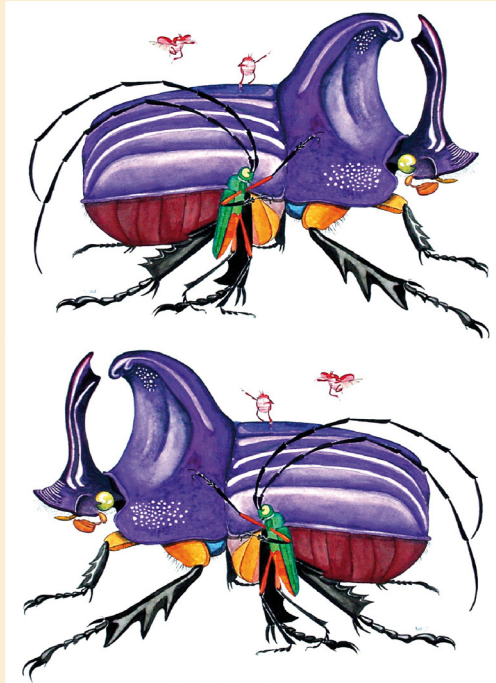


ISSN 1405-4094 (edición impresa)
ISSN 2007-9133 (edición online)

DUGESIANA



Junio 2016

Volumen 23

Número 1

DEPARTAMENTO
DE BOTÁNICA Y
ZOOLOGÍA

Disponible en línea
<http://www.revistascientificas.udg.mx/index.php/DUG/index>
<http://dugesiana.cucba.udg.mx>

Dugesiana, Año 23, No. 1, Enero-Junio 2016, 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://www.revistascientificas.udg.mx/index.php/DUG/index>, 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: José Luis Navarrete Heredia, Editor. Fecha de la última modificación 30 de junio 2016, 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.

Coleópteros necrócolos en cadáver de reptil, ave y mamífero en un Bosque de Pino perturbado y en una zona de cultivo de maíz en Zapopan, Jalisco, México

Necrocolous beetles from reptile, bird and mammal's corpses from disturbed pine forest and corn crop in Zapopan, Jalisco, Mexico

López-Caro, Jessica Berenice, *Georgina Adriana Quiroz-Rocha, José Luis Navarrete-Heredia y Benjamín Hernández

Entomología, Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara. Apartado postal 134, 45100 Zapopan, Jalisco, México. *gaquiroz@cucba.udg.mx. *Autor para correspondencia.

RESUMEN

Se presenta información sobre la composición de especies de coleópteros asociados a cadáveres de reptil (*Iguana iguana* Linnaeus, 1758), de ave (*Columba livia* Gmelin, 1789), y de mamífero (*Rattus norvegicus albinus* Berkenhout, 1769); en bosque de pino perturbado (BP) y una zona de cultivo de maíz (ZC) en Zapopan, Jalisco, México. Los sitios se encuentran ubicados a 1668 y 1660 m snm de altitud respectivamente. Se colectaron 1,033 individuos; 787 en BP y 246 en ZC. En total se contabilizaron 59 morfoespecies, 26 compartidas, 14 exclusivas en BP y 19 en ZC; 18/20 en reptil, 28/28 en ave y 19/23 en mamífero respectivamente. La familia Leiodidae, seguida de Scarabaeidae fueron las más abundantes. Se encontraron diferencias significativas en las abundancias entre ambos sitios y entre cadáveres. ZC fue la más diversa; el cadáver de reptil en ZC fue el que presentó el mayor índice de diversidad, mientras que en BP fue el ave. Los coleópteros se agruparon como: necrobios, necrófilos depredadores, necrófilos saprófagos, necrófilos copronecrófagos, y necroxenos fitófagos, siendo los necrófilos depredadores los que presentaron mayor abundancia y riqueza específica.

Palabras clave: Coleoptera, necrócolos, cadáveres, diversidad.

ABSTRACT

Information on the composition of species of beetles associated with carcasses of reptile (*Iguana iguana* Linnaeus, 1758), bird (*Columba livia* Gmelin, 1789) and mammalian (*Rattus norvegicus albinus* Berkenhout, 1769) in disturbed pine forest (BP) and a corn crop area (ZC) in Zapopan, Jalisco, Mexico is presented. The collecting areas are located at 1,668 and 1,660 m aasl respectively. 1,033 individuals were collected; in BP 787 and 246 in ZC. 59 morphospecies were collected, 26 in both sites, 14 and 19 morphospecies were recorded exclusively in BP and in ZC respectively; 18/20 in reptile, bird 28/28 and, 19/23 in mammalian respectively. The beetles were grouped as: necrobious (necrophagous), necrophilous (predators, copronecrophagous and saprophagous) and necroxenes (herbivores), predators were the richest guild in species and abundance. The family Leiodidae, followed by Scarabaeidae were the most abundant. Considering the abundance there are significant differences between both sites and between kind carcass, however, the differences are not significant in terms of richness. ZC was the most diverse; reptile's body was in ZC which had the highest diversity index, while in BP was the bird.

Key words: Coleoptera, necrocolous, carcass, diversity.

El orden Coleoptera corresponde al grupo más diverso dentro del reino animal, así como de cualquier grupo de seres vivos. A nivel mundial se reconocen 210 familias, incluyendo aquellas representadas exclusivamente por fósiles (Bouchard *et al.* 2010). Hasta agosto de 2013 se tenían descritas 392,415 especies (Zhang 2013). Esta diversidad se ha atribuido, además de la evolución del vuelo y de sus ciclos de vida (Misof *et al.* 2014); a la presencia de élitros, alas modificadas que le dan protección a las alas membranosas y a las partes blandas del cuerpo, además de que evitan la pérdida de agua y otros líquidos vitales (Bouchard 2014), razón por la cual se encuentran en un gran variedad de ambientes y microhábitats (Kremen *et al.* 1993, Jansen 1997, Bouchard 2014), entre ellos, hojarasca, troncos, flores, hongos, frutos, animales en descomposición.

Los insectos que se encuentran asociados a cadáveres con frecuencia se designan indistintamente como necrófilos (Morón y Terrón 1984; Deloya *et al.* 1987; Jiménez-

Sánchez *et al.* 2000, entre otros) o necrófagos (Morón 1987). Sin embargo, Fichter (1949) establece de manera clara la diferencia entre necrofilia y necrofagia indicando: “*necrophily is often confused with necrophagy, and many reports indicate that the majority of coleopterous insects found in association with carrion are predatory, feeding on the dipterous larvae common to carrion, and that slightly decomposed carrion is preferred to that which is strongly decomposed*”. Con base en lo anterior y considerando el tipo de asociación que tienen los insectos con los cadáveres, en este trabajo se sigue la propuesta de considerar como necrócolos a los insectos que habitan en los cadáveres. Dentro de éstos se reconocen: necrobios (necrófago que su ciclo de vida depende de la carroña), necrófilos (depredadores que llegan a la carroña para alimentarse de otros organismos, saprófagos que se alimentan de materia orgánica en descomposición) y necroxenos (habitantes accidentales) (Labrador 2005, Naranjo-López y Navarrete-Heredia 2011), en el caso de los coleópteros se pueden

reconocer diferentes gremios tróficos en función de su preferencia alimentaria, conociéndose especies rizófagas, foliófagas, espermatófagas, micófagas y saprófagas (hongos, plantas y animales) (Navarrete-Heredia 2010 y Navarrete-Heredia *et al.* 2012)

En México los estudios sobre coleópteros necrócolos son generalmente inventarios con datos adicionales de historia natural o ecología, por ejemplo: Morón y Terrón (1984) (realizado en localidades del norte de Hidalgo), Morón y López-Méndez (1985) (en cafetales de Chiapas), Morón *et al.* (1986) (en localidades de la Reserva de la Biosfera Sian Kan, Quintana Roo), Deloya *et al.* (1987) (en sitios de Jojutla, Morelos), Acuña (2004) (localidades en la Sierra Norte de Puebla), Trevilla-Rebollar *et al.* (2010) (en el Estado de México), Jiménez-Sánchez *et al.* (2011) (en Malinalco, Estado de México). En estos trabajos se ha utilizado necrotrampas, en muchos casos, cebadas con calamar o pulpo. Una lista más amplia sobre los trabajos realizados sobre insectos necrócolos puede ser consultada en Rodríguez-Olivares *et al.* (2015).

Debido al conocimiento taxonómico apropiado de algunas familias de coleópteros necrócolos y a la estandarización de los métodos de estudio (Morón y Terrón 1984, Rodríguez y Navarrete-Heredia 2014), particularmente las especies pertenecientes a Scarabaeidae han sido consideradas para la interpretación y evaluación de la diversidad biológica local y regional (Halffter *et al.* 1992). En este contexto, ha sido posible determinar que la composición del ensamble de coleópteros necrócolos varía en función de la región geográfica, estación del año y tipo de vegetación.

El uso de cadáveres animales en muchos casos ha estado restringido a la utilización de cadáveres de cerdo debido en gran parte a que los estudios tienen un enfoque forense (Lannacone 2003, Battán-Horestein *et al.* 2005, Liria-Salazar 2006, Salazar-Ortega 2008, Martínez *et al.* 2009, Battán-Horenstein *et al.* 2010, Ramos-Pastrana *et al.* 2014). Se encontró un trabajo que incluye información sobre insectos en cadáveres de animales silvestres para México: Sánchez-Álvarez y Cupul-Magaña (2012) quienes documentan la sucesión de moscas en cocodrilo americano, registrando la presencia de tres géneros de la familia Calliphoridae, por primera vez se documentó el proceso de colonización de moscas de esta familia sobre cadáveres de juveniles de cocodrilo americano. El trabajo se realizó en un relicto de vegetación de Bosque de Galería en Puerto Vallarta, Jalisco. Por otra parte, el trabajo clásico de Cornaby (1974) proporciona información sobre la sucesión del ensamble de insectos en cadáveres de iguana y sapo en un bosque tropical seco y húmedo de Costa Rica. En este estudio se registran especies de las familias Scarabaeidae, Staphylinidae e Histeridae. En el bosque seco se encontraron además especímenes de Dermestidae. De Jong y Chadwick (1999) utilizan conejos en Bosque de Coníferas a elevadas altitudes en Colorado, EUA y encuentran Scarabaeidae, Silphidae, Dermestidae y Leiodidae. Kocárek (2003) en un estudio con cadáveres de ratas realizado en Pradera y Bosque caducifolio en Opava, República Checa registra a 22 familias de Coleoptera, siendo las más abundantes Silphidae, Leiodidae y Staphylinidae en Pradera, mientras que en el Bosque caducifolio Trogidae, Cleridae, Dermestidae y Staphylinidae; las

agrupa en gremios tróficos: necrófagos de las familias Silphidae, Trogidae, Dermestidae y Nitidulidae; saprófagos como Hydrophilidae, Leiodidae y algunas especies de Staphylinidae; depredadores como Histeridae, Silphidae, Staphylinidae y Cleridae; accidentales como Carabidae, Silphidae, Leiodidae, Scydmaenidae, Staphylinidae, Pselaphidae, Anobidae, Rizophagidae, Nitidulidae, Cryptophagidae, Endomichidae y Latrididae.

Con base en lo anterior, en este trabajo se describe la composición y diversidad de coleópteros asociados a cadáver de reptil, de ave y de mamífero, en dos localidades ubicadas a una altitud similar pero con distinto tipo de vegetación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo de campo se realizó en dos sitios al norte del municipio de Zapopan, Jalisco: a) bosque de pino perturbado (BP) ubicado en el Bosque La Primavera (20°43'29.41"N y 103°30'53.32"O a 1,668 m snm) y, b) zona de cultivo de maíz (ZC) en el Campo Experimental del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), ubicado en el predio Las Agujas, Nextipac (20°44'39.55"N y 103°30'34.54" O a 1,660 m snm) (Fig. 1).

Trabajo de campo y trabajo de gabinete

En cada sitio se colocaron tres charolas de plástico enterradas a nivel del suelo. A cada charola se adicionó una capa delgada de suelo. Por sitio se colocó un cadáver de reptil (R) [*Iguana iguana* (Linnaeus, 1758)], uno de ave (A) (*Columba livia* Gmelin, 1789) y uno de mamífero (M) (*Rattus norvegicus albinus* Berkenhout, 1769). Los cadáveres de las iguanas fueron donados por una tienda de mascotas, los de paloma se colectaron en las calles de la ciudad de Guadalajara, recién muertas y los de rata se solicitaron a un bioterio. Los ejemplares, se conservaron congelados hasta su ubicación en los sitios de estudio. El tiempo de congelación fue entre 12 y 30 días. En cada sitio, los cadáveres se colocaron con una separación de 100 metros entre sí. Se protegieron con malla de alambre, fijada al suelo con estacas, cubiertas con jabs de plástico y lonas para evitar su remoción e inundación (Figs. 2-5).

El muestreo se realizó durante 14 días consecutivos, del 10 al 23 de julio del 2012 (tiempo en el que se completó la descomposición de los cadáveres). Las colectas se realizaron entre las 7:00 y 9:00 horas. Se obtuvieron 84 muestras, seis por cada día de muestreo.

Los especímenes se colectaron de manera directa y se preservaron en alcohol al 70%. Posteriormente se separaron por morfoespecie, se montaron, etiquetaron y se determinaron hasta la categoría taxonómica inferior posible. Para la determinación de los ejemplares se utilizaron los trabajos de Delgado *et al.* (2000), Morón *et al.* (1997), Morón (2003), Navarrete-Heredia *et al.* (2002) y Navarrete-Heredia (2009). Las morfoespecies se ubicaron en gremios tróficos en función de su preferencia alimentaria: necrobios (N), necrófagos que se alimentan de animales muertos y su ciclo de vida depende de la carroña; depredadores (D), los que cazan a sus presas para alimentarse de ellas dentro de la carroña; saprófagos (S), los que se alimentan de cualquier tipo de materia orgánica en descomposición;



Figura 1. Sitios de muestreo. Bosque de pino perturbado (BP) en el Bosque La Primavera y zona de cultivo de maíz (ZC) en el Campo Experimental del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), predio Las Agujas, Nextipac.



Figuras 2-5. Cadáveres colocados en campo. 2. Reptil, 3. Ave, 4. Mamífero 5. Vista de la trampa protegida por una caja de plástico y lona para evitar saqueo e inundación; en el interior se localiza el cadáver.

copronecrófagos (C), los que se alimentan de excremento de vertebrados y/o de carroña si el recurso está disponible; fitófagos (F), los que se alimentan de cualquier parte de las plantas. (Morón *et al.* 1997; Arnet y Thomas 2001; Arnet *et al.* 2002; Navarrete-Heredia *et al.* 2002; Morón 2003; Pedraza *et al.* 2010).

Los ejemplares están depositados en la Colección Entomológica del Centro de Estudios en Zoología, Universidad de Guadalajara (CZUG).

Análisis de datos

Para valorar el esfuerzo de muestreo, se obtuvo el porcentaje de diversidad observada respecto de la esperada con un análisis de Bootstrap para cada cadáver y sitio de muestreo. Para evaluar las diferencias entre las localidades y tipos de cadáver se realizaron pruebas de χ^2 contrastadas por: a) total de individuos colectados por localidad y cadáver y b) total de especies registradas por localidad y cadáver. Las diferencias entre gremios tróficos por localidad y tipo de cadáver se evaluaron con una prueba de ANOVA. Las pruebas se realizaron con ayuda del software R Core Team (2013).

La diversidad de Coleoptera en los cadáveres de cada tipo de vegetación se evaluó considerando el índice de Shannon-Weaver (H') y el índice de dominancia (1-D). Los análisis se realizaron en el programa PAST ver. 3.04 (Hammer *et al.* 2001). Para observar la estructura de la abundancia de las especies de coleópteros se generaron curvas de rango-abundancia por cadáver.

La similitud de los coleópteros asociados a cadáveres se evaluó con base en el índice de Morisita-Horn. Para contrastar la estructura de la coleóptero-fauna necrócola se realizó la prueba no paramétrica de escalamiento multidimensional (NMDS); para estos análisis se utilizó el paquete VEGAN en el software R (Oksanen *et al.* 2013 en R Core Team 2015).

RESULTADOS

Se colectaron 1,033 adultos de Coleoptera correspondientes a 59 morfoespecies (Cuadro 1). Las especies pertenecen a 16 familias de las cuales Leiodidae fue la más abundante, seguida de Scarabaeidae; En BP las familias que presentaron mayor abundancia fueron Leiodidae (40%), Scarabaeidae (30%) y Staphylinidae (14%), mientras que en ZC correspondió a Histeridae (28%), Carabidae (26%) y Scarabaeidae (21%) (Fig. 6). De las 59 morfoespecies, 26 fueron compartidas en ambas localidades; En BP se colectaron 40 especies, 14 de éstas son exclusivas, mientras que en ZC fueron 45, de las cuales 19 son exclusivas, no se observaron diferencias significativas con respecto a la riqueza. ($X^2=0.5827$, $df=1$, $P=0.4452$). Con base en el análisis no paramétrico de Bootstrap en todos los casos se obtuvo más del 80% de la riqueza esperada, excepto en el cadáver de mamífero de ZC en el que se colectó el 78%. La abundancia por zona de estudio muestra valores contrastantes con diferencias significativas ($X^2=296.40$, $df=1$, $P=2.2E-16$) (Cuadro 2): en BP se colectaron 787 individuos mientras que en ZC sólo 246.

En BP la mayor riqueza se presentó en el cadáver de ave con 28 especies, seguido del cadáver de mamífero y el reptil con 19 y 18 respectivamente. La abundancia presenta

un patrón similar: ave (489 individuos), mamífero (172) y reptil (126). Entre los cadáveres de esta localidad no hay diferencia significativa en cuanto a la riqueza de especies pero sí en cuanto a sus abundancias ($X^2=297.80$, $df=2$, $P=2.2E-16$). Este patrón de riqueza y abundancia fue similar para los cadáveres ubicados en ZC: ave (28 especies, 111 individuos), mamífero (23 con 96) y reptil (20 con 39) ($X^2=47.2521$, $df=2$, $P=2.2E-16$).

Al considerar la riqueza y abundancia por tipo de cadáver, las diferencias significativas se encontraron exclusivamente a nivel de abundancia [Reptiles ($X^2=59.079$, $df=1$, $P=2.2E-16$), aves ($X^2=238.14$, $df=1$, $P=2.2E-16$) y mamíferos ($X^2=20.9108$, $df=1$, $P=2.2E-16$)].

En ZC se presentó la mayor diversidad y equitatividad (Cuadro 1 y 2). En BP el cadáver de ave presentó la mayor diversidad de coleópteros necrócolas; se encontró que hay diferencias significativas entre la diversidad presente en el ave con respecto a la del reptil ($t_{A-R}=-2.6286$, $p=0.0092$), pero no entre la del ave y el mamífero y la del reptil con el mamífero ($t_{A-M}=-1.80$, $p=0.07$; $t_{R-M}=-0.85$, $p=0.39$). En ZC, la mayor diversidad se observó en el cadáver de reptil, y no se encontraron diferencias significativas entre los cadáveres ($t_{A-R}=0.02$, $p=0.98$; $t_{R-M}=-0.19$, $p=0.84$; $t_{A-M}=0.24$, $p=0.80$).

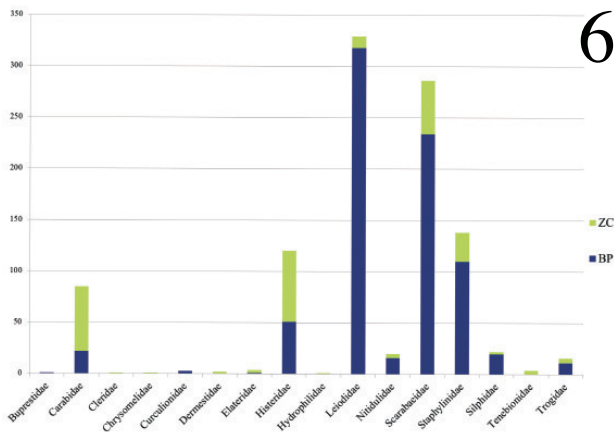
Los valores de diversidad entre los tipos de cadáver de cada zona de estudio muestran diferencias significativas en las aves ($t=-3.41$, $p=0.0007$), pero no entre los reptiles y los mamíferos ($t_R=4.21$, $p=5.4908E-05$; $t_M=-4.6831$, $p=4.6587E-06$).

La composición por gremios tróficos presentó una dominancia de morfoespecies depredadoras (33 spp.), seguido de las especies necrobias (10 spp.), saprófagas (6 spp.), copro-necrófagas (2 spp.) fitófagas (8 spp.) (Cuadro 1 y 3).

La proporción de morfoespecies por gremio trófico en cada uno de los cadáveres de ambos tipos de vegetación mostró diferencias significativas ($F_{gremio}=50.98$, $df=4$, $P=8.148e-11$), siendo los necrófilos depredadores el gremio que presentó el mayor número de morfoespecies (13 ± 2.6), seguida de los necrobios (3.5 ± 2), necrófilos saprófagos [(4 ± 0.83) de los cuales: necrófilos copro-necrófagos (1.5 ± 0.83)] y necroxenos fitófagos (2 ± 1.6). Por tipo de vegetación y entre cada uno de los cadáveres no hay diferencias significativas (Fig. 7).

Las curvas de rango-abundancia muestran un patrón de equitatividad para la zona de cultivo y de dominancia para el bosque de pino. En este contexto las especies necrobias y necrófilas saprófagas juegan un papel relevante debido a su asociación estrecha con los cadáveres (Fig. 8). Para ZC las especies más relevantes son: *Coprophanaeus pluto*, *Ptomaphagus* sp., *Copris klugi*, *Dichotomius amplicollis*, *Trox* sp. y la morfoespecie de Dermestidae. Por el contrario, en BP las especies fueron: *Ptomaphagus* sp., *Oniticellus rhinocerulus*, *Copris klugi*, *Oxelytrum discicolle*, *Trox* sp., *Dichotomius amplicollis*, *Nicrophorus olidus*, *Deltotichilum scabriosculum* y *Coprophanaeus pluto*.

Con base en el índice de Morisita-Horn se observa una clara separación en la composición del ensamble de coleópteros por tipo de vegetación más que por tipo de cadáver. En ambos casos, la mayor similitud se presenta entre los cadáveres de ave y mamífero, con los valores más altos para el bosque de pino (Fig. 9).



6

ellas son depredadores, el 23 % son necrobios o saprófagos y el 17 % son fitófagos necroxenos, mientras que en BP los porcentajes son 70 %, 10 %, 20 % respectivamente.

DISCUSIÓN

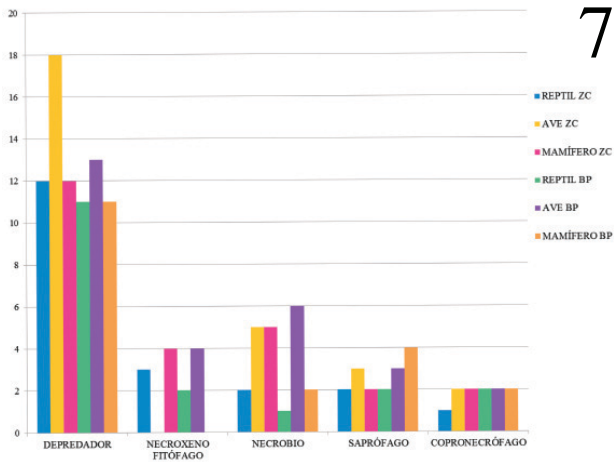
Los estudios sobre coleópteros necrócolos en México muestran una marcada preferencia por el uso de necrotampas cebadas con calamar, pulpo, pescado o vísceras de pollo. Ocasionalmente se han utilizado otros modelos animales, como por ejemplo cerdos (Quiroz-Rocha *et al.* 2008) o cocodrilos (Sánchez-Álvarez y Cupul-Magaña 2012), además de muestrear en zonas con un gradiente altitudinal. Nuestro trabajo incorporó modelos animales que con frecuencia pueden encontrarse en los ambientes de estudio: reptiles, aves o mamíferos, además de haber sido realizado en condiciones similares de altitud.

En este contexto, un aspecto relevante de los datos indican que el esfuerzo de muestreo es el adecuado por arriba del 80%, excepto en el caso del cadáver de mamífero de ZC en el que solo se colectó el 78%; cabe resaltar que la carroña es un recurso efímero y discontinuo en el espacio y tiempo (Favila 2001), por lo que no se puede aumentar el esfuerzo de muestreo.

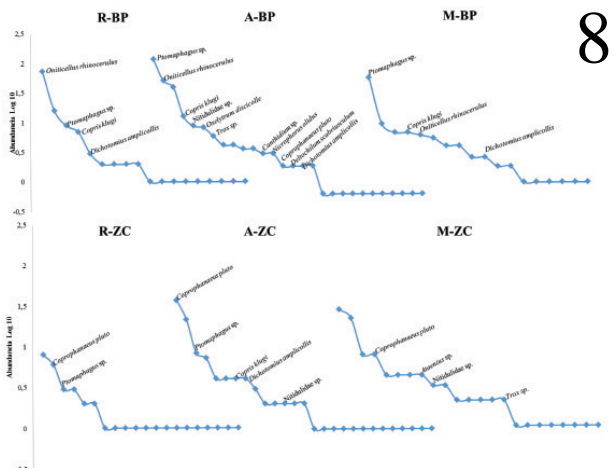
Los resultados obtenidos muestran que independientemente del tipo de cadáver que se utilice, no hay diferencias significativas en cuanto a la riqueza específica (entre sitios, entre cadáveres de cada sitio y entre cadáveres similares colocados en cada uno de los sitios). Sin embargo, las diferencias se presentan a nivel de dominancia. En general, el bosque de pino presenta mayor número de individuos y el cadáver de ave presentó la mayor riqueza y abundancia. Un trabajo similar realizado en la región de Mascota, Jalisco, mostró patrones similares, pero a diferencia de aquel, el número de especies de Scarabaeidae fue menor tanto en diversidad como en abundancia. Parte de esas diferencias pueden atribuirse al tamaño y al tipo de cadáver utilizado: cerdo en lugar de ave, reptil o mamífero (Quiroz-Rocha 2008).

A pesar de que en ambientes arbolados o zonas forestales se han encontrado sitios con pocas especies necrócolas (González-Hernández *et al.* 2015), la idea generalizada sugiere una mayor diversidad en ambientes forestales. Considerando a las zonas de estudio como bosque (bosque de pino) y zona intervenida (cultivo de maíz), en términos de abundancia se confirmó la presencia de más especímenes para el bosque de pino; sin embargo, el valor de diversidad fue mayor en la zona de cultivo debido a la mayor equitatividad de las especies colectadas. La posible explicación es lo encontrado en el Santuario de Bosque de Niebla (SBN), que a pesar de ser un remanente de bosque mesófilo de montaña conserva una alta riqueza específica de escarabajos Scarabaeinae y Silphidae, sin embargo, al parecer en el SBN, no existe una suficiente fauna de vertebrados u otros agentes que pudieran facilitar una mayor disponibilidad de excremento que aseguren una mayor riqueza y abundancia de especies de escarabajos coprófagos (Cruz 2015), en el caso de ZC, se puede deber a que no hay suficiente disponibilidad de recurso de carroña para que la abundancia de algunas de las especies necrobias y necrófilas sea dominante.

La zona de cultivo al ser un espacio abierto y perturbado, permite la presencia de ciertas especies como



7

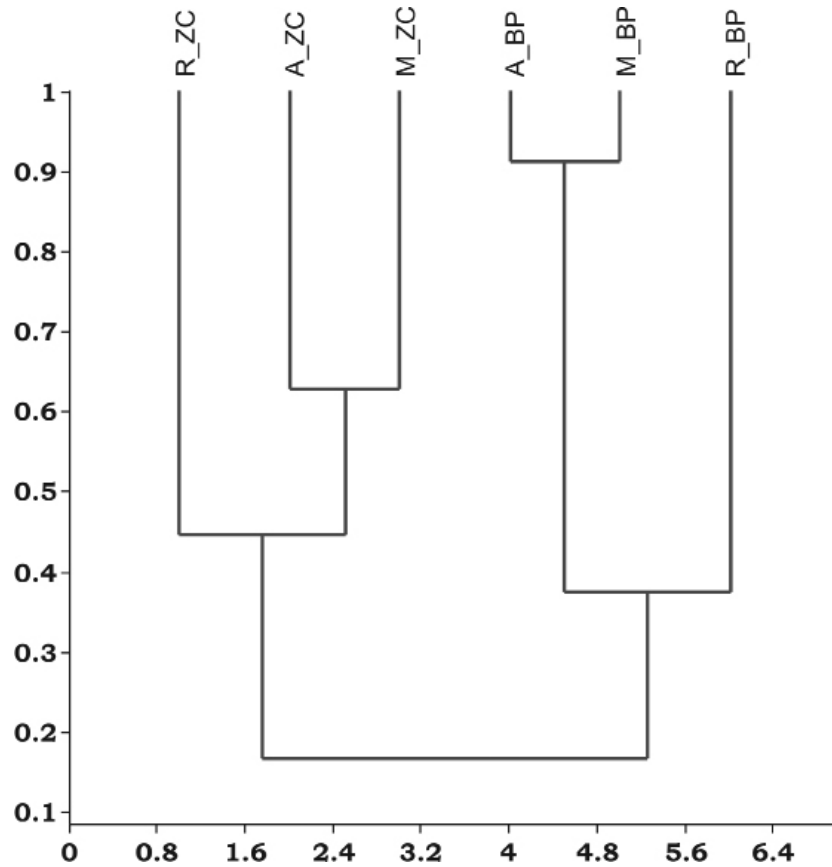


8

Figura 6. Abundancia por familia de Coleoptera asociados a cadáveres en dos tipos de vegetación (BP. Bosque de Pino perturbado; ZC. Zona de Cultivo de maíz). Figura 7. Gremios tróficos. BP. Bosque de Pino perturbado; ZC. Zona de Cultivo de maíz. Figura 8. Rango-abundancia R. reptil, A. ave, M. mamífero. BP. Bosque de Pino perturbado; ZC. Zona de Cultivo de maíz.

El análisis de NMDS (Fig. 10) muestra que la estructura de la comunidad de coleópteros asociados a los diferentes tipos de cadáveres está determinada por las especies exclusivas que se encontraron en ellos, siendo 19 en ZC y 14 en BP, cabe destacar dos aspectos, del 75 % estas morfoespecies sólo se colectó un ejemplar, en ZC el 60 % de

9



10

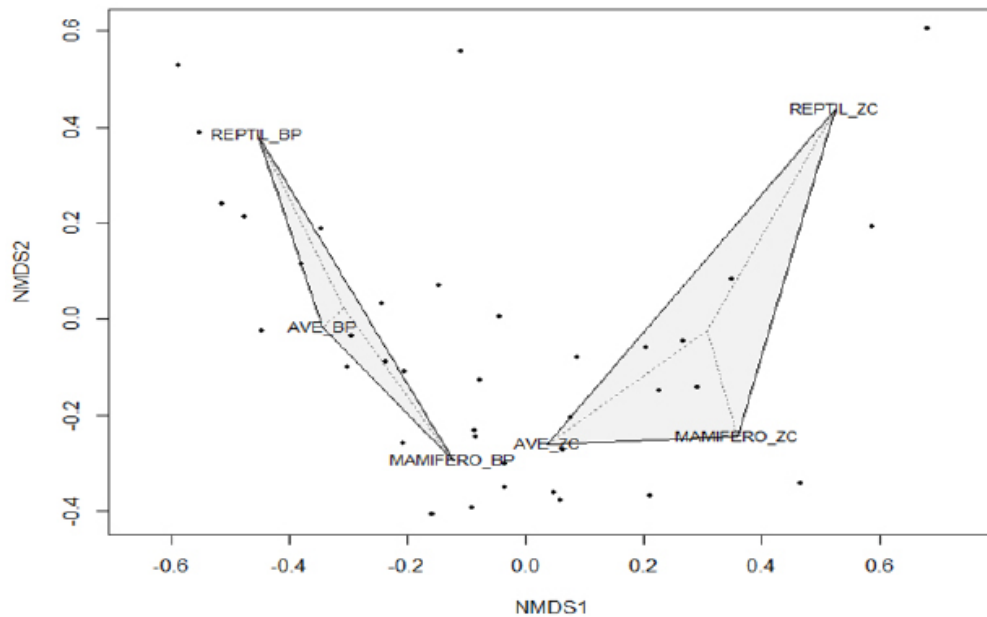


Figura 9. Dendrograma de similitud de Morisita. BP. Bosque de Pino perturbado; ZC. Zona de Cultivo de maíz. Figura 10. Prueba no paramétrica de escalamiento multidimensional (NMDS); BP. Bosque de Pino perturbado; ZC. Zona de Cultivo de maíz.

Thanatophilus truncatus que se ha reportado en este tipo de zonas (Anderson y Peck 1985; Quiroz-Rocha 2008) y mayor número de especies depredadoras.

Como en otros estudios (De Jong 1999, Kocárek 2003), la mayor abundancia tiene una marcada influencia de parte

de las especies necrobias y saprófagas, pero la riqueza muestra valores mayores para el gremio de especies necroxenas. En este contexto, las especies pertenecientes a las familias Leiodidae, Dermestidae, Silphidae, Scarabaeidae y Trogidae son las más relevantes.

Las especies necrófilas no son específicas sobre un tipo de carroña (Kocárek 2003). Con base en índice de Morisita-Horn se observa una clara separación en la composición del ensamble de coleópteros por tipo de vegetación más que por tipo de cadáver. En ambos casos, la mayor similitud se presenta entre los cadáveres de ave y mamífero, con los valores más altos para el bosque de pino. Este trabajo coincide con la propuesta de Quiroz-Rocha *et al.* (2008) donde mencionan que las diferencias del ensamble de coleópteros necrócolos están en función del tipo de vegetación o características del ambiente más que en función de la altitud como ha sido sugerido en otros trabajos (Deloya *et al.* 1987, Morón y Terrón 1984, Jiménez-Sánchez *et al.* 2000, Acuña 2004).

Farwig *et al.* (2014) mencionan que localidades con temperaturas bajas incrementa la dominancia de ciertas especies y hay menor número de especies con hábitos necrófagos. Es recomendable el uso de variables ambientales para determinar los factores que influyen en los patrones de diversidad. Además de realizar más estudios exhaustivos para evaluar la posible preferencia hacia un tipo de cadáver de aquellas especies que entran en la categoría de los necrobios y necrófilos saprófagos dada su importancia como degradadores en los ecosistemas.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó como parte del proyecto Fauna Urbana y Periurbana: Diversidad y distribución, apoyado por PROMEP. La primera autora fue becaria de dicho proyecto. Se agradece a los revisores anónimos por sus comentarios al manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Acuña, J.A. 2004. *Coleópteros necrófilos (Scarabaeidae, Silphidae, Staphylinidae e Histeridae) de la Sierra Norte de Puebla, México*. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de México, Estado de México, México.
- Anderson, R.S. and S. B. Peck. 1985. *The insects and arachnids of Canada and Alaska, part 13. The carrion beetles of Canada and Alaska (Coleoptera: Silphidae and Agyrtidae)*. Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa, Publication 1778 (North American species, Keys).
- Arnett, R. H. and M. C. Thomas. (eds.). 2001. American beetles. Archostemata, Myxophaga, Adepfaga, Polyphaga: Staphyliniformia, vol. 1. CRC, Boca Raton, Florida.
- Arnett, R. H., M. C. Thomas, P. Skelley and J. H. Frank. (eds.). 2002. American beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionioidea, vol. 2. CRC, Boca Raton, Florida.
- Battán-Horenstein, M., M. I. Arnaldos, B. Rosso y M. D. García. 2005. Estudio preliminar de la comunidad sarcosaprófaga en Córdoba (Argentina): aplicación a la entomología forense. *Anales de Biología*, 27: 191-201.
- Battán-Horenstein, M., X. Linhares, B. Rosso De Ferrada and D. García. 2010. Decomposition and dipteran succession in pig carrion in central Argentina: ecological aspects and their importance in forensic science. *Medical and Veterinary Entomology*, 24:16-25.
- Bouchard, P., Y. Bousquet, A.E. Davies, M.A. Alonso-Zarazaga, J.F. Lawrence, C.H.C. Lyal, A.F. Newton, C.A.M. Reid, M. Schmitt, S.A. Ślipiński and A.B.T. Smith. 2010. Family-group names in Coleoptera (Insecta). *ZooKeys*, (88): 1-972.
- Bouchard, P. 2014. *The Book of Beetles*. University of Chicago, Chicago.
- Cornaby, B. W. 1974. Carrion Reduction by Animals in Contrasting Tropical Habitats. *Biotropica*, 6 (1): 51-63.
- Cruz, V. 2015. *Diversidad de Coleópteros Copro-Necrófagos (Scarabaeidae, Scarabaeinae) y Necrófagos (Silphidae) del Santuario de Bosque de Niebla "Francisco Javier Clavijero", Xalapa, Veracruz*. Tesis Licenciatura, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.
- De Jong, G.D. and J. W. Chadwick. 1999. Decomposition and Arthropod succession on exposed rabbit carrion during summer at high altitude in Colorado, USA. *Journal of Medical Entomology*, 36 (6): 833-845.
- Delgado, L., A. Pérez y J. Blackaller. 2000. Claves para determinar a los taxones genéricos y supragenéricos de Scarabaeoidea Latreille, 1802 (Coleoptera) de México. *Folia Entomológica Mexicana*, (110): 33-87.
- Deloya, C., G. Ruíz-Lizárraga y M.A. Morón. 1987. Análisis de la entomofauna necrófila de la Región de Jojutla, Morelos, México, México. *Folia Entomológica Mexicana*, (73): 157-171.
- Farwig, N., R. Brandl, S. Siemann, F. Wiener y J. Müller. 2014. Decomposition rate of carrion is dependent on composition not abundance of the assemblages of insect scavengers. *Oecologia*, 175 (4): 1291-1300.
- Favila, M. E. 2001. Historia de vida y comportamiento de un escarabajo necrófago: *Canthon cyanellus cyanellus* LeConte (Coleoptera: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana*, (40): 245-278.
- Fichter, G. S. 1949. Necrophily vs. Necrophagy. *Ohio Journal of Science*, 49 (5): 201-204.
- González-Hernández, A. L., J. L. Navarrete-Heredia, G. A. Quiroz-Rocha y C. Deloya. 2015. Coleópteros necrócolos (Scarabaeidae: Scarabaeinae, Silphidae y Trogidae) del Bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86 (3): 764-770.
- Halffter, G., M.E. Favila and V. Halffter. 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forest and derived ecosystems. *Folia Entomológica Mexicana*, (84): 131-156.
- Hammer, O., D. A. T. Harper and D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*, 4: 9.
- Jansen, A. 1997. Terrestrial invertebrate community structure as an indicator of the success of a tropical rainforest restoration project. *Restoration Ecology*, 5 (2): 115-124.
- Jiménez-Sánchez, E., O.M. Juárez-Gaytán y J.R. Padilla-Ramírez. 2011. Estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) necrófilos de Malinalco, Estado de México. *Dugesiana*, 18 (1): 73-84.
- Jiménez-Sánchez, E., J.L. Navarrete-Heredia y J.R. Padilla-Ramírez. 2000. Estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) necrófilos de la Sierra de Nanchititla,

- Estado de México, México. *Folia Entomológica Mexicana*, (108): 53-78
- Kocárek, P. 2003. Decomposition and Coleoptera succession on exposed carrion of small mammal in Opava, the Czech Republic. *European Journal of Soil Biology*, 39 (1): 31–45.
- Kremen, C., R.Colwel, T.Erwin, , D.Murphy, , R.Noss and M.Sanjayan, 1993. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology*, 7 (4): 796-807.
- Labrador, G. 2005. *Coleópteros necrófilos de México: Distribución y diversidad*. Trabajo monográfico de Actualización Licenciatura en Biología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco.
- Lannacone, J. 2003. Artropofauna de importancia forense en un cadáver de cerdo en el Calao, Perú. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20 (1): 85-90.
- Liria-Salazar, J. 2006. Insectos de importancia forense en cadáveres de ratas, Carabobo-Venezuela. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 23 (1): 33-38.
- Martínez, H., F. Jaramillo., J. Escoto., M. L. Rodríguez., F. A. Posadas y I. E. Medina. 2009. Estudio comparativo preliminar de la sucesión de insectos necrófagos en *Sus scrofa* intoxicado con paratión metílico, en tres periodos estacionales. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 40 (3): 5-10.
- Misof B., S. Liu, K. Meusemann, R. S. Peters, A. Donath, C. Mayer, P.B. Frandsen, J. Ware, T. Flouri, R. G. Beutel, O. Niehuis, M. Petersen, F. Izquierdo-Carrasco, T. Wappler, J. Rust, A. J. Aberer, U. Aspöck, H. Aspöck, D. Bartel, A. Blanke, S. Berger, A. Böhm, T. R. Buckley, B. Calcott, J. Chen, F. Friedrich, M. Fukui, M. Fujita, C. Greve, P. Grobe, S. Gu, Y. Huang, L. S. Jermiin, A.Y. Kawahara, L. Krogmann, M. Kubiak, R. Lanfear, H. Letsch, Y. Li, Z. Li, J. Li, H. Lu, R. Machida, Y. Mashimo, P. Kapli, D. D. Mckenna, G. Meng, Y. Nakagaki, J. L. Navarrete-Heredia, M. Ott, Y. Ou, G. Pass, L. Podsiadlowski, H. Pohl, B. M. Von Reumont, K. Schütte, K. Sekiya, S. Shimizu, A. Slipinski, A. Stamatakis, W. Song, X. Su, N. U. Szucsich, M. Tan, X. Tan, M. Tang, J. Tang, G. Timelthaler, S. Tomizuka, M. Trautwein, X. Tong, T. Uchifune, M. G. Walz, B.M. Wiegmann, J. Wilbrandt, B. Wipfler, T. K. F. Wong, Q. Wu, G. Wu, Y. Xie, S. Yang, Q. Yang, D. K. Yeates, K. Yoshizawa, Q. Zhang, R. Zhang, W. Zhang, Y. Zhang, J. Zhao, C. Zhou, L. Zhou, T. Ziesmann, S. Zou, Y. Li, X. Xu, Y. Zhang, H. Yang, J. Wang, J. Wang, K. M. Kjer and X. Zhou. 2014. Phylogenomics resolves the timing and pattern of insect evolution. *Science*, 346 (6210): 763-767.
- Morón, M.A. 1987. The carrion Scarabaeinae beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) from a coffee plantation in Chiapas, Mexico: habits and phenology. *Coleopterists Bulletin*, 41 (3): 225–232.
- Morón, M. A. 2003. *Familia Scarabaeidae*. P.p. 19-74. En: M. A. Morón (ed.). *Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia. Vol. II. Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae*. Argania Editio, Barcelona.
- Morón, M.A. y R.A. Terrón. 1984. Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la Sierra Norte de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s), (3):1-47.
- Morón, M.A., y J.A. López-Méndez. 1985. Análisis de la entomofauna necrófila de un cafetal en el Soconusco, Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana*, (63):47-59.
- Morón, M.A., J.F. Camal y O. Canul. 1986. Análisis de la entomofauna necrófila del área norte de la Reserva de la Biosfera “Sian Ka’an”, Quintana Roo, México. *Folia Entomológica Mexicana*, (69): 83-98.
- Morón, M. A., B.C. Ratcliffe y C. Deloya. 1997. *Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia. Vol. I. Familia Melolonthidae*. Comisión Nacional para el uso y Conocimiento de la Biodiversidad, Sociedad Mexicana de Entomología, México, D.F.
- Naranjo-López, A.G. y J. L. Navarrete-Heredia. 2011. Coleópteros necrófilos (Histeridae, Silphidae y Scarabaeidae) en dos localidades de Gómez Farias, Jalisco, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 37 (1): 103-110.
- Navarrete-Heredia J.L. 2009. *Silphidae (Coleoptera) de México: Diversidad y distribución*. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.
- Navarrete-Heredia J.L. 2010. Importancia y diversidad de los escarabajos (Coleoptera) (sic). 3C *Conocimiento+Cultura+Ciencia*, (4): 61-74.
- Navarrete-Heredia, J. L., A. F. Newton, M. K. Thayer, J.S. Ashe y D.S. Chandler. 2002. *Guía Ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México. Illustrated guide to the genera of Staphylinidae (Coleoptera) of México*. Universidad de Guadalajara-CONABIO, D.F., México, D.F.
- Navarrete-Heredia, J.L., C. I. Sainz-Medina, A. L. González-Hernández, G. A. Quiroz-Rocha, A. Hernández, M. Vásquez-Bolaños, D. Vega-Romero, B. Hernández-Márquez. 2012. Coleópteros necrófilos del Bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, México. *Dugesiana*, 19 (2): 157-162.
- Oksanen, J., F. G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, P. R. Minchin, R. B. O’Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. Henry, H. Stevens and H. Wagner. 2013. *Vegan: Community Ecology Package*. R package versión 2.0-7. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>. Fecha de consulta: 15/02/2016.
- Pedraza, M. C., Márquez, J. y Gómez-Anaya, J. A. 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.
- Quiroz-Rocha G.A. 2008. *Composición y diversidad de Silphidae y Scarabaeinae (Coleoptera) necrófilos en Bosque de pino encino y Bosque mesófilo de montaña de Mascota, Jalisco. México*. Tesis Doctorado en Ciencias (Ecología). CUCBA. Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco.
- Quiroz-Rocha G.A., J.L. Navarrete-Heredia y P.A. Martínez-Rodríguez. 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 (1): 27-37.
- R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>. Fecha de consulta: 15/02/2016.
- Ramos-Pastrana, Y. Velasquez-Valencia, A. y Wolff, M. 2014. Preliminary study of insects associated to indoor body decay in Colombia. *Revista Brasileira de Entomologia*, 58 (4) 326-332.
- Rodríguez-Olivares, K. P., S. Quijas., F.G. Cupul-Magaña y J. L. Navarrete-Heredia. 2015. Literatura científica sobre artrópodos asociados a cadáveres: estudio observacional. *Acta Universitaria*, 25 (6): 3-12.
- Rodríguez, W. D. y J. L. Navarrete-Heredia. 2014. Modificación de la necrotampa permanente (NTP-80) para la recolecta de estafilínidos necrócolos (Coleoptera: Staphylinidae) y aspectos metodológicos para estudio sistemáticos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, (55): 147-152.
- Salazar-Ortega, J. 2008. Estudio de la entomofauna sucesional asociada a la descomposición de un cadáver de cerdo doméstico (*Sus scrofa*) en condiciones de campo. Colombia. *Revista de la Facultad de Ciencias Universitas Scientiarium*, 13 (1): 21-32.
- Sánchez-Álvarez G. y F. G. Cupul-Magaña. 2012. Sobre la presencia de moscas califóridas (Diptera: Calliphoridae) en cadáveres de juveniles de cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) en Puerto Vallarta, Jalisco. *Biocyt*, 5 (19): 353-357.
- Trevilla-Rebollar, A., C. Deloya y J.R. Padilla-Ramírez. 2010. Coleópteros necrófilos (Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae) de Malinalco, Estado de México, México. *Neotropical. Entomology*, 39 (4): 486-495.
- Zhang, Z. Q. 2013. Phylum Arthropoda. *Zootaxa*, 3703 (1): 17-26.

Fecha de recibido: 9 de diciembre de 2015

Fecha de aceptado: 1 de marzo de 2016

Cuadro 1. Morfoespecies de Coleoptera colectadas en cadáveres de reptil (R), ave (A) y mamífero (M), en Zona de Cultivo de Maíz (ZC), Bosque de Pino Perturbado (BP), y gremio trófico (GT) al que pertenecen: N-necrobio, D- depredador, S-saprófago, C-copro-necrófago, F-fitófago.

FAMILIAS	MORFOESPECIES	GT	R BP	A BP	M BP	R ZC	A ZC	M ZC
Buprestidae	Buprestidae sp.	F	1					
Carabidae	Carabidae sp. 1	D	1				1	
	Carabidae sp. 2	D		1				
	Carabidae sp. 3	D	2	7		2	34	18
	Carabidae sp. 4	D		1			2	1
	Carabidae sp. 5	D	1		5			
	Carabidae sp. 6	D			1			
	Carabidae sp. 7	D	2			1		
	Carabidae sp. 8	D						1
	Carabidae sp. 9	D					1	
	Carabidae sp. 10	D					1	
	Carabidae sp. 11	D		1				
	Carabidae sp. 12	D				1		
Cleridae	Cleridae sp.	D				1		
Chrysomelidae	Chrysomelidae sp.	F						1
Curculionidae	Curculionidae sp.	F	2	1				
Dermestidae	Dermestidae sp.	N				1		1
Elateridae	Elateridae sp.	F		1		1		2
Histeridae	Histeridae sp. 1	D		1	9		2	2
	Histeridae sp. 2	D			7		4	4
	Histeridae sp. 3	D		6	5		3	4
	Histeridae sp. 4	D	1	6	1		1	7
	Histeridae sp. 5	D	2	7	3	2	4	2
	Histeridae sp. 6	D	1	1		1	2	24
	Histeridae sp. 7	D					1	
	Histeridae sp. 8	D			1	1	1	4
Hydrophilidae	Hydrophilidae sp.	S					1	
Leiodidae	<i>Ptomaphagus</i> sp.	S	9	210	99	3	8	
Nitidulidae	Nitidulidae sp.	S		15	1		1	3
Scarabaeidae	<i>Anomala</i> sp.	F		1				1
	<i>Ataenius</i> sp.	S			1			4
	<i>Cyclocephala lanulata</i>	F				1		1
	<i>Phyllophaga</i> sp.	F		1				
	<i>Xyloryctes thestalus</i>	F				1		
	<i>Canthidium</i> sp.	N		5				

	<i>Onthophagus</i> sp.	<i>N</i>					1	
	<i>Copris klugi</i>	<i>C</i>	7	22	9	1	4	
	<i>Coprophanæus pluto</i>	<i>N</i>		3		6	20	7
	<i>Deltochilum scabriusculum</i>	<i>N</i>		3	1		1	
	<i>Dichotomius amplicollis</i>	<i>C</i>	3	3	3		4	
	<i>Oniticellus rhinocerulus</i>	<i>S</i>	74	90	8			
Staphylinidae	<i>Belonuchus</i> sp.	<i>D</i>	16	69	13	8	7	3
	Oxytellinae sp.	<i>D</i>				1		
	<i>Philonthus</i> sp. 1	<i>D</i>			2	1	1	2
	<i>Philonthus</i> sp. 2	<i>D</i>	1	3			1	
	<i>Philonthus</i> sp. 3	<i>D</i>			2		1	
	<i>Philonthus</i> sp. 4	<i>D</i>	1					
	<i>Philonthus</i> sp. 5	<i>D</i>				1		
	<i>Platydracus</i> sp.	<i>D</i>		1				
	<i>Styngetus adrianae</i>	<i>D</i>					1	
	<i>Sepedophilus</i> sp. 1	<i>D</i>	1					
	Xantholininae sp.	<i>D</i>				1		
	<i>Xenopygus analis</i>	<i>D</i>		1				
Silphidae	<i>Nicrophorus olidus</i>	<i>N</i>	1	5				
	<i>Oxelytrum discicolle</i>	<i>N</i>		14				1
	<i>Thanatophilus truncatus</i>	<i>N</i>					1	
Tenebrionidae	Tenebrionidae sp.	<i>S</i>				4		
Trogidae	<i>Omorgus</i> sp.	<i>N</i>						1
	<i>Trox</i> sp.	<i>N</i>		10	1		2	2

Cuadro 2. Índices de riqueza y diversidad por tipo de vegetación. Zona de Cultivo de Maíz (ZC), Bosque de Pino Perturbado (BP) y por tipo de cadáver. Reptil (R), ave (A) y mamífero (M).

	BP	ZC	R_BP	A_BP	M_BP	R_ZC	A_ZC	M_ZC
Riqueza_S	40	45	18	28	19	20	28	23
Abundancia	787	246	126	489	172	39	111	96
S Estimada Bootstrap	47.12	54.62	22.05	32.72	27.21	25.60	34.85	23.27
% S est. Bootstrap	82.39	84.89	81.65	85.57	81.63	84.53	80.34	78.13
Dominance_D	0.23	0.10	0.37	0.24	0.35	0.10	0.14	0.12
Shannon_H	2.08	2.93	1.62	1.97	1.76	2.67	2.53	2.56
Equitability_J	0.56	0.77	0.56	0.59	0.60	0.89	0.77	0.82

Cuadro 3. Número de morfoespecies por gremio trófico por cadáver y tipo de vegetación. Reptil (R), ave (A) y mamífero (M), en Zona de Cultivo de Maíz (ZC) y Bosque de Pino Perturbado (BP).

	R ZC	A ZC	M ZC	R BP	A BP	M BP	BP	ZC
DEPREDADOR	12	18	12	11	13	11	23	26
FITÓFAGO	3	0	4	2	4	0	5	5
NECROBIO	2	5	5	1	6	2	6	8
SAPRÓFAGO	2	3	2	2	3	4	4	4
COPRONECRÓFAGO	1	2	0	2	2	2	2	2