

ISSN 1405-4094 (edición impresa)
ISSN 2007-9133 (edición online)

DUGESIANA



Diciembre 2014

Volumen 21

Número 2

Disponible en línea
<http://dugesiana.cucba.udg.mx>



DEPARTAMENTO
DE BOTÁNICA Y
ZOOLOGÍA

Dugesiana, Año 21, No. 2, Julio-Diciembre 2014, es una publicación Semestral, editada por la Universidad de Guadalajara, a través del Centro de Estudios en Zoología, por el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Camino Ramón Padilla Sánchez # 2100, Nextipac, Zapopan, Jalisco, Tel. 37771150 ext. 33218, <http://dugesiana.cucba.udg.mx>, glenusmx@gmail.com. Editor responsable: José Luis Navarrete Heredia. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2009-062310115100-203, ISSN: 2007-9133, otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Coordinación de Tecnologías para el Aprendizaje, Unidad Multimedia Instruccional, M.B.A. Oscar Carbajal Mariscal. Fecha de la última modificación Diciembre 2014, con un tiraje de un ejemplar.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad de Guadalajara.

Escarabajos necrófilos (Coleoptera: Scarabaeinae) en tres hábitats del Volcán Tacaná, Chiapas, México

Necrophilous beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in three habitats from Volcán Tacaná, Chiapas, Mexico

Rodolfo J. Cancino-López¹, Eduardo Rafael Chamé-Vazquez² y Benigno Gómez y Gómez³

¹ Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 04510, Apartado Postal 70-153, México, D.F. ² Colección de Insectos. Ecología de Artrópodos y Manejo de Plagas. El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula. Carretera Antigua Aeropuerto Km. 2.5. C.P. 30700. Tapachula, Chiapas. email: echame@ecosur.mx. ³ Ecología Evolutiva y Conservación. El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal. Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, Barrio María Auxiliadora, CP 29290, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. email: bgomez@ecosur.mx

Resumen

Se presenta un análisis de la diversidad de los escarabajos necrófilos en tres hábitats (bosque mesófilo, cafetal y cultivo de temporal) del Volcán Tacaná, Chiapas. Los datos se obtuvieron en dos periodos de muestreos en el año 2010, con la ayuda de necrotrampas cebadas con calamar y pescado. Se recolectaron un total de 907 individuos y 14 especies de la subfamilia Scarabaeinae. Los datos sugieren una estacionalidad entre los dos periodos de muestreo. El cafetal tuvo la mayor diversidad, mientras que el bosque mesófilo presentó la mayor biomasa, la mayor proporción de especies grandes, necrófagas y de estrategia rodadora. La similitud entre los sitios fue baja, aunque el cultivo y bosque mostraron una mayor afinidad. Los resultados podrían indicar que el cafetal no es un hábitat adecuado para ciertos grupos taxonómicos, lo cual conlleva a una pérdida de la biodiversidad del bosque mesófilo de montaña.

Palabras clave: diversidad, bosque mesófilo, cafetal, cultivo, conservación.

Abstract

An analysis of the diversity of carrion beetles (cloud forest, coffee plantation and crop) in three habitats from Tacana Volcano (Chiapas) is presented. The data were obtained using NTP-80 traps baited with squid and fish on two sampling periods in 2010. 907 individuals and 14 species of the subfamily Scarabaeinae were collected. Seasonality between the two sampling periods was observed. The highest diversity was recorded in the coffee plantation and the largest biomass in the cloud forest. Many species of cloud forest are large, necrophagous and roller. The similarity between sites was low but crop and cloud forest showed a higher affinity. The results indicate that the coffee plantation is not a suitable habitat for certain taxonomic groups and the loss of biodiversity in the cloud forest is evident.

Key words: diversity, cloud forest, coffee plantation, crop, conservation.

Entre las actividades humanas más importantes se encuentra la producción de los sistemas agrícolas, los cuales no solo ocupan una posición dominante en el uso del suelo, sino que tienen un amplio rango de impactos sobre los ecosistemas y la sociedad (Hall 2001). Dentro de ellas destaca la producción de café ya que proporciona un agroecosistema ideal para explorar su potencial en la conservación de la biodiversidad (Perfecto *et al.* 1996). Actualmente, se observa una insuficiencia de la producción de café, por lo que nuevas extensiones de bosque han sido transformadas a cafetales, lo cual trae consigo un cambio en la biodiversidad del área (Hall 2001). Tal es el caso de la abundancia y diversidad de insectos, que influyen directa e indirectamente en las interacciones ecológicas y en el funcionamiento de los ecosistemas (Didham *et al.* 1996).

Los insectos son uno de los elementos más importantes de cada ecosistema, debido a su gran diversidad de hábitos alimenticios y su elevada densidad poblacional, lo cual les permite agilizar notablemente los flujos de materia y energía (Morón y Valenzuela-González 1993). Por ello, frecuentemente son usados como indicadores ecológicos, principalmente para determinar el grado de conservación o perturbación de un hábitat, o relacionar la

diversidad de este grupo en distintos hábitats.

El uso específico de los Scarabaeidae radica en su importancia como bioindicadores, dado que su taxonomía y biología son conocidas, y pueden ser colectados fácilmente. Por otro lado, los niveles taxonómicos supragenéricos se mantienen dentro de amplios rangos geográficos y los niveles infragenéricos permanecen en hábitats específicos (Hall 2001). Así mismo, los escarabajos copro-necrófagos tienen buena capacidad para establecer diferencias ambientales o de cambios en el hábitat, por lo que son considerados como indicadores ecológicos (Davis *et al.* 2004; Navarrete 2009).

Por tanto, este trabajo buscó conocer la diversidad de los escarabajos necrófilos que están asociados al bosque mesófilo de montaña y responder si los sistemas agrícolas como los cafetales y los cultivos temporales permiten mantener la biodiversidad de un área o tienen algún efecto adverso sobre las comunidades de escarabajos necrófagos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El área de estudio está localizada en el ejido Benito Juárez El Plan, Cacahoatán, Chiapas, a 1459 msnm (Fig.

1). Sus coordenadas geográficas son 15° 05' 10" N y 92° 08' 50" O. En el sitio se presentaron tres hábitats, uno conservado (bosque mesófilo de montaña) y dos perturbados (cafetal de sombra y cultivo de temporal). El bosque mesófilo se caracterizó por presentar vegetación densa y encontrarse en laderas y cañadas de pendientes pronunciadas. Por su parte, el cafetal (policultivo comercial) estaba constituido por parcelas de café arábica (*Coffea arabica* L.) con árboles de sombra como chalum (*Inga* sp), caspirol (*Inga laureana* Sw.), capulín (*Tremma micrantha* Blume), limón (*Citrus* sp) y siquinay (*Vernonia deppeana* Less.) (García-González 2010). Finalmente, las parcelas de maíz y frijol, con una rotación de uso de cada tres años, formaron el hábitat denominado cultivo de temporal.

Muestreo de escarabajos. Los muestreos se realizaron en dos periodos del año, época de secas (marzo-mayo de 2010) y periodo de lluvias (agosto-octubre de 2010). Se usaron necrotrampas de tipo permanente, siendo una variante del modelo NTP-80 propuesta por Morón y Terrón (1984), las cuales fueron cebadas con pescado de río y calamar. El uso de ambos cebos se consideró fundamental para realizar un inventario más completo, ya que ambos cebos presentan diferencias entre el número de ejemplares y especies que atraen (Chamé-Vázquez *et al.* 2012). Para fines de este trabajo, se colocaron cuatro necrotrampas por hábitat, que dada las condiciones topográficas del lugar (pendientes muy abruptas) es un número conservador. Para evitar interferencias entre las trampas, se estableció una distancia mínima de 150 m entre cada una de ellas, las cuales se colocaron de manera alternadas por cebo, formando un transecto lineal dentro del hábitat. Todas las trampas se revisaron de manera quincenal, en las cuales se realizó cambio de cebo, anticongelante y alcohol, además de la recuperación del material biológico. Los insectos recolectados fueron depositados en la Colección de Insectos asociados a plantas cultivadas en la Frontera Sur (ECOSUR, Unidad Tapachula). A fin de corroborar las identificaciones, una muestra representativa de los ejemplares se envió al M. en C. Luis Leonardo Delgado Castillo, investigador del Departamento de Entomología en el Instituto de Ecología (Xalapa, Veracruz).

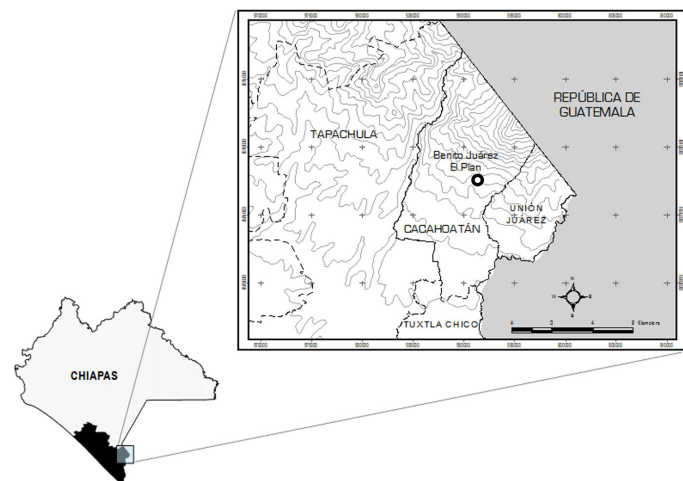


Figura 1. Localización de la zona de estudio en el estado de Chiapas, México.

Análisis de datos. La riqueza de especies fue considerada como el número de especies, mientras que la abundancia correspondió al número de individuos por cada especie. La biomasa de cada especie se obtuvo tomando 10 individuos, los cuales fueron secados a temperatura ambiente por 20 días y pesados con ayuda de una pesa analítica (Sartorius Modelo CP124S, ± 0.1 mg), para después sacar el peso promedio y multiplicarlo por el total de individuos recolectados (Arellano *et al.* 2005).

De acuerdo con la información disponible, todas las especies fueron agrupados de acuerdo a las siguientes categorías: 1) preferencia alimenticia, determinada por la predilección a la carroña (necrófagos), excremento (coprófagos) o ambos recursos (generalista); 2) estrategia de explotación del recurso (rodador o enterrador); 3) tamaño, medida con ayuda de un vernier digital y determinada por la proporción de individuos pequeños (≤ 10 mm) y grandes (> 10 mm).

Para conocer la heterogeneidad de los hábitats se calculó el índice de Shannon-Wiener y se usó la prueba t de Hutcheson para detectar diferencias estadísticas entre los valores de H' (Moreno 2001; Zar 1999). Así mismo, para conocer las similitudes entre los hábitats se usó el índice de Morisita-Horn y se agruparon mediante la técnica de agrupamiento por ligamiento promedio no ponderado (UPGMA). Dicho análisis se efectuó con el programa MVSP (Multivariate Statistical Package) versión 3.2.

RESULTADOS

Se recolectaron un total de 907 individuos de la subfamilia Scarabaeinae que comprende a cuatro tribus, siete géneros y 14 especies.

Lista de especies y datos biológicos

Scarabaeinae: Scarabaeini

Deltochilum mexicanum Burmeister, 1848

Es una especie que se distribuye desde México hasta Bolivia, siendo registrada en los estados de Hidalgo, Querétaro, Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Durango y Guerrero (Morón 2003). En Chiapas se ha reportado para los municipios de Cacahoatán, La Trinitaria, Ocozocoautla y Unión Juárez, a una altura de 1400 a 1600 (Blas y Gómez 2009; Coutiño-Ramos 2006; Delgado *et al.* 2012; Sánchez-Hernández 2013; Thomas 1993). Esta especie tuvo una preferencia por el calamar (189) y fue colectada durante los meses de marzo (65), abril (77), mayo (46), agosto (33), septiembre (39) y octubre (11), siendo muy abundante en el bosque mesófilo.

Deltochilum gibbosum sublaeve Bates, 1887

Especie de amplia distribución en México tropical y subtropical, extendiéndose por Centro América hasta Nicaragua. Los estados de la República donde se ha reportado son Chiapas, Durango, Colima, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Morelia, Nayarit, Puebla, Quintana Roo, Sinaloa, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Morón 2003). En Chiapas se le ha registrado en los municipios de Cacahoatán, Marqués de Comillas, Ocosingo, Ocozocoautla, San Fernando y Tuxtla Gutiérrez (Arellano *et al.* 2013; Blas y Gómez 2009; Morón 1987; Morón *et al.* 1985; Navarrete y Halfpeter 2008; Palacios *et al.* 1990; Sánchez-Hernández 2013). Se colectó un único ejemplar en el mes de abril, con cebo de pescado dentro del cafetal.

Scarabaeinae: Coprini

Copris matthewsi pacificus Delgado y Kohlmann, 2001

Es una especie que tiene distribución restringida en México (Chiapas), Guatemala y El Salvador (Delgado y Kohlmann 2001). Para Chiapas únicamente se ha registrado en los municipios de Ángel Albino Corzo, Cacahoatán y Unión Juárez (Coutiño-Ramos 2006; Delgado y Kohlmann 2001; Kohlmann *et al.* 2003). Esta subespecie fue colectada durante los meses de abril (1) y mayo (1), siendo exclusivo para la zona de bosque mesófilo y colectados con pescado.

Copris costaricensis dolichocerus Matthews, 1961

Esta subespecie tiene distribución restringida en México (Chiapas), Guatemala, Costa Rica y Panamá, observada entre los 1500 a 2000 msnm (Kohlmann *et al.* 2003). En Chiapas ha sido reportada para los municipios de Cacahoatán y Unión Juárez (Coutiño-Ramos 2006). Fue colectada tanto en pescado (24) como calamar (19), durante los meses marzo (24), abril (8), mayo (2), agosto (2) y septiembre (6), siendo exclusivo para la zona de bosque mesófilo.

Canthidium ardens Bates, 1887

Especie de amplia tolerancia ambiental, vive en el bosque pero además es poco afectada por la deforestación y otras alteraciones ambientales. Habita en México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá (Kohlmann y Solís 2006). Para México se ha reportado en los estados de Chiapas y Veracruz (Morón 2003; Kohlmann y Solís 2006). En Chiapas únicamente se ha registrado en Cacahoatán y Marqués de Comillas (Navarrete y Halfpter 2008). Esta especie fue colectada con pescado (8) y calamar (6), durante los meses de marzo (2), abril (4), mayo (6) y agosto (2), siendo colectado únicamente en la zona de cultivo.

Scarabaeinae: Ateuchini

Ateuchus rodriguezii (Preudhomme de Borre, 1886)

Es una especie muy común de México, distribuida por la vertiente del Pacífico desde Sinaloa hacia el sureste, América Central y Venezuela. Esta especie es citada de los estados de Chiapas, Colima, Durango, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelia, Nayarit, Oaxaca, y Sinaloa, (Morón 2003). En Chiapas se reporta para Cacahoatán, San Fernando, Ocozocoautla y Tuxtla Gutiérrez (Arellano *et al.* 2013; Kohlmann 1984; Sánchez-Hernández 2013; Thomas 1993). Parece tener una mayor preferencia por el calamar (29) y se ha colectado en los meses de abril (6), mayo (19), agosto (10), septiembre (6) y octubre (4), además de ser una especie exclusiva para la zona de cafetal.

Scarabaeinae: Phanaeini

Phanaeus endymion Harold, 1863

Tiene una distribución que abarca del Sureste de México, Guatemala, El Salvador, Belice y Honduras (Edmonds y Zidek 2012). En México se ha reportado de Chiapas, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán en altitudes al nivel del mar hasta los 2000 msnm (Morón 2003). Esta especie ha sido colectada de los municipios de Arriaga, Bochil, Cacahoatán, Chiapa de Corzo, Cintalapa, El Bosque, La Trinitaria,

Las Margaritas, Marqués de Comillas, Ocosingo, Ocozocoautla, Palenque, Simojovel, Tuxtla Chico y Tuxtla Gutiérrez (Arellano *et al.* 2013; Blas y Gómez 2009; Delgado *et al.* 2012; Edmonds 1994; Morón 1987; Morón *et al.* 1985; Navarrete y Halfpter 2008; Palacios *et al.* 1990, Sánchez-Hernández 2013; Thomas 1993). Presentó una ligera preferencia por el pescado (4) y se colectó en los meses de abril (3), septiembre (2) y octubre (1), siendo encontrados exclusivamente en cafetales.

Phanaeus amethystinus Harold, 1863

Especie de distribución restringida y sólo registrada en México. Se ha reportado de las Tierras Altas de Chiapas, Sierra Madre del Sur (Guerrero, Oaxaca) y Oriental (Veracruz hasta el sureste de Tamaulipas) (Edmonds y Zidek 2012). En Chiapas se le ha registrado de los municipios de Bochil, Cacahoatán, Cintalapa, Jitotol, La Trinitaria, San Cristóbal de las Casas, Ocosingo y Unión Juárez (Coutiño-Ramos 2006; Edmonds 1994). Tuvo una preferencia por calamar (92) y se colectó de los meses de marzo (32), abril (35), mayo (49), agosto (4), septiembre (7) y octubre (1). Aunque estuvo presente en los tres hábitats, su mayor abundancia se presentó en el bosque mesófilo (75).

Coprophanaeus corythus Harold, 1863

Especie ampliamente distribuida en Mesoamérica, siendo reportada para México, Guatemala, Belice, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Venezuela y Colombia (Edmonds y Zidek 2010). Para México se cita de los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Hidalgo, Puebla, Quintana Roo y Veracruz (Edmonds y Zidek 2010; Morón 2003). En Chiapas hay reportes de los municipios de Cacahoatán, Ocosingo, Ocozocoautla, Palenque, San Fernando, Tuxtla Gutiérrez y Unión Juárez (Arellano *et al.* 2013; Blas y Gómez 2009; Coutiño-Ramos 2006; Edmonds y Zidek 2010; Morón 1987; Morón y Márquez 2012; Morón *et al.* 1985; Navarrete y Halfpter 2008; Palacios *et al.* 1990; Sánchez-Hernández 2013). Fue recolectada tanto en pescado (3) como calamar (6), durante los meses de abril (5), mayo (2), agosto (1) y octubre (1), siendo más abundante en el cafetal (7).

Scarabaeinae: Onthophagini

Onthophagus anthracinus Harold, 1863

Se distribuye en México, Guatemala, Costa Rica y Panamá (Kohlmann y Solís, 2001). En México se ha colectado en Chiapas, Guanajuato, Oaxaca, Puebla y Veracruz (Morón 2003). Para Chiapas se cita de Teopisca, Tuxtla Gutiérrez y Unión Juárez (Morón 2003; Coutiño-Ramos 2006; Thomas 1993). Por su preferencia a los espacios abiertos, únicamente se colectó en el cultivo y atraído a calamar, durante los meses de marzo (1), abril (1) y agosto (2). Como dato adicional, solo se colectaron hembras.

Onthophagus cyanellus Bates, 1887

Es una especie común y abundante de varios hábitats húmedos entre los 1,500 y 2,200 m de altitud, siendo registrada en México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá (Kohlmann y Solís 2001). En México se le ha reportado de Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Tamaulipas y Veracruz (Morón 2003). Para Chiapas se le cita de Cacahoatán, La Trinitaria, San Cristóbal de

las Casas y Unión Juárez (Coutiño-Ramos 2006; Delgado *et al.* 2012; Thomas 1993). Tuvo una preferencia con el calamar (80), siendo colectada durante los meses marzo (25), abril (21), mayo (48), agosto (3), septiembre (11) y octubre (9).

Onthophagus incensus Say, 1835

Su rango de distribución es México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, El Salvador, Costa Rica, Panamá, Venezuela, Colombia y Ecuador (Kohlmann y Solís 2001). Para México se le conoce de Chiapas, Hidalgo, Querétaro, Tamaulipas y Veracruz (Morón 2003). Para Chiapas se le cita de los municipios de Cacahoatán, Marqués de Comillas, Ocozacoautla, Ocosingo y Unión Juárez (Coutiño-Ramos 2006; Morón y Márquez 2012; Morón *et al.* 1985; Navarrete y Halffter 2008; Thomas 1993). Esta especie fue colectada en ambos cebos, durante los meses de marzo (2) y agosto (2).

Onthophagus sp. 1

Esta especie tuvo una mayor presencia en el cultivo de temporal (147), tuvo una preferencia por el calamar (180) y se registró en los meses de marzo (21), abril (68), mayo (33), agosto (51), septiembre (13) y octubre (12).

Onthophagus sp. 2

Esta especie se colectó tanto en pescado (23) como calamar (42), durante los meses de marzo (9), abril (3), mayo (8), agosto (23), septiembre (10) y octubre (12), siendo colectadas únicamente en el cafetal.

Riqueza, abundancia y diversidad

De los siete géneros recolectados, los que tuvieron la mayor cantidad de individuos son *Onthophagus* y *Deltochilum* (73%),

además que en ellos se encontró la mayor cantidad de especies (50%). Las especies más abundantes fueron *Deltochilum mexicanum* y *Onthophagus* sp1 con el 29 y 21% del total de ejemplares, respectivamente.

Se determinó que existen diferencias significativas con respecto a los periodos de muestreo ($\chi^2 = 97.81$; $gl = 13$; $P < 0.001$), siendo el periodo de secas el mejor representado con cerca del 70% de los individuos y la totalidad de las especies ($S=14$). Cabe mencionar que *Deltochilum gibbosum sublaeve* y *Copris matthewsi pacificus* únicamente se presentaron en la temporada de secas, mientras que el resto estuvo presente en ambos periodos (Cuadro 1).

A nivel específico, la mayoría de las especies presentaron una mayor abundancia en la época de secas, no así para *Onthophagus* sp2 que tuvo una mayor representatividad en el periodo de lluvias. *Deltochilum mexicanum* y *Onthophagus* sp1 fueron las especies más abundantes en ambos periodos, mientras que *Deltochilum gibbosum sublaeve* fue la menos representada.

Los hábitats mostraron diferencias con respecto a la fauna de escarabajos necrófagos que la componen (Cuadro 1). El bosque mesófilo registró la mayor cantidad de individuos recolectados (53.9%), pero tuvo la menor representatividad en cuanto a número de especies ($S=7$). El cafetal, que tuvo el mismo número de especies que el cultivo de temporal ($S=8$), presentó el menor número de individuos recolectados (19.1%). De las especies recolectadas, tres de ellas (*Deltochilum mexicanum*, *Phanaeus amethystinus* y *Onthophagus* sp1) estuvieron presentes en los tres hábitats. Así mismo, los hábitats presentaron especies exclusivas, cuatro para el cafetal, dos para el bosque mesófilo y dos más para el cultivo de temporal. Respecto a la biomasa registrada, destacó el bosque mesófilo con el 78.03% del total registrado, mientras que el cafetal tuvo la menor biomasa (13.7%).

Cuadro 1. Abundancia de las especies de Scarabaeinae en los tres hábitats muestreados.

Especie	Bosque	Cultivo	Cafetal	Secas	Lluvia	Biomasa (g)	Preferencia	Estrategia	Tamaño
<i>Deltochilum mexicanum</i>	239	15	17	188	83	62	N	R	G
<i>Deltochilum gibbosum sublaeve</i>			1	1		0.18	N	R	G
<i>Copris matthewsi pacificus</i>	43			35	8	1.55	C	E	G
<i>Copris costaricensis dolichocerus</i>	2			2		2.67	C	E	G
<i>Canthidium ardens</i>		14		12	2	0.04	G	E	P
<i>Ateuchus rodriguezii</i>			45	25	20	0.51	G	E	P
<i>Phanaeus endymion</i>			6	3	3	1.39	N	E	G
<i>Phanaeus amethystinus</i>	75	37	16	116	12	28.73	N	E	G
<i>Coprophanaeus corythus</i>		2	7	7	2	4.27	N	E	G
<i>Onthophagus anthracinus</i>		4		2	2	0.06	C	E	P
<i>Onthophagus cyanellus</i>	94	23		94	23	2.41	C	E	P
<i>Onthophagus incensus</i>	1	3		2	2	0.01	C	E	P
<i>Onthophagus</i> sp1	36	147	15	122	76	1.88	C	E	P
<i>Onthophagus</i> sp2			65	20	45	0.65	C	E	P
Total individuos	490	245	172	629	278				

¹ N, necrófago; C, coprófago, G, generalista. ² R, rodador, E, enterrador; ³ P, pequeño; G, grande.

Los valores de H' indicaron que el cafetal fue el hábitat más diverso, mientras que el cultivo de temporal fue el hábitat menos diverso (Cuadro 2). La prueba t de Hutcheson indicó que no hay diferencia estadística en los valores de H' entre el bosque mesófilo y cultivo de temporal ($P = 0.26$), pero si en la diversidad del bosque con el cafetal ($P < 0.001$) y cultivo de temporal con cafetal ($P < 0.001$).

Referente al tamaño de los escarabajos, el bosque presentó la mayor proporción de individuos grandes, siendo lo contrario en los otros hábitats (Fig. 2). En las preferencias alimenticias, la mayor proporción de necrófagos se encontró en el bosque, mientras que los coprófagos fueron más importantes en el cultivo de temporal y cafetal (Fig. 3); es necesario señalar que los escarabajos con tendencia generalista estuvieron mejor representados en el cafetal. Otra de las claras diferencias que presentó el bosque con respecto a los gremios estudiados, fue su alta proporción de escarabajos con estrategia rodadora (al menos la mitad de los individuos perteneciente a dicho gremio), mientras que el cultivo de temporal y cafetal, la dominancia fue dada por el gremio de escarabajos enterradores (Fig. 4).

Los valores obtenidos con el índice de Morisita-Horn indican que la similitud entre los hábitats es muy baja, lo cual demuestra una clara diferencia en las comunidades de escarabajos que integran a cada uno de estos hábitats (Cuadro 2). Sin embargo, se observó que el cultivo temporal guardó una mayor relación con el bosque mesófilo, siendo menos afin con el cafetal (Fig. 5).

Cuadro 2. Valores de diversidad de Shannon-Wiener (H'), t de Hutcheson y similitud de Morisita-Horn.

	Bosque	Cultivo	Cafetal
Bosque	$H' = 1.38$	$t = -3.81, P < 0.001$	$t = 1.12, P = 0.26$
Cultivo	0.324	$H' = 1.3$	$t = -3.833, P < 0.001$
Cafetal	0.249	0.227	$H' = 1.61$

DISCUSIÓN

La riqueza de especies obtenida en este trabajo representa el 5.9% de la fauna de Scarabaeinae en México (Gómez 2013; Morón 2003), mientras que para Chiapas representa el 13% (Gómez 2013). Para el caso de la región Soconusco, cuya fauna se encuentra compuesta por 24 especies (Coutiño-Ramos 2006; Morón 1987 y 2003; Morón y López-Méndez 1985; Thomas 1993), la riqueza de Benito Juárez constituye cerca del 60% de la fauna regional.

Cabe señalar que el número de especies registradas en esta área de estudio es alto, a diferencia de otros trabajos realizados en la región, tal es el caso de Morón (1987) y Coutiño-Ramos (2006), que registraron cinco y 13 especies, respectivamente. Es necesario precisar que en el presente trabajo sólo se usaron cebos para la recolecta específica de escarabajos necrófilos y no para

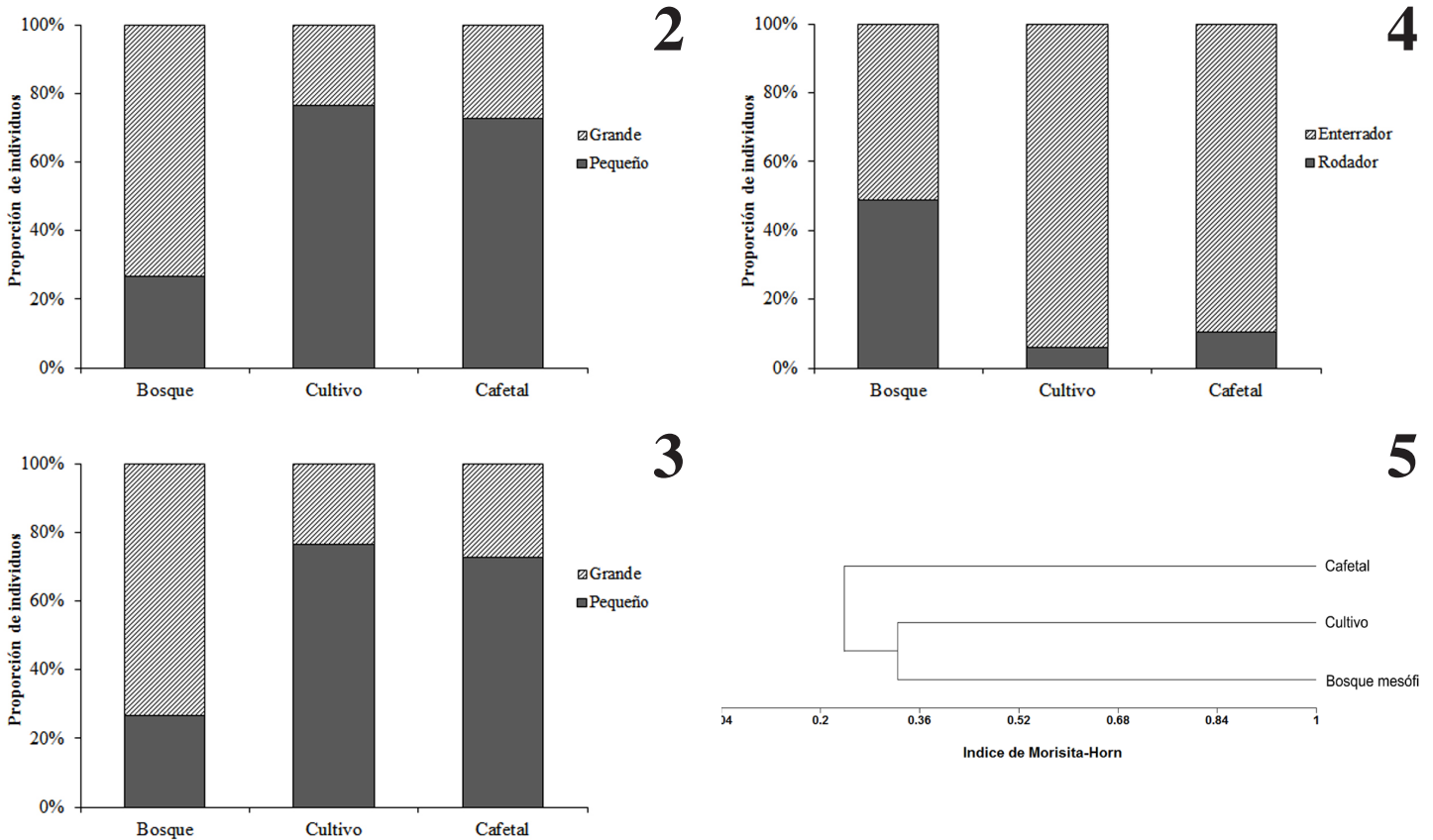


Figura 2. Proporción de especie según el tamaño de los escarabajos. Figura 3. Proporción de especies según las preferencias alimenticias. Figura 4. Proporción de especies según las estrategias de explotación del recurso. Figura 5. Agrupamiento de los tres hábitats mediante el índice de similitud Morisita-Horn

especies coprófilas, como el realizado por Coutiño-Ramos (2006) en Unión Juárez, lo cual hubiera incrementado considerablemente el número de especies.

La abundancia observada de ciertas especies de *Deltochilum*, *Onthophagus* y *Phanaeus* parece corresponder a una tendencia que suele presentarse en otros estudios en diferentes partes de México, como sucede en el centro de Veracruz (Deloya *et al.* 2007), Los Tuxtlas (Estrada *et al.* 1998), Boca de Chajul (Morón *et al.* 1985), Soconusco (Morón 1987) y Sierra Norte de Hidalgo (Morón y Terrón 1984).

En diversos estudios se ha indicado que la estacionalidad juega un papel importante en la comunidad de coleópteros, encontrándose valores más altos de riqueza y abundancia durante la estación lluviosa (e.g. Deloya *et al.* 2013; Pedraza *et al.* 2010); sin embargo, la mayor presencia de especies e individuos durante el periodo de secas puede ser explicado por la mayor cantidad de trampas inundadas y saboteadas, ya que en este periodo al menos el 35% de las trampas no tenían material biológico.

De acuerdo con los análisis realizados, se determinó que cada hábitat tiene una distintiva comunidad de escarabajos necrófagos en función de la estructura y composición misma del hábitat (tipo de vegetación). Halfftter y Arellano (2002) mencionan que la disponibilidad de alimento no es un factor determinante para las diferencias en las comunidades de escarabajos, sino el grado de transformación del hábitat original, lo cual se relaciona con los resultados obtenidos. Quintero y Halfftter (2009) indican que la conversión de selvas o bosques en nuevas áreas de cultivo o pastizales provoca cambios a nivel de microhábitat, debido a la pérdida de humedad relativa e incremento en la temperatura y luminosidad, siendo frecuente encontrar en estas áreas una mayor proporción de especies pequeñas de Scarabaeinae, con preferencia en la actividad diurna y de hábitos rodadores. Así mismo, las bajas temperaturas que predominan en el bosque mesófilo, permiten que las especies de mayor biomasa puedan colonizar y establecerse en dicho hábitat, todo esto gracias a que termorregulan eficientemente a través de medios endotérmicos (Verdú *et al.* 2007). Todo lo anterior confirma nuestras observaciones, puesto que el bosque mesófilo registró la mayor proporción de individuos de talla grande y estrictamente necrófagos.

Otro aspecto que se observó entre los hábitats fue la disminución abrupta en el número de individuos cuando se comparó entre ellos, puesto que el bosque mesófilo agrupó la mayor cantidad de especímenes colectados, disminuyendo en el cultivo y mucho más en el cafetal. Esta tendencia también la observaron García-Ramírez y Pardo-Locarno (2004) en los bosques húmedos de los Andes en Colombia, indicando que el número de individuos de escarabajos necrófagos disminuyó hasta un 91% cuando se transforma un ambiente conservado a otro menos conservado (pastizal).

Phanaeus endymion y *Deltochilum gibbosum sublaeve*, *Ateuchus rodriguezi* son especies que se distribuyen en zonas bajas, ya sea en la región o Depresión Central (Morón 1987; Sánchez-Hernández 2013), por lo que se consideran especies favorecidas por la transformación del bosque mesófilo en cafetales. La biomasa registrada en el área de estudio es ocho veces menor que la registrada por Morón (1987) en una localidad cercana al sitio de estudio. Sin embargo, esta amplia diferencia corresponde

a una sustitución ecológica que sufren los escarabajos necrófagos (Scarabaeinae) por especies de Silphidae (Coleoptera), lo cual ha sido reportado para otras zonas montañas en México (Arellano *et al.* 2005; Navarrete-Heredia y Fierros-López 1998). La familia Silphidae en Benito Juárez se compone de dos especies, *Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840) y *Nicrophorus quadrimaculatus* Matthews, 1888, siendo muy abundantes en las muestras de las necrotrampas (datos no publicados).

Horgan (2005) indica que existe una relación entre la biomasa de los escarabajos con la cantidad de materia orgánica que son capaces de procesar, siendo una medida indirecta de la cantidad de nutrientes que son reincorporados al suelo (Nichols *et al.* 2008). De esta forma, la diferencia en biomasa entre los hábitats, refleja la sensibilidad que tienen los escarabajos necrófagos a la transformación del bosque, lo cual no sucede en la misma magnitud que los escarabajos coprófagos (Amézquita y Favila 2011).

Los resultados obtenidos arrojaron una mayor riqueza en los sitios transformados y no en el bosque, lo cual también se ha observado en otras localidades, como es el caso de paisajes transformados de bosque mesófilo en Veracruz (Arellano *et al.* 2005; Deloya *et al.* 2007; Pineda *et al.* 2005). Se considera que el cafetal es un área de confluencia para especies con diferentes tolerancias ecológicas, lo cual incrementa la biodiversidad en una región (Arellano *et al.* 2005). Cabe mencionar que el cultivo de temporal, donde se observó una mayor riqueza y afinidad con respecto al bosque, fue favorecido por su ubicación entre los dos hábitats más diversos (cafetal y bosque). Por tanto, este sitio de estudio se considera un paisaje en disturbio intermedio, por lo que las comunidades de escarabajos suelen ser muy dinámicas y flexibles, tal como lo fue señalado por Halfftter *et al.* (2007) en un paisaje fragmentado de bosque mesófilo en Veracruz.

La idea de que los cafetales bajo sombra pueden ser refugios para especies que habitan en el bosque mesófilo (Perfecto *et al.* 1996), es una generalidad que no presentan muchos grupos taxonómicos. Los datos obtenidos determinaron que las especies necrófagas propias del bosque mesófilo se están perdiendo, además que existió una disminución en la abundancia y biomasa de otras especies. Esta tendencia se ha registrado en otros grupos de insectos, como por ejemplo hormigas (Hymenoptera: Formicidae), mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea) y escarabajos degradadores de madera muerta (Coleoptera: Passalidae), por lo que se determina que existe una pérdida invaluable de la biodiversidad en los agroecosistema cafetaleros (Chamé-Vázquez 2009; Philpott *et al.* 2008).

Es importante continuar con estudios más detallados con otros grupos de insectos, para así obtener un panorama completo sobre lo que sucede con la biodiversidad de la región y establecer medidas adecuadas para su protección y conservación. Así mismo, es recomendable incentivar la creación (o en su defecto, el manejo adecuado) de áreas naturales protegidas, en donde se incluyan hábitats transformados con alta riqueza biológica, creando una serie de corredores biológicos que permitan el mantenimiento de la biodiversidad en una región (Halfftter *et al.* 2007). De esta forma, la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná, decretada en el año 2003, juega un papel importante en la conservación de la biodiversidad, más aún cuando se ha empezado la gestión para su ampliación de

6378 a 46000 ha.

AGRADECIMIENTOS

En reconocimiento a sus valiosas contribuciones en taxonomía, sistemática y biogeografía, se dedica este trabajo al Dr. Mario Zunino. Agradecemos el apoyo del M. en C. Leonardo Delgado en las determinaciones de los escarabajos estudiados. Al Biol. Gibrán Sánchez por las correcciones y comentarios taxonómicos. Además de dos revisores anónimos que contribuyeron a mejorar la primera versión del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Amezquita, S. & M. E. Favila. 2011. Carrion removal rates and dial activity of necrophagous beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in a fragmented tropical rain forest. *Environmental Entomology*, 40(2): 239-246
- Arellano, L., M. E. Favila & C. Huerta. 2005. Diversity of dung and carrion beetles in a disturbed Mexican tropical montane cloud forest and on shade coffee plantations. *Biodiversity and Conservation*, 14(3): 601-615
- Arellano, L., J. L. León-Cortés, G. Halffter & J. Montero. 2013. Acacia woodlots, cattle and dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in a Mexican silvopastoral landscape. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(2): 650-660.
- Blas, M. y B. Gómez. 2009. Escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae) (pp. 75-87). En: Riechers, A., J. E. Morales y E. Hernández (Comp.). *Laguna Bélgica: Patrimonio natural e interpretación ambiental*. Instituto de Historia Natural, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Chame-Vázquez, E. R. 2009. *Diversidad de la familia Passalidae (Coleoptera) en un gradiente altitudinal en el Soconusco, Chiapas, México*. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur, Chiapas, México
- Chamé-Vázquez E.R., B. Gómez y R. J. Cancino-López. 2012. Eficiencia de dos cebos para el muestreo de coleópteros necrófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae): ¿calamar o pescado? *Lacandonia*, 6 (1): 85-91
- Coutiño-Ramos, T. A. 2006. *Análisis comparativo de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en tres ambientes diferentes en el Municipio de Unión Juárez, Chiapas, México*. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Davis, A. J., C. H. Scholtz, P. W. Dooley, N. Bham, & U. Kryger. 2004. Scarabaeinae dung beetles as indicators of biodiversity, habitat transformation and pest control chemicals in agroecosystems. *South African Journal of Science*, 100 (9/10): 415-424
- Delgado, L. & B. Kohlmann. 2001. A new species and two subspecies of *Copris* from Mexico and Central America (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Journal of the New York Entomological Society*, 109(3-4): 344-353
- Delgado, J. M., A. E. Castro-Ramírez, M. A. Morón y L. Ruiz-Montoya. 2012. Diversidad de Scarabaeoidea (Coleoptera) en la principales condiciones de hábitat de Montebello, Chiapas, México. *Acta Zoologica Mexicana (n. s.)*, 28(1): 185-210
- Deloya, C., M. Madora-A. y D. Covarrubias-M. 2013. Scarabaeidae y Trogidae (Coleoptera) necrófilos de Acahuizotla, Guerrero, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 39(1): 88-94
- Deloya, C., V. Parra-Tabla y H. Delfín-González. 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(1): 5-21
- Didham, R. K., J. Ghazoul, N. E. Stork & A. J. Davis. 1996. Insects in fragmented forests: A functional approach. *Tree*, 11(6): 255-260
- Edmonds, W. D. 1994. Revision of *Phanaeus* Macleay, a New World genus of Scarabaeinae Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Contributions in Science*, 443: 1-105.
- Edmonds, W. D. & J. Zidek. 2010. A taxonomic review of the neotropical genus *Coprophanæus* Olsoufieff, 1924 (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Insecta Mundi*, (0129): 1-111
- Edmonds, W. D. & J. Zidek. 2012. Taxonomy of *Phanaeus* revisited: Revised keys to and comments on species of the New World dung beetle genus *Phanaeus* MacLeay, 1819 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Phanaeini). *Insecta Mundi*, (784): 1-108
- Estrada, A., R. Coates-Estrada, A. Anzures & P. Cammarano. 1998. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 14(5): 577-593.
- García-González, A. 2010. *Reproducción de Oncidium poikilostalix (Kraenzl.) M.W. Chase & N.H. Williams (Orchidaceae), en cafetales en el Soconusco, Chiapas, México*. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. México
- García-Ramírez, J. C. y L. C. Pardo-Locarno. 2004. Escarabajos Scarabaeinae saprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un bosque muy húmedo premontano de los andes occidentales colombianos. *Ecología Aplicada*, 3(1-2): 59-63
- Gómez, B. 2013. Los escarabajos de Chiapas (Coleoptera: Scarabaeoidea). (pp. 207-212) En: *La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Gobierno del Estado de Chiapas, México
- Halffter, G & L. Arellano. 2002. Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape. *Biotropica*, 34(1): 144-154
- Halffter, G., E. Pineda, L. Arellano & F. Escobar. 2007. Inestabilidad of copronecrophagous beetle assemblages (Coleoptera: Scarabaeinae) in a mountainous tropical landscape of Mexico. *Environmental Entomology*, 36(6): 1397-1407
- Hall, S. 2001. *Conservación de la biodiversidad en agroecosistemas: Comparación de la diversidad de escarabajos de superficie en diversos sistemas de producción de café de sombra en costa rica*. Masters in Environmental Studies, York University
- Horgan, F. G. 2005. Aggregated distribution of resources creates competition refuges for rainforest dung beetles. *Ecography*, 28(5): 603-618
- Kohlmann, B. 1984. Biosistemática de las especies norteamericanas de género *Ateuchus* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae).

- Folia Entomológica Mexicana*, (60): 3-81.
- Kohlmann B. y A. Solís. 2001. El género *Onthophagus* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomologia*, 49(9): 159-261.
- Kohlmann B. y A., Solís. 2006 El género *Canthidium* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Norteamérica. *Giornale Italiano di Entomologia*, (11): 235-295.
- Kohlmann, B., E. Cano & L. Delgado. 2003. New species and records of *Copris* (Coleoptera: Scarabaeidae) from Central America. *Zootaxa*, (167): 1-16
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza
- Morón, M. A. 1987. The necrophagous Scarabaeinae beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) from a coffee plantation in Chiapas, Mexico: Habitats and phenology. *The Coleopterists Bulletin*, 41(3): 225-232.
- Morón, M. A. 2003. Familia Scarabaeidae (sensu stricto). (pp. 19-74). En: Morón, M. A. *Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia Vol. II Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae*. Argania Editio. Barcelona, España.
- Morón, M.A. y J. A. López-Méndez. 1985. Análisis de la entomofauna necrófila de un cafetal en El Soconusco, Chiapas, México. *Folia Entomologica Mexicana*, (63): 47-59
- Morón, M. A. y J. Márquez. 2012. Nuevos registros estatales y nacionales de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) y comentarios sobre su distribución. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83 (3): 698-711.
- Morón, M. A. y R. Terrón. 1984. Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos de la Sierra Norte de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, (3): 1-47
- Morón, M. A. y J. E. Valenzuela-González. 1993. Estimación de la biodiversidad de insectos en México; Análisis de un caso. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. Vol. Esp. (XLIV): 303-312
- Morón, M. A., J. A. Villalobos y C. Deloya. 1985. Fauna de coleopteros lamellicornios de Boca de Chajul, Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana*, (66): 57-118
- Navarrete, G. 2009. *Diversidades α , β , y γ de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeoidea) en un paisaje de selva siempre verde en Chiapas, México*. Tesis de Doctorado. Instituto de Ecología, A.C. México
- Navarrete, D. A. & G. Halffter. 2008. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) diversity in continuous forest, forest fragments and cattle pastures in a landscape of Chiapas, Mexico: the effects of anthropogenic changes. *Biodiversity and Conservation*, 17(3): 2869-2898.
- Navarrete-Heredia, J. L. y H. E. Fierros-López. 1998. Sílidos de tres localidades de Jalisco, México. *Dugesiana*, 5 (1): 49-50.
- Nichols, E., S. Spector, J. Louzada, T. Larsen, S. Amezcuita, M. E. Favila & The Scarabaeinae Research Network. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*, 11(6): 1461-1474
- Palacios-Ríos, M., V. Rico-Gray y E. Fuentes. 1990. Inventario preliminar de los Coleoptera Lamellicornia de la zona de Yaxchilán, Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana*, (78): 49-60
- Pedraza, M. del C., J. Márquez y J. A. Gómez-Anaya. 2010. Estructura y composición de los ensamblajes estacionales de coleópteros (Insecta: Coleoptera) del bosque mesófilo de montaña en Tlanchinol, Hidalgo, México, recolectados con trampas de intercepción de vuelo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81(2): 437-456.
- Perfecto, I., R. A. Rice, R. Greenberg & M. E. Van der Voort. 1996. Shade coffee: A disappearing refuge for biodiversity. *BioScience*, 46(8): 598-603
- Philpott, S. M., W. J. Arendt, I. Armbrrecht, P. Bichier, T. V. Diestch, C. Gordon, R. Greenberg, I. Perfecto, R. Reynoso-Santos, L. Soto-Pinto, C. Tejeda-Cruz, G. Williams-Linera, J. Valenzuela & J. M. Zolotoff. 2008. Biodiversity loss in Latin American coffee landscapes: Review of the evidence on ants, birds, and trees. *Conservation Biology*, 22(5): 1093-1105
- Pineda, E., C. Moreno, F. Escobar & G. Halffter. 2005. Frog, bat and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology*, 19(2): 400-410
- Quintero, I. & G. Halffter. 2009. Temporal changes in a community of dung beetles (Insecta: Coleoptera: Scarabaeinae) resulting from the modification and fragmentation of tropical rain forest. *Acta Zoologica Mexicana*, 25(3): 625-649
- Sánchez-Hernández, G. 2013. *Diversidad de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) asociados a tres ambientes en Emilio Rabasa, Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. México
- Thomas D. 1993. Scarabaeidae (Coleoptera) of the Chiapanecan forests: A faunal survey and chorographic analysis. *The Coleopterists Bulletin*, 47(4): 363-408
- Verdú, J. R., J. M. Lobo, C. Numa, I. Pérez-Ramos, E. Galante y T. Marañón. 2007. Acorn preference by the dung beetle, *Thorectes lusitanicus*, under laboratory and field conditions. *Animal Behaviour*, 74(6): 1697-1704
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4° Ed. Interactive Composition Corporation. EUA.

Recibido: 15 de octubre 2014

Aceptado: 25 de noviembre de 2014