



Ecología

Coleópteros necrócolos (Scarabaeidae: Scarabaeinae, Silphidae y Trogidae) del Bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, México

Necrocolous beetles (Scarabaeidae: Scarabaeinae, Silphidae and Trogidae) from Bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, Mexico

Ana Laura González-Hernández^{a,*}, José Luis Navarrete-Heredia^a,
Georgina Adriana Quiroz-Rocha^a y Cuauhtémoc Deloya^b

^a Entomología, Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Apartado postal 134, 45100, Zapopan, Jalisco, México

^b Red de Interacciones Multi-tróficas, Instituto de Ecología, A. C., Carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, 91070, Xalapa, Veracruz, México

Recibido el 15 de septiembre de 2014; aceptado el 12 de mayo de 2015

Disponible en Internet el 1 de septiembre de 2015

Resumen

Se realizó el estudio de coleópteros necrócolos en el Bosque Los Colomos, considerado Área Natural Protegida en el municipio de Guadalajara, Jalisco, México, cuya vegetación está compuesta en su mayoría por elementos de pino, casuarina y eucalipto. Es un área de uso público recreativo, principalmente actividades deportivas a campo abierto. Considerando la actividad antrópica como criterio cualitativo de perturbación, se evaluó el ensamble de coleópteros necrócolos en el bosque. Se realizaron recolectas durante el periodo de julio de 2011 a julio de 2012, utilizando necrotrampas cebadas con calamar. Se obtuvieron 362 ejemplares pertenecientes a 8 especies de las familias Trogidae, Silphidae y Scarabaeidae (Scarabaeinae), siendo más abundantes *Trox spinulosus dentibius* Robinson, 1940, y *Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840). Esta baja riqueza y abundancia podría ser efecto de los cambios del paisaje y del incremento de actividades antrópicas en la zona. La abundancia estacional tiene una estrecha relación con la temperatura y la precipitación: la mayor abundancia se presentó de junio a noviembre y en sitios con eucalipto. *Trox spinulosus dentibius* fue la especie dominante. Se desconocen las causas de esta abundancia, aunque podría ser producto del cambio en la estructura del ensamble en estos ambientes.

Derechos Reservados © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0.

Palabras clave: Ensamble; Escarabajos carroñeros; Bosque urbano; Actividades antrópicas

Abstract

A survey of the necrocolous beetle assemblage was done in the Bosque Los Colomos, a Protected Natural Area from Guadalajara County, Jalisco, Mexico. The study area contains elements of pine, casuarina and eucalyptus. This area is dedicated to public activities, mainly devoted to sports. Based in the anthropic activity as a qualitative criterion of environmental perturbation, carrion beetle assemblage was evaluated. Fieldwork was done from July 2011 to July 2012 using carrion traps baited with squid. A total of 362 specimens belonging to 8 species of the families Trogidae, Silphidae and Scarabaeidae (Scarabaeinae) were collected. *Trox spinulosus dentibius* Robinson, 1940, and *Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840) were the most abundant species. Lower abundance and specific richness in this area is explained as an effect of the landscape changes due to an increase of anthropic activities. Seasonal abundance is closely related to temperature and precipitation values: highest abundance was from June to November in eucalyptus sites. *Trox spinulosus dentibius* was the dominant species. We do not have detailed information to explain this high abundance, although it could be due to the change in the assemblage structure in these environments.

All Rights Reserved © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. This is an open access item distributed under the Creative Commons CC License BY-NC-ND 4.0.

Keywords: Assemblage; Carrion beetles; Urban forest; Anthropic activities

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: tola_jamay@hotmail.com (A.L. González-Hernández).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Introducción

Las actividades humanas han modificado de forma diferencial el ambiente original. En sus inicios, las actividades agrícolas dieron pauta a esos cambios al transformar ambientes naturales en zonas de cultivo. Actualmente las evidencias más conspicuas de estas actividades se detectan en la erosión y la contaminación del suelo y de mantos freáticos debido, en gran parte, al desmonte y a la acumulación de grandes cantidades de desechos, crecimiento urbano irregular en ambientes de riesgo ecológico, entre otros (Cochrane y Barber, 2009; Haberl et al., 2001). A nivel forestal, los cambios en la estructura de la vegetación han favorecido la pérdida de la biota (Santos y Tellería, 2006; Saunders, Hobbs y Margules, 1991). Aunado a esto, el desarrollo urbano tiene efectos irreversibles implicando la alteración y la desaparición del hábitat, cambios geográficos y biológicos en la región, tales como flujo del agua, degradación y contaminación del suelo, además de crecimiento poblacional y actividades industriales (Pisanty, Mazari y Ezcurra, 2009).

En este contexto, los insectos juegan un papel importante para evaluar los efectos que estos cambios generan en la composición y en la estructura de la diversidad local. Samways, McGeoch y New (2010) puntualizan la existencia de estudios que permiten estimar el efecto del cambio climático, la contaminación, el cambio de hábitat, la fragmentación, los efectos causados por las actividades antrópicas, a través del uso de grupos de insectos como indicadores, por ejemplo: Odonata, Hymenoptera y Coleoptera. A partir de un análisis detallado para la elección de grupos indicadores, Favila y Halffter (1997) propusieron a los escarabajos del estiércol de la subfamilia Scarabaeinae (Scarabaeidae), debido principalmente a que es un grupo relativamente bien conocido tanto en su taxonomía como en su historia natural, ya que son de fácil monitoreo, además de ser sensibles al cambio en el uso de suelo o a la fragmentación forestal.

Las larvas y adultos de Coleoptera se pueden encontrar en hábitats diversos; en ellos utilizan una gran variedad de recursos como alimento: fruta, semillas, polen, raíces, hongos, otros insectos, materia orgánica en descomposición tanto de origen animal como vegetal (Lawrence y Britton, 1991; Martínez, Cruz, Montes de Oca y Suárez, 2011; Morón, 2004; Navarrete-Heredia, 2009; Navarrete-Heredia, Delgado y Fierros-López, 2001). De manera particular, aquellos que se encuentran asociados a restos de animales han sido reconocidos como coleópteros necrócolos (Labrador-Chávez, 2005; Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011). Estos últimos son importantes en los ecosistemas, debido en primera instancia a que remueven los cadáveres del suelo, ayudan a reciclar nutrientes (Quiroz-Rocha, Navarrete-Heredia y Martínez-Rodríguez, 2008), reducen la población de fauna nociva (Bishop, McKenzie, Spohr y Barchia, 2005), tienen relevancia en la medicina forense, junto con el orden Diptera, para estimar el tiempo post mortem (Castillo-Miralbés, 2001; Gennard, 2007), y son importantes como grupos indicadores de biodiversidad (Favila y Halffter, 1997; Yanes-Gómez y Morón, 2010). En México se han registrado varias familias de coleópteros necrócolos, siendo Carabidae, Histeridae, Leiodidae, Silphidae, Staphylinidae, Dermestidae, Scarabaeidae, Trogidae y Cleridae las familias más



Figura 1. Área de estudio Bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, México (adaptada del anexo cartográfico Bosque Los Colomos, 2010; elaborada por L. A. Navarrete-Quiroz).

frecuentes y abundantes, aunque por su biomasa destacan Silphidae y Scarabaeidae (Deloya, Ruiz-Lizárraga y Morón, 1987; Morón, Deloya y Delgado-Castillo, 1988; Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011, entre otros). Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar la diversidad y la estructura del ensamble de coleópteros necrócolos (Scarabaeidae, Trogidae y Silphidae) en un bosque urbano (Bosque Los Colomos) de la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México.

Materiales y métodos

El Bosque Los Colomos (BLC) es una Área Natural Protegida bajo la categoría de Área Municipal de Protección Hidrológica, cuyo objetivo es proteger los mantos acuíferos, conservar y restaurar los ambientes naturales, así como realizar actividades de recreación (Cordero, 2009). Se ubica en el municipio de Guadalajara, a 1,556 m snm entre las coordenadas 20°42'38" N, 103°24'12" O y 20°42'07" N, 103°23'26" O. Limita al norte con el municipio de Zapopan (fig. 1). Se reconocen asociaciones vegetales de pino (*Pinus ayacahuite*, *P. devoniana*, *P. douglasiana*, *P. maximartinezii*, *P. oocarpa*, *P. patula*, *P. tenuifolia*), vegetación secundaria, además de asociaciones con especies introducidas: casuarina (*Casuarina cunninghamiana*, *C. equisetifolia*) y eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. globulus*, *E. robusta*) (Jara-Arce y Orendain-Díaz, 2009). Presenta un clima templado semicálido [(A)C(w1)(w)] con lluvia en verano, con una precipitación anual de 976.5 mm y una temperatura media anual de 19.5 °C (Loza-Ramírez y González-Salazar, 2009). El BLC está dividido en 2 secciones: Colomos-I (CI) y Colomos-II (CII). Colomos-I cuenta con atractivos inmuebles públicos, elementos arquitectónicos utilizados como oficinas, área de asadores, lago artificial, pistas de trote pavimentadas, canchas de baloncesto, quiosco, área de juegos infantiles, entre otros servicios públicos; en esta sección la vegetación está reducida y distribuida en ciertas áreas. Colomos-II presenta vegetación arbustiva y arbórea, con un área recreativa menor y pistas sin pavimentar. Considerando la densidad de servicios públicos (criterio cualitativo), se asumió que CI tiene mayores

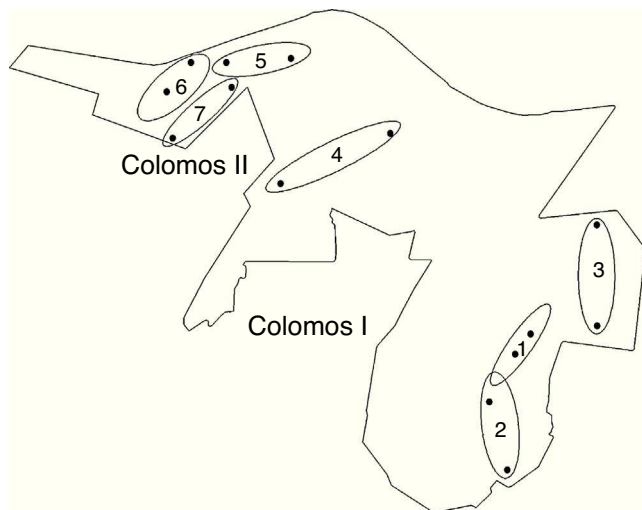


Figura 2. Ubicación de los sitios en el Bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, México. Casuarina (1 y 7), pino (2 y 5), eucalipto (3 y 6), vegetación secundaria (4) (adaptada del anexo cartográfico *Bosque Los Colomos, 2010*: elaborada por L. A. Navarrete-Quiroz).

actividades recreativas y, en consecuencia, una menor densidad de bosque conservado.

El muestreo se realizó entre julio de 2011 y julio de 2012. En cada una de las 2 secciones (CI y CII) se eligieron 3 sitios, cada uno con diferente tipo de vegetación: pino, casuarina y eucalipto. Se utilizan números romanos para asociar al tipo de vegetación con una sección particular del bosque; por ejemplo, pino-I indica el sitio ubicado en la zona de pino de la sección I del bosque. Se eligió, además, otro sitio en una zona de transición entre las 2 secciones, representado con vegetación secundaria (fig. 2). En cada sitio se colocaron 2 necrotampas permanentes del tipo NTP-80 (Morón y Terrón, 1984) con alcohol al 70% como líquido fijador y cebadas con calamar fresco. El cebo se reemplazaba cada mes y las muestras obtenidas se conservaron en alcohol al 70%. El material recolectado se lavó, separó, montó y etiquetó. Las determinaciones a nivel específico se basaron en los criterios de Howden y Cartwright (1963) y Morón et al. (1988) para Scarabaeinae, Navarrete-Heredia (2009) para Silphidae, así como Vaurie (1955) y Deloya (2005) para Trogidae. Las determinaciones se corroboraron con ejemplares de la colección del Centro de Estudios en Zoología, Universidad de Guadalajara

(CZUG, Zapopan, Jalisco) y de la colección entomológica del Instituto de Ecología (IEXA, Xalapa, Veracruz). Los ejemplares se encuentran depositados en ambas colecciones.

Los datos de abundancia/especie se analizaron con base en los criterios propuestos por Colwell (2009) y Moreno, Barragán, Pineda y Pavón (2011). Se registró el número de especies (S) y la abundancia (n) para cada una de ellas, para cada sitio y mes. Para cada sitio se elaboraron curvas de «rango-abundancia». La diversidad se evaluó con números efectivos (medidas de «diversidad verdadero sensu»; Jost, 2006) siguiendo los criterios de Moreno et al. (2011). Para la diversidad estimada de orden 0 (0D = riqueza de especies) se utilizó el estimador no paramétrico ACE (Chao y Lee, 1992); para la diversidad de orden 1 (1D = exponencial del índice de Shannon) se utilizó el estimador propuesto por Chao y Shen (2003) (*Bias-corrected Shannon diversity estimator*). Los cálculos se realizaron en el programa SPADE (Chao y Shen, 2010). Para determinar el grado de similitud entre los sitios se utilizó el coeficiente de Bray-Curtis (*Group-Average Clustering*) con ayuda del programa Biodiversity Pro (Hammer, Harper y Ryan, 2001). Para evaluar la relación entre la abundancia y los valores de precipitación y temperatura durante los meses de muestreo se realizó un análisis de correlación canónica (ACC). Se utilizó el programa Statistica versión 6.0 (Statsoft, 1995).

Resultados

Se recolectaron 362 ejemplares pertenecientes a las familias Trogidae, Silphidae y Scarabaeidae (Scarabaeinae) que representan a 8 especies: *Trox spinulosus dentibius* Robinson, 1940, *Omorgus rubricans* Robinson, 1946, y *Omorgus suberosus* Fabricius, 1775 (Trogidae); *Nicrophorus olidus* Matthews, 1888, y *Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840) (Silphidae) *Dichotomius amplicollis* (Harold, 1869), *Onthophagus lecontei* Harold, 1871, y *Onthophagus batesi* (Howden, 1955) (Scarabaeidae: Scarabaeinae).

Trox spinulosus dentibius (Trogidae) fue la especie con mayor abundancia porcentual relativa (48.3%), seguida por *O. discicolle* (Silphidae) (28.7%); en cambio, *O. batesi* obtuvo la menor abundancia (1.3%). Dentro de las secciones del bosque, la distribución y abundancia de las especies fue variable, mostrando diferencias significativas entre CI y CII ($\chi^2 = 58.80$,

Tabla 1
Macrocoleópteros necrócolos del Bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, México (expresado por sitio y número de ejemplares).

Especies	Colomos I			Colomos II			Vegetación secundaria	Total
	P	C	E	P	C	E		
<i>Trox spinulosus dentibius</i>	3	5	5	28	55	36	43	175
<i>Omorgus rubricans</i>	0	0	3	10	1	6	0	20
<i>O. suberosus</i>	0	0	0	0	0	1	8	9
<i>Nicrophorus olidus</i>	0	5	1	1	0	9	0	16
<i>Oxelytrum discicolle</i>	22	16	6	7	4	34	15	104
<i>Dichotomius amplicollis</i>	0	0	0	6	3	6	8	23
<i>Onthophagus lecontei</i>	0	0	6	1	0	3	0	10
<i>O. batesi</i>	0	0	2	0	0	2	1	5
Total	25	26	23	53	63	97	75	362

C: casuarina; E: eucalipto; P: pino.

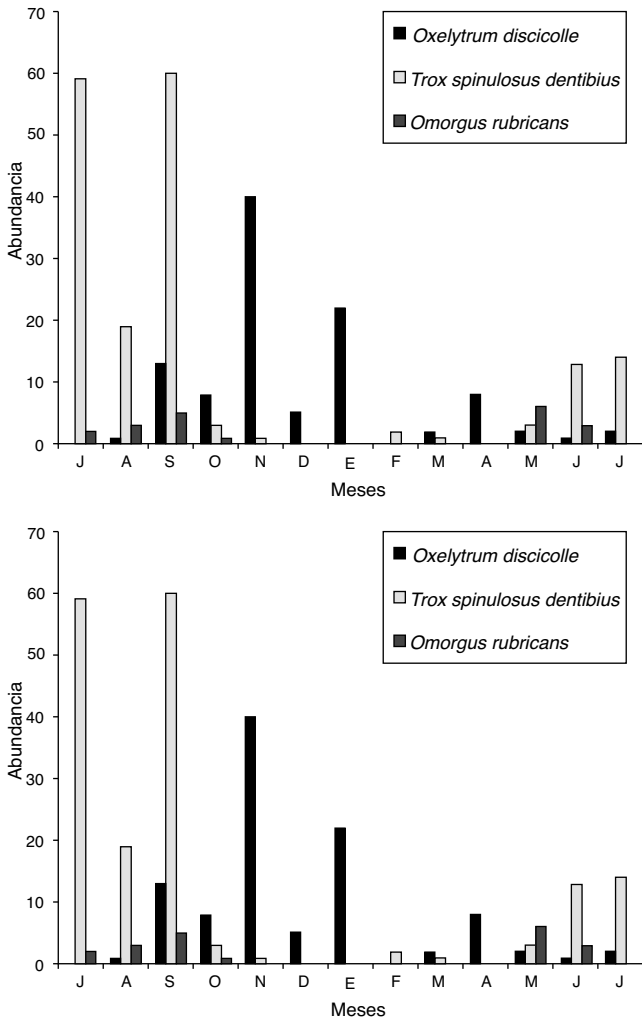


Figura 3. Estacionalidad de coleópteros necrócolos en el Bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, México.

$p = 2.6127E-10$, $gl = 7$). La mayor riqueza específica y abundancia se observó en los sitios de CII, donde el bosque de eucalipto-II presentó los valores mayores, con las 8 especies y 97 ejemplares. En el bosque de pino-I se presentó la menor riqueza específica (2 especies) y abundancia (25 ejemplares). Considerando a las 2 especies más abundantes, *O. discicolle* predominó en CI y *T. spinulosus dentibius* en CII (tabla 1).

Se observaron 2 picos de abundancia: *i*) en época de lluvias (julio-octubre), donde las especies con mayor abundancia corresponden a Trogidae y Scarabaeinae y *ii*) en los meses más fríos (noviembre-febrero), siendo dominantes las especies de Silphidae. Durante el periodo de julio-noviembre se presentó la mayor abundancia (85%), correspondiendo a septiembre el valor más elevado (24.0%). *Trox spinulosus dentibius* presentó su mayor abundancia durante julio y septiembre, mientras que *O. discicolle* en noviembre (fig. 3). La mayor riqueza específica se observó entre junio-septiembre ($S = 8$), y la menor riqueza entre enero y abril ($S = 2$) (fig. 3). Con base en el ACC, el valor global de 0.96 ($p < 0.05$) indica que las variables ambientales: temperatura y precipitación mensual, se relacionan con las

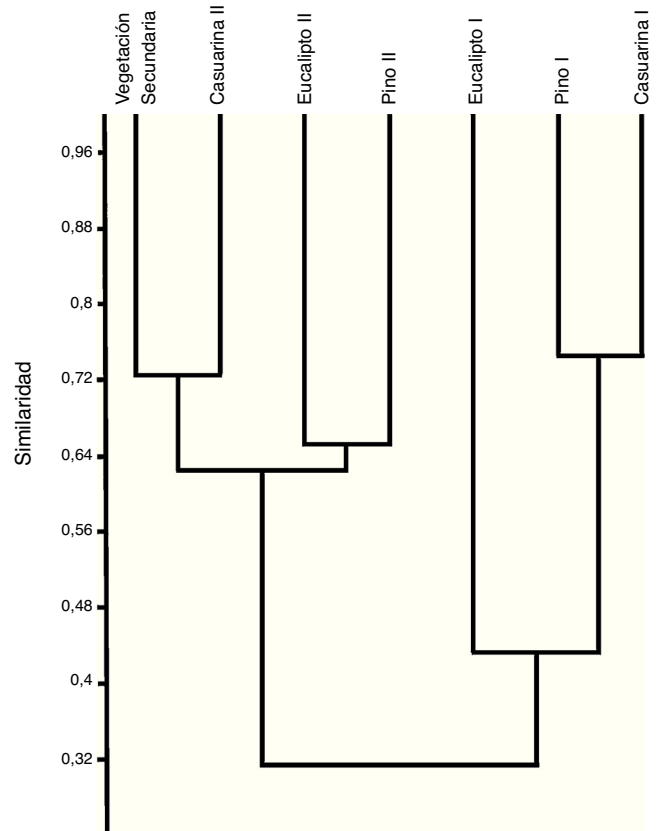


Figura 4. Análisis de agrupamiento de los sitios en el Bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, México.

abundancias de las especies de escarabajos, siendo más evidente en las especies más abundantes.

La diversidad estimada de orden 0 (0D), muestra diferencias importantes para cada uno de los sitios dentro del bosque. Eucalipto-II presentó la mayor diversidad en comparación con pino-I y casuarina-I que presentaron los valores más bajos. Al considerar la medida de diversidad de Orden 1 (1D), el valor de máxima diversidad se presentó en eucalipto-I, seguido de eucalipto-II y pino-II (tabla 2).

El ensamble de coleópteros necrócolos muestra la formación de 2 grupos bien diferenciados, estrechamente relacionados con las secciones del bosque en función de su grado de perturbación que corresponden a C-I y a C-II. Aquellos sitios dentro del bosque con vegetación similar se integraron en diferentes grupos. La vegetación secundaria (zona de transición) quedó incluida dentro del agrupamiento de C-II, sección que está caracterizada por la dominancia de *T. spinulosus dentibius*, y de 2 especies exclusivas (*D. amplicollis* y *O. suberosus*). Los sitios de eucalipto-II y pino-II presentaron la mayor riqueza específica y una similitud del 65%, mientras que la vegetación secundaria y casuarina-II tuvieron una similitud del 72.5%. En CI, el valor más alto de similitud se presentó entre los sitios de pino y casuarina (74.5%), donde *O. discicolle* es la especie dominante. En este mismo grupo de CI, la similitud entre los sitios anteriores respecto de eucalipto-I fue del 43%, siendo este último el mejor representado de la sección CI (fig. 4).

Tabla 2
Valores de diversidad, diversidad de orden 0 (0D) y diversidad de orden 1 (1D).

Diversidad	Sitios						
	Pino I	Eucalipto I	Casuarina I	Vegetación secundaria	Casuarina II	Eucalipto II	Pino II
0D	2	6,4	3	5,5	4,5	8,5	7,5
1D	0,38	1,75	0,93	1,21	0,56	1,57	1,39

Discusión

La diversidad de coleópteros necrócolos en el BLC es baja tanto en riqueza ($S=8$) como en abundancia ($N=362$), comparado con estudios similares realizados en otras localidades de Jalisco (Morón et al., 1988; Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011; Rivera-Cervantes y García-Real, 1998; Quiroz-Rocha et al., 2008), donde la riqueza específica ($S=6-23$) y la abundancia ($N=941-6,280$) registrada fue mayor, inclusive con un esfuerzo de muestreo menor. En Jalisco, la mayor diversidad de coleópteros necrócolos se ha registrado en sitios con bosque de pino y pino-encino (Quiroz-Rocha et al., 2008; Rivera-Cervantes y García-Real, 1998), incluyendo bosque mesófilo (Quiroz-Rocha et al., 2008) y bosque tropical caducifolio (Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011). En el BLC destaca la abundancia de *T. spinulosus dentibius* y la baja representatividad de especies de los Scarabaeinae. Las especies de Silphidae son referidas con frecuencia en diversos estudios sobre la entomofauna necrócola y se han registrado en bosque tropical y mesófilo (Navarrete-Heredia y Fierros-López, 2000; Rivera-Cervantes y García-Real, 1998). A *O. discicolle* y *N. olidus* se les ha encontrado cohabitando en zonas templadas, tropicales y subtropicales (Navarrete-Heredia, 2009), como sucedió en el BLC. Sin embargo, la explotación diferencial del recurso, la estacionalidad desfasada y la dominancia diferencial han sido interpretadas como cualidades que favorecen su coexistencia (Navarrete-Heredia y Fierros-López, 2000), situación que ha sido corroborada en estudios específicos. Por ejemplo, en un bosque mesófilo de montaña del centro de Veracruz Arellano, Favila y Huerta (2005) encontraron que ambas especies tienen su actividad temporal desfasada, situación que sugiere que la competencia por cadáveres es muy alta en estas especies y la separación temporal en sus ciclos de actividad sea un mecanismo que reduce la competencia entre ambas especies.

Los coleópteros necrócolos se encuentran activos todo el año, presentando la mayor riqueza durante los meses de junio y agosto ($S=7$) y septiembre ($S=6$) y la menor en febrero ($S=2$) y marzo ($S=3$), patrón similar observado en Malinalco, Estado de México (>junio y septiembre; <enero y febrero) (Trevilla-Rebollar, Deloya y Padilla-Ramírez, 2010) y Gómez Farías, Jalisco (>junio y octubre; <marzo y abril) (Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011). La abundancia presentó 2 picos, uno en los meses con mayor precipitación, similar a lo observado en otros estudios similares (Deloya, Parra-Tabla y Delfín-González, 2007; Morón y Terrón, 1984), y otro en los meses más fríos. Tanto en el BLC como en Gómez Farías, las especies con mayor abundancia correspondieron a Silphidae.

De las 8 especies registradas en este trabajo, la mayoría se distribuye en los sitios del bosque. Seis especies cohabitan en

las 2 secciones del bosque y *O. suberosus* y *D. amplicollis* son exclusivas de Colomos-II, por lo cual podrían considerarse en la categoría de raras a nivel local. Sin embargo, *D. amplicollis* ha sido registrada en la categoría de especie común, al igual que *N. olidus* en bosque de *Pinus* (Rivera-Cervantes y García-Real, 1998), mientras que *D. amplicollis* y *O. suberosus* se han observado en bosque tropical caducifolio y subcaducifolio (Morón et al., 1988); *N. olidus*, *O. discicolle* y *D. amplicollis* en bosque mesófilo y bosque de *Pinus* (Quiroz-Rocha et al., 2008). *Dichotomius amplicollis* solo representa el 6.3% de los ejemplares en BLC. Es importante mencionar que los sitios con eucalipto registraron la mayor riqueza y abundancia.

Trox spinulosus dentibius y *O. discicolle* son las especies dominantes en el BLC, aunque el predominio en cada sección fue diferente: *O. discicolle* en CI y *T. spinulosus dentibius* en CII. Estudios con especies indicadoras de escarabaeinos indican un efecto sobre su abundancia o preferencia por determinadas condiciones de cobertura vegetal (bosque, borde, potreros), causado por la acción antrópica, la fragmentación y el cambio de uso de suelo en selvas tropicales (Favila, 2004; Reyes-Novelo, Delfín-González y Morón, 2007). En el BLC 3 especies se localizaron en pocos sitios: *D. amplicollis* es exclusiva de CII, *O. batesi* de sitios de eucalipto y vegetación secundaria, y *O. lecontei* de los sitios de eucalipto y pino-II. Por sus escasas abundancias no tenemos la certeza de su preferencia hacia estos sitios o que sus bajas abundancias sean producto de las condiciones predominantes en el bosque que afecten su presencia en él.

Halfpter y Arellano (2002) observaron que la abundancia de los escarabaeinos se ve favorecida por la cobertura vegetal, más que por la disponibilidad de alimento. En este estudio CII, por su grado de conservación y restauración presenta mayor densidad de vegetación, lo que podría explicar la mayor abundancia de los escarabaeinos en esta sección. Rivera-Cervantes y García-Real (1998) observaron que la abundancia disminuye en bosque de *Pinus* quemado con relación al bosque sin perturbación (utilizando los mismos índices de diversidad 1D), aunque la diversidad observada fue alta en ambos bosques (*Pinus* conservado ${}^1D=4.334$; bosque de *Pinus* quemado ${}^1D=3.760$). Al interior del BLC, donde hay más actividad antrópica (pino-I), se obtuvo menor riqueza y abundancia en relación con pino-II y, por lo tanto, una similitud baja (36%). Asimismo, puede evidenciarse la diferencia entre sitios con el mismo tipo de vegetación (ubicada en las diferentes secciones), por lo cual se podría considerar que las especies estarían asociadas a los sitios con mejor calidad, de aquellos alterados, debido probablemente a que en estos últimos la infraestructura para actividades de recreación humana y las actividades de mantenimiento del bosque, como remoción de cadáveres y excretas de caballo, poda de maleza,

aplicación de fungicidas e insecticidas, generan condiciones desfavorables para este grupo de insectos.

Los valores de diversidad verdadera evidencian una diversidad variable dentro de los sitios del bosque. Destaca el valor de orden 1 (1D) para eucalipto-II (${}^1D=5.729$), que fue similar al reconocido para el bosque mesófilo en Mascota, Jalisco (${}^1D=5.723$), a pesar de las diferencias en el número de especies y abundancia ($S=18$, $N=3,001$) (Quiroz-Rocha et al., 2008). Un valor similar también fue obtenido en un estudio realizado en localidades con bosque de pino ($D^1=5.042$, $S=15$, $n=506$) en Gómez Farías (Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011). Por el contrario, los valores fueron bajos en localidades con bosque tropical caducifolio (${}^1D=3.987$, $S=28$, $n=2,027$). A diferencia de lo observado en otros estudios, en los cuales los Scarabaeidae (Scarabaeinae), Silphidae y Staphylinidae son las familias mejor representadas (Deloya, 1996; Deloya et al., 1987; Morón y Terrón, 1984; Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011; Sánchez-Ramos, Lobo, Lara-Villalón y Reyes-Castillo, 1993), en el BLC predominó Staphylinidae y Trogidae, situación especial para esta última familia, ya que con frecuencia se ha registrado una baja abundancia en otros estudios (Deloya, 2003; Deloya et al., 1987; Díaz, Galante y Favila, 2010; Morón et al., 1988; Trevilla-Rebollar et al., 2010). Como parte del paisaje urbano de la zona metropolitana de Guadalajara, el BLC, en cuanto a la composición y abundancia de coleópteros Silphidae, Scarabaeinae y Trogidae, muestra una composición y valores de diversidad de especies baja en comparación con otras zonas en el estado de Jalisco. ¿Qué factores son los causantes de tal situación? Aunque se pueden sugerir algunos de ellos, como la presencia de áreas amplias de vegetación exótica, el impacto por las actividades humanas o el uso de químicos para el control de plagas, es necesaria la realización de estudios específicos para evaluar algunas de estas variables y tener respuestas satisfactorias.

Agradecimientos

Queremos agradecer especialmente a la Dra. Gabriela Castaño-Meneses por su apoyo en la realización del análisis de covarianza canónica. Este trabajo es producto de la investigación de tesis de maestría del primer autor en el programa BIMARENA del CUCBA, Universidad de Guadalajara. Al Dr. Mario E. Favila por sus comentarios y sugerencias para mejorar el documento.

Referencias

Arellano, L., Favila, M. E. y Huerta, C. (2005). Diversity of dung and carrion beetles in a Mexican disturbed tropical montane cloud forest and on shade coffee plantations. *Biodiversity and Conservation*, 14, 601–615.

Bishop, A. L., McKenzie, H. J., Spohr, L. J. y Barchia, I. M. (2005). Interactions between dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) and the arbovirus vector *Culicoides brevitarsis* Kieffer (Diptera: Ceratopogonidae). *Australian Journal of Entomology*, 44, 89–96.

Bosque Los Colomos. (2010). Anexo cartográfico [consultado Nov 2012]. Disponible en: www.bosqueloscolomos.org.mx

Castillo-Miralbés, M. (2001). Artrópodos presentes en carroña de cerdo en la Comarca de La Litera (Huesca). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 28, 133–140.

Chao, A. y Lee, S. M. (1992). Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American Statistical Association*, 87, 210–217.

Chao, A. y Shen, T. J. (2003). Nonparametric estimation of Shannon's index of diversity when there are unseen species in sample. *Environmental and Ecological Statistics*, 10, 429–433.

Chao A, Shen TJ (2010). SPADE: Species prediction and diversity estimation. Program and user's guide [consultado 23 Jul 2014]. Disponible en: <http://Chao.stat.nthu.edu.tw/softwareCE.html>

Cochrane, M. A. y Barber, C. P. (2009). Climate change, human land use and future fires in the Amazon. *Global Change Biology*, 15, 601–612.

Colwell, R. K. (2009). Biodiversity: concepts, patterns and measurement. En S. A. Levin (Ed.), *The Princeton Guide to Ecology* (pp. 257–263). New York: Princeton University Press.

Cordero, V. O. (2009). Historia y evolución del patronato Bosque Los Colomos. En M. Anaya, V. O. Cordero, Q. A. Ramírez y J. J. Guerrero-Nuño (Eds.), *Bosque Los Colomos Guadalajara, «Una visión integral para su conservación»* (pp. 33–36). Guadalajara: Símbolos Corporativos.

Deloya, C. (1996). Los macro-coleópteros necrófilos de Tepoztlán, Morelos, México (Scarabaeidae, Trogidae, Silphidae). *Folia Entomológica Mexicana*, 97, 39–54.

Deloya, C. (2003). Coleoptera Scarabaeidae y Trogidae necrófilos del Valle de Vázquez («Los Hornos»), Morelos, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 42, 265–272.

Deloya, C. (2005). *Omorgus rodriguezae* especie nueva de México y clave para separar las especies del género para Centro y Norteamérica (Coleoptera: Trogidae). *Folia Entomológica Mexicana*, 44, 121–129.

Deloya, C., Parra-Tabla, V. y Delfín-González, H. (2007). Fauna de coleópteros Scarabaeidae Laparosticti y Trogidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados al bosque mesófilo de montaña, cafetales bajo sombra y comunidades derivadas en el centro de Veracruz, México. *Neotropical Entomology*, 36, 005–021.

Deloya, C., Ruiz-Lizárraga, G. y Morón, M. A. (1987). Análisis de la entomofauna necrófila en la región de Jojutla, Morelos, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 73, 157–171.

Díaz, A., Galante, E. y Favila, M. E. (2010). The effect of the landscape matrix on the distribution of dung and carrion beetles in a fragmented tropical rain forest. *Journal of Insect Science*, 10, 1–16.

Favila, M. E. (2004). Los escarabajos y la fragmentación. En S. Guevara, J. Laborde y G. Sánchez-Ríos (Eds.), *Los Tuxtlas: el paisaje de la sierra* (pp. 135–157). Xalapa: Instituto de Ecología. Unión Europea.

Favila, M. E. y Halffter, G. (1997). The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 72, 1–25.

Gennard, E. D. (2007). *Forensic Entomology: an introduction*. West Sussex: Wiley.

Haberl, H., Erb, K. H., Krausmann, F., Loibl, W., Schulz, N. y Weisz, H. (2001). Changes in ecosystem processes induced by land use: Human appropriation of aboveground NPP and its influence on standing crop in Austria. *Global Biogeochemical Cycles*, 15, 929–942.

Halffter, G. y Arellano, L. (2002). Response of dung beetles diversity to human changes in a tropical landscape. *Biotropica*, 34, 144–154.

Hammer, Ø., Harper, D. A. T. y Ryan, D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*, 4, 9.

Howden, H. F. y Cartwright, O. L. (1963). Scarab beetles of the genus *Onthophagus* Latreille North of Mexico (Coleoptera: Scarabaeidae). *Proceeding of the United States National Museum*, 114, 1–135.

Jara-Arce, R. A. y Orendain-Díaz, A. (2009). Caracterización de la composición y sanidad forestal del Bosque Los Colomos. En M. Anaya, V. O. Cordero, Q. A. Ramírez y J. J. Guerrero-Nuño (Eds.), *Bosque Los Colomos Guadalajara, «Una visión integral para su conservación»* (pp. 205–216). Guadalajara: Símbolos Corporativos.

Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113, 363–375.

Labrador-Chávez, G. (2005). *Coleópteros necrófilos de México: distribución y diversidad*. Tesis. División de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad de Guadalajara.

Lawrence, J. F. y Britton, E. B. (1991). Coleoptera. En CSIRO (Ed.), *The insects of Australia* (pp. 543–683). Ithaca: Cornell University Press.

- Loza-Ramírez, L. y González-Salazar, A. (2009). Estudio del clima en el Bosque Los Colomos. En M. Anaya, V. O. Cordero, Q. A. Ramírez y J. J. Guerrero-Nuño (Eds.), *Bosque Los Colomos Guadalajara, «Una visión integral para su conservación»* (pp. 137–169). Guadalajara: Símbolos Corporativos.
- Martínez, M. I., Cruz, M., Montes de Oca, E. y Suárez, T. (2011). *La función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos*. Xalapa: Secretaría de Educación de Veracruz del Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E. y Pavón, N. P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1249–1261.
- Morón, M. A. (2004). *Escarabajos, 200 millones de años de evolución*. Zaragoza: Instituto de Ecología, A.C. y Sociedad Entomológica Aragonesa.
- Morón, M. A., Deloya, C. y Delgado-Castillo, L. (1988). Fauna de coleópteros Melolonthidae, Scarabaeidae y Trogidae de la región de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 313–378.
- Morón, M. A. y Terrón, R. A. (1984). Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la sierra norte de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 3, 1–47.
- Naranjo-López, A. G. y Navarrete-Heredia, J. L. (2011). Coleópteros necrófilos (Histeridae, Silphidae y Scarabaeidae) en dos localidades de Gómez Farías, Jalisco, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 37, 103–110.
- Navarrete-Heredia, J. L. (2009). *Silphidae (Coleoptera) de México: diversidad y distribución*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Navarrete-Heredia, J. L. y Fierros-López, H. E. (2000). Silphidae (Coleoptera). En J. Llorente-Bousquets, E. González-Soriano y N. Papavero (Eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento* (pp. 401–412). México, D.F: UNAM, Conabio, Bayer.
- Navarrete-Heredia, J. L., Delgado, L. y Fierros-López, H. E. (2001). Coleoptera Scarabaeidae de Jalisco, México. *Dugesiana*, 8, 37–93.
- Pisanty, I., Mazari, M. y Ezcurra, E. (2009). El reto de la conservación de la biodiversidad en zonas urbanas y periurbanas. En Conabio (Ed.), *Capital natural de México. Vol. II. Estado de conservación y tendencias de cambio* (pp. 719–759). México, D.F: Conabio.
- Quiroz-Rocha, G. A., Navarrete-Heredia, J. L. y Martínez-Rodríguez, P. A. (2008). Especies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) y Silphidae (Coleoptera) necrófilas de bosque de pino-encino y bosque mesófilo de montaña en el municipio de Mascota, Jalisco, México. *Dugesiana*, 15, 27–37.
- Reyes-Novelo, E., Delfín-González, H. y Morón, M. A. (2007). Copro-necrophagous beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity in an agroecosystem in Yucatán, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 55, 83–99.
- Rivera-Cervantes, E. y García-Real, E. (1998). Análisis preliminar sobre la composición de los escarabajos necrófilos (Coleoptera: Silphidae y Scarabaeidae) presentes en dos bosques de pino (uno dañado por fuego), en la estación científica Las Joyas, Sierra de Manantlán, Jalisco, México. *Dugesiana*, 5, 11–22.
- Samways, J. M., McGeoch, M. A. y New, T. R. (2010). *Insect conservation: a handbook of approaches and methods*. Oxford: Oxford University Press.
- Sánchez-Ramos, G., Lobo, J., Lara-Villalón, M. y Reyes-Castillo, P. (1993). Distribución altitudinal y estacional de la entomofauna necrófila en la Reserva de la Biosfera «El Cielo», Tamaulipas, México. *Biotam*, 5, 13–24.
- Santos, T. y Tellería, J. L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 2, 3–12.
- Saunders, D. A., Hobbs, R. J. y Margules, C. R. (1991). Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conservation Biology*, 5, 18–32.
- Trevilla-Rebollar, A., Deloya, C. y Padilla-Ramírez, J. (2010). Coleópteros necrófilos (Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae) de Malinalco, Estado de México, México. *Neotropical Entomology*, 39, 186–495.
- Vaurie, P. (1955). A revision of the genus *Trox* in North America (Coleoptera: Scarabaeidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 106, 1–90.
- Yanes-Gómez, G. y Morón, M. A. (2010). Fauna de coleópteros Scarabaeoidea de Santo Domingo Huehuetlán, Puebla, México. Su potencial como indicadores ecológicos. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 26, 123–145.