



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES**

**IZTACALA**

**“COLEÓPTEROS (COLEOPTERA: INSECTA) NECRÓFILOS DE  
SITIOS CON DIFERENTES USOS DE SUELO DE UNA REGIÓN  
SEMIÁRIDA EN EL NORORIENTE DEL ESTADO DE MÉXICO,  
MÉXICO”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**BIÓLOGA**

**P R E S E N T A**

**MARICELA LETICIA MORENO OLVERA**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. ESTEBAN JIMÉNEZ SÁNCHEZ**

**LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO, 2015.**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



---

## DEDICATORIAS

A mis padres Adolfo y Leticia. Por haberme apoyado a lo largo de toda mi vida hasta el día de hoy, alentándome a levantarme después de cada caída para seguir caminando con la cabeza en alto. Gracias por sus consejos, su amor, confianza y paciencia, pero sobre todo gracias por el esfuerzo que hicieron para que saliera adelante y mi sueño se hiciera realidad, es por ello que este logro es también de ustedes.

A Arlette, quién además de ser mi hermana pequeña, es mi amiga, mi confidente y mi cómplice. Por siempre estar a mi lado cuando más lo he necesitado, por creer en mi, porque eres un ejemplo a seguir para mi y por tanto me esfuerzo para serlo para ti. Gracias por todas las risas, las lágrimas, los abrazos y los besos que me hacen sentir querida, gracias simplemente por compartir la vida conmigo, te quiero mucho.

A mi abuelito Héctor. Por haberme consentido siempre, por el amor incondicional que me demostraste y por estar en todo momento al tanto de mi desempeño como universitaria, se que confiabas en que sería una excelente profesionista y aunque te adelantaste en el camino de la vida, no te defraudaré. Te extraño mucho.

A mi abuelita Ana María, fosfori. Por darme tu amor y abrirme tus brazos para demostrarme que estabas en las buenas y en las malas desde que era muy pequeña, porque me dejaste tantas enseñanzas y anécdotas para contar y aunque tu ausencia me entristece, me alegra poder decirte “terminé de contar mis bichitos”. Gracias por todo.

A mi abuelita Juanita. Por siempre velar por mi, porque eres el mejor ejemplo de una persona fuerte y perseverante; porque a pesar de diferir en muchas cosas nunca me has dejado de apoyar. Gracias por tus consejos y recomendaciones, pero principalmente gracias por mantener siempre alegre y unida a tú familia.

A mi abuelito Emigdio. Porque a pesar de ser la nieta más grande me sigues consintiendo y protegiendo; porque de ti aprendí que no hay imposibles, que si no existe pues se inventa. Se que estas orgulloso de mi y procuraré que siga siendo así. Gracias por siempre darme lo mejor, gracias por siempre estar.



---

A José, novio, amigo, cómplice, compañero de aventuras, mi galleta. Por cruzarte en mi camino y cambiarme la vida desde entonces; por aceptarme como soy; por estar en las buenas, las malas y las peores; por haberte enamorado de mi y mi gusto por la biología y porque no hay mejor muestra de tu amor que motivarme a seguir creciendo profesionalmente. Gracias por todos los momentos felices en este tiempo juntos, deseo que sean muchos más. Te amo.

A mis tíos y primos Moreno y Olvera. Por ser parte de mis primeros maestros y amigos, por crear tradiciones que indudablemente se han convertido momentos felices, por confiar en mi en todo momento, pero sobre todo por permitirme crecer en un ambiente familiar lleno de amor.

A Carolina. Porque más que una amiga eres una hermana y a pesar de la distancia nunca te olvidas de mi, eres el ejemplo de una amistad sincera. Gracias por quererme tal cual soy, se que la vida me depara muchos momentos importantes, felices y tristes y deseo que estes ahí. Te quiero.

A Andrea, mi corazón. Por ser una amiga incondicional, por tu sinceridad en mis aciertos y mis errores, por ser la coprotagonista de miles de mis aventuras, por tu fidelidad, por tu cariño, porque juntas crecimos en la carrera y nos enamoramos de la entomología, porque aunque se que somos completamente diferentes, somos almas gemelas, te quiero mucho.

A Ana, bobanita. Porque aunque esta aventura la empezamos juntas, no pudiste terminarla pues la vida te deparó otro destino. Tu partida me dejó un vacío en el corazón, pero fue por ti que en los momentos más difíciles no me rendí. Desde aquel jueves te extraño.



---

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Esteban Jiménez Sánchez quien se ha convertido en mi mayor ejemplo a seguir, gracias por la paciencia, apoyo y la motivación que me brindó en todo momento, atesoro cada una de sus enseñanzas. No cabe duda que la pasión que tiene por los insectos, fomento la mía y me ha impulsado a seguir explorando el fantástico mundo de la entomología.

A la Biól. Marcela Patricia González Ibarra, agradezco infinitamente todo lo que me enseñó acerca de los insectos, pues fue a partir de sus clases que tomé la decisión final de dedicarme a la entomología, gracias por permitirme formar parte las actividades del jardín de mariposas donde pude aplicar mis conocimientos entomológicos por primera vez y finalmente gracias por siempre motivarme a no dejar nunca inconclusos mis proyectos, le tengo un gran aprecio y admiración.

Al Mtro. Sergio Standford Camargo, pues siempre tuvo un consejo para mejorar mi trabajo dentro y fuera de la universidad, gracias por sus palabras siempre sinceras, por su apoyo y enseñanzas, que me han servido para ser una mejor persona tanto académica, como personalmente.

Al Mtro. Jorge Padilla Ramírez y al Biól. Alberto Morales Moreno, por su ayuda en la mejora de este trabajo, muchas gracias por sus consejos y recomendaciones que sin duda fueron clave para que se lograra un buen resultado.

A Andrea García y Mónica Trujillo, por su colaboración en el trabajo de campo y laboratorio de este proyecto, son unas personas maravillosas, trabajadoras, inteligentes e incondicionales amigas, muchas gracias por absolutamente todo.

A mis compañeros de laboratorio Claudia, Osbelia (q.e.p.d.), Oscar, Julio, Cindy y Gaby por haber hecho amenos los momentos de trabajo, por compartir e intercambiar su conocimiento, por su ayuda y apoyo cuando lo necesité, gracias por su amistad.

A Carol Galindo porque aunque nos conocimos al final de este trayecto, te has convertido en una amiga maravillosa, con quien me siento plenamente identificada y en confianza, por eso mismo sé que es sólo el inicio de una gran amistad, gracias por tu apoyo, motivación y cariño, te quiero.



---

A Ismael Benítez a quien admiro y aprecio como biólogo, entomólogo y amigo, gracias por permanecer siempre, por brindarme tu cariño y amistad de manera desinteresada, por ser quien eres y aceptarme como soy.

A todos y cada uno de los profesores de la carrera, quienes me orientaron y fomentaron el gusto por la biología compartiendo sus conocimientos sin otro interés más que el de formar profesionistas de los cuales estoy orgullosa de pertenecer, gracias por su apoyo, paciencia y sobre todo por su amistad.

A todos los amigos y compañeros que conocí a lo largo de esta aventura, miles de gracias por su ayuda tanto personal como académica, por enseñarme a trabajar en equipo, por cada uno de los momentos de estudio en que compartimos esta pasión, por todas las fiestas, por hacer de las prácticas de campo experiencias inolvidables, por las risas, las lágrimas, los abrazos, por todo.

A los amigos y conocidos que no fueron mencionados anteriormente, pero que sin duda saben lo importantes que son en mi vida, pues siempre confiaron en mí, me dieron un abrazo de consuelo en los peores momentos y festejaron conmigo los mejores. Muchas gracias porque sin ustedes tampoco lo habría logrado, son parte de mi felicidad y mi soporte pues me hacen sentir amada.

Al Ing. José Juan Martínez Rosario, la Biól. Donají Cassanova, Alicia Venegas y todo el equipo que conforma el Departamento de Licencias y Registros Intensivos de Vida Silvestre de SEMARNAT, quienes además de recibirme amablemente para realizar mi Servicio Social, me brindaron su apoyo y asesoría para poder experimentar el ámbito laboral de la biología en el gobierno, pero sobre todo por darme su amistad y cariño, son unas personas extraordinarias, me siento afortunada de haberlos conocido.

Al Director General de la zona arqueológica de Teotihuacán el Arq. Alejandro Sarabia González y a la Arq. Verónica Ortega Cabrera, por permitirme llevar a cabo el trabajo de campo dentro de las instalaciones de la zona arqueológica y por darme su apoyo en todo momento hasta la conclusión del mismo.

Gracias a aquellas personas que en algún momento trataron de entorpecer mi camino, aquellos que me subestimaron y no confiaron en mí, porque fue también por ustedes que me esforcé para demostrar lo contrario, que podía lograr mi objetivo aunque me costara trabajo.



---

Finalmente y no menos importante gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, por darme la oportunidad de formar parte de su comunidad estudiantil, por ser parte de mi formación como persona y profesionista, por muchos años que fueron mi hogar, testigos de mi esfuerzo y de los sacrificios que hice a lo largo de mi paso por aquí, me siento orgullosa de formar parte de sus egresados y prometo hacer todo lo posible para dejar su nombre en alto.



“Las pruebas más pequeñas suelen ser las más grandes” Gilbert Grissom

“Si Dios es el autor de todas las criaturas, hay que reconocer que siente un extraordinario cariño por los escarabajos” John Burdon Sanderson Haldane

“Un científico en su laboratorio no es sólo un técnico: es también un niño colocado ante fenómenos naturales que le impresionan como un cuento de hadas.” Marie Curie

“Lo que caracteriza al hombre de la ciencia no es la posesión del conocimiento o de verdades irrefutables, si no la búsqueda desinteresada e incesante de la verdad.” Karl Popper

“No hemos obtenido ninguna explicación científica sobre la cisión ordinaria de que cada una de las especies han sido creadas independientemente” Charles Darwin

*Soy la típica mujer a la que le gusta cocinar y los zapatos, pero de las pocas que persigue insectos en lugar de huir de ellos.*

*M. L. M. O.*



## ÍNDICE

DEDICATORIAS	I
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	4
OBJETIVOS	8
ÁREA DE ESTUDIO	9
MATERIALES Y MÉTODO	10
RESULTADOS	13
Abundancia	13
Abundancia de las familias más representativas del sitio.	19
Fluctuación de abundancia y riqueza entre épocas del año.	23
Riqueza	23
Gremios alimentarios	25
Distribución espacial y temporal de las especies de la familia Silphidae	26
Distribución espacial y temporal de la especie de la familia Trogidae	29
DISCUSIÓN	31
Discusión General	31
Familia Silphidae	37
Familia Trogidae	39
CONCLUSIONES	40
LITERATURA CITADA	41
ANEXOS	48



## RESUMEN

Se realizó un estudio sobre la composición de las familias de los coleópteros necrófilos de la región semiárida del nororiente del Estado de México, en tres sitios con diferentes usos de suelo (la zona arqueológica de Teotihuacán, un cultivo de *Opuntia* en el Ejido de Metepec y la zona urbana de San Martín de las Pirámides) donde se hicieron recolectas mensuales por un año durante 2012 mediante el uso de trampas permanentes tipo NTP80 cebadas con calamar. Del material recolectado, se separaron, identificaron y cuantificaron los coleópteros, con los datos obtenidos se elaboró una lista taxonómica de familias y se obtuvo la riqueza, la abundancia, la diversidad y se determinó la similitud faunística entre sitios y épocas del año. Se obtuvieron 7,541 escarabajos agrupados en dos subórdenes, 11 superfamilias y 33 familias, de las cuales Histeridae fue la de mayor abundancia (53.81%), seguida por Nitidulidae (23.41%), Staphylinidae (11.11%) y Silphidae (8.10%) que se caracterizan por su asociación con cuerpos en descomposición, las otras 29 familias agruparon el 3.57% restante del total. La zona arqueológica fue la que tuvo mayor abundancia (54.29%), número de familias (28) y familias exclusivas (10), debido a que es un sitio poco alterado por la actividad humana permitiendo el acceso al recurso disponible para los coleópteros; los otros dos sitios estuvieron en constante cambio debido a la intervención del ser humano, de modo que en el cultivo de *Opuntia* se obtuvo 27.95% de la abundancia y 16 familias, mientras que en la zona urbana 17.76% y 19 familias, ambos sitios con dos familias exclusivas. Los valores de abundancia y riqueza entre las épocas de lluvias y sequía no difirieron mucho, en el periodo húmedo se obtuvo 53.20% de abundancia, 24 familias y cinco de ellas exclusivas, mientras que en la sequía hubo 46.79% de abundancia, 26 familias y seis exclusivas, de modo que el recurso para los organismos de estos grupos estuvieron disponibles todo el año. Los especímenes se agruparon en siete gremios alimentarios, los depredadores (65%) fueron los más abundantes, seguidos por los saprófagos (24%) y necrófagos (8%), los cuales son comunes en estudios similares realizados con necrotrampas. De manera particular se determinaron las especies de Silphidae y Trogidae, de la primera se obtuvieron cuatro, de mayor a menor abundancia fueron: *Nicrophorus mexicanus* (87.56%), *Thanatophilus truncatus* (9.81%), *T. graniger* (2.29%) y *Oxcelytrum discicolle* (0.32%), las cuales coexisten en un mismo sitio debido al diferente aprovechamiento del recurso; en tanto que *Trox plicatus* fue la única especie de Trogidae, se obtuvo un ejemplar por mes casi todo el año, su distribución en México se ha registrado principalmente entre la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico en alturas que oscilan entre los 2000 y 2400 m snm.



## INTRODUCCIÓN

Los coleópteros, conocidos comúnmente como escarabajos, pertenecen a la clase insecta y son el grupo más diverso del reino animal y tienen aproximadamente 392,415 especies descritas en todo el mundo, es decir cerca del 38% de todas las especies de los insectos (Zhang, 2013). Presentan una amplia variedad de formas, tamaños y colores. Se consideran de gran valor en el ámbito económico, ecológico, médico, cultural y científico (Florescano, 1997).

Los escarabajos se caracterizan por tener un par de alas anteriores endurecidas llamadas élitros, las cuales no tienen venación y cubren el segundo par de alas. Llevan a cabo una metamorfosis completa (holometábola) con fases de huevo, larva, pupa y adulto, además de poseer un aparato bucal de tipo masticador tanto en la larva como en el adulto (Marshall *et al.*, 1985).

Su adaptabilidad y modificaciones estructurales en la fase adulta, les han permitido dominar, la tierra, el aire y el agua en la misma medida. Es por eso que sus formas de vida son diversas, aunque en general son de hábitos terrestres, particularmente habitan en el suelo pero se les puede encontrar en materia animal y vegetal en descomposición. Existen asociaciones de escarabajos en el estiércol, carroña o residuos de todo tipo como *humus*, madera podrida y hongos (Richards *et al.*, 1984).

En particular el estudio de las especies de coleópteros necrófilos constituye un interés tanto ecológico, como económico. Por una parte, la acción de fragmentación y enterramiento de cadáveres es de vital importancia para el desarrollo de microorganismos que forman parte de la desintegración de los mismos aportando una gran variedad de nutrimentos y permitir la acción directa de fertilidad del suelo y descomposición de la vegetación (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2009<sub>A</sub>). Además, son objeto de estudio en la entomología forense, misma se ha utilizado para resolver homicidios desde el año 1234 a.C. pero que fue integrada en el ámbito legal hasta el siglo XIX (Magaña, 2007). Incluso se han involucrado en investigaciones de endoscopias de momias, mostrando un patrón de especies por las condiciones y el lugar donde se encontraban las mismas durante su proceso de descomposición (Assumpció *et al.*, 2006).

En el Estado de México, los trabajos faunísticos sobre coleópteros se han enfocado principalmente al estudio de aquellos asociados a la carroña y al excremento (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2009<sub>A</sub>), entre las familias más representativas se encuentran: Staphylinidae, Silphidae,



---

Scarabaeidae y Trogidae, las cuales corresponden a las más estudiadas en el país, por lo que en la mayoría de las investigaciones sobre coleópteros necrófilos tratan sobre ellas con especial hincapié en sus géneros y especies, a pesar de que para México se ha documentado la presencia de al menos 38 familias de escarabajos necrófilos con diferentes grados de asociación (Labrador, 2005).

Los tipos de vegetación de donde provienen la mayoría de los registros de las especies de escarabajos necrófilos para el Estado de México son: el bosque de encino, el bosque mesófilo de montaña, el bosque de pino, el bosque tropical caducifolio y el pastizal. Sin embargo, el matorral xerófilo y los pastizales del nororiente de la entidad (Teotihuacán y San Martín de las Pirámides) siguen siendo zonas poco conocidas (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2009), por lo que a pesar de este esfuerzo inicial las listas faunísticas siguen incompletas. Además, el grave deterioro ambiental causado por la agricultura y la actividad humana, han dejado solo el 14.22% del total de la superficie de la vegetación original en esta región del Estado de México (Sánchez, 2009).

De modo que debido a los escasos trabajos efectuados sobre coleópteros necrófilos en la región semiárida al nororiente del Estado de México, así como, al grave deterioro de la vegetación original causado por las actividades humanas, es de suma importancia realizar un estudio de inventario para conocer y preservar la riqueza biológica de las familias de la coleopterofauna necrófila de estos sitios, lo que permite aportar más información para futuros trabajos sobre la diversidad del grupo en el país.



## ANTECEDENTES

Morón y Terrón (1984) realizaron una investigación sobre la distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos de la Sierra Norte de Hidalgo, en un bosque tropical y dos bosques mesófilos de montaña, uno muy perturbado y otro poco perturbado durante 1981. En cada sitio colocaron una trampa de tipo permanente cebada con calamar diseñada por ellos mismos a la que denominaron NTP-80, de la que aseguran que su uso permite establecer comparaciones, así como, hacer evaluaciones entomofaunísticas precisas desde diversos enfoques sobre insectos necrófilos. Enumeraron un total de 71,034 organismos distribuidos en 58 familias, pertenecientes a 11 ordenes, dentro de los que destacaron los coleópteros siendo el segundo orden con mayor cantidad de organismos (16,848 ejemplares) y el grupo con mayor número de familias (20), de las cuales Staphylinidae fue la de mayor número (9,579), mientras que Scarabeidae y Leptodiridae se consideraron el grupo más importante de necrófagos del área de estudio y algunas de sus especies consideradas como bioindicadores potenciales, finalmente concluyen que a pesar de la perturbación de los sitios por extracción de madera y desmonte para actividades agrícolas y pecuarias, la diversidad y abundancia de insectos necrófilos fue considerablemente elevada, esto aunado a que la mayor parte de los organismos pertenecían a la entomofauna original del sitio.

Rivera-Cervantes y García-Real (1998) hicieron un análisis preliminar sobre los sílfidos y scarabaeidos necrófilos de Manantlán, Jalisco en dos bosques de pino, uno de ellos quemado ubicados en una zona de clima templado subhúmedo con cinco tipos de vegetación. A través de muestreos realizados de junio de 1990 a julio de 1991 con trampas NTP-80 colectaron un total de 2,157 individuos, de los cuales 1,047 pertenecieron a Silphidae (48.5%) presentes de manera constante a lo largo del año y 1,110 a Scarabaeidae (51.5%) mismo que tuvo una marcada estacionalidad restringida a la época de lluvias. El bosque de pino no quemado tuvo la mayor abundancia y mayor actividad de especies; por otra parte la preferencia de algunas especies de Scarabaeidae por el bosque de pino quemado indica que podrían estar influenciadas por las condiciones modificadas del hábitat, ya que estas son de distribución tropical y tienden a tener mayor tolerancia a la temperatura. Finalmente, de las familias de Silphidae se consideró a *Nicrophorus mexicanus* Matthews, 1888 como la especie más importante, por registrarse durante todo el año.



Acuña (2004) identificó los coleópteros necrófilos de un macizo montañoso de la Sierra Norte de Puebla recolectados con trampas NTP-80 que se colocaron en cinco estaciones con diferente tipo de vegetación: selva alta perennifolia, bosque mesófilo de montaña, pastizal inducido, plantación de café y una zona de viveros. Obtuvo un total de 5,756 coleópteros agrupados en cuatro familias, 11 subfamilias, 29 géneros y 23 especies. Con 71.92% Staphylinidae fue la familia más abundante, así como, la de mayor riqueza específica, le siguieron Scarabaeidae (25.92%), Histeridae (0.15%) y Silphidae (0.06%). Marzo y mayo fueron los meses con mayor riqueza de especies, justo al inicio de lluvias. El bosque mesófilo de montaña fue el sitio con mayor abundancia y en conjunto con la selva alta perennifolia los sitios con mayor diversidad.

Cejudo-Espinosa y Deloya (2005) hicieron un registro de los coleópteros necrófilos del bosque de *Pinus hartwegii* Lindl del Nevado de Toluca en el Estado de México durante un año usando trampas de tipo NTP-80. Obtuvieron un total de 1,484 coleópteros representados en cuatro familias, 15 géneros y 17 especies. La familia con mayor abundancia fue Leiodidae con 60.3% del total de ejemplares recolectados y se presentó principalmente en la temporada de lluvias. En orden decreciente de abundancia le siguieron Staphylinidae (37.34%), Nitidulidae (1.5%) y finalmente Silphidae con la menor abundancia que fue de 0.47% y la cual fue considerada la única necrófaga estricta.

Labrador (2005) recopiló los estudios sobre coleópteros necrófilos hechos en México de 1964 hasta mayo de 2004. Donde encontró que han sido registradas 38 familias consideradas asociadas a la carroña, de las cuales Staphylinidae (84 especies), Scarabaeidae (27), Curculionidae (15) e Histeridae (11) albergan el mayor número de especies. Destacó el Estado de México como una de las entidades con mayor número de localidades muestreadas, siendo Staphylinidae la familia mayormente recolectada.

Navarrete-Heredia y Zaragoza (2006) efectuaron una síntesis de la diversidad de la superfamilia Staphylinoidea de México, donde encontraron que Veracruz fue el estado con el mayor número de especies, seguido de Oaxaca y Chiapas. De igual modo presentaron 71 especies de la familia Hydraenidae, tres especies para Agrytidae, once de Silphidae y con mayor número de especies para México Staphylinidae con 1,522.



Lucía *et al.*, (2009) elaboraron un análisis diagnóstico sobre algunas familias y especies de coleópteros de importancia forense de Sur América, basándose en algunos trabajos realizados entre 1983 y 2006. Enlistaron 221 especies agrupadas en 15 familias, de las cuales el 70% de ellas se distribuyen en Brasil. La familia más diversa fue Scarabaeidae con 121 especies, seguida de Staphylinidae con 68.

Naranjo-López y Navarrete-Heredia (2011) realizaron un trabajo de investigación sobre coleópteros necrócolos de Gómez Farías, Jalisco, en un bosque tropical caducifolio y un bosque de pino encino, que se encuentran en una zona con clima semiseco y semicálido. Usaron necrotrampas cebadas con calamar en recolecciones mensuales durante un año a partir de las cuales obtuvieron 17,755 escarabajos pertenecientes a 34 familias, el 95.83% del total de organismos lo conformaron nueve familias, siendo las más representativas Staphylinidae (61.12%), Histeridae (8.94%) y Leiodidae (8.8%). De igual modo determinaron 33 especies para las familias Histeridae, Silphidae y Scarabaeidae, los meses con mayor riqueza fueron junio y noviembre, mientras febrero y septiembre fueron los que tuvieron menor número de familias. El bosque tropical caducifolio tuvo mayor riqueza específica y de acuerdo al índice de Shannon también mayor diversidad que el bosque de pino-encino.

Navarrete-Heredia *et al.*, (2012) hicieron un estudio sobre los coleópteros necrócolos del Bosque de los Colomos en Guadalajara, Jalisco en una zona de clima templado donde el 60% de los árboles son exóticos, elementos relictuales son el bosque de pino-encino, bosque espinoso y galería. Colocaron 14 trampas de tipo NTP-80 cebadas con calamar entre los Colomos I y los Colomos II e hicieron recolecciones mensuales de junio de 2011 a mayo de 2012. Se recolectaron un total de 6,094 especímenes correspondientes a 28 familias, siendo Curculionidae (31.59%), Leiodidae (15.45%), Nitidulidae (14.76%) e Histeridae (12.46%) las más abundantes, las primeras tres demostraron una relación estrecha positiva con la precipitación; las familias Silphidae y Scarabaeidae fueron aquellas con menor abundancia. La zona de los Colomos II fue la que tuvo mayor abundancia, sin embargo estadísticamente no hubo diferencias significativas con los Colomos I.

Jiménez-Sánchez *et al.*, (2013) determinaron la diversidad de escarabajos necrófilos de las familias Scarabaeidae, Silphidae, Staphylinidae y Trogidae de una región semiárida del Valle de Zapotitlán de las Salinas en Puebla donde predomina el clima semi-cálido. Hicieron recolecciones mensuales durante un año entre 1998 y 1999 con trampas tipo NTP-80



---

colocadas en cinco sitios con diferentes tipos de vegetación, suelo y pendiente; obtuvieron 613 ejemplares distribuidos en 12 géneros y 15 especies, la mayor cantidad de especies se registraron en el periodo de sequía y la mayor abundancia la obtuvo la familia Staphylinidae (74.2%), en orden decreciente de abundancia siguieron Scarabaeidae (21.9%), Silphidae (2.9%) y Trogidae (1%). De acuerdo con el tipo de vegetación, el sitio con mayor riqueza específica fue aquel con mezquital ribereño (14 especies) seguido del mezquital no fragmentado (10), mezquital de terrazas (10), cactáceas columnares (8) y finalmente el sitio con vegetación alterada (3). Cabe destacar que en el caso de la riqueza de especies de Scarabaeidae se estableció que ha sido la más baja registrada en todo el país y se consideró que las cuatro familias estudiadas son comunes en trabajos realizados con necrotrampas NTP-80.



---

## OBJETIVOS

### General

- Estudiar la composición de familias de coleópteros necrófilos de una región semiárida con diferentes usos de suelo del nororiente del Estado de México.

### Particulares

- Elaborar una lista taxonómica de las familias de los coleópteros necrófilos de la región.
- Comparar la abundancia de los coleópteros entre sitios.
- Analizar la fenología de las familias.
- Comparar la fluctuación de la abundancia y el número de familias entre épocas de año.
- Examinar la riqueza por sitio y a lo largo del año.
- Reconocer los gremios tróficos de las familias obtenidas en el estudio.
- Determinar las especies de Silphidae y Trogidae, así como, analizar su distribución espacial y temporal.



## ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en los municipios de San Martín de las Pirámides y San Juan Teotihuacán, ambos ubicados al nororiente del Estado de México (Figura 1), se encuentran a una altura promedio de 2,300 m snm, donde predomina un clima semiseco templado (BS1k) (Sánchez, 2009; Martínez, 2010), con una temperatura media anual de 14.8 °C; la temporada de lluvias va de mayo a septiembre y la de sequía de octubre a abril, con un promedio de precipitación total anual de 514.3 mm (SMN, 2010). El 62.32% de la superficie total es ocupada para la agricultura de temporal; mientras que el 23.17% corresponde con la zona urbana. El matorral y el pastizal abarcan el 14.14%% de la superficie total (Sánchez, 2009).

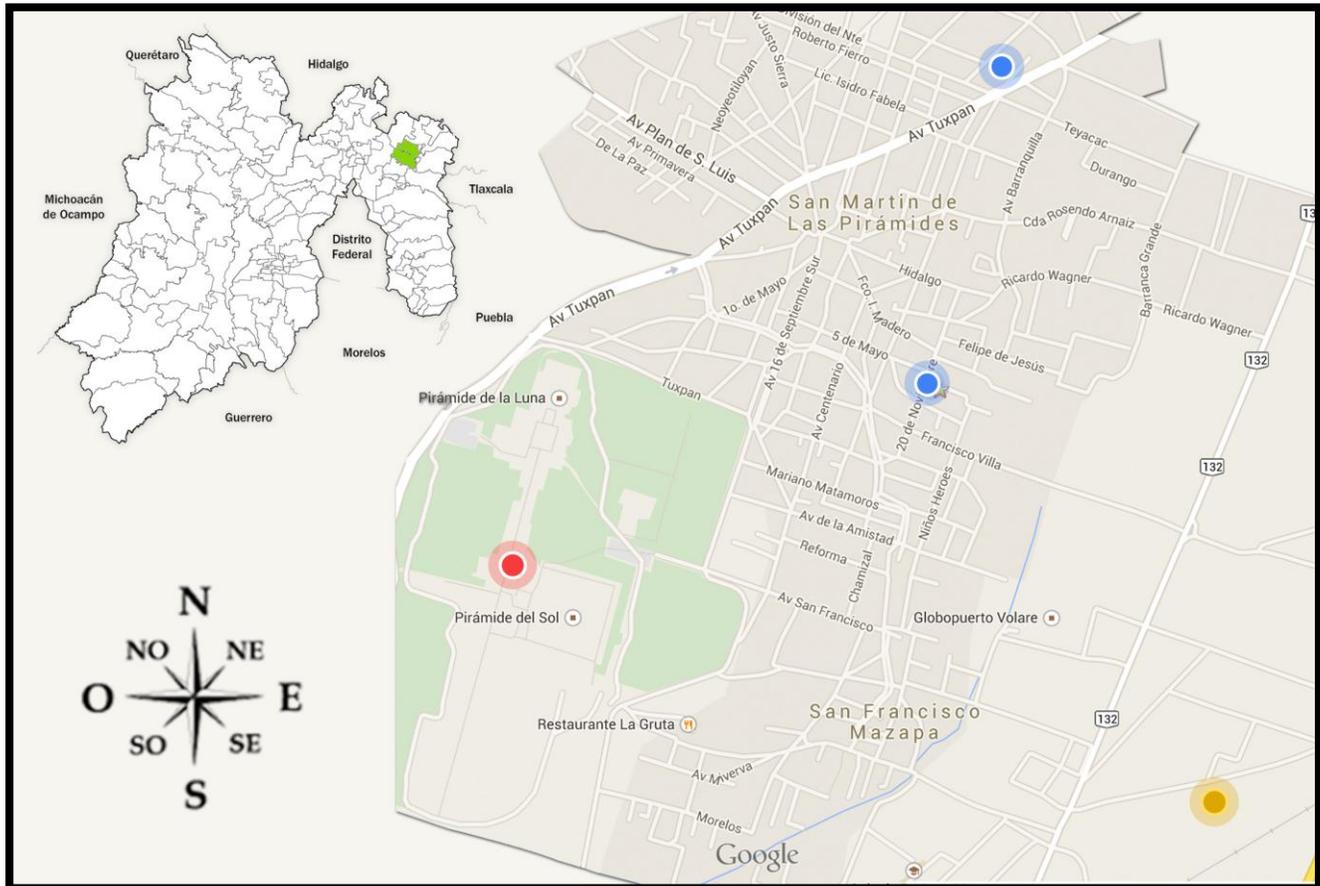


Figura 1. Área de estudio. zona verde en el mapa del Estado de México = ubicación de San Martín de las Pirámides y San Juan Teotihuacán; punto amarillo = zona arqueológica; punto rojo = cultivo de *Opuntia* en los Ejidos de Metepec; puntos azules = traspatios en la zona urbana. Tomado de Googlemaps y editado por A. Moreno O.



Sólo hay formación de arroyos en temporada de lluvias cuando las corrientes de agua bajan del cerro gordo (Martínez, 2010). La flora está compuesta en general por herbáceas anuales de verano representadas principalmente por *Euphorbia hirta* L., *Pseudognaphalium arizonicum* (A. Gray) Anderb, *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér. ex Aiton, *Lepidium virginicum* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronquist, *C. coronopifolia* (Kunth, 1820), *Laennecia sophiifolia* (Kunth) G.L. Nesom, *Sisymbrium officinale* (L.) Scop, *Verbena bipinnatifida* Nutt., *Oxalis corniculata* L., *Gaura coccinea* Nutt. Ex Pursh, *Reseda luteola* L. y *Taraxacum officinale* F.H. Wigg; sin embargo, sus llanos tienen asociaciones de hierbas anuales, predominan las familias Compositae, Poaceae y Leguminosae; de manera aislada se encuentran especies como *Agave lecheguilla* Torr., *Curcubita radicans* Naudin, *Ipomoea stans* Cav., *Mimosa aculeaticarpa* Ortega, *Mirabilis aggregata* (Ortega) Cav., *M. longiflora* L., *Plumbago pulchella* Boiss, *Prosopis laevigata* (Humb. Et Bonpl. Ex Willd) M.C. Johnst, *Rhodosciadium purpureum* Mathias Et Constance y *Yucca filifera* Chabaud, 1876; aunque también es posible encontrar algunas especies de hierbas anuales pioneras (Torres, 2001).

## MATERIALES Y MÉTODO

El muestreo se realizó mensualmente de enero a diciembre de 2012, para lo cual se colocaron a nivel de suelo doce trampas tipo NTP-80 cebadas con calamar y como líquido conservador se utilizaron 300ml de monoetilen glicol concentrado, esto último es una modificación del modelo original de la necrotrampa de Morón y Terrón (1984).

Las trampas se distribuyeron en tres localidades de acuerdo con el uso del suelo (Figura 1), en cada uno se colocaron cuatro trampas, la primera se ubicó en la zona arqueológica de Teotihuacán el cual presentó mayor número de fragmentos de la vegetación original como es el matorral xerófilo y el pastizal, a pesar de que sus áreas verdes se encuentran restringidas al público se realizan podas y quema de hierba periódicas a lo largo del año (Figura 2-A); el segundo sitio fue en un cultivo de *Opuntia* en el Ejido de Metepec en San Francisco Mazapa donde el manejo consiste en la poda, fumigación y quema para eliminar la hierba y disminuir las poblaciones de insectos que atacan el nopal y su fruto (Figura 2-B) y el tercero correspondió a dos traspacios de la zona urbana al norte de San Martín de las Pirámides que se encuentran rodeados de casas y con vegetación que se limita a plantas y árboles de ornato, mezclado con algunas cactáceas y agaves (Figura 2-C y D). En cada recolección el material se filtró del



líquido conservador, para posteriormente ser colocado en frascos con alcohol al 70% para su traslado al laboratorio.

El trabajo de laboratorio consistió en una primera separación de los coleópteros del resto de los artrópodos que cayeron en la necrotampa, posteriormente se identificaron a nivel de familia por medio de las claves de Borror *et al.*, (1989) y Arnett *et al.*, (2002). El arreglo de las familias que se siguió fue de la clasificación propuesta por Bouchard *et al.*, (2011).

Los escarabajos se cuantificaron y separaron en frascos pequeños con alcohol al 70% de acuerdo con la fecha de recolección, número de necrotampa, localidad y familia, los datos obtenidos se catalogaron en la base de datos Mantis v.2.0 (Naskrecki, 2008) y se exportaron a una hoja de Excel para poder realizar el conteo total de ejemplares recolectados y familias presentes por mes, localidad y temporada del año para después determinar el número de familias presentes y abundancia de los mismos a lo largo del año. Los datos de cada sitio se compararon por medio de la prueba de  $\chi^2$  que determina si los datos correspondientes a dos o más muestras aleatorias provienen de la misma población (Monge y Juan, 2012)

Como se mencionó, las familias Silphidae, Trogidae y Staphylinidae corresponden a algunas de las más estudiadas en México, por lo que se cuenta con claves de identificación a nivel de especie y especialistas para estos grupos en el país. Fue así, que se logró identificar las especies de estas familias por medio de las claves de Navarrete-Heredia (2009) para el caso de Silphidae y se contó con la ayuda del especialista Cuauhtémoc Deloya (Instituto de Ecología, A.C.) en la identificación de Trogidae; cabe destacar que no se incluyeron las especies de la familia Staphylinidae debido a que esta información forma parte de otro estudio que se desarrolla de forma paralela por Ángel Trujillo Mónica. Para las especies de estas familias, se analizaron de forma independiente los datos obtenidos de riqueza y abundancia para cada uno de los sitios y épocas del año.

Finalmente, todo el material se depositó en la Colección de Artrópodos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (CAFESI), UNAM.



Figura 2 Sitios de recolecta. A.- Zona arqueológica de Teotihuacán. B.- Cultivo de *Opuntia*, en el Ejido de Metepec. C y D.- Traspacios de dos casas en zona urbana de San Martín de las Pirámides. Fotografías por M. L. Moreno Olvera.



## RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 7,541 coleópteros, que se agruparon en 2 subórdenes, 11 superfamilias y 33 familias, tres de las cuales no pudieron ser determinadas (Cuadro 1).

### ABUNDANCIA

Cuatro familias agruparon el 96.43% del total de los organismos recolectados. La familia más abundante fue Histeridae con 4,058 organismos (53.81%), en orden decreciente le siguieron las familias Nitidulidae con 1,765 (23.41%), Staphylinidae con 838 (11.11%) y Silphidae con 611 (8.10%), las 29 familias restantes agruparon el 3.57%.

En cuanto a la abundancia total por sitio (Cuadro 1), la zona arqueológica tuvo el mayor porcentaje de escarabajos con 54.29% (4,094), seguido del cultivo de *Opuntia* con 27.95% (2,108) y finalmente la zona urbana con 17.76% (1,339). Además, la prueba de  $\chi^2$  determinó que existe diferencia entre las poblaciones de los tres sitios, pues los valores obtenidos entre sitios fueron: [CO vs ZA ( $\chi^2=78.147$ , 30gl 0.001p), ZA vs ZU ( $\chi^2=69.552$ , 29gl 0.001p) y CO vs ZU ( $\chi^2=125.26$ , 22gl 0.001p)].



Cuadro 1. Lista taxonómica de familias obtenidas en el estudio.

Orden	Suborden	Serie	Superfamilia	Familia	Nombre específico
Coleoptera	Adephaga			Carabidae	
	Polyphaga	Staphyliniiformia	Hydrophiloidea	Hydrophilidae	
				Histeridae	
			Staphylinoidea	Ptilidae	
				Leiodidae	
				Silphidae	<i>Nicrophorus mexicanus</i> Matthews, 1888
					<i>Thanatophilus graniger</i> (Chevrolat, 1833)
			<i>Thanatophilus truncatus</i> (Say, 1823)		
		Staphylinidae	<i>Oxcelytrum discicolle</i> (Brulle, 1840)		
		Scarabaeiformia	Scarabaeoidea	Trogidae	<i>Trox plicatus</i> Robinson 1940
		Elateriformia	Byrrhidea	Byrrhidae	
				Chelonariidae	
			Elateroidea	Elateridae	
				Lampyridae	
		Bostrichiformia	Bostrichoidea	Cantharidae	
				Dermestidae	
		Cucujiformia	Cleroidea	Ptinidae	
				Cleridae	
	Cucujoidea		Melyridae		
			Cryptophagidae		
			Nitidulidae		
			Coccinellidae		
	Tenebrionoidea		Corylophidae		
			Mycetophagidae		
			Melandrydae		
			Tenebrionidae		
	Chrysomelidae		Chrysomelidae	Anthicidae	
				Salpingidae	
	Curculionidae		Curculionidae	Cerambycidae	
		Chrysomelidae			
				Attelabidae	
				Curculionidae	
				Coleoptera	
				Coleoptera 1	
				Coleoptera 2	



Cuadro 2. Abundancia y riqueza por sitio; (\*) familias exclusivas (restringidas a un sitio).

Familia	Gremio trófico	Cultivo de <i>Opuntia</i>	Zona arqueológica	Zona urbana	Total	Porcentaje del total
Histeridae	Depredador	1181	2514	363	4058	53.81%
Nitidulidae	Saprófago	143	897	725	1765	23.41%
Staphylinidae	Depredador	234	425	179	838	11.11%
Silphidae	Necrófago	459	147	5	611	8.10%
Carabidae	Omnívoro	27	7	7	41	0.54%
Mycetophagidae	Fungívoro	16	13	5	34	0.45%
Curculionidae	Fitófago		14	15	29	0.38%
Leiodidae	Fungívoro	8	12	3	23	0.30%
Tenebrionidae	Omnívoro	11	7	2	20	0.27%
Byrrhidae	Fitófago	3	1	15	19	0.25%
Corylophidae	Fungívoro		10	7	17	0.23%
Salpingidae	Omnívoro	14*			14	0.19%
Cryptophagidae	Fungívoro		8	5	13	0.17%
Trogidae	Necrófago	5	5	1	11	0.15%
Chrysomelidae	Fitófago		7	1	8	0.11%
Cleridae	Depredador		6	2	8	0.11%
Melyridae	Depredador	1	3	1	5	0.07%
Cantharidae	Depredador	3	1	1	5	0.07%
Chelonaridae	Fitófago		4*		4	0.05%
Ptínidae	Fungívoro		3*		3	0.04%
Anthicidae	Saprófago	1	1		2	0.03%
Melandrydae	Fungívoro		2*		2	0.03%
Cerambycidae	Xilófago	1*			1	0.01%
Coccinellidae	Depredador		1*		1	0.01%
Ptilidae	Fungívoro		1*		1	0.01%
Elateridae	Fitófago		1*		1	0.01%
Coleoptera 2	-			1*	1	0.01%
Coleoptera	-		1*		1	0.01%
Coleoptera 1	-			1*	1	0.01%
Attelabidae	Fitófago		1*		1	0.01%
Lampyridae	Depredador		1*		1	0.01%
Hydrophilidae	Saprófago	1*			1	0.01%
Dermestidae	Saprófago		1*		1	0.01%
<b>Abundancia</b>	-	<b>2108</b>	<b>4094</b>	<b>1339</b>	<b>7541</b>	<b>7541</b>
<b>% Abundancia</b>	-	27.95%	54.29%	17.76%		100.00%
<b>Riqueza</b>	-	16	28	19	33	
<b>Fam. exclusivas</b>	-	2	10	2		



La abundancia en la región a lo largo del año presentó el mayor número de organismos recolectados en mayo con más de 1,200, mientras que febrero fue el que menos tuvo con únicamente 221 escarabajos del total. El resto de los meses se registró entre 400 y 800 coleópteros (Figura 3 y Anexo 1).

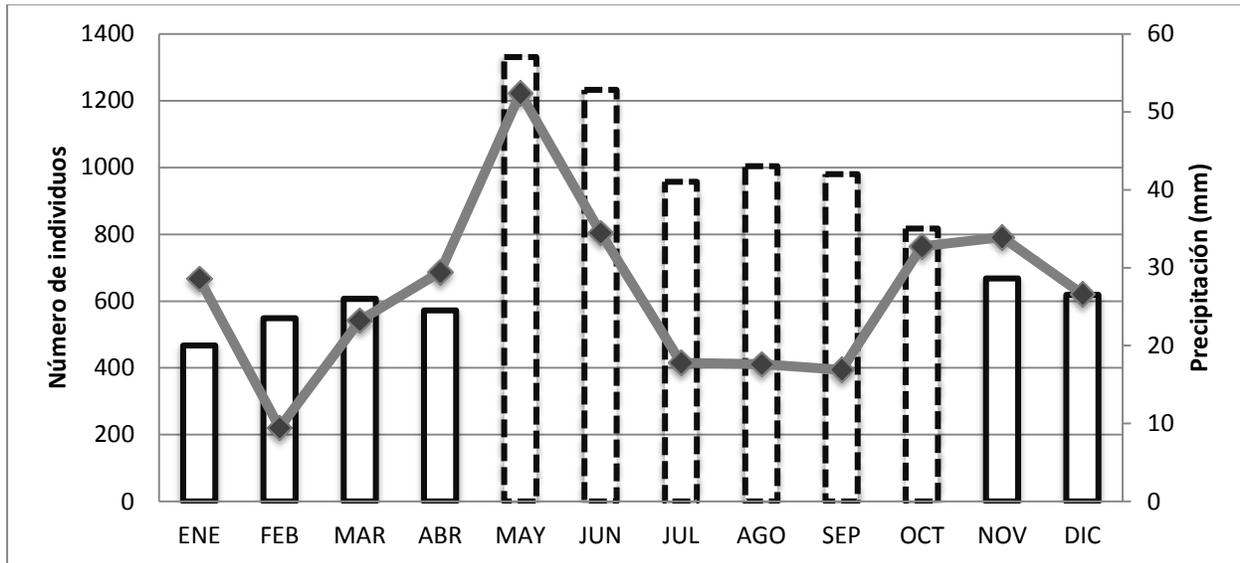


Figura 3. Abundancia mensual de coleópteros de la región a lo largo del año. Las barras representan la precipitación del sitio: línea continua meses de sequía y línea discontinua meses de lluvias.



Cada uno de los sitios tuvo abundancia mensual diferente (Figura 4), la zona arqueológica presentó el mayor número de ejemplares en abril (498) y el menor en agosto (155), de manera general la abundancia en el resto de los meses fue superior al observado en los otros dos sitios (Anexo 2); en el cultivo de *Opuntia*, mayo (301) y octubre (318) fueron los que tuvieron mayor abundancia y febrero el de menor número (14), el resto de los meses no mostraron una disminución de sus valores tan marcada (Anexo 3); finalmente en la zona urbana el mes con mayor abundancia fue mayo (432 organismos) y le siguió marzo (205), el resto de los meses la disminución de escarabajos fue drástica con menos de 100 individuos por mes (Anexo 4).

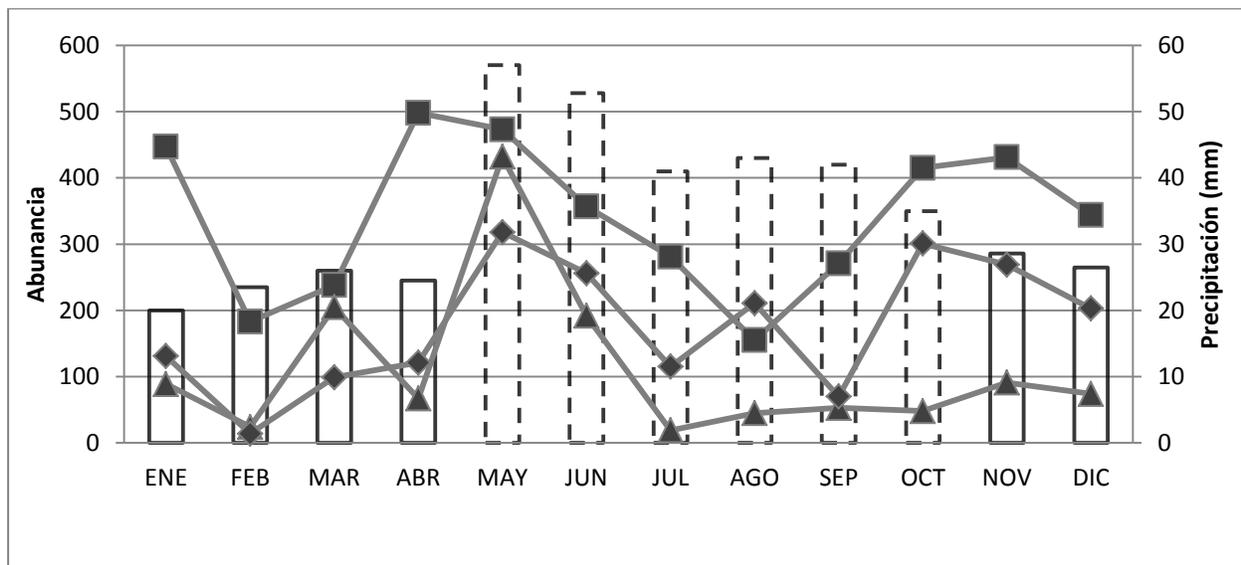


Figura 4 Abundancia mensual registrada para cada uno de los sitios a lo largo del año. ■ = Zona arqueológica; ▲ = Zona urbana; ◆ = Cultivo de *Opuntia*; barras línea punteada = meses con lluvia; barras: línea punteada = lluvias; barras línea continua = sequía.



Histeridae fue la familia con mayor número de organismos recolectados, se observan tres incrementos marcados durante el año, ocurrieron en mayo el más alto, seguido de noviembre y enero, mientras febrero fue el mes con menos organismos con solo 132 de los 4058 recolectados; Nitidulidae por su parte mostró un alto número de ejemplares en tres meses del año mayo (413), enero (257) y marzo (230); en que tanto Staphylinidae tuvo su mayor abundancia en junio (126) la cual se mantuvo más o menos estable, el resto del año, de enero a abril, tuvo números inferiores. Finalmente de Silphidae se recolectaron más ejemplares en noviembre (185) y octubre (145), el resto del año hubo menos de 60 ejemplares por mes. Cabe destacar que Histeridae, Nitidulidae y Silphidae mostraron una preferencia por los meses de temporada de secas o inicio de lluvias, mientras que Staphylinidae tuvo una marcada inclinación por los meses de lluvias (Figura 5).

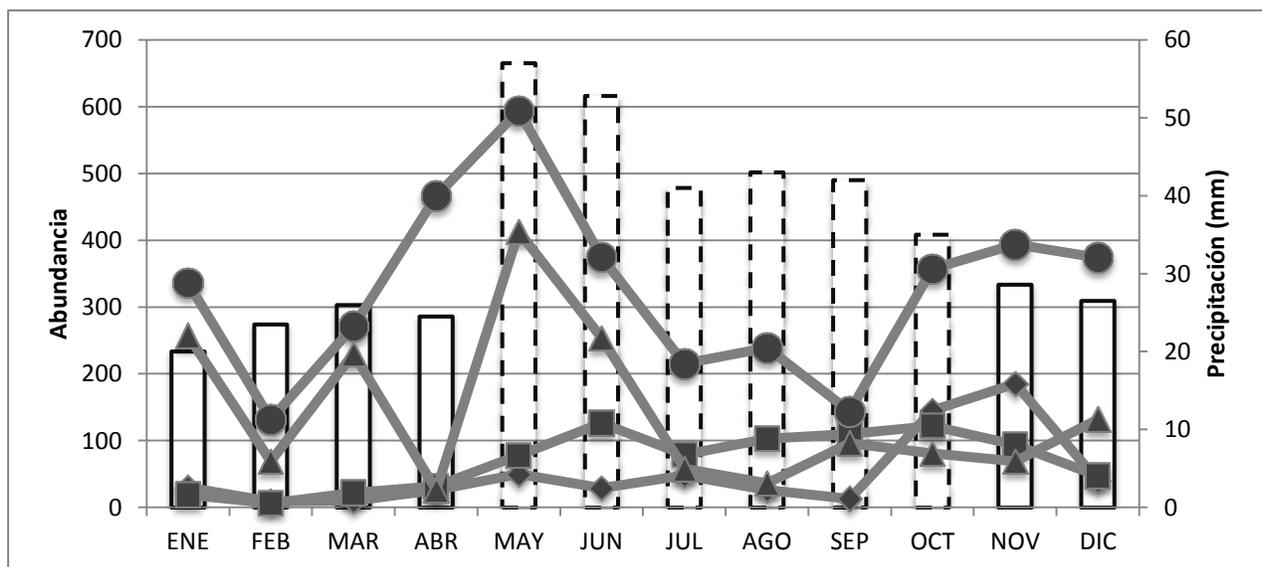


Figura 5 Abundancia mensual de las familias más representativas a lo largo del año. ● = Histeridae ■ = Staphylinidae; ▲ = Nitidulidae; ◆ = Silphidae; barras: línea punteada = lluvias; barras línea continua = sequía.



Abundancia de las familias más representativas del sitio.

**Histeridae** (Figura 16-A): En la zona arqueológica la abundancia comenzó con 273 ejemplares en enero la cual disminuyó hasta marzo, posteriormente de manera abrupta en abril se obtuvo el mayor número de representantes (384), la cantidad disminuyó gradualmente hasta agosto (107) para volver a incrementarse en noviembre (284), finalmente en diciembre volvió a disminuir; en el cultivo de *Opuntia* se recolectaron en promedio menos de 150 histeridos por mes durante todo el año, pero fueron mayo (176 ejemplares) y junio (177) los de mayor abundancia y febrero el de menor con únicamente cinco; finalmente en la zona urbana se obtuvieron menos de 36 organismos durante todo el año, excepto marzo (142) y mayo (121) donde se alcanzó el mayor número de histeridos. Los picos de abundancia se presentaron indistintamente en lluvias y sequía, sin embargo durante las lluvias la abundancia general de la familia se mantuvo baja pero estable (Figura 6).

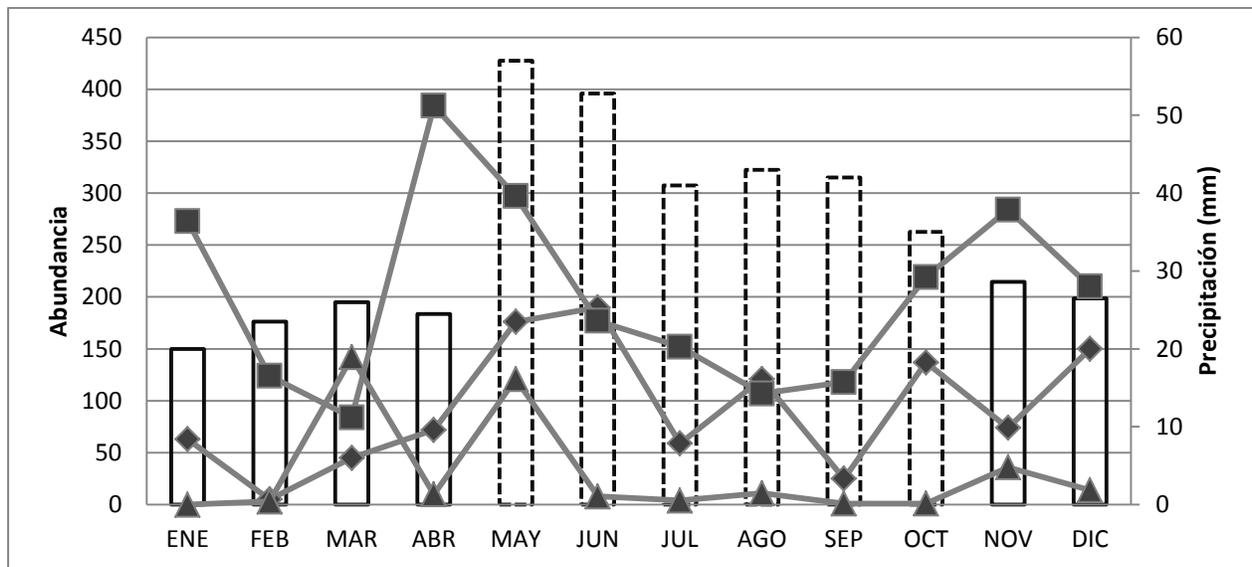


Figura 6 Abundancia mensual por sitio de Histeridae a lo largo del año. ■ = Zona arqueológica; ▲ = Zona urbana; ◆ = Cultivo de *Opuntia*; barras: línea punteada = lluvias; barras línea continua = sequía.



**Nitidulidae** (Figura 16-B): En la zona arqueológica el comportamiento de Nitidulidae fue cambiante durante todo el año se apreció una alta actividad en enero (152), marzo (142) y mayo (134) cuya abundancia fue superior al resto de los meses que se mantuvieron por debajo de los 100 organismos siendo agosto el que tuvo menos (20); por su parte en la zona urbana la presencia de la familia fue de manera general de menos de 50 organismos, con excepción de enero (87), mayo (261) y junio (156) meses que presentaron mayor abundancia y que dada la diferencia con respecto al resto del año, generaron dos picos de abundancia sobresalientes; el cultivo de *Opuntia* fue el sitio con menor presencia de la familia, se presentó únicamente en 11 meses del año alcanzando el máximo de 40 ejemplares en marzo y manteniendo una abundancia por debajo de los 20 nitidúlidos el resto del año. En los tres casos los picos que representan la mayor abundancia fueron temporada de secas o inicio de lluvias, mientras que la menor cantidad de especímenes recolectados fue durante lluvias o finales de secas (Figura 7).

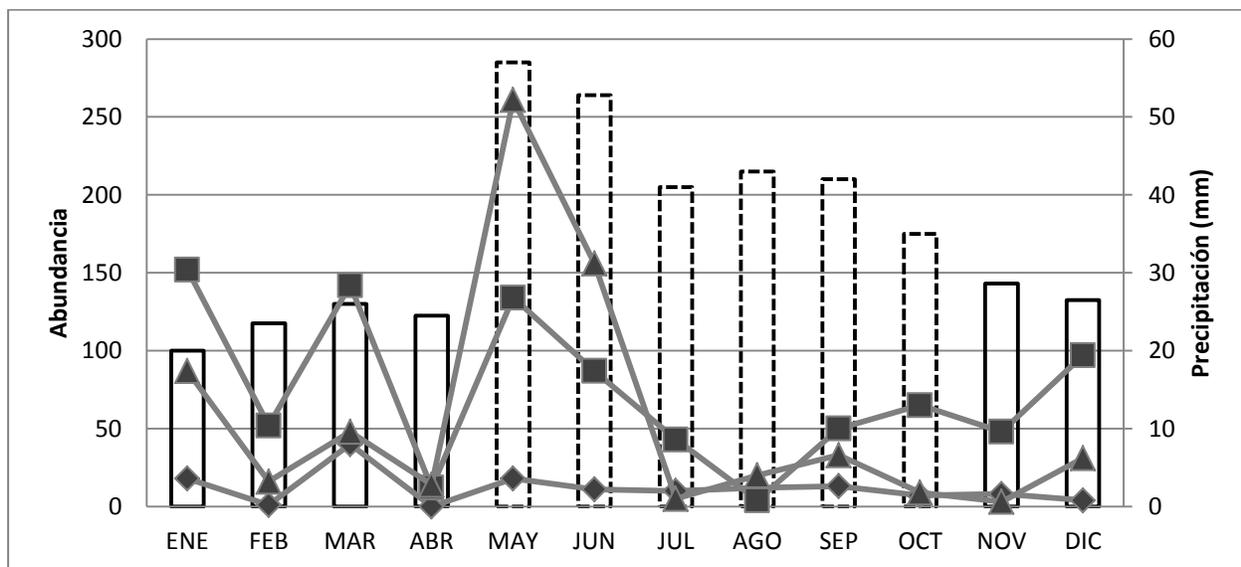


Figura 7 Abundancia mensual por sitio de Nitidulidae a lo largo del año. ■ = Zona arqueológica; ▲ = Zona urbana; ◆ = Cultivo de *Opuntia*; barras: línea punteada = lluvias; barras línea continua = sequía.



**Staphylinidae** (Figura 16-C): En la zona arqueológica la abundancia de enero a abril fue de menos de cinco organismos por mes, en mayo comenzó a incrementar hasta alcanzar los 79 en junio, a pesar de que en julio y agosto el número disminuyó, logro su mayor abundancia en septiembre (82) y octubre (81); en el sitio de cultivo de *Opuntia* gran parte del año se recolectaron menos de 22 estafilinidos, con excepción de agosto (53) y octubre (31) meses con mayor abundancia y febrero (1) y marzo (5) los de menor; finalmente la zona urbana fue el sitio con menos ejemplares, a pesar de esto en mayo (31), junio (27) y noviembre (31) se obtuvieron las mayores abundancias con respecto al resto de los meses, los cuales tuvieron menos de 18 especímenes (Figura 8).

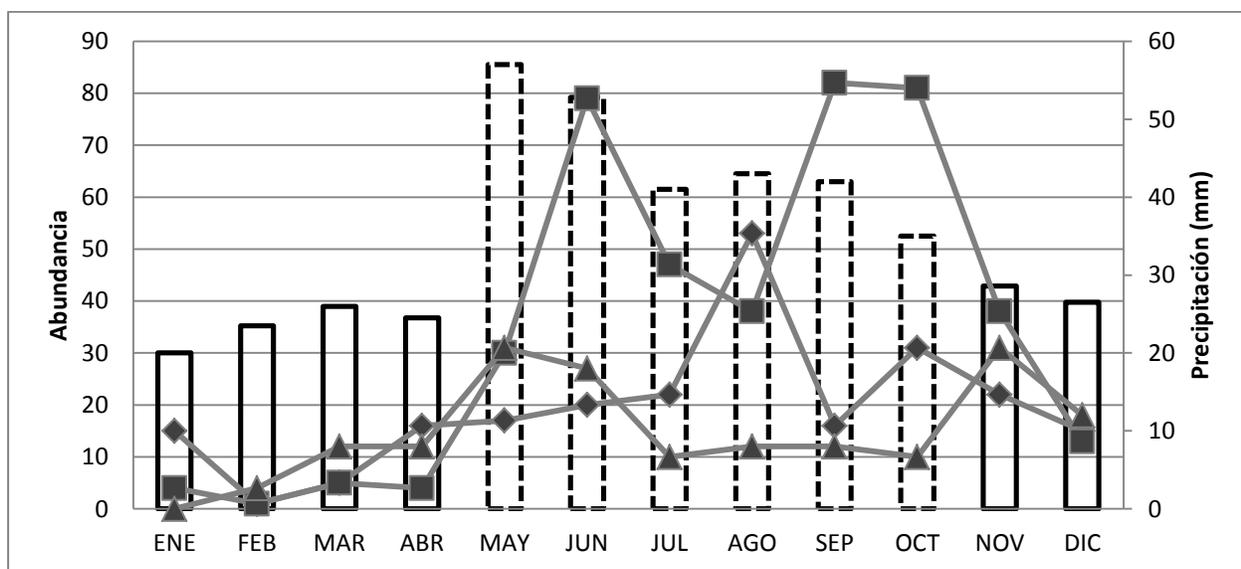


Figura 8 Abundancia mensual por sitio de Staphylinidae a lo largo del año. ■ = Zona arqueológica; ▲ = Zona urbana; ◆ = Cultivo de *Opuntia*; barras: línea punteada = lluvias; barras línea continua = sequía.



**Silphidae** (Figura 16-D y E): La mayoría fueron recolectados en el cultivo de *Opuntia*, cuya mayor abundancia se presentó entre octubre (112 ejemplares) y noviembre (141) mostrando una alta preferencia por estos meses, el resto del año se obtuvieron menos de 40 representantes mensualmente; en la zona arqueológica su abundancia se mantuvo por debajo de los 30 sílfidos, excepto octubre (33) y noviembre (44) que fueron los meses con mayor abundancia, en abril estuvo ausente; finalmente la zona urbana fue el lugar con menos número de representantes de esta familia con sólo cinco ejemplares 3 en diciembre y dos en mayo. Las abundancias más altas en el cultivo de *Opuntia* y la zona arqueológica fueron durante el inicio de la sequía (Figura 9).

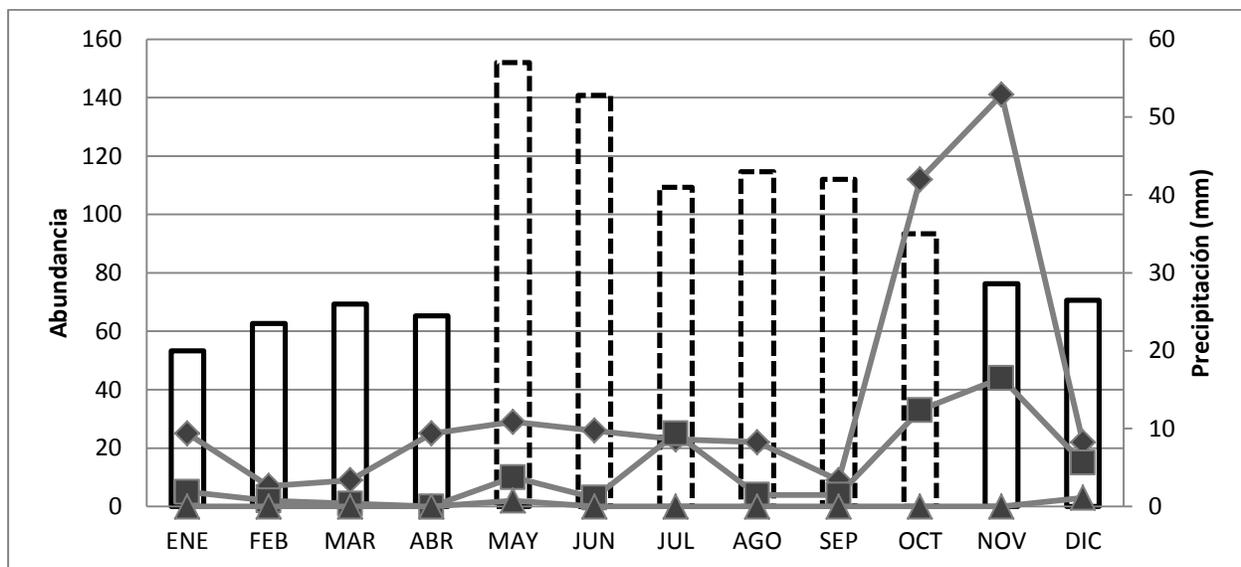


Figura 9 Abundancia mensual por sitio de Silphidae a lo largo del año. ■ = Zona arqueológica; ▲ = Zona urbana; ◆ = Cultivo de *Opuntia*; barras: línea punteada = luvias; barras línea continua = sequía.



### Fluctuación de abundancia y riqueza entre épocas del año.

La temporada de lluvias que abarca los meses de mayo a octubre tuvo una abundancia de 53.20% (4,012) del total obtenido, agrupados en 24 de las 33 familias presentes en el sitio, seis de las cuales solo se presentaron en este sitio. El 46.79% (3,529) restante de la abundancia total se registró en la temporada de sequía que va de noviembre a abril, sin embargo, fue en esta época del año en la que hubo mayor cantidad de familias con 26, cinco de ellas estuvieron exclusivamente en esta época del año (Anexo 1).

### RIQUEZA

El número de familias en la región se mantuvo entre siete y 13 en el periodo de enero a agosto, en el último cuatrimestre del año al final de lluvias e inicio de sequía fue cuando se encontraron más familias siendo noviembre el mes con mayor registro con 20 familias (Figura 10).

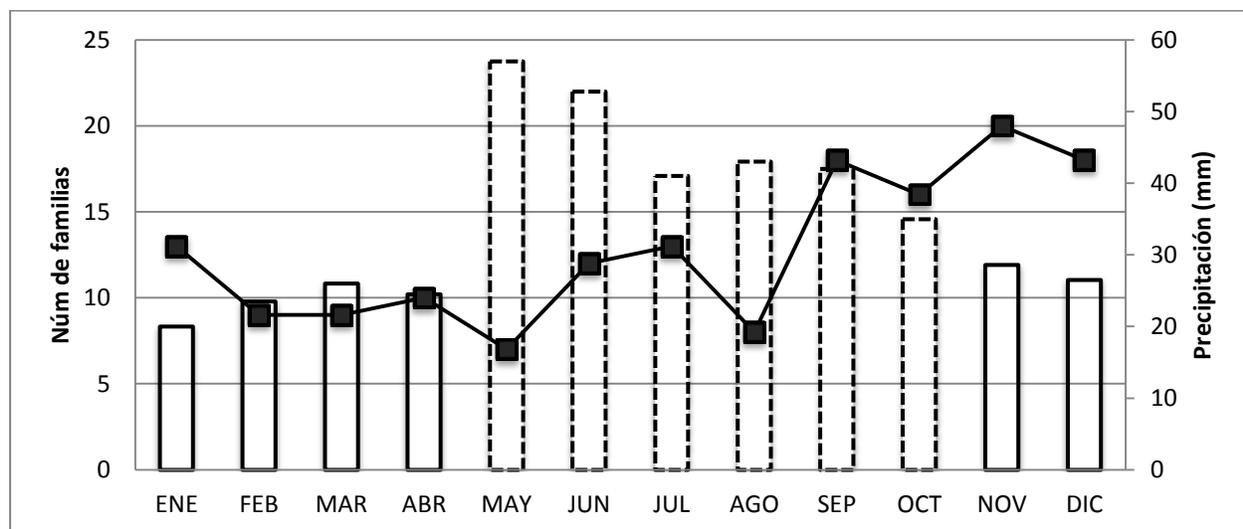


Figura 10 Número mensual de familias en la región a lo largo del año. Las barras representan la precipitación del sitio: línea continua, meses de sequía y línea discontinua meses de lluvias.

La zona arqueológica tuvo el mayor número de familias con 28 de las 33 registradas, en tanto que en la zona urbana se capturaron 19, en el cultivo de *Opuntia* únicamente 16 del total. Cabe destacar que la zona arqueológica tuvo 10 familias exclusivas y dos en cada uno de los dos sitios restantes (Cuadro 2).



En referencia al número de familias por sitio durante el año, el mayor número se localizó en la zona arqueológica, durante la sequía e inicio de lluvias, entre enero y mayo, hubo menos de nueve familias mensualmente, a pesar de que en agosto hubo sólo cinco familias, fue a partir de junio y hasta diciembre que se obtuvo la mayor riqueza de familias con más de 10 por mes, siendo septiembre cuando se identificaron más (14); en el cultivo de *Opuntia* se pudieron apreciar dos picos con mayor cantidad de familias, en la primera mitad del año durante enero y junio se obtuvieron más familias que el resto de los meses, en cambio en la segunda mitad incrementó gradualmente la suma de ellas de cinco en julio a once en noviembre y diciembre; por último la zona urbana tuvo su mayor número de familias en octubre con 11, seguido de noviembre y diciembre con nueve familias cada uno, los demás meses tuvieron menos de 6 familias (Figura 11).

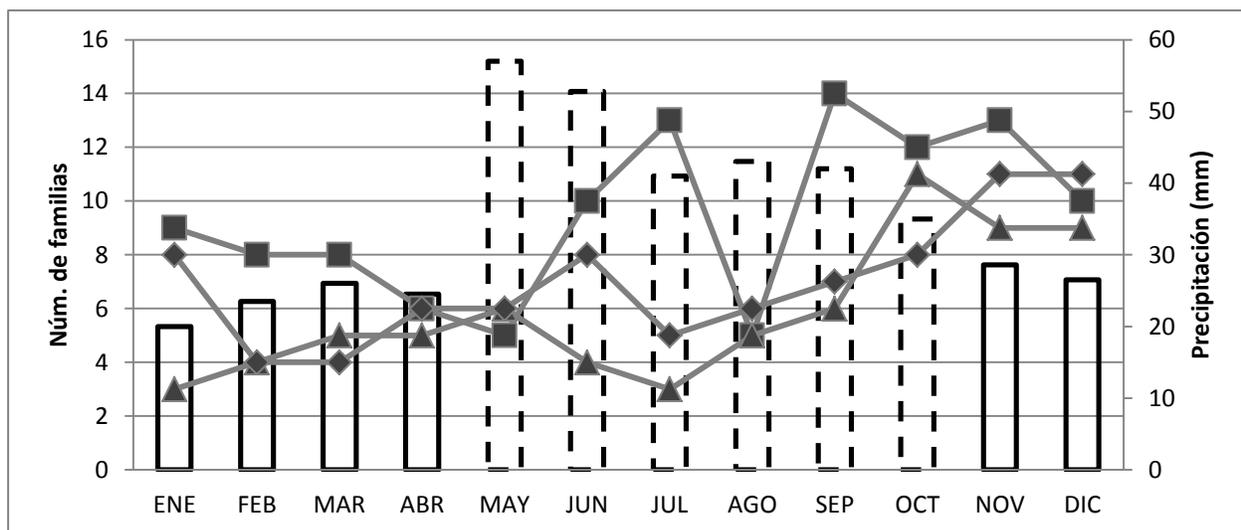


Figura 11 Abundancia mensual por sitio a lo largo del año. ■ = Zona arqueológica; ▲ = Zona urbana; ◆ = Cultivo de *Opuntia*; barras línea punteada = meses con lluvia; barras línea continua = meses de sequía.



## GREMIOS ALIMENTARIOS

La coleopterofauna necrófila se agrupó en siete gremios alimentarios, los depredadores fueron los más abundantes con 4,916 (65%) representados principalmente por las familias Histeridae y Staphylinidae, los saprófagos con 1,759 (24%) de los cuales Nitidulidae fue una familia dominante y los necrófagos con 622 (8%) que agruparon básicamente las familias Silphidae y Trogidae, los de menor abundancia que agruparon el 3% del total fueron herbívoros, xilófagos, fungívoros y omnívoros (Figura 12).

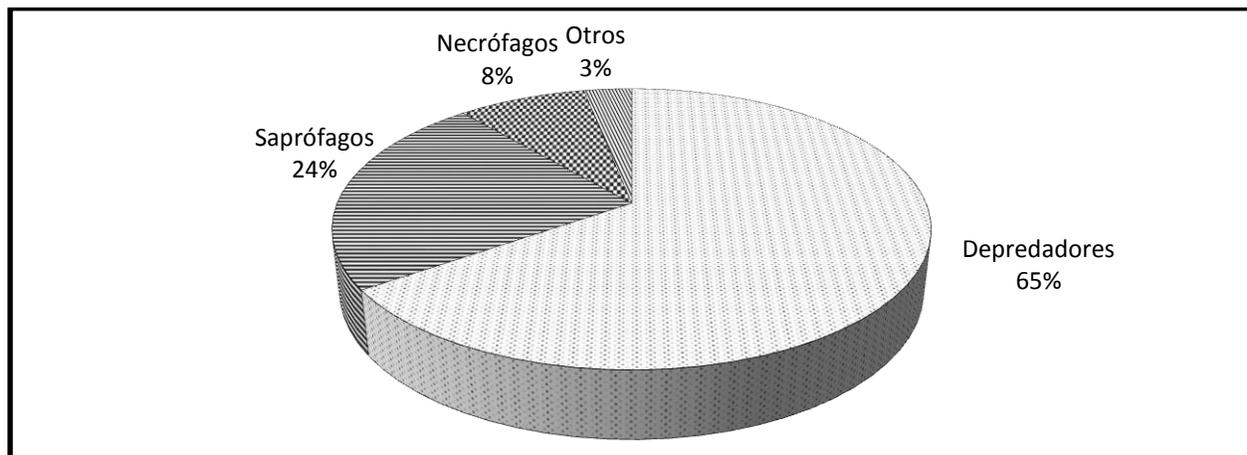


Figura 12 Gremios tróficos que agruparon a las familias de coleópteros necrófilos.



## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LAS ESPECIES DE LA FAMILIA SILPHIDAE

En particular para la familia Silphidae, se obtuvieron 611 organismos de cuatro especies, *Nicrophorus mexicanus* Matthews, 1888 (Figura 16-D) fue la más abundante con 535 ejemplares (87.56%) del total, seguida de *Thanatophilus truncatus* (Say, 1823) con 60 (9.81%) (Figura 16-E), *Thanatophilus graniger* (Chevrolat, 1833) 14 (2.29%) y *Oxelytrum discicolle* (Breulle, 1840) con únicamente 2 (0.32%) (Cuadro 3).

Cuadro 3 Abundancia mensual de las especies de Silphidae a lo largo del año.

Especie / mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
<i>N. mexicanus</i>	29	9	10	26	48	25	28	24	9	128	161	38	535
<i>O. discicolle</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>T. graniger</i>	1	0	0	0	1	2	3	1	0	5	1	0	14
<i>T. truncatus</i>	0	0	0	0	1	2	17	1	4	12	22	1	60
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>41</b>	<b>29</b>	<b>48</b>	<b>26</b>	<b>13</b>	<b>145</b>	<b>185</b>	<b>40</b>	<b>611</b>

La abundancia de familia Silphidae a lo largo del año fue mayor en noviembre al principio del periodo de sequía. A pesar de que el resto del año se presentaron cantidades menores a los 50 organismos, fueron febrero, marzo y septiembre los que tuvieron menos de 20 ejemplares (Figura 13).

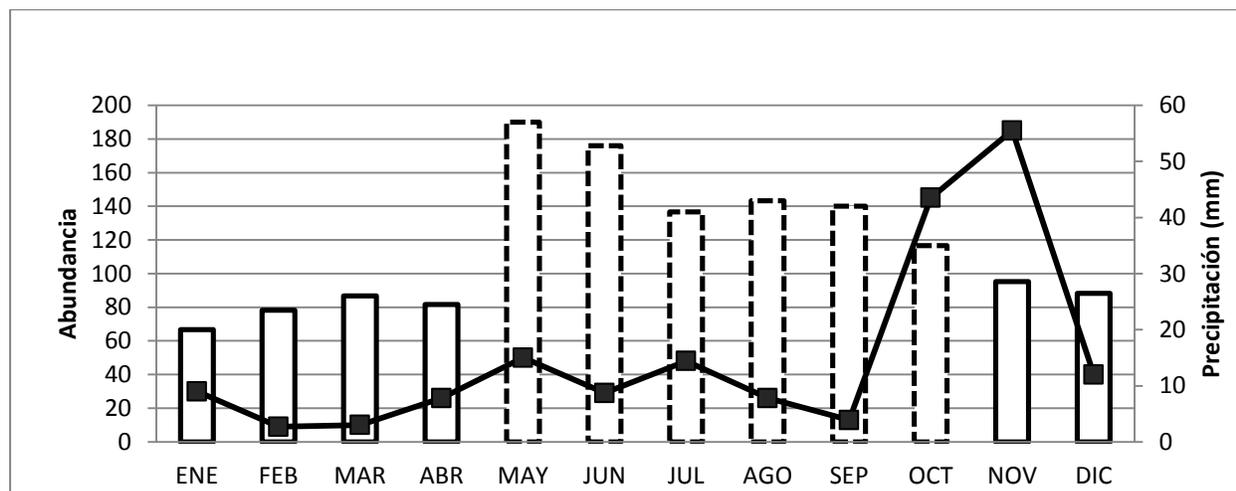


Figura 13 Abundancia de Silphidae a lo largo del año con respecto a la precipitación (barras con línea continua corresponden a los meses de temporada de secas y las barras con línea discontinua a la temporada de lluvias)



La abundancia por especie a lo largo del año indicó que en el caso de *N. Mexicanus*, tuvo mayor actividad y por tanto presencia en noviembre y octubre a finales de la época de lluvias e inicio de la sequía, manteniéndose el resto del año con números inferiores a 40 organismos por mes. Mientras que para *T. truncatus* se registraron menos de 12 organismos por mes durante todo el año, pero en julio y noviembre se superaron los 17 ejemplares, permitiendo reconocer dos picos altos de abundancia en la temporada de lluvias e inicio de sequía respectivamente. En el caso de *T. graniger* hubo menos de 10 ejemplares por mes durante todo el año. Finalmente se obtuvieron únicamente dos ejemplares de *O. discicolle* uno en noviembre y otro en diciembre, meses correspondientes al inicio de sequía (Figura14).

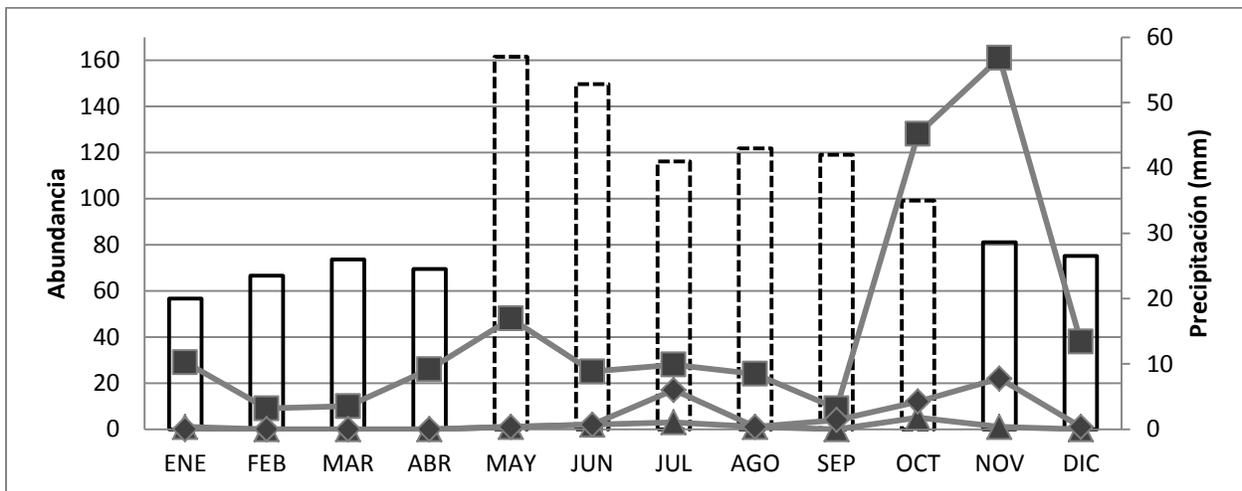


Figura 14 Abundancia de las especies de Silphidae a lo largo del año. ■ = *N. mexicanus*; ▲ = *T. graniger*; ◆ = *T. truncatus*; barras línea punteada = meses con lluvia; barras línea continua = meses de sequía.



En el caso de *N. mexicanus* se presentó durante todo el año y en mayor porcentaje en el cultivo de *Opuntia* con 78.47% del total de ejemplares, le siguió la zona arqueológica con 20.95%, la mayor abundancia de ambos sitios fue en noviembre y octubre; finalmente en la zona urbana solo se recolectaron tres organismos durante todo el año uno en mayo y dos en diciembre (Figura 15).

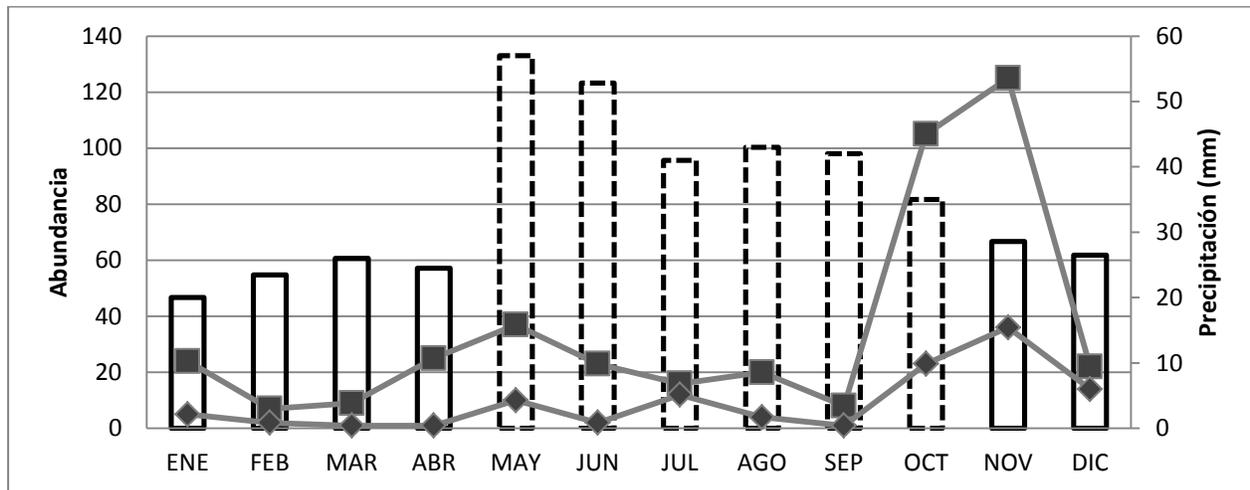


Figura 15 Abundancia de *N. mexicanus* por sitio a lo largo del año. ■ = Zona arqueológica; ▲ = Zona urbana; ◆ = Cultivo de *Opuntia*; barras línea punteada = meses con lluvia; barras línea continua = meses de sequía.

Por su parte *T. truncatus* se presentó de mayo a diciembre principalmente en la zona arqueológica y el cultivo de *Opuntia*, en el primer sitio con un pico de mayor abundancia en julio en plena temporada de lluvias y el segundo en noviembre a inicios de época de secas. En el caso de la zona urbana solo hubo dos organismos uno capturado en mayo en inicio de las lluvias y otro en diciembre al inicio de sequía.

*Thanatophilus graniger* fue la especie con menos organismos, únicamente 14 (Cuadro 4) y cerca del 80% de ellos fueron recolectados en el cultivo de *Opuntia*, cuatro de ellos en octubre al final de las lluvias.



#### DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA ESPECIE DE LA FAMILIA TROGIDAE

Los 11 ejemplares de la familia Trogidae pertenecieron a la especie *Trox plicatus* (Figura 16-H). Su presencia fue en promedio de un ejemplar por mes de abril a noviembre, siendo junio el mes con mayor número de ejemplares con cinco de ellos (Cuadro 4).

Se recolectaron trógididos en los tres sitios, mostrando igual preferencia por el cultivo de *Opuntia* que por la zona arqueológica, ya que en ambos sitios hubo cinco organismos de la especie; en el caso de la zona urbana sólo se recolectó un organismo en todo el año.

Cuadro 4. Abundancia por sitio de *Trox plicatus* durante el año.

<b>TROGIDAE: <i>Trox plicatus</i></b>	<b>Meses con organismos capturados</b>						
<b>Sitios de recolección</b>	ABR	MAY	JUN	JUL	SEP	OCT	NOV
<b>Zona arqueológica</b>			3	1		1	
<b>Cultivo de <i>Opuntia</i></b>	1		2		1		1
<b>Zona urbana</b>		1					

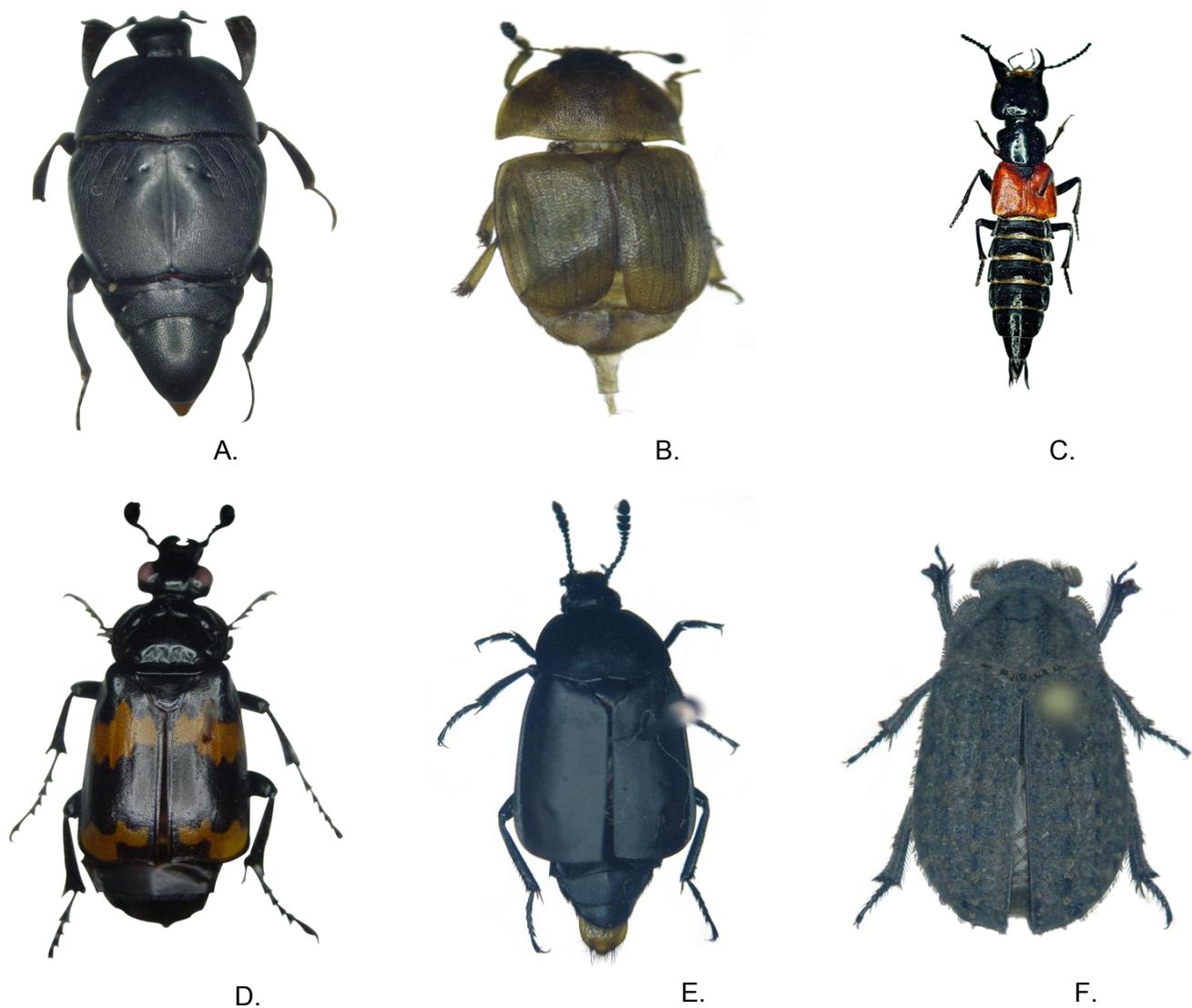


Figura 16. Coleópteros de las familias más abundantes y de las especies identificadas de Silphidae y Trogidae. A.- Histeridae. B.- Nitidulidae. C.- Staphylinidae. D.- Silphidae, *N. mexicanus*. E.- Silphidae, *T. truncatus*. F.- Trogidae, *T. Plicatus*. Fotografías tomadas por Maricela Leticia Moreno Olvera y editadas por Arlette Moreno Olvera.



## DISCUSIÓN

### DISCUSIÓN GENERAL

El total de organismos recolectados (7,541) fue menor al de estudios similares realizados en sitios con diferente tipo de vegetación como bosque mesófilo de montaña, bosque tropical caducifolio y bosque de pino-encino, donde se obtuvieron más del doble de escarabajos; sin embargo, el de número de familias identificadas (30) es similar al promedio contabilizado en estos mismos estudios que van entre 29 y 34 (Morón y Terrón, 1984; Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011; Navarrete-Heredia *et al.*, 2012). Dieciocho familias del total identificadas coinciden con las 23 recolectadas por García (2014) empleando trampas de caída en los mismos sitios de recolección, siendo Nitidulidae, Staphylinidae y Caribidae aquellas que en ambos casos tuvieron alta abundancia y por tanto se les podría considerar con actividad constante en el suelo.

Histeridae, Nitidulidae, Staphylinidae y Silphidae fueron las familias más representativas del sitio, mismas que han sido obtenidas en otros estudios realizados con trampas de tipo NTP80 y que presentan un mayor porcentaje por encima de las demás familias capturadas. (Morón y Terrón, 1984; Acuña, 2004; Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011), estas familias son consideradas estrechamente asociadas a cuerpos en descomposición, debido a sus diferentes papeles tróficos como adultos e incluso en sus etapas larvales (Allabay *et al.*, 2013)

La familia con mayor abundancia fue Histeridae, la cual se caracteriza por ser depredadora y vivir en microhábitats como materia vegetal en descomposición y cadáveres, algunas especies se alimentan de larvas y huevos de insectos de cuerpo blando, como algunos dípteros y coleópteros que se desarrollan en dichos lugares (Bousquet y Laplante, 2006).

De manera general se registró un alto número de organismos en mayo, al inicio de la temporada de lluvias de la región, con abundancia entre el 20% y 60% superiores al resto de los meses, lo cual coincide con muchos de los estudios relacionados con escarabajos asociados a la carroña donde la mayor abundancia se han ubicado en los meses correspondientes al inicio de temporada de lluvias (Rivera y García, 1998; Acuña, 2004; Jiménez *et al.*, 2013; Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011). Esto puede ser explicado ya que el inicio de lluvias marca la época de floración de todo tipo de ecosistema, principalmente del matorral xerófilo donde gran parte del año se mantiene con escasas o poca presencia de



agua, al inicio de la época de lluvias la cobertura de la vegetación se mantiene más cerrada e incluso suele haber mayor diversidad florística que los meses correspondientes a lluvias (Castillo *et al.*, 2004), por lo que se puede considerar que los escarabajos tuvieron mayor cantidad de recurso disponible y aprovechable.

Particularmente la zona urbana tuvo alta presencia en marzo y mayo cuando terminaba la época de sequía y comenzaban las lluvias estos se debieron a la presencia de dos de las familias más abundantes, Histeridae y Nitidulidae las cuales seguramente tuvieron una mayor tolerancia a la perturbación, incluso estos se han registrado en otros sitios con alto grado de perturbación (González, 2013), sin embargo, destaca una abundancia muy baja el resto del año, dado que es una zona habitada es muy probable se deba a la constante actividad humana pues el ser humano a diferencia del resto de los seres vivos altera el medio en el que se desenvuelve no solo para su supervivencia, si no a modo de confort (Cárdenas, 2002).

En tanto que el cultivo de *Opuntia* se obtuvieron las mayores abundancias en noviembre, diciembre enero y junio, meses correspondieron a la época en la que no hubo producción de nopal, tuna y xoconostle, esto aunado a que la fumigación del cultivo estuvo suspendida hasta el mes de marzo, donde se combate a la plaga principal que es la chinche *Cylindricipturus biradatus* (Almaguer-Sierra *et al.*, 2014; Vargas *et al.*, 2008).

Finalmente, la zona arqueológica tuvo su mayor abundancia en abril y presentó el valor más bajo en agosto y mantuvo el resto de los meses números superiores a los otros dos sitios, los meses con mayor afluencia turística en el sitio son julio y agosto correspondientes al periodo vacacional de verano, además en 2012 se registró un incremento del turismo en el sitio de enero a abril, por lo que el gobierno municipal junto con las autoridades de la zona arqueológica implementaron un método de conservación de monumentos y áreas verdes, estas mismas medidas permanecieron los meses posteriores a la alta afluencia de turismo es decir a partir de abril (INAH, 2009; INAH, 2012), por lo que la disminución de actividad humana y la restricción de ella al hábitat de los organismos estudiados permitió el aprovechamiento de la disponibilidad del recurso. En todos los casos el número de organismos se vio alterado de manera proporcional a lo largo del año con el aumento o disminución de actividad humana en los sitios, de acuerdo a otros trabajos realizados en zonas afectadas por la actividad humana se ha demostrado que esta puede llegar a limitar el acceso al recurso disponible para los coleópteros necrófilos (Yanes-Gómez y Morón, 2010)



Histeridae fue la familia con mayor número de organismos, misma que de acuerdo con estudios de entomología forense se considera que se presenta en más de una de las fases de putrefacción de un cadáver, al ser depredador activo de larvas de los dípteros necrófagos que son los primeros en colonizar la materia en descomposición, sus picos de mayor abundancia fueron en mayo, enero y noviembre, meses de sequía con excepción de mayo que correspondió al inicio de lluvias, trabajos que han utilizado trampas tipo NTP80 han encontrado presencia de la familia se da en mayores cantidades en los meses correspondientes a secas (García, 2004; Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011), esto se debió probablemente a que la familia ovipone durante los meses que generalmente corresponden a primavera e inicios de verano, es decir al concluir los meses fríos e iniciar los cálidos poco antes del inicio de lluvias (Yélamos, 2002).

Nitidulidae fue la segunda familia con mayor abundancia, enero, marzo y mayo fueron los meses donde hubo mayor número de ejemplares registrados y abril con menos, los estudios donde se ha registrado a esta familia capturada por medio de necrotrampas han presentado su mayor abundancia indistintamente en ambas épocas del año (Martínez *et al.*, 2009; Morón y Terrón, 1984; Cejudo-Espinosa y Deloya, 2005; Navarrete-Heredia *et al.*, 2012) se deduce que esto ocurrió debido a que los nitidulidos se caracterizan por tener periodos larvales cortos, mientras que el adulto vive más tiempo, esto les ha permitido adaptarse a diferentes tipos de sustrato y condiciones climáticas siempre y cuando tengan al alcance la disponibilidad de recurso, cuando este se ausenta tienen la capacidad de encriptación hasta que el medio vuelva a tener los medios suficientes para su supervivencia (Myers, 2001).

La abundancia de Staphylinidae fue mayor en junio mantuvo poblaciones altas hasta noviembre, la mayor parte de estos meses correspondieron a la época de lluvias, el resto del año tuvo cantidades inferiores, de acuerdo con los trabajos realizados en sitios con diferentes tipos de vegetación como matorral xerófilo, bosque de pino-encino, bosque tropical caducifolio, bosque mesófilo de montaña, así como en diferentes usos de suelo se ha registrado una especial afinidad de estos organismos por los meses correspondientes a la mitad final de la época lluvias e inicio de la sequía (Morón y Terron, 1984; Márquez, 2003; Cejudo-Espinosa y Deloya, 2005; Martínez *et al.*, 2009; Jiménez-Sánchez *et al.*, 2011 y Jiménez-Sánchez *et al.*, 2013).



La cuarta familia con mayor abundancia fue Silphidae, que fue la única con una notable preferencia por la temporada al inicio de sequía, ya que octubre y noviembre fueron los meses con mayor número de representantes de la familia, incluso duplicando el número registrado el resto de los meses; como en otros casos Silphidae es una de las familias típicas en recolectas realizadas por medio de trampas NTP80 y se mantiene presente durante todo el año, a pesar de que se ha demostrado una preferencia de la familia por la época de lluvias en diversos estudios (Acuña, 2004; Navarrete-Heredia *et al.*, 2012) sin embargo estudios con características similares en cuanto a temperatura promedio y tipo de vegetación han demostrado una inclinación por aquellos meses al final del año de manera independiente a la precipitación del sitio (Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011; Jiménez-Sánchez *et al.*, 2013).

En la abundancia por sitio, Histeridae tuvo mayor presencia durante la sequía en los tres sitios, aunque el cultivo de *Opuntia* y la zona urbana tuvieron también altos registros en lluvias, a pesar de que hay pocos estudios referentes a la fenología de la familia, se conoce que Histeridae tiene afinidad por los meses cálidos para oviponer, pero en el caso de lugares con climas secos se ha registrado su inclinación por aquellos con bajas temperaturas que en este caso son los pertenecientes a la sequía (Yélamos, 2002), esto aunado a que ninguno de los picos de mayor abundancia en los diferentes sitios se superponen y estudios relacionados con la estacionalidad de la familia han descrito que su presencia depende del conjunto de factores biológicos, físicos y químicos que determinen las mejores condiciones para el crecimiento de la población (Zanetti *et al.*, 2006) mismos que en los tres sitios pudieron ser modificados por la intervención del hombre que en los tres casos se presenta en diferentes grados.

Por su parte, Nitidulidae tuvo mayor presencia en la zona urbana, seguida de la zona arqueológica ambos sitios con actividad principalmente entre los últimos meses de sequía y los primeros de lluvias, mientras que el cultivo de *Opuntia* a pesar de que fue el sitio con menor abundancia tuvo mayor incidencia en marzo al inicio de lluvias y estuvo ausente en abril. De acuerdo con otros registros de Nitidulidae, la familia muestra preferencia por el inicio y el final de lluvias (Morón y Terrón, 1984) pues es cuando suelen encontrar mayor disponibilidad de recurso, el bajo número registrado en el cultivo puede deberse a la presencia en mayor cantidad de escarabajos de otras familias saprófagas, que los lleva a una competencia interespecífica por el recurso (Castillo-Miralbés, 2001)



En tanto que Staphylinidae tuvo mayor abundancia en la zona arqueológica principalmente en junio, septiembre y octubre, seguido del cultivo de *Opuntia* con mayor abundancia en agosto, la menor abundancia fue en la zona urbana, donde mayo y noviembre fueron los meses con mayor número de organismos, de tal modo que la familia mostró preferencia por las lluvias e inicio de secas de manera general, a pesar de que Jiménez-Sánchez et al. (2013) describió la preferencia de los estafilínidos por la época de sequía en un matorral xerófilo en Puebla, diversos trabajos sobre la estacionalidad de Staphylinidae han notado mayor presencia en meses de lluvias independientemente del tipo de vegetación del sitio, ya que suele deberse a que las presas de los organismos se presentan en la misma época (Outerelo et al., 1995; Jiménez-Sánchez et al., 2009<sub>B</sub>).

Finalmente, de Silphidae se obtuvo la mayor abundancia en el cultivo de *Opuntia* en el mes de noviembre; en la zona arqueológica se registraron más ejemplares en noviembre y julio, pero un solo organismo en marzo y nula presencia en abril; la zona urbana fue el sitio con menor número de sílfidos con solo cinco ejemplares distribuidos en diciembre y mayo. Las mayores abundancias de la familia fueron al inicio de la sequía. Algunos autores han registrado una preferencia de Silphidae por los sitios con menos grado de perturbación y mayor área de sombra que los proteja de las condiciones climatológicas como lluvia y viento, lo que podría explicar la poca presencia en la zona urbana pues la cobertura arbórea y por tanto el espacio sombreado es menor que los otros dos sitios. (Rivera-Cervantes y García-Real, 1998; Jiménez-Sánchez et al., 2013). Las áreas de cultivo en zonas semiáridas pueden tener un grado de perturbación variable dependiendo de la resistencia de la vegetación original a las plantas arbustivas generadas en el sitio (Montaño-Arias et al., 2006) por lo que la alta presencia de sílfidos en el cultivo de *Opuntia* pudo deberse a otros factores como la baja competencia por el recurso con otras familias (Hernández, 2006).

Los porcentajes tanto de abundancia como de riqueza tuvieron una diferencia mínima entre las estaciones del año, más de la mitad de las familias se encontraron en ambas épocas del año y tuvieron un número igual de familias exclusivas, de modo que se puede deducir que los recursos para los organismos de estos grupos estuvieron disponibles a lo largo de todo el año en ambientes modificados por la actividad humana. Trabajos similares sobre coleóptero-fauna necrófila en regiones semiáridas demostraron que los organismos se mantienen presentes de manera indistinta en ambas épocas del año inclinando su preferencia por la presencia de recursos (Jiménez-Sánchez, et. al., 2013), además de que en otras regiones del Estado de



México se ha encontrado que la actividad de los escarabajos necrófilos se mantiene activa a lo largo de todo el año, a pesar de la constante actividad humana (Trevillar, *et. al.*, 2010).

El mayor número de familias se presentó al final de la época de lluvias e inicio de la sequía, en tanto que mayo y agosto correspondientes a lluvias fueron los meses con menos número de familias. Recolectas realizadas con trampas tipo NTP80 generalmente obtienen mayor riqueza en la época de lluvias (Morón y Terrón, 1984; Acuña, 2004; Cejudo-Espinosa y Deloya, 2005), sin embargo, sitios con vegetación de matorral xerófilo han registrado que los meses de inicio de sequía son aquellos donde se hay más número de familias e incluso de especies, mientras que los meses con mayor cantidad de lluvias son aquellos donde hubo menor riqueza (Cuellar, 1999; Jiménez-Sánchez et al., 2013).

La zona arqueológica de Teotihuacán fue la que tuvo mayor número de familias, entre nueve y 12 más que los otros dos sitios de recolección; de manera general existe poca evidencia sobre cual es la vegetación primaria en el Valle de Teotihuacán, sin embargo estudios sugieren que la presencia de matorrales de encino (comunidades arbustivas densas, caducifolias de corta duración que prospera sobre suelos someros, pedregosos, en las laderas de los cerros) en algunas áreas y el decrecimiento del lago y manantiales que se encuentran en el sitio son indicadores de intervención humana (McClung y Tapia, 1996; Manzanilla, 1993), a pesar de ello la zona arqueológica se encuentra en un constante mantenimiento y cuidado de sus áreas verdes, contando con áreas restringidas al público para protección principalmente de los monumentos históricos lo que ha permitido la presencia de flora y fauna silvestre, posee por lo menos 244 de las 250 especies de flora fanerógama registradas para el Estado de México (Torres, 2001). Los otros dos sitios son más propensos al cambio por actividad humana ocasionando un cambio rápido y constante en la disponibilidad del recurso, pero las familias podrían presentar un índice de resistencia a estos cambios, por lo que se podría esperar que la abundancia de dichas familias incrementara si se repitiera el estudio (Sánchez, et al., 2012)

En los tres sitios de recolección los meses con mayor número de familias fueron los que corresponden al final de lluvias y sequía; de acuerdo a algunas investigaciones los sitios mejor conservados tienen mayor abundancia y riqueza en los meses correspondientes a la sequía, pues además de ser los que tienen mayor disponibilidad de recurso, este se concentra en las partes más húmedas del lugar (Márquez, 2003), en tanto que la zona urbana al ser un área más descubierta de vegetación en temporada de lluvias escasea el refugio de los organismos,



además de que la lluvia podría ser un factor que limite su vuelo y por tanto desplazamiento hacia el recurso (Quezada-García et al., 2014).

Tomando en cuenta los hábitos de las familias más abundantes, el gremio alimentario más abundante lo agruparon los depredadores con 65% del total, representados por Histeridae y Staphylinidae; seguido de los saprófagos (24%) que agrupo a Nitidulidae y los necrófagos (8%) de los cuales Silphidae se considera necrófago estricto y Trogidae telio-necrofago (Deloya et al., 2007), un resultado similar obtuvieron Naranjo-López y Navarrete-Heredia (2011) en su estudio sobre coleópteros necrófilos recolectados con necrotrampas cebadas con calamar, cuya mayor abundancia la agruparon los necrófilos-depredadores.

#### FAMILIA SILPHIDAE

Se recolectaron 611 ejemplares de la familia, agrupados en cuatro especies, *N. mexicanus*, *T. truncatus*, *T. graniger* y *O. discicolle*, de acuerdo a los comentarios de Navarrete-Heredia, (2009) sobre las especies de Silphidae recolectadas en distintos sitios, estas se presentan en pares de especies de las subfamilias de Silphinae (*Oxelytrum* y *Thanatophilus*) y Nicrophorinae (*Nicrophorus*) debido a que aprovechan el recurso a diferente tiempo permitiendo su coexistencia, además estas especies han sido encontradas anteriormente para el Estado de México en otros trabajos sobre coleópteros necrófilos (Navarrete-Heredia, 2001; Cejudo-Espinosa y Deloya, 2005; Pérez, 2013).

Silphidae se caracterizó por una presencia constante de durante todo el año con una alta abundancia al final del año entre octubre y noviembre, esto puede estar relacionado con la presencia de cuatro especies determinadas dentro de las que se encuentran *N. mexicanus* y *T. graniger* que suelen encontrarse durante todo el año, las cuales tienen dominancia al final del año (Navarrete-Heredia, 2009)

La especie con mayor abundancia fue *N. mexicanus*, misma que se ha recolectado con gran número de ejemplares y de manera constante en estudios realizados por medio de necrotrampas con cebo (Hernández, 2006; Quiroz-Rocha, et al. 2008; Hernández, 2014). La mayor abundancia se presentaron en noviembre y octubre al final de la temporada de lluvias e inicio de la sequía y se mantuvo el resto de año con menos de 40 ejemplares por mes, esta inclinación hacia los meses de sequía también se registró en una región semiárida de Puebla,



donde la preferencia por la época del año fue independiente de la precipitación (Jiménez-Sánchez et al., 2013).

Se recolectaron menos de 30 ejemplares por mes de la especie *Thanatophilus truncatus*, sus picos de mayor abundancia se registraron en julio y noviembre en lluvias e inicio de la sequía respectivamente, en los comentarios bilógicos que hacen Navarrete-Heredia, et al., (2008) sobre la especie, aseguran que es una de las tres pertenecientes al género *Thanatophilus* que están registradas en México, además de que un modo de recolectar ejemplares es por medio de necrotrampas pero se obtienen muy pocos ejemplares.

La especie con menor abundancia fue *O. discicolle* la cual únicamente presentó dos ejemplares, a pesar de que se puede encontrar en un gradiente altitudinal desde el nivel del mar hasta los 3,000m snm y en zonas perturbadas y semiáridas (Acuña, 2004), de acuerdo a un estudio realizado por Pérez (2013) la presencia de *Oxelytrum* en recolectas realizadas por medio de trampas tipo NTP80 tiende a ser inferior a otras especies como *Nicrophorus* debido a los hábitos de la especie cuya presencia se sugiere está basada principalmente por la temperatura, pues investigaciones referentes a la especie encuentran preferencia por los meses con menor temperatura, a pesar de que en algunos casos sea este periodo el que se considera de lluvias (Fiuza et al., 2006; Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011).

La abundancia de *N. mexicanus* por sitio de, fue más alta en el cultivo de *Opuntia* con casi 80% del total de ejemplares, este sitio tiene parcelas muy juntas Rivera-Cervantes y García-Real (1998) obtuvieron un alto número de organismos de esta especie en sitios con mayor cobertura arbustiva, ya que genera una mayor área sombreada y por tanto mejores condiciones para el desarrollo de la especie. La zona arqueológica a pesar de ser un lugar más conservado en comparación con los otros dos sitios, tuvo menos cantidad de sílfidos de esta especie, sin embargo, al igual que en el cultivo, la mayor abundancia se presentó entre octubre y noviembre al final de la temporada de lluvias e inicio de los meses de sequía, Hernández (2006) asegura que la presencia de *N. mexicanus* depende de la temperatura del sitio más que de la época del año, esto se respalda en trabajos como el de Jiménez-Sánchez et al., (2013) cuyas mayores abundancias en temporada de secas en un sitio con vegetación similar. Finalmente, en la zona urbana solo se registraron tres organismos en todo el año en abril y diciembre, de los tres sitios este es el que se encuentra en más propenso a la intervención humana y por tanto a la alteración del hábitat natural de los escarabajos, de acuerdo con lo estudiado por Jiménez-



Sánchez et al. (2013) la presencia de *N. mexicanus* suele ser menor en aquellos sitios con mayor grado de perturbación.

*Thanatophilus truncatus* estuvo presente principalmente en la zona arqueológica y el cultivo de *Opuntia* con mayor presencia en lluvias e inicio de sequía, mientras que en la zona urbana únicamente hubo dos ejemplares de la especie en mayo y diciembre respectivamente. Anteriormente se han recolectado ejemplares con una alta incidencia en cultivos, donde dependen básicamente de la temperatura ambiental independientemente de la época del año (Hernández, 2006), en tanto que datos obtenidos en un matorral xerófilo de Puebla, demuestran que los sílfidos de esta especie no suelen frecuentar los sitios con un alto grado de perturbación, sin inclinación por una época en especial del año en aquellos sitios donde sí se presentó (Jiménez-Sánchez, 2013).

Para *T. graniger* se recolectaron únicamente 14 organismos, principalmente en el cultivo de *Opuntia* y en mayor cantidad al final de la temporada de lluvias; esta especie se ha encontrado en diferentes tipos de vegetación con una preferencia elevada por cultivos por encima de los sitios con vegetación original, probablemente debido a que las condiciones a las que suele ser sometida una zona agrícola, genera la temperatura ideal para que la especie realice sus actividades naturales de supervivencia (Hernández, 2006).

#### FAMILIA TROGIDAE

*Trox plicatus* fue la única especie recolectada de la familia Trogidae, misma que ha sido registrada para México con una distribución principalmente entre la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico en alturas que oscilan entre los 2000 y 2400m snm (Deloya, 2002). Se recolectaron 11 ejemplares entre el final del periodo de lluvias e inicio de la misma, al igual que Jiménez-Sánchez *et al.*, (2013) en el matorral xerófilo se registró un ejemplar por mes con un ligero incremento en octubre al final de las lluvias, lo que podría explicarse ya que dejan de ser pupas para convertirse en adulto en inicio de lluvias, pero se mantienen refugiados hasta el inicio de las lluvias otoñales entre septiembre y octubre, las cuales reblandecen el suelo y por tanto les permite salir a comenzar el ciclo de vida (Verdugo, 2014).

Se recolectaron ejemplares en los tres sitios, pero la menor cantidad estuvo en la zona urbana, incluso la ausencia de esta especie en sitios con vegetación de tipo antrópica se ha presentado en otros estudios realizados en México (Arriaga y Moreno, 2012).



## CONCLUSIONES

- El 96.43% de los escarabajos recolectados se agrupó en cuatro familias: Histeridae, Nitidulidae, Staphylinidae y Silphidae, las cuales tienen una estrecha relación con animales en descomposición; el 3.57% restante estuvo conformado por 29 familias que se sabe tienen diferentes grados de asociación con la carroña.
- La familia más abundante fue Histeridae con 53.81% del total de coleópteros obtenidos, se tiene referencia que esta familia se presenta en más de una de las fases de descomposición de los cadáveres, debido a que son depredadores de otros organismos que se asocian a la carroña.
- La zona arqueológica fue el sitio con mayor abundancia y número de familias, además tuvo la mayor cantidad de ellas exclusivas, lo cual coincide con la mayor diversidad de plantas y número de representantes de vegetación original presentes en el sitio, además de que tuvo menos intervención de actividad humana en relación con los otros sitios.
- Los valores entre épocas del año no difirieron mucho, se obtuvo 53.20% de la abundancia y 24 familias en las lluvias y 46.79% y 26 familias en sequía, de modo que los escarabajos que habitan en este tipo de vegetación inclinan su preferencia por la disponibilidad de recurso, lo cual es independiente de la precipitación pluvial en ambientes alterados por la actividad humana.
- El 65% de los ejemplares recolectados fueron depredadores, representados por la familia Histeridae, misma que fue la más abundante, el resto de los escarabajos se agrupó en saprófagos, necrófagos, herbívoros, xilófagos, fungívoros y omnívoros.
- La familia Silphidae estuvo representada por cuatro especies: *Nicrophorus mexicanus*, *Thanatophilus truncatus*, *Thanatophilus graniger* y *Oxelytrum discicolle*, la primera pertenece a la subfamilia Nicrophorinae y las tres restantes a Silphinae las cuales comúnmente tienen una relación de coexistencia debido a que aprovechan el recurso de forma diferente.
- El 87.56% de los sílfidos correspondieron a *N. mexicanus* que es una de las especies más recolectadas por medio de necrotrampas y que permanece constante a lo largo de todo el año, el 12.44% restante perteneció a las tres especies restantes,
- La familia Trogidae estuvo compuesta únicamente por la especie *T. plicatus*, típica de la región entre la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico Transversal.



## LITERATURA CITADA

- Acuña, J. A. S. 2004. Coleópteros Necrófilos (Scarabeidae, Silphidae e Histeridae) de la Sierra Norte de Puebla, México. Tesis para obtener el título de Biólogo, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Estado de México, México.
- Allabay, F. H., G. Arriagada, G. E. Flores y N. D. Centeno. 2013. An illustrated key to and diagnoses of the species of Histeridae (Coleoptera) associated with decaying carcasses in Argentina. *ZooKeys* 261:61-84.
- Almaguer-Sierra, P., H. Rodríguez-Fuentes, L. Barrientos L., S. G. Mora R. y J. A. Vidales-Contreras. 2014. Relación entre grados-día y la producción de *Opuntia ficus-indica* para consumo humano en Marín, Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 5(6):1055-1065.
- Arnett, R. H. Thomas, M. C. Skelley P. y Frank, J. H. (2002) American beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, vol. 2. CRC, Boca Raton, Florida. 861pp.
- Arriaga, A., G. Halffter y C. Moreno. 2012. Biogeographical affinities and species richness of copronecrophagous beetles (Scarabaeoidea) in the southeastern Mexican High Plateau. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: 519-529.
- Assumpció, A. I. M., E. Jordi y P. L. Fernández 2006. Examen endoscópico de una momia egipcia. Valoración de los resultados. *Medicina Clinica Barcelona*. 127(16): 622-625
- Borror, D. J. Triplehorn, C. A. y Johnson, N. F. (1989). *An Introduction to the Study of Insects*. 6ª. Saunders College Publishing. USA. 370-488
- 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. Slipnski y A. B. T. Smith. (2011) Family group names in Coleoptera (Insecta). *ZooKeys* 88:1-972.
- Bousquet Y. y Laplante, S. 2006. *The Insects and Arachnids of Canada, Part 24: Coleoptera Histeridae*. NCR Research Press. Ottawa, Ontario, Canadá. 485pp.
- Cárdenas F. T. 2002. *Antropología y ambiente*. Pontificia Universidad Javeriana, Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo. Bogotá. 235pp.
- Castillo, S. A., G. Montes C., M. A. Romero R., Y. Martínez O., P. Guadarrama C., I. Sánchez G. y O. Núñez C. 2004. Dinámica y conservación de la flora del matorral xerófilo de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (D.F., México). *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 74:51-75.



- Castillo-Miralbés, M. 2001. Artrópodos presentes en carroña de cerdos en la comarca de La Litera (Huasteca). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, (28): 133-140
- Cejudo-Espinosa, E. y Deloya, C. 2005. Coleóptera Necrófilos del bosque de pinus *Hartwegii* del Nevado de Toluca, México. *Folia Entomológica Mexicana* 44(1):67-74.
- Cuellar, L. G. R. 1999. Efecto de la fragmentación del Matorral Tamaulipeco en la Diversidad y Densidad de Coleópteros y en la Producción de Semillas. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales.
- Deloya, C. 2002. Distribución de la familia Trogidae en México (Coleoptera: Lamellicornia). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 81: 63-76.
- 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: 5-21.
- Fiuza, P. S. F., E. Martins P., R. N. Carvalho G., M. Mendes y L. Aguiar C. 2006. Seasonal abundance and sexual variation in morphometric traits of *Oxelytrum discicolle* (Brulle, 1840) (Coleoptera: Silphidae) in a Brazilian Atlantic Forest. *Biota Neotropica* 6(2):1-7.
- Florescano, E. 1997. El patrimonio Nacional de México. Fondo de Cultura Económica. México 336pp.
- García, A. 2014. Familias de Coleoptera capturadas con trampas de caída en un bosque de pino-encino, un matorral xerófilo y un bosque tropical caducifolio del Estado de México. Tesis para obtener el título de Biólogo, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Estado de México, México.
- García, A. M. R. 2004. Estudio de la sucesión de insectos en cadáveres en Alcalá de Henares (Comunidad Autónoma de Madrid) utilizando cerdos domésticos como modelos animales. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, (34): 263 – 269.
- González, A. L. H. 2013. Composición y estructura de coleópteros (Trogidae, Silphidae y Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Bosque Los Colomos, Guadalajara Jalisco. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y agrícolas.
- Hernández, J. J. H. 2006. Importancia de la temperatura ambiental y la capacidad termorregulatoria en la distribución de escarabajos carroñeros (Coleoptera: Silphidae) en un paisaje agrícola en Singuilucan, Hidalgo. Tesis para obtener el título de Licenciado en



Biología, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

- Hernández, B. M. 2014. Distribución altitudinal de coleópteros necrócolos (Coleoptera: Scarabaeoidea y Silphidae) en Cerro de García, Jalisco. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas – Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.
- Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). 2009 [Fecha de consulta: 2015] Fortalece Plan a Teotihuacán [Disponible en línea] CONACULTA: <http://www.inah.gob.mx/boletin/7-zonas-arqueologicas/3403-fortalece-plan-a-teotihuacan>
- Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). 2012 [Fecha de consulta: 2015] Aumenta Flujo a Zonas Arqueológicas y Museos [Disponible en línea] CONACULTA: <http://www.inah.gob.mx/boletines/5-actividades-culturales/5957-aumenta-flujo-de-extranjeros-a-zonas-arqueologicas-nacionales-suben-visita-a-museos>
- Jiménez-Sánchez E. J. L. Navarrete-Heredia, J. Padilla, G. Labrador y E. López. 2009<sub>A</sub>. Conocimiento actual de los escarabajos (Coleoptera: Staphylinidae, Silphidae, Scarabaeidae y Trogidae) en el Estado de México. En Ceballos G, R. List, G. Garduño, R. López, J. Muñozcano, E. Collado y J. Eivin. La diversidad biológica del estado de México. Estudio de estado. Colección Mayor Gobierno del Estado de México, Toluca.
- Jiménez-Sánchez, E., S. Zaragoza-Caballero, F. A. Noguera. 2009<sub>B</sub>. Variación temporal de la diversidad de estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) nocturnos en un bosque tropical caducifolio de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 157-168.
- 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., R. Quezada-García y J. Padilla-Ramírez, 2013. Diversidad de escarabajos necrófilos (Coleoptera: Scarabaeidae, Silphidae, Staphylinidae y Trogidae) en una región semiárida del valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. *Revista de Biología Tropical* 61(3): 1475-1491.
- Labrador Ch. G. 2005. Coleópteros necrófilos de México distribución y diversidad. Tesis para obtener el título de Licenciado en Biología. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.



- Lucía M., Almeida y M. Kleber M. 2009. Diagnosis and key of the main families and species of South American Coleoptera of forensic importance. *Revista Brasileira de Entomología*. 53(2): 227-244
- McClung, E. T. y Tapia, H. R. 1996. Un estudio de paisaje y patrón de asentamiento prehispánico en la región de Teotihuacán, México. *Boletín de Investigaciones Geográficas*, 4:13-37
- Magaña, C. 2007 [Fecha de consulta: Febrero de 2013] *Entomología Forense. Criminalistica.org*. [Disponible en línea] [http://criminalistic.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=272&Itemid=9](http://criminalistic.org/index.php?option=com_content&task=view&id=272&Itemid=9)
- Manzanilla, L. 1993. Anatomía de un conjunto residencial Teotihuacano en Oztoyahualco II, los estudios específicos. Instituto de Investigaciones antropológicas, UNAM. México. 946pp.
- Márquez, J. 2003. Ecological Patterns in Necrophilous Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) from Tlayacapan, Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 89: 69-83.
- Marshall J.A., W. D. Williams y T. J. Parker. 1985. *Zoología de Invertebrados*. Edit. Reverté. Barcelona.
- Martínez, J. 2010 [Fecha de consulta: diciembre de 2012] *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México*. Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. SEGOB Secretaría de Gobernación [Disponible en línea] <http://e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM15mexico/municipios/15075a.html>
- Martínez, N. J., J.A. Acosta y N. M. Franz. 2009. Structure of the fauna (Insecta: Coleoptera) in forest remnants of western Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 93(1-2):83-100
- Monge, J. F. I. y A. A. Juan P. 2012 [Fecha de consulta: diciembre de 2014]. Estadística no paramétrica: Prueba de CHI-CUADRADO  $X^2$ . Proyecto e-Math. UOC. [Disponible en línea] [http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Chi\\_cuadrado.pdf](http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Chi_cuadrado.pdf)
- Montaño-Arias, N. M., R. García-Sánchez, G. Ochoa-de la Rosa y A. Monroy-Ata. 2006. Relación arbustiva, el mezquite y el suelo de un ecosistema semiárido en México. *TERRA Latinoamericana*, 24(2):193-205pp.
- 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* 1–47pp.
- Myers, L. 2001 [Fecha de consulta: Febrero 2015]. Nitidulidae (Insecta: Coleoptera: Nitidulidae) (Última actualización: septiembre 2004). *Featured Creatures*. University of Florida [Disponible en línea] [http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/corn/sap\\_beetles.htm](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/corn/sap_beetles.htm)



- Naranjo-López, A.G. y Navarrete-Heredia, J.L. (2011). Coleópteros necrócolos (Histeridae, Silphidae y Scarabaeidae) en dos localidades de Gómez Farías, Jalisco, México. *Revista Colombiana de Entomología* 37:103–110.
- Naskrecki, P. 2008. Mantis v. 2.0 - A Manager of Taxonomic Information and Specimens. URL: <http://insects.oeb.harvard.edu/mantis>.
- Navarrete-Heredia, J. L. 2001. Comentarios sobre algunas especies de Silphidae de Sonora e Hidalgo, incluyendo la distribución por Estado de las especies de Silphidae en México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 83:169-171pp.
- Navarrete-Heredia, J. L., E. Arriaga V., A. L. González H., R. López V. y J. Cortés A. 2008. Guía de Artrópodos de Arcediano. Grafimex Impresores. Comisión Estatal del Agua, Gobierno de Jalisco, México. 174pp.
- Navarrete-Heredia, J. L., C. I. Medina S. A. L. González-Hernández, G. A. Quiroz-Rocha, A. Hernández, M. Vásquez-Bolaños, D. Vega-Romero y B. Hernández. 2012. Coleópteros necrócolos del Bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, México. *Dugesiana* 19:157–162.
- Navarrete-Heredia, J.L. 2009. Siphidae (Coleoptera) de México. Diversidad y distribución. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Guadalajara, Jalisco, México.
- Navarrete-Heredia J. L. y S. Zaragoza C. 2006. Diversidad de los Staphylinoidea de México: Análisis de grupos selectos (Hydraenidae, Agryrtidae, Silphidae y Staphylinidae). *Dugesiana*. 13(2):53-65
- Outerelo, R., M. Palmer, G. X. Pons. 1995. Staphylinidae y Pselaphidae (Coleoptera, Staphylinoidea) de s'Albufera de Mallorca (Islas Baleares). *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 38:75-88.
- Pérez, J. C. V. 2013. Coleópteros necrófilos (Scarabaeidae, Geotrupidae, Ceratocanthidae y Silphidae) de Coatepec Harinas, Estado de México, México. Tesis para obtener el título de Biólogo – Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias.
- Quezada-García, R., E. Jiménez-Sánchez, A. Equihua-Martínez y J. Padilla-Ramírez. 2014. Escolitino y Platipodinos (Coleoptera: Curculionidae) atraídos a trampas tipo NTP-80 en Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 30(3): 625-636.
- Quiroz-Rocha, G. A., J. L. Navarrete-Heredia y P. A. Martínez R. 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
- Richards, O. W. y R. G. Davies. 1984. Tratado de entomología IMMS Vol. 2, Clasificación y Biología. Editorial Omega. Barcelona. 998p
- Rivera-Cervantes L. E. y E. García-Real. 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(1):11-22
- Sánchez, A. 2009. Plan de desarrollo urbano de Teotihuacán 2009-2012. Ayuntamiento Constitucional de Teotihuacán. Estado de México. 144p
- Sánchez-Velázquez B., H. Carrillo-Ruíz, M. A. Morón y S. P. Rivas-Arancibia. 2012. Especies de Scarabeidae e Hybosoridae (Coleoptera: Scarabaeoidea) que habitan en la comunidad del Rancho El Salado, Jolalpan, Puebla, México. *Dugesiana*. 18(2): 207-215
- SMN. Servicio Meteorológico Nacional. 2010 [Fecha de consulta: febrero de 2013] Normales Climatológicas por Estación: México Otumba [Disponible en línea] [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=42&Itemid=28](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=28)
- Torres, S. P. 2001. Flora fanerogámica de la zona arqueológica de Teotihuacán, Estado de México. *Polibotánica*. 12:57-83
- Trevillar, A. R., C. Deloya, J. Padilla-Ramírez. 2010. Coleópteros Necrófilos (Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae) de Malinalco, Estado de México. *Neotropical Entomology* 39(4):486-495.
- Vargas, A. M., A. Flores H. y J. F. Basaldua S. 2008. Dinámica poblacional de las principales plagas de nopal *Opuntia* spp. En la zona semiárida de Querétaro. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*. 7:21-27.
- Verdugo, A. 2014. Morfología de los estadios inmaduros, biología y comportamiento de *Trox cotodognanensis* Compte, 1986 en Cádiz (Coleoptera: Scarabaeoidea: Trogidae). *Revista gaditana de Entomología*, 5(1): 211-224.
- Yanes-Gómez, G. y M. A. Morón. 2010. Fauna de coleópteros Scarabaeoidea de Santo Domingo Huehuetlán, Puebla, México. Su potencial como indicadores ecológicos. *Acta Zoológica Mexicana* 26(1):123-145
- Yélamos, T. 2002. Coleoptera, Histeridar. Fauna Ibérica, vol. 17. Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 411 pp.



- 
- Zanetti, W. D. L.; W. C. Lopes Z.; H. Fabio C.; J. C. de Carvalho B. y A. Pires do P. 2006. Abundancia e sazonalidade de histerídeos (Coleoptera) associados ao esterco de granja aviária da Região Nordeste do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 50(4):492-497.
- Zhang Z. Q. 2013. Animal biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness. *Zootaxa* 3703: 7-12.



## ANEXOS

Anexo 1 Abundancia mensual de las familias capturadas en la región semiárida del nororiente del Estado de México. (\*)Familias exclusivas de la temporada de lluvias. (\*\*)Familias exclusivas de sequía.

CONTEO ANUAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Abund.
Histeridae	336	132	271	552	669	375	215	239	144	357	394	374	4058
Nitidulidae	257	69	230	65	418	254	58	36	96	81	69	132	1765
Staphylinidae	19	6	22	32	78	126	79	103	110	122	94	47	838
Silphidae	30	9	10	26	50	29	48	26	13	145	185	40	611
Carabidae						1	1		10	11	15	3	41
Mycetophagidae	6	1	1	3	4	5	5		1	4	1	3	34
Curculionidae			2			1			2	20	2	2	29
Leiodidae	2		1	1	3	5	2		2	5	1	1	23
Tenebrionidae	1	1		1						5	6	6	20
Byrrhidae	1						1	1		4	7	5	19
Corylophidae		1	4						4	4	3	1	17
Salpingidae	6			5				1			1	1	14
Cryptophagidae	6					2			2	1	1	1	13
Trogidae				1	1	5	1		1	1	1		11
Chrysomelidae		1					1		1		4	1	8
Cleridae				1		1	1		3		2		8
Melyridae							1		1	2	1		5
Cantharidae						1		3	1				5
Chelonariidae	1						2					1	4
Ptinidae											2	1	3
Anthicidae		1										1	2
Melandryidae								2*					2
Cerambycidae									1*				1
Coccinelidae	1**												1
Ptilidae											1**		1
Elateridae									1*				1
Coleoptera 2										1*			1
Coleoptera											1**		1
Coleoptera 1	1**												1
Attelabidae										1*			1
Lampyridae									1*				1
Hydrophilidae												1**	1
Dermestidae			1										1
Abundancia	667	221	542	687	1223	805	415	411	394	764	791	621	7541
Riqueza	13	9	9	10	7	12	13	8	18	16	20	18	33



Anexo 2 Abundancia mensual de las familias capturadas en la Zona arqueológica.

Zona Arq.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Abund.
Histeridae	273	124	84	469	297	177	152	107	118	219	284	210	2514
Nitidulidae	152	52	142	22	134	87	43	4	50	65	48	97	896
Staphylinidae	4	1	5	4	30	79	47	38	82	81	41	13	425
Silphidae	5	2	1	1	10	3	25	4	4	33	44	15	147
Curculionidae			2			1			2	6	2	1	14
Mycetophagidae	4	1			2	1	4				1		13
Leiodidae	1		1	1		3	2		2	2			12
Corylophidae			2						4	1	2	1	10
Cryptophagidae	6					2							8
Chrysomelidae		1					1		1		3	1	7
Tenebrionidae		1								1	1	4	7
Carabidae						1	1		1	4			7
Trogidae						3	1			1			5
Cleridae				1			1		3		1		6
Chelonariidae	1						2					1	4
Melyridae							1		1	1			3
Ptinidae											2	1	3
Melandrydae								2					2
Byrrhidae							1						1
Coleoptera											1		1
Ptilidae											1		1
Lampyridae									1				1
Cantharidae									1				1
Coccinelidae	1												1
Elateridae									1				1
Attelabidae										1			1
Anthicidae		1											1
Dermestidae			1										1
Abundancia total	<b>447</b>	<b>183</b>	<b>238</b>	<b>498</b>	<b>473</b>	<b>357</b>	<b>281</b>	<b>155</b>	<b>271</b>	<b>415</b>	<b>431</b>	<b>344</b>	<b>3996</b>
Riqueza	9	8	8	6	5	10	13	5	14	12	13	10	28
Riqueza acumulada	9	12	15	16	16	18	20	21	24	25	28	28	28



Anexo 3 Abundancia mensual de las familias capturadas en el Cultivo de *Opuntia*.

Cultivo de <i>Opuntia</i>	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Abund.
Histeridae	63	5	45	72	240	190	59	121	25	137	74	150	1181
Silphidae	25	7	9	25	38	26	23	22	9	112	141	22	459
Staphylinidae	15	1	5	16	17	20	22	53	16	31	22	16	234
Nitidulidae	18	1	40		19	11	10	12	13	7	8	4	143
Carabidae									5	5	14	3	27
Mycetophagidae	2			2	2	4	1			2		3	16
Salpingidae	6			5				1			1	1	14
Tenebrionidae	1									4	5	1	11
Leiodidae					2	2				3	1		8
Trogidae				1		2			1		1		5
Byrrhidae	1										1	1	3
Cantharidae						1		2					3
Cerambycidae									1				1
Melyridae											1		1
Anthicidae												1	1
Hydrophilidae												1	1
Abundancia total	131	14	99	121	318	256	115	211	70	301	269	203	2034
Riqueza	8	4	4	6	6	8	5	6	7	8	11	11	16
Riqueza acumulada	8	8	8	9	10	11	11	11	13	13	14	16	16

Anexo 4 Abundancia mensual de las familias capturadas en la Zona urbana..

Zona Urbana	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Abund.
Nitidulidae	87	16	48	42	265	156	5	20	33	9	13	31	725
Histeridae		3	142	11	132	8	4	11	1	1	36	14	363
Staphylinidae		4	12	12	31	27	10	12	12	10	31	18	179
Byrrhidae								1		4	6	4	15
Curculionidae										14		1	15
Carabidae									4	2	1		7
Corylophidae		1	2							3	1		7
Mycetophagidae			1	1					1	2			5
Silphidae					2							3	5
Cryptophagidae									2	1	1	1	5
Leiodidae	1				1							1	3
Cleridae						1					1		2
Tenebrionidae				1								1	2
Melyridae										1			1
Coleoptera 2										1			1
Trogidae					1								1
Cantharidae								1					1
Coleoptera 1	1												1
Chrysomelidae											1		1
Abundancia total	89	24	205	67	432	192	19	45	53	48	91	74	1295
Riqueza	3	4	5	5	6	4	3	5	6	11	9	9	19
Riqueza acumulada	3	6	7	8	10	11	11	13	15	18	19	19	19