo RA3 (1000 aleatorizaciones) para horas de actividad y uso de microambientes. El análisis de sobrelapamiento de nicho se hizo en el programa de EcoSim 7.72 (Gotelli y Entsminger, 2009).

Las redes de interacciones entre especies de escarabajos y sus recursos se analizaron empleando los intervalos de horarios y los microambientes, se calculó el anidamiento cualitativo mediante el

programa Aninhado (Bascompte *et al.*, 2003; Almeida-Neto *et al.*, 2008) y el anidamiento cuantitativo mediante el programa WNODF (Almeida-Neto y Ulrich, 2011). Los valores de anidamiento varían desde 0 (baja proporción de anidamiento) hasta 100 (anidamiento perfecto). Tanto se calculó el índice de especialización H^2 , cuyo valor varía de 0 (no especialización) a 1 (completa especialización). Posteriormente se construyeron las redes que presentaron valores significativos mediante el programa R versión 3.3.1 (2015) con el uso del paquete bipartite.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo un total de 10 especies y 472 individuos (Fig. 1), siendo las más representativas por su número de individuos las especies *Onthophagus landolti* Harold, 1880 (40.04 %), *Canthon cyanellus* LeConte, 1860 (20.97 %), *Digitonthophagus gazella* Fabricius, 1787 (19.27 %) y *Canthon humectus* Say, 1932 (6.35 %). La presencia de las especies capturadas en este trabajo ya ha sido reportada en ambientes de potrero y perturbados (Halfpter y Arellano, 2002; Andresen 2008; Arellano *et al.*, 2008a). En particular, se conoce que *C. cyanellus* tiene una dispersión hacia la vegetación secundaria y campos abiertos (Arellano *et al.*, 2008b). También, las dos especies exóticas e invasoras *Euniticellus intermedius* Reiche, 1849 y *D. gazella* frecuentemente se hallan en ambiente de potreros (Montes de Oca y Halfpter, 1998; Morales-Morales *et al.*, 2004; Noriega *et al.*, 2011). Se encontraron seis especies y 335 individuos en el horario diurno, y sólo cuatro especies y 137 individuos en el horario nocturno. Se sabe que los horarios entre las especies de escarabajos coprófagos muestran un patrón en las zonas tropicales, siendo las más abundantes aquellas especies diurnas en contraste con las nocturnas (Feer y Pincebourde, 2005), en este trabajo se halla el mismo patrón.

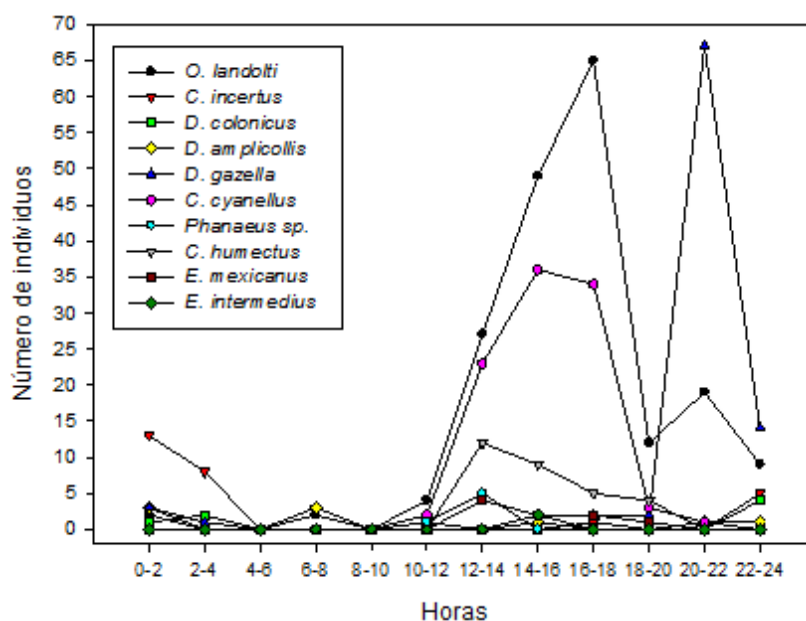


Figura 1. Horarios de actividad de las 10 especies de escarabajos coprófagos capturados en el ambiente de potrero en San Felipe Orizatlán.

Las especies son *Canthon cyanellus* (LeConte, 1860), *Canthon humectus* (Say, 1832), *Copris incertus* (Say, 1835), *Dichotomius amplicollis* (Harold, 1869), *Dichotomius colonicus* (Say, 1835), *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787), *Euoniticellus intermedius* (Reiche, 1849),

Eurysternus mexicanus (Harold, 1869), *Onthophagus landolti* (Harold, 1880) y *Phanaeus* sp. En los dos intervalos de horas de 4:00 a 6:00 y de 8:00 a 10:00 no se registró actividad de los escarabajos.

Con base en los valores de significancia con el índice de Pianka en el modelo nulo, no hay evidencia de un sobrelapamiento en horarios de actividad para las especies diurnas y nocturnas o ambas (Cuadro 1). Estos resultados sugieren que existe una segregación temporal en los horarios de actividad durante el día entre las especies. Sin embargo, para microambientes sí existe un sobrelapamiento para el grupo de especies que tiene una actividad diurna y para el ensamble total (Cuadro 1). Esto indica que las especies coexisten espacialmente, aunque el sobrelapamiento se podría evitar mediante segregación en sus horarios de actividad.

Cuadro 1. Valores de sobrelapamiento de nicho, anidamiento y especialización por horarios de actividad y microambientes en tres grupos de escarabajos definidos por su actividad diaria.

	No. de individuos	Horas de actividad				
		Sobrelapamiento De nicho	Anidamiento cualitativa	Anidamiento cuantitativa	Especialización (H ²) cualitativa	Especialización (H ²) cuantitativa
Ensamble Total	472	0.29 <i>P</i> = 0.35	35.53 <i>P</i> = 0.94	26.60 <i>P</i> = 0.01	0.36	0.35
Diurnas	335	0.64 <i>P</i> = 0.14	37.26 <i>P</i> = 0.29	45.99 <i>P</i> = 0.22	0.10	0.09
Nocturnas	137	0.31 <i>P</i> = 0.24	39.21 <i>P</i> = 0.86	21.34 <i>P</i> = 0.01	0.51	0.49
Microambientes						
Ensamble Total	472	0.62 <i>P</i> = 0.01	60.58 <i>P</i> = 0.04	53.10 <i>P</i> = 0.39	0.19	0.18
Diurnas	335	0.61 <i>P</i> = 0.01	71.67 <i>P</i> = 0.24	61.33 <i>P</i> = 0.38	0.16	0.15
Nocturnas	137	0.54 <i>P</i> = 0.20	67.71 <i>P</i> = 0.45	31.25 <i>P</i> = 0.33	0.43	0.43

En horas de actividad el anidamiento cuantitativo sólo fue significativo para el ensamble total de especies y las especies nocturnas (Fig. 2), esto implica que tiene más peso la abundancia de las especies en el uso de recursos por intervalos de tiempo. El atributo de especialización (H²) presentó valores más altos en el grupo de escarabajos nocturnos que diurnos en horarios de actividad y microambientes. Esto sucede porque el grupo de escarabajos nocturnos es más especializado en horario y arreglo espacial.

Para investigaciones posteriores sería interesante comparar los resultados reportados en este trabajo en diferentes tipos de vegetación (Barragán *et al.*, 2014); en los diferentes niveles de perturbación en la vegetación (Nichols *et al.*, 2007); con comunidades donde la mayoría de sus individuos sean telecópridos (Krell *et al.* 2013); y en diferentes temporadas del año (Neves *et al.*, 2010).

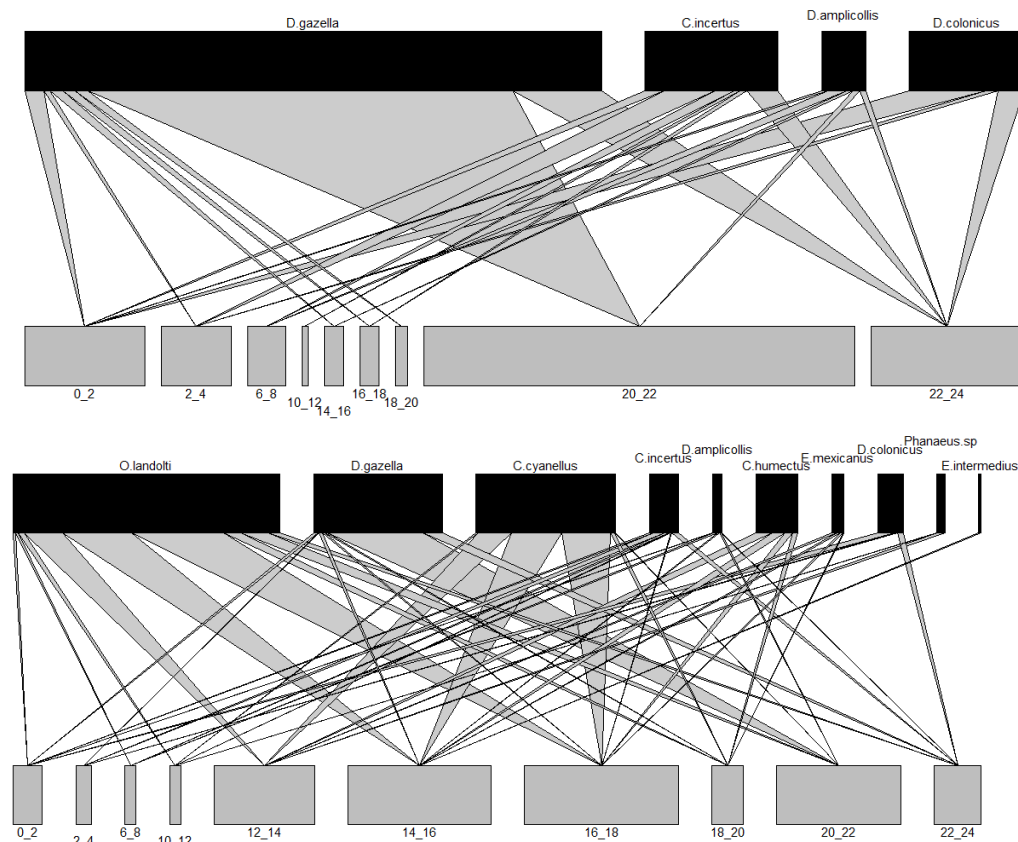


Figura 2. Red de interacción entre el ensamble total de horario de actividad (grupo superior) de las 10 especies de escarabajos coprófagos (rectángulos superiores) y los 10 intervalos de dos horas (rectángulos inferiores); y red de interacción entre las especies de escarabajos coprófagos de horarios de actividad nocturna (grupo inferior) que cuenta con cuatro especies de escarabajos coprófagos (rectángulos superiores) y los nueve intervalos de dos horas (rectángulos inferiores).

CONCLUSIÓN

De acuerdo a las predicciones, no se detectó un solapamiento de nicho significativo entre las especies de los escarabajos coprófagos con base a sus horarios de actividad en los potreros de la huasteca hidalguense, pero sí en el uso de microambientes. Las redes mostraron baja especialización y patrones anidados significativos en la repartición de los horarios de forrajeo y de microambientes. Estos resultados sugieren que las comunidades de escarabajos de potreros poseen una alta organización en el uso de recursos evitando la competencia entre especies.

Agradecimientos

A CONACyT por la beca otorgada a HHC para estudios de maestría (406236) y al proyecto SEP-CONACyT de Ciencia Básica 222632 “Evaluación de la diversidad de especies mediante el análisis e integración de elementos ecológicos, funcionales y evolutivos”.

Literatura Citada

Almeida-Neto, M., Guimaraes, P. R., Guimaraes, P., Loyola, R. D. and W. Ulrich. 2008. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. *Oikos*, 117: 1227–1239.

- Almeida-Neto, M. and W. Ulrich. 2011. A straightforward computational approach for measuring nestedness using quantitative matrices. *Environmental Modelling and Software*, 26: 173–178.
- Andresen, E. 2008. Dung beetle assemblages in primary forest and disturbed habitats in a tropical dry forest landscape in western Mexico. *Journal of Insect Conservation*, 12: 639–650.
- Arellano, L., León-Cortés, J. L. and G. Halffter. 2008a. Response of dung beetle assemblages to landscape structure in remnant natural and modified habitats in southern Mexico. *Insect Conservation and Diversity*, 1: 253–262.
- Arellano, L., León-Cortés, J. L. and O. Ovaskainen. 2008b. Patterns of abundance and movement in relation to landscape structure: a study of a common scarab (*Canthon cyanellus cyanellus*) in Southern Mexico. *Landscape Ecology*, 23: 69–78.
- Barragán, F., Moreno, C. E., Escobar, F., Bueno-Villegas, J. and G. Halffter. 2014. The impact of grazing on dung beetle diversity depends on both biogeographical and ecological context. *Journal of Biogeography*, 41: 1991–2002.
- Bascompte, J., Jordano, P., Melián, C. J. and J. M. Olesen. 2003. The nested assembly of plant–animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 100: 9383–9387.
- Caveney, S., Choltz, C. H. and P. McIntyre. 1995. Patterns of daily flight activity in onitine dung beetles (Scarabaeinae: Onitini). *Oecologia*, 103: 444–452.
- Comisión Nacional del Agua, Servicio Meteorológico Nacional (CONAGUA). 2015. http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=185:hidalgoc&catid=14:normales-por-estacion; (Fecha de consulta: 08-X-2015).
- Davis, A. J. 1999. Species packing in tropical forests: diel flight activity of rainforest dung-feeding beetles (Coleoptera: Aphodiidae, Scarabaeidae, Hybosoridae) in Borneo. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 47(2): 473–486.
- Feer, F. and S. Pincebourde. 2005. Diel flight activity and ecological segregation within an assemblage of tropical forest dung and carrion beetles. *Journal of Tropical Ecology*, 21: 21–30.
- Gotelli, N. J. and G. L. Entsminger. 2009. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7. Acquired Intelligence Inc. & Kesy-Bear. Jericho, VT 05465. <http://garyentsminger.com/ecosim.htm>.
- Halffter, G. and L. Arellano. 2002. Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape. *Biotropica*, 34(1): 144–154.
- Kamiński, M. J. 2015. Seasonal and diel activity of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea) attracted to European bison dung in Białowieża primeval forest, Poland. *The Coleopterists Bulletin*, 69(1): 83–90.
- Krell, F. T., Krell-Westerwalbesloh, S., Weiss, I., Eggleton, P. and K. E. Linsenmair. 2003. Spatial separation of Afrotropical dung beetle guilds: a trade-off between competitive superiority and energetic constraints (Coleoptera: Scarabaeidae). *Ecography*, 26: 210–222.
- Montes de Oca, E. and G. Halffter. 1998. Invasion of Mexico by two dung beetles previously introduced into the United States. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 33: 37–45.
- Morales-Morales, C., Ruiz-Nájera, R. y L. Delgado. 2004. Primer registro de *Euoniticellus intermedius* (Reiche, 1849) y datos nuevos de distribución de *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787) (Coleoptera: Scarabaeidae) e *Hybosorus illigeri* (Reiche, 1853) (Coleoptera: Hybosoridae) para el estado de Chiapas. *Dugesiana*, 11: 21–23.
- Neves, F. S., Fonseca, V. H., Espírito-Santo, M. M., Vaz-de-Mello, F. Z., Louzada, J., Sanchez-Azofeifa, A. and G. W. Fernandes. 2010. Successional and seasonal changes in a community of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in a Brazilian Tropical Dry Forest. *Natureza & Conservação*, 8(2): 160–164.
- Nichols, E., Larsen, T., Spector, S., Davise, A. L., Escobar, F., Favila, M., and K. Vulinec. 2007. The Scarabaeinae Research Network. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. *Biological Conservation*, 137: 1–19.

- Noriega, J. A., Cubillos, A. M., Castañeda, C., y A. M. Sánchez. 2008. Actividad diaria de colonización del recurso alimenticio en un ensamblaje de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en la Amazonía Colombiana. *Acta Biológica Colombiana*, 13(3): 73–84.
- Noriega, J. A., Moreno, J. y S. Otavo. 2011. Quince años del arribo del escarabajo coprófago *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787) (Coleoptera:Scarabaeidae) a Colombia: proceso de invasión y posibles efectos de su establecimiento. *Biota Colombiana*, 12: 35–44.
- R Development Core Team. 2015. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Secretaria del Desarrollo Social (SEDESOL). 2015. <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/medioFisico.aspx?entra=zap&ent=13&mun=046>. (Fecha de consulta: 08-X-2015).