



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**COLEÓPTEROS ATRAÍDOS A LA CARROÑA EN
UNA ZONA AFECTADA POR LA URBANIZACIÓN
EN LA SIERRA DE GUADALUPE, ESTADO DE
MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A :

ITZEL RODRÍGUEZ CASTILLO



**DIRECTOR DE TESIS:
Dr. Esteban Jiménez Sánchez**

**Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México,
2021.**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría dar las gracias a mis sinodales: Dr. César Durán, Mtro. Ricardo Padilla, Biol. Alberto Morales y Biol. Ricardo Medina por su dedicación, tiempo, exigencia, recomendaciones y crítica para la elaboración de esta tesis.

Al Dr. Esteban Jiménez Sánchez por su apoyo incondicional, su paciencia, humildad, honestidad y dedicación, gracias por compartir sus conocimientos, por enseñarme a no rendirme, a no procrastinar, a perder el miedo, pero, sobre todo gracias por ser un humano que sabe escuchar y sin presunción alguna, es un gran ejemplo a seguir.

A la Familia Castro por apoyarme moral y económicamente en gran parte de mi desarrollo académico, gracias por enseñarme a tener convicción y determinación en mi vida.

Al team “California Gurls” principalmente a José Carlos Zurdo y Garret, gracias por no dejarme en los momentos más feos durante la licenciatura, por mostrarme que siempre se puede sonreír y estar bien pese a situaciones adversas.

A José Carlos Castro, eres de las personas más importantes, gracias por estar en los buenos, malos, pésimos, horribles y maravillosos momentos durante la universidad, por ayudarme infinidad de veces, por tu amor, amistad, paciencia, por enseñarme a no rendirme, a esforzarme por rebasar mis límites hasta llegar a mi meta, por recordarme que lo que es demasiado ¡Lo es! Pero eso no significa que sea cobarde porque hasta para reconocer las debilidades se necesita coraje. Gracias por hacer de esos años lo más hermoso y genial que pude haber vivido, U da best bubu.

A mis amigas Lupis, Gala, Kinari, Aremi y Nati por haber creído en mí, el constante apoyo, por enseñarme a trabajar en equipo, valorar el tiempo y sobre todo por la amistad que surgió entre clases de método, comidas y roomies. Expresaré mi gratitud a la mamá de Lupita y Aremi por acogerme y apoyarme en repetidas ocasiones, son personas muy hermosas.

A mis amigos de laboratorio Gabriela Medina (mi amado Tulio) y Oscar Chavarría, agradezco haberlos conocido, mis confidentes, gracias por todos los momentos tan bonitos y estresantes que pasamos mientras intentábamos identificar insectos, por compartir esa emoción por la entomología, por sus consejos y por ser un ejemplo de que rendirse nunca es una opción.

A Oscar Araujo por compartirme sus conocimientos, su tiempo, por enseñarme a ser objetiva y mantener buen temple ante las dificultades, eres un gran amigo, colega y entomólogo.

A Eli Falcón por su amor, amistad incondicional, constante atención hacia mi persona, por recordarme que somos humanos, que la perfección no existe y cometer errores es parte

del constante crecimiento personal y profesional, por ser una hermana, por ser mi segunda familia, ti amo pecesito.

A Ángel y Carolina, mis amigos hípster de secundaria, por despertar mi interés hacia la lectura, el conocimiento, la curiosidad por investigar y cuestionar, gracias por estos 19 años de amistad, los amo.

A Sandra Balderas, la antropóloga física que más admiro por su fuerza, inteligencia y seguridad pese a su edad, gracias por reír, llorar y estresarte conmigo, por tu empatía, sinceridad, por tu amistad y por demostrarme que entre mujeres nos ayudamos y que no estamos solas, eres una persona con mucha luz, jamás te doblegues, te quiero demasiado.

Al equipo “Catedral Buena Noticia” Las hermanas Lupita y Carmelita, Carlitos, Rafa por tener tantos detalles hacia mi persona, por todos los momentos de alegría, estrés y el cariño. A la Lic. Ligia Roldán, por ser la mujer más fuerte, inteligente, audaz, hermosa, íntegra y sincera que he conocido, gracias por toda la ayuda incondicional que me brindó desde el primer día, gracias por su amistad, sus consejos, por escucharme, su ayuda ha permitido que hoy pueda ser una mejor hija, mujer, amiga y persona, usted es muy importante para mí y me alegro de haberla conocido, la quiero mucho mucho “Ho’ oponopono”.

A César Roldán (Moisés) por ser el amigo que me enseñó a que no podemos hacer todo solos y la ayuda siempre es importante, por ser el amigo que sin importar la hora me escuchaba y me sacaba una risa hasta en los momentos más desafortunados que se presentaron, por consentirme, protegerme, por los momentos más graciosos y bonitos, por su inmensurable apoyo, paciencia, honestidad y asertividad ante mis crisis, eres una persona demasiado inteligente y extraordinaria, gracias Moisés por ser como una segunda familia, te quiero “Baggins”.

Finalmente me gustaría agradecer a mis padres y hermano por las enseñanzas, la educación y constante exigencia en mis modales y responsabilidades para ser quién soy ahora, por enseñarme a levantarme y continuar con la cabeza en alto, por sus consejos, amor y apoyo a lo largo de mi vida ¡los quiero, jóvenes!

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	5
OBJETIVOS	14
MATERIALES Y MÉTODO.....	15
Área de estudio.....	15
Muestreo.....	16
Registro de la dureza del suelo	17
Registro de la cobertura de la vegetación	17
Trabajo de laboratorio.....	18
Análisis de datos.....	18
RESULTADOS.....	20
ABUNDANCIA	20
RIQUEZA.....	24
FAMILIAS MÁS ABUNDANTES CON LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DE SUS ESPECIES REPRESENTATIVAS	27
Silphidae	29
Carabidae.....	29
Leiodidae.....	30
Histeridae.....	30
Nitidulidae.	32
Scarabaeidae.....	33
DIVERSIDAD Y UNIFORMIDAD ENTRE SITIOS	33
SIMILITUD FAUNÍSTICA ENTRE SITIOS.....	35
COMPARACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL Y DUREZA DEL SUELO ENTRE SITIOS.....	36
DISCUSIÓN	39
CONCLUSIONES.....	45
LITERATURA CITADA.....	46
Apéndice 1. Lista de taxones del orden Coleoptera atraídos a la carroña en la Sierra de Guadalupe, Estado de México.....	59
Apéndice 2. Lista de especies obtenidas por sitio.....	62
Apéndice 3. Listado de especies obtenidas mensualmente.....	64
Apéndice 4. Listado de las familias obtenidas mensualmente.....	66

RESUMEN

Se estudiaron los coleópteros atraídos a la carroña en una zona afectada por la urbanización en el Parque Estatal Sierra de Guadalupe, Estado de México. Se evaluó la abundancia, riqueza y diversidad de coleópteros capturados mensualmente de junio de 2017 a junio de 2018, utilizando trampas tipo NTP-80 cebadas con calamar distribuidas en un transecto con cuatro puntos de muestreo en un rango altitudinal de 2,454 a 2,531 msnm, en un matorral xerófilo con vegetación introducida. Se capturaron 3,435 ejemplares de 17 familias y 58 especies. Se obtuvo cerca del 80 % (ACE = 66, ICE = 71 Chao1 = 69) de las especies potencialmente presentes en el área. Las familias más abundantes fueron Staphylinidae (1,164), Silphidae (699) y Carabidae (681). *Nicrophorus mexicanus* fue la segunda especie más abundante después de la morfoespecie de la subfamilia Aleocharinae. La abundancia y la riqueza tuvieron sus mayores valores durante la época de lluvias, con excepción de Histeridae que fue dominante en la sequía. La mayor abundancia, riqueza y diversidad se presentó en los sitios más bajos del transecto, cercanos a la zona urbana. Es posible que las especies obtenidas correspondan con aquellas tolerantes a la perturbación; sin embargo, es necesario realizar muestreos en las partes más altas y conservadas de la sierra para detectar potenciales especies indicadoras.

INTRODUCCIÓN

El filo Arthropoda es un extenso grupo de animales invertebrados que han tenido la enorme capacidad de adaptarse a diferentes hospedadores y ambientes, permitiéndoles sobrevivir en prácticamente todos los hábitats. Este filo es de los más diversificados por abarcar organismos desde parásitos hasta de vida libre. El registro fósil nos señala que diversas especies de artrópodos proceden de la era Cenozoica y distintas épocas como el Plioceno y Eoceno. Debido a la segmentación que presentan en el cuerpo, tanto interna como externa, se ha propuesto que provienen de antecesores anélidos (Rodríguez *et al.*, 2009). La evolución ha modificado su anatomía, es decir, crearon múltiples variantes en torno a las tres regiones principales del cuerpo: cabeza, tórax y abdomen. La cabeza, formada por seis segmentos fusionados, contiene el cerebro y los principales órganos sensoriales: ojos compuestos, órganos fotorreceptores (ocelos) y antenas. Las piezas bucales se han especializado de acuerdo con la dieta, ya sea para la succión o para la masticación. El tórax consta de tres segmentos, cada uno con un par de patas y un par de alas. Las patas de los insectos están formadas por varios segmentos que les ayudan para una gran variedad de funciones como andar, cavar, nadar, saltar o correr.

Entre la clase Insecta se puede encontrar al orden Coleoptera conocidos comúnmente como escarabajos y son de los más diversos del reino animal, representando un poco más del 40% de la totalidad de insectos conocidos y el 30% de todos los grupos de animales (Costa, 2000; Zhang, 2013; Márquez, 2017).

Todos los coleópteros se pueden distinguir de cualquier otro grupo por tener el primer par de alas endurecido, llamadas élitros, las que funcionan como un estuche protector de la parte blanda del cuerpo (abdomen), el segundo par de alas son membranosos y útiles para el vuelo, estas modificaciones en la fase adulta les han permitido dominar la tierra, el aire y el agua en la misma medida (Richards *et al.*, 1984; Bustamante-Sánchez *et al.*, 2004). El ciclo de vida de este orden varía según la especie ya que puede tener cuatro generaciones por año hasta una generación en varios años. En general son de hábitos terrestres, debido a estos, los coleópteros cumplen con diversas funciones muy importante (Bustamante-Sánchez *et al.*, 2004). Tienen un impacto económico al alimentarse de cultivos agrícolas que usamos para nuestra nutrición, ya que cada planta tiene como mínimo una plaga causada generalmente por coleópteros los cuales la dañan (Márquez, 2004). El papel con relación a la ecología ha sido fundamental para la evolución de los ecosistemas terrestres,

ya que algunos coleópteros regulan el crecimiento de las poblaciones de vegetales, contribuyen a la polinización y como alimento de algunos mamíferos, aves, anfibios y reptiles (Morón, 2004) particularmente viven en el suelo, a algunos 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).

Para México se reconocen 114 familias de coleópteros (Navarrete-Heredia y Fierros-López, 2001) entre éstas los coleópteros necrófilos de las familias Silphidae y Tenebrionidae, son importantes para el reciclaje de materia orgánica en descomposición como la carroña (Márquez, 2004), aunque algunos grupos también procesan el excremento como la familia Scarabaeidae (subfamilia Scarabaeinae), otras son depredadoras como Histeridae y Staphylinidae, por lo tanto estos organismos modifican las condiciones físicas y químicas del suelo proporcionando un gran beneficio al medio terrestre (Morón, 2004). La familia Staphylinidae agrupa en su mayoría especies pequeñas depredadoras que viven en una amplia variedad de hábitats, desde las algas, hojarasca, troncos caídos, flores, carroña, excremento, hongos, nidos de insectos sociales, vertebrados, piel y pelo de mamíferos (Navarrete-Heredia y Newton, 1996).

En México el estudio de los escarabajos atraídos a la carroña se incrementó de manera importante a partir del trabajo de Morón y Terrón (1984) quienes diseñaron la necrotrampa permanente modelo 1980, mejor conocida como NTP-80, la cual facilitó la captura de los insectos carroñeros de una forma continua y sistemática. Existen diferentes técnicas para la recolección de coleópteros necrófilos (Morón y Terrón, 1988; Borror *et al.*, 1989; William Rodríguez y Navarrete-Heredia, 2014) éstas se han utilizado para conocer la riqueza de especies, aspectos fenológicos, distribución altitudinal, hábitos alimenticios y para la comparación de la composición de especies en diferentes tipos de vegetación (Caballero *et al.*, 2009; Márquez, 2003; Rodríguez, 2015). Las especies de las familias Silphidae, Staphylinidae y Scarabaeidae se encuentran con más frecuencia en este tipo de trampas (Cejudo y Deloya, 2005; Navarrete-Heredia y Cortés-Aguilar 2006; Jiménez-Sánchez *et al.*, 2000; Márquez *et al.*, 2003; Naranjo López y Navarrete- Heredia, 2011). Labrador (2005) llevó a cabo una recopilación de los trabajos realizados de 1964 a 2004 sobre coleópteros necrófilos hechos en México. Los resultados señalaron que 38 familias podrían ser consideradas como asociadas a la carroña, entre ellas Staphylinidae, Scarabaeidae,

Curculionidae e Histeridae fueron las que presentaron mayor número de especies. Entre los diez estados donde no se tiene registro de coleópteros necrófilos, destacan Campeche, Tabasco y Yucatán, así mismo, al norte del país, en estados como Baja California, Chihuahua, Coahuila y Nuevo León. Por otro lado, los estados con mayor número de localidades muestreadas son: Veracruz, Jalisco, Zacatecas, Michoacán, Estado de México, Guerrero, Morelos, Querétaro, Guanajuato, Chiapas, Puebla, Hidalgo, Aguascalientes, Tamaulipas y Sinaloa (Labrador, 2005).

El estudio de los coleópteros atraídos a la carroña, ha sido ampliamente documentado en varias regiones del país, así como, en diferentes tipos de vegetación, sin embargo, los organismos que habitan en zonas afectadas por la urbanización no han recibido suficiente atención, este es el caso de la Sierra de Guadalupe, la cual es un área natural protegida con categoría Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) es decir, áreas mezcladas con zonas urbanas en las que existe uno o más ecosistemas en buen estado de conservación. El cambio de uso de suelo ha provocado con el tiempo un deterioro, con la mayoría de sus laderas casi totalmente urbanizadas (Vela-Correa y Flores-Román, 2004) por lo que en 2013 la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) recomendó la creación de programas para el cuidado y protección de esta zona.

En particular para la Sierra de Guadalupe, se han realizado trabajos sobre algunos grupos de artrópodos en los cuales se ha documentado la presencia del subfilo Chelicerata con los órdenes: Araneae (Cruz-Hernández, 2013, Ruiz-Noguez *et al.*, 2016, Utrera, 2019) y Pseudoescorpiones (Villegas-Guzmán, 2015), mientras que del subfilo Hexapoda se pueden mencionar los llevados a cabo con Odonata (Stanford-Camargo *et al.*, 2014), Lepidoptera (Velázquez, 2014), Hemiptera (Cortés-Jiménez *et al.*, 2016) y Coleoptera (Morales-Moreno *et al.*, 2014; Domínguez, 2016, Zaragoza *et al.*, 2020), sin embargo, aún faltan por conocer diversos aspectos básicos como la distribución, abundancia, estacionalidad y ecología de los organismos que se encuentran en este hábitat.

ANTECEDENTES

Estudios de artrópodos capturados con trampa tipo NTP-80 en México organizados por entidad federativa.

Jalisco

Se han realizado otros estudios enfocados a la colecta con necrotrampas en los bosques mesófilos de montaña, bosque de pino encino, bosque tropical caducifolio y bosque de pino.

Naranjo-López y Navarrete-Heredia (2011) presentaron un informe sobre la composición de la coleopterofauna necrócola enfatizando en las familias Histeridae, Silphidae y Scarabaeidae, en dos localidades del Municipio de Gómez Farías, Jalisco, México, el primero en un ambiente de bosque tropical caducifolio (San Andrés Ixtlán) y el segundo en un bosque de pino (El Rodeo). Las colectas fueron mensuales, de diciembre 2004 a diciembre de 2005 con trampas tipo NTP-80, se colectó un total de 17,755 especímenes pertenecientes a 34 familias y 33 especies repartidas entre la familia Histeridae, Silphidae y Scarabaeidae, siendo esta última la que presentó mayor riqueza específica. Las especies más abundantes fueron *Xerosaprinus sp.1*, *Oxelytrum discicolle*, *Nicrophorus olidus*, *Deltochillum scabriusculum*, *Onthophagus guatemalensis*, *Onthophagus sp.* y *Phanaeus endymion*. La mayor riqueza específica se presentó en el Bosque tropical caducifolio, así mismo la mayor abundancia se presentó en época de lluvias (principalmente mayo) a excepción de Histeridae que fue más abundante en los meses secos.

Jiménez (2013), efectuó un trabajo para evaluar el efecto de los incendios forestales sobre la composición, riqueza y diversidad de especies de Scarabaeidae y Silphidae (Insecta: Coleoptera) en la Estación Científica Las Joyas, Reserva de la biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco. Las muestras se obtuvieron de un muestreo mensual por ocho años (mayo 2003 a diciembre 2010) en seis sitios, tres afectados por incendios y tres sin alteraciones de estos, las trampas empleadas fueron de tipo NTP-80. Se colectó un total de 29,183 individuos, 20,471 pertenecientes a la familia Scarabaeidae (ocho géneros y 14 especies) y 8,712 a la familia Silphidae (tres géneros y cuatro especies). La mayor

abundancia se registró en las áreas no afectadas sin embargo la mayor riqueza fue en las zonas afectadas por incendios. Las especies presentes en todos los sitios durante el muestreo fueron *Nicrophorus mexicanus*, *N. olidus*, *Oniticellus rhinocerulus* y *Onthophagus chevrolati*. Las especies más abundantes en las áreas afectadas fueron *Onthophagus mariozunioni*, *Sisyphus submonticolus*, *Geotrupes fisheri* y *Canthidium riverai*.

Hernández (2014), evaluó la distribución de altitudinal (1,600 m a 2,700 m) de los coleópteros necrócolos de octubre 2012 a octubre 2013 con colectas mensuales usando trampas tipo NTP-80 en Cerro de García ubicado en Jocotepec y Tultitlán de Corona, Jalisco. En la zona hay dos tipos de vegetación, matorral subtropical (1,500 a 2,300 m) y Bosque de *Quercus* (2,300 m a 2,700 m). Se obtuvo un total de 4,319 individuos pertenecientes a 27 especies, 16 géneros y a las siguientes seis familias Silphidae, Geotrupidae, Hybosoridae, Scarabaeidae, Ochodaeidae y Trogidae. La familia más abundante fue Silphidae, la de mayor riqueza Scarabaeidae, la mayor abundancia se presentó en la temporada de lluvias, así como a los 2,000 msnm, los patrones de riqueza disminuyen conforme aumenta la altitud mientras que la diversidad se mantiene hasta los 2,000 msnm.

González-Hernández *et al.*, (2015) registraron coleópteros necrócolos en el Bosque de Colmos, considerado Área Natural Protegida, las colectas duraron un año de julio 2011 a julio 2012 en dos estaciones (Colmos I y Colmos II) con vegetación compuesta por pino, casuarina y eucalipto, trampas tipo NTP- 80 cebadas con calamar. Se obtuvieron 362 ejemplares pertenecientes a ocho especies de las familias Trogidae, Silphidae y Scarabaeidae, siendo *Trox spinulosus dentibius* y *Oxelytrum discicolle* las más abundantes. La mayor abundancia y riqueza se presentó en la segunda estación (Colmos II) en el bosque de Eucalipto, así como en los meses de lluvia, principalmente en julio - octubre y en los meses más fríos (noviembre- febrero) dominó Silphidae, principalmente *Oxelytrum discicolle*.

Rodríguez (2015), analizó la influencia de factores abióticos en la distribución estacional y altitudinal de estafilínidos necrócolos (Coleóptera: Staphylinidae) en un bosque de *Quercus* en cuatro estaciones con un gradiente altitudinal de 2,100, 2,300, 2,500 y 2,700. El muestreo duró un año de septiembre 2013 a agosto 2014, se registraron 18,054 individuos pertenecientes a nueve subfamilias, 11 tribus, 33 géneros y 75 especies, las subfamilias

más ricas en especies fueron Staphylininae (41), Tachyporinae (12), Paederinae (6), Oxytelinae (6) y Scaphidiinae (4) también se describió una nueva especie *Megarthus alatorreorum*. La mayor diversidad y riqueza se presentó en los meses de abril a septiembre ya que estos presentan mayor humedad y temperatura.

Quiroz-Rocha *et al.*, (2016), realizaron un informe sobre especies necrófilas colectadas de Scarabaeidae y Silphidae en un bosque de pino encino (1,433 msnm) y bosque mesófilo de montaña (1,441 msnm) en el municipio de Mascota, ubicado al noroeste del estado de Jalisco. Las colectas fueron mensuales con una duración de 18 meses, de julio 2004 a diciembre de 2005 utilizando trampas de tipo NTP-80 cebadas con calamar, en cada localidad se colocaron siete necrotrampas. Se capturaron un total de 7,916 ejemplares, 23 especies y 15 géneros de la familia Silphidae (cuatro especies) y de la subfamilia Scarabaeinae (19 especies).

Martínez-Rodríguez (2018), presentó un estudio de los escarabajos necrócolos en la localidad de Talpa de Allende con una vegetación de Bosque mesófilo de montaña con arce azucarero (1,725 a 1,786 msnm) y bosque de pino- encino (1,746 a 1,744 msnm), el muestreo fue de julio de 2015 a junio de 2016 colocando trampas de tipo NTP- 80 cebadas con calamar. Se colectaron 2,775 organismos de tres especies pertenecientes a las familias Geotrupidae, Scarabaeidae y Silphidae, la mayor riqueza se presentó en el Bosque de pino-encino (12 especies) siendo cuatro exclusivas (*Copris armatus*, *Coprophanaeus pluto*, *Oniticellus rhinocerulus* y *Phanaeus flohri*) de este tipo de vegetación, en el Bosque de arce nueve especies y una exclusiva (*Ceratotrupes fronticornis*), agosto fue el mes que se registró con mayor riqueza.

Michoacán

Zamora-Vuelas *et al.*, (2014), registraron las especies y familias de coleópteros capturados en el cerro del Águila, municipio de Morelia, Michoacán, el muestreo duró un año con colectas mensuales y quincenales en cuatro tipos de vegetación: bosque de encino, bosque de pino- encino, bosque tropical caducifolio y matorral. Se colocaron cuatro trampas diferentes, tipo trampas cebadas con fruta (CaTP Carpo-Trampa permanente), trampas cebadas con excremento humano (CoTP Copro-Trampa permanente) y trampas cebadas con calamar (NTP-80 Necro-Trampa permanente). En el trabajo se registra un total de

13,556 coleópteros pertenecientes a las familias Geotrupidae (830), Ochodaeidae (42) y Scarabaeidae (12,684) y se obtuvieron ocho especies como nuevos registros para el Estado de Michoacán. El bosque de encino fue el que presentó mayor número de organismos (2,548) y se obtuvo la mayor riqueza de especies con 48, seguido del bosque tropical caducifolio (1,595), bosque de pino-encino (1,565) y matorral (1,070).

Nuevo León

Zepeda-Cavazos *et al.*, (2015) realizó un trabajo en la comunidad de Ojase en Salinas Victoria, Nuevo León, utilizaron trampas expuestas y necrotrampas cebadas con cabeza de cerdo con la finalidad de identificar insectos de importancia forense, las trampas expuestas fueron colocadas al aire libre, colocando la carne de cerdo en jaulas con varillas de acero corrugado de 50 x 50 x 50 cm para evitar el daño por carroñeros. Los muestreos se realizaron durante un año, cinco semanas en otoño, cinco en invierno, cuatro en primavera y siete en verano. La mayor diversidad se presentó durante la primavera en la trampa expuesta, la mayor riqueza se registró en otoño, seguida de invierno, primavera y verano. Para el estudio realizado en la comunidad de Ojase, las especies más abundantes fueron *Necrobia rufipes* (verano), *Euspilotus assimilis* (otoño), *Saprinus lugens* y *Ataenius spretulus*; para el segundo estudio sólo se identificaron las siguientes familias: Dermestidae, Staphylinidae, Scarabaeidae, Nitidulidae, Histeridae, Anthicidae, Cleridae y Endomychidae.

Tlaxcala

Minor y Morón (2016), presenta un estudio sobre las especies de coleópteros lamelicornios con el fin de contribuir al conocimiento de sus hábitos alimenticios, diversidad y riqueza de estos, las colectas fueron mensuales de agosto 2008 a diciembre 2009 en la barranca de Huehuetitla entre los municipios de Panotla y Hueyotlipan, Tlaxcala, en un transecto de 1,000 m con una vegetación de bosque de sabino y de pino-encino. Se emplearon tres métodos de muestreo, uno con trampas de luz de vapor mercurial (2,325 msnm), necrotrampas permanentes de tipo NTP-80 cebadas con calamar (2,369 msnm) y colecta manual. Se recolectó un total de 2,751 coleópteros, representantes de cinco familias, 16 géneros y 23 especies. En las trampas la mayor riqueza específica fue Melolonthinae con (35%) ocho especies, seguida de Dynastinae con (22%) cinco especies, Cetoniinae (9%) dos especies, Bolboceratinae (4%) una especie y Troginae (4%) una especie. Se colectaron dos especies de *Paranomala chevrolati* uno en trampa de luz y otro en necrotrampa, siete

individuos de *Trox plicatus*, dos de estos en necrotrampa y cinco en trampa de luz. Para los gremios alimentarios señalan que *Paranomala chevrolati* se considera filorizófago y *Trox plicatus* telionecrófago, pero aún faltan encontrar especies del gremio copro-necrófagos en la zona, sin embargo, menciona que esta escasez puede estar relacionada a la falta de materia en descomposición.

Veracruz

Yanes-Gómez *et al.*, (2015), el estudio se enfoca en conocer la composición específica de los coleópteros Scarabaeidae copronecrófagos del área “Rancho Canaletas”, de Paso del Macho, Veracruz, así como determinar las relaciones faunísticas con otras localidades del país. El muestreo se ubicó en un ambiente conservado (selva perennifolia) y uno perturbado (potrero), se colocaron cuatro coprotrampas (CRT) cebadas con 50 g de heces humanas y cuatro necrotrampas (NTP-80) cebadas con calamar fresco en cada sitio, es decir ocho trampas por sitio separadas por 50 m aproximadamente, dando un total de 16 trampas. Las CRT se activaban cada mes únicamente 24 horas y las NTP-80 se reactivaban y revisaban cada mes (estaban activas todo el mes), esto duró de febrero a diciembre de 2008. Se obtuvieron 560 individuos representantes de las familias Hybosoridae, Scarabaeidae y Trogidae, 11 géneros y 18 especies, la mayor diversidad, riqueza y abundancia se presentó en PT y no hubo exclusividad de especies en las NTP-80, las especies obtenidas estaban en ambas trampas.

Estado de México.

Cejudo y Deloya (2005), presentó un trabajo enfocado en la distribución estacional de los coleópteros necrófilos en “las raíces” ubicado en el Nevado de Toluca, a una altitud de 1,482 m. Las colectas se realizaron durante un año, desde abril de 2001 hasta marzo de 2002 con tres trampas cebadas tipo NTP-80 separadas por 500 m cada una, dando un total de 61 muestras. Se obtuvieron 1,484 organismos de las familias Staphylinidae (14 especies), Leiodidae (1 especie), Silphidae (2 especies) y Nitidulidae sólo se consideró su abundancia total. Las especies presentaron mayor abundancia en época de lluvias, incluyendo *Phloeonomus centralis* que se ha registrado con mayor abundancia en época de secas y a 2900m.

Trevilla *et al.*, (2010), registraron 7,680 coleopteros en Malinalco, Estado de México capturados en trampas tipo NTP-80, representando 18 géneros y 38 especies de la familia Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae. La colecta duró un año, desde agosto de 2005 a julio de 2006 en cinco sitios diferentes con cuatro mnecrotrampas en cada uno. Las tres especies más abundantes fueron *Ateuchus halffteri* (1222 organismos) *A rodriguezii* (1130 organismos) y *Coprophanæus pluto* (1098 organimsos), el quinto sitio (San Andrés) presentó mayor riqueza y abundancia.

Angel (2015), realizó un estudio faunístico de estafilínidos con trampas de caída y NTP-80 en una región semiárida del Estado de México con diferente uso de suelo (cultivo de *Opuntia*, zona urbana y zona arqueológica) el muestreo duró un año. Fueron recolectados 668 individuos de Staphylinidae, agrupados en ocho subfamilias, 16 géneros y 30 especies. La mayor riqueza se presentó en trampas de caída y la mayor abundancia en trampas NTP-80 siendo *Belonuchus sp.* la más dominante en todos los sitios, se registró dos especies nuevas para el Estado de México, *Belonuchus erichsoni* y *Belonuchus erythropterus*.

Moreno (2015), presentó un estudio sobre la composición de familias de coleópteros necrófilos en una región semiárida en la zona arqueológica de Teotihuacán, cultivo de *Opuntia* en el Ejido dde Metepec y la zona urbana de San Martín de las pirámides. El muestreo duró un año con el uso de trampas permanentes tipo NTP-80, se registraron 7,541 individuos pertenecientes a 33 familias donde Histeridae presentó la mayor abundancia, seguida de Nitidulida, Staphylinidae y Silphidae, los especímenes se agruparon en gremios, los más abundantes pertenecían a depredadores, seguido de saprófagos y necrófagos. Las especies más abundantes fueron *Nicrophorus mexicanus*, *Thanatophilus truncatus*, *T. graniger* y *Oxcelytrum discicolle*, el sitio con mayor abundancia fue la zona arqueológica.

Pérez-Villamares *et al.*, (2016), presentaron la composición de Scarabaeidae, Geotrupidae, Hybosoridae, Trogidae y Silphidae, utilizando trampas tipo NTP-80 en las cañadas de Coatepec Harinas ubicadas al sur del Nevado de Toluca, la zona presentaba una vegetación de bosque de encino con elementos de mesófilo de montaña, el muestreo se realizó por un año. Se obtuvo un total de 1,513 individuos pertenecientes a 9 especies y 8 géneros. Las especies más abundantes fueron *Nicrophorus mexicanus*, *Nicrophorus olidus*, *Oxelytrum discicolle* y *Oniticellus rhinocerulus*.

Onesto (2017), efectuó un estudio comparativo de coleópteros necrófilos en un bosque de encino y un cultivo de cipreses en el municipio Chapa de Mota, el muestreo duró de junio del 2014 a junio del 2015 con el uso de trampas tipo Ntp-80. Se colectaron 1,388 organismos agrupados en 5 familias y 27 especies. Las familias con mayor abundancia fueron Staphylinidae , seguida de Scarabaeidae, Histeridae, Silphidae y Trogidae. La mayor abundancia se obtuvo en el bosque de encino, sin embargo la especie *Tachinus mexicanus* y *Aleocharinae* sp.3 se encontraron en el bosque de cipreses.

Jiménez- Sánchez *et al.*, (2019), estudió el efecto del uso de suelo sobre la diversidad de coleópteros necrófilos y epígeos en una zona semiárida del estado de México. Se realizaron muestreos mensuales durante un año, con trampas tipo NTP-80 en tres sitios diferentes, agrícola, urbano y suburbano. La abundancia y riqueza fue mayor en la zona agrícola sin embargo la diversidad fue menor a diferencia de la zona urbana y suburbana.

Estudios de artrópodos realizados en la Sierra de Guadalupe

Se han realizado estudios enfocados en varios grupos de artrópodos en diferentes zonas de la Sierra de Guadalupe, para lo cual se han utilizado técnicas variadas para su recolección de acuerdo con el taxón estudiado.

Cruz-Hernández (2013), realizó dos recolectas mensuales de diciembre de 2011 a diciembre de 2012 con la finalidad de hacer un listado de las especies de arácnidos presentes. En cuatro localidades de la Sierra de Guadalupe con cinco tipos de vegetación, obtuvo 270 organismos, pertenecientes a 16 especies (de las cuales 13 se citan por primera vez para la entidad), nueve géneros y cinco subfamilias. Así mismo, Ruiz-Noguez *et al.*, (2016) realizaron recolectas indirectas y directas del orden Araneae, para las recolectas directas se utilizaron trampas “pitfall” colocando 13, con una distancia de 500 m aproximadamente entre cada trampa distribuidas en un transecto que abarcaba el Parque Ehecatl, la barranca y la laguna. De la recolecta total realizada durante un año se obtuvieron 16 familias y 33 especies de las cuales destacaron las familias Salticidae, Araneidae y Thomisidae.

Villegas-Guzmán (2015), elaboró un listado de Pseudoescorpiones que habitan en los bosques y matorral xerófilo en los alrededores de la ciudad de México, incluyendo una zona de la Sierra de Guadalupe; registró un total de 50 ejemplares pertenecientes a cuatro

familias y tres especies, en la Sierra de Guadalupe se obtuvo mayor diversidad con: *Serianus dolosus*, *Dinocheirus tenoch* y *Neochthonius ca standfordianus*, mientras que la mayor abundancia la presentó *S. dolosus*.

Utrera (2019), muestreó arañas de junio 2017 a julio 2018 mediante trampas tipo NTP- 80, pitfall, red de golpeo y recolecta directa. Registró un total de 898 arañas (430 en estado adulto y 468 inmaduros) agrupadas en 20 familias, 54 géneros y un género nuevo, en el trabajo mencionó que el mayor número de organismos se obtuvo en la época de lluvias. Se tienen 25 nuevos registros, 16 para la Sierra de Guadalupe y nueve para el Estado de México, las familias más abundantes fueron Araneidae (con siete géneros) y Lycosidae (un género).

Stanford-Camargo *et al.*, (2014), estudiaron las náyades de odonatos en tres cuerpos de agua “La Barranca de las Venitas”, “Laguna de los nueve ahogados” y “El Arroyo de la Cañada” en una altura media de 2,500 msnm. La colecta se realizó en 2011 con red de cuchara y colador. Registraron cuatro familias y ocho géneros, de los cuales *Sympetrum* fue el más abundante.

Cortés-Jiménez *et al.*, (2016), realizaron recolectas mensuales de hemípteros heterópteros de julio de 2014 a junio de 2015 en tres sitios de la zona noroeste de la Sierra de Guadalupe, obtuvieron una lista de 42 especies pertenecientes a 14 familias de hemípteros heterópteros.

Con relación a Coleoptera, Morales-Moreno *et al.*, (2014), estudio la familia Staphylinidae necrófilos mediante muestreos mensuales entre julio de 2006 y junio de 2007 en tres altitudes diferentes de la Sierra 2,361 msnm (Lomas de Coacalco), 2,450 msnm (Ave María Auxiliadora) y 2,995 msnm (Pico Tres Padres) para lo cual colocaron tres trampas tipo NTP- 80 en cada sitio. Registraron 859 organismos, agrupados en nueve especies, de las cuales *Phloeonomus* sp., *Platandriina* sp. y *Tachinus* sp. fueron las más abundantes, las especies restantes fueron registradas como raras.

Domínguez (2016), realizó muestreos mensuales de julio de 2014 a junio de 2015, en la zona noreste de la Sierra, en tres localidades: “La laguna de los Nueve Ahogados”,

“Barranca las Venitas” y “Parque Ecológico Ehécatl”. Para la captura utilizó redes aéreas, redes de golpeo y trampas pit-fall. Recolectó un total de 500 ejemplares, agrupados en 21 familias y 58 especies, Scarabaeidae presentó la mayor riqueza con 11, seguida de Coccinellidae con ocho, Chrysomelidae y Staphylinidae con siete cada una.

Zaragoza- Caballero *et al.*, (2020), presentaron una clave (Coleoptera: Lampyridae) para identificar tribus, géneros y especies en seis regiones de la Ciudad de México. Describió 36 especies nuevas de *Photinus* y una de *Paraphotinus*, dos especies para la ciudad de México, (15) Estado de México, (6) Hidalgo, (2) Morelos, (11) Puebla y (1) Tlaxcala. En el Parque Estatal Sierra de Guadalupe se registraron tres especies, *Photinus morronei*, *P. marquezii* y *P. lucilae*.

Medina *et al.*, (2021), estudió la diversidad estacional y vertical de un bosque artificial en el centro de México, utilizando trampas de interceptación de vuelo a diferentes alturas (1m, 5m y 0m). Se obtuvo un total de 456 individuos agrupados en 31 familias y 126 morfoespecies. La mayor riqueza y abundancia se registró a los 5m, esta se vio afectada en época de sequía a excepción de la trampa a nivel de piso como Carabidae.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Conocer la diversidad del orden Coleoptera atraída a la carroña en la Sierra de Guadalupe, Coacalco, Estado de México, México.

Objetivos Particulares

- Comparar la abundancia y riqueza entre los sitios de muestreo.
- Analizar la variación de la abundancia y riqueza mensual en un ciclo anual de las familias de coleópteros con respecto al régimen de precipitación.
- Analizar la distribución temporal y espacial de las especies más representativas de cada familia.
- Comparar la diversidad, uniformidad y la similitud faunística entre los sitios.
- Comparar el porcentaje de cobertura de la vegetación y la dureza del suelo entre los sitios y su relación con la presencia de las especies.
- Conocer las especies indicadoras para los sitios de muestreo.

MATERIALES Y MÉTODO

- **Área de estudio**

El estudio se realizó dentro del Parque Estatal Sierra de Guadalupe, en el municipio de Coacalco, Estado de México (19.606833 N y -99.093055 O) (Figura 1), esta área pertenece a la región hidrológica del Río Pánuco de la cuenca del Río Moctezuma, tiene un rango altitudinal que va de 2,300 a 3,000 msnm. Predomina un clima templado subhúmedo con una región más seca en su parte oriente, con una temperatura de 12 a 16°C; la temporada de sequía va de noviembre a abril y una precipitación anual que oscila entre 700 y 800 mm (INEGI,2018). La superficie presenta una vegetación que corresponde a matorral xerófilo, con asociaciones de nopalera, pastizal secundario, bosque cultivado y en las zonas de mayor altitud bosque de encino (CEPANAF, 2013). En toda el área se realizan actividades recreativas, como campismo, deporte o sistemas de producción como el pastoreo por parte de la gente que habita en la zona urbana de los alrededores.

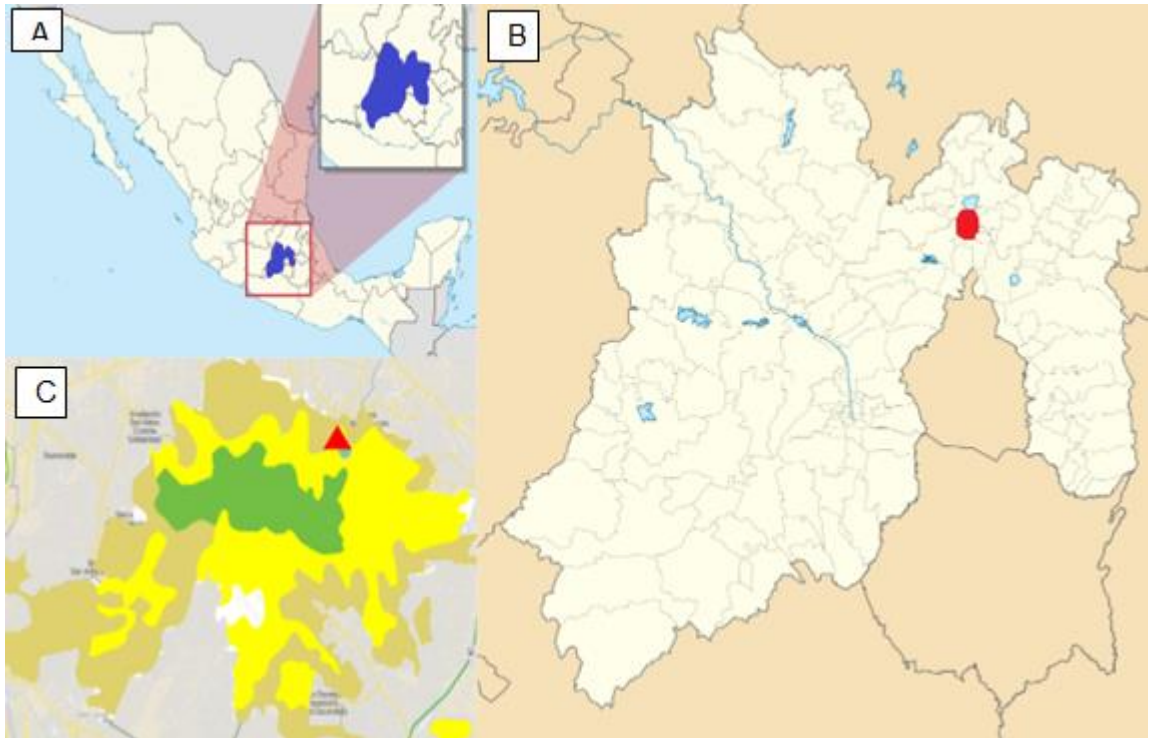


Figura 1. Ubicación del área de estudio. A. Nivel nacional. B. Nivel estatal. C. Parque Estatal Sierra de Guadalupe, Estado de México. Matorral xerófilo (zona amarilla), bosque de encino (zona verde); entrada al parque (triángulo rojo), municipio de Coacalco, (punto rojo).

- **Muestreo**

El muestreo se realizó mensualmente de junio de 2017 a julio de 2018 mediante trampas NTP-80 (Morón y Terrón, 1984) modificadas cebadas con calamar y como líquido conservador monoetilenglicol (Figura 2). Las trampas se distribuyeron en un transecto de un kilómetro a lo largo del gradiente altitudinal con una diferencia promedio de 25 m de altura entre cada trampa (2,455 m, 2,472 m, 2,502 m, 2,531 m). La vegetación estuvo caracterizada por nopaleras, áreas reforestadas con eucalipto, zonas con pastizal y arbustos del matorral xerófilo (Fig. 3), en toda esta zona se llevan a cabo actividades deportivas y recreativas por parte de la gente que habita la zona urbana de los alrededores.



Figura 2. Diseño de la trampa tipo NTP-80 modificada cebada con calamar. A). Tapa con el cebo. B). Trampa armada.



Figura 3. Hábitats donde fueron colocadas las trampas en cuatro diferentes altitudes.

- **Registro de la dureza del suelo**

Se empleó un penetrómetro de suelo modelo H-4200 de la marca Humboldt Mfg. Co; con la finalidad de obtener el valor de cada punto de muestreo, se hicieron cuatro registros, uno hacia cada punto cardinal tomando como centro de referencia la ubicación de la trampa, posteriormente se promediaron los valores. Las lecturas de los registros son expresadas en kilogramos por centímetro cuadrado.

- **Registro de la cobertura de la vegetación**

Se utilizó un densitómetro cóncavo modelo C, de la marca Forestry Suppliers Inc. En cada sitio predominaban los arbustos, por lo que se eligió la especie predominante de cada punto de muestreo, y a partir de éste se tomaron cuatro lecturas en cuatro diferentes orientaciones para obtener el promedio, los resultados se expresan en porcentaje de cobertura (Lemon, 1956).

- **Trabajo de laboratorio**

El material obtenido se colocó en frascos con etanol al 70% para su traslado al laboratorio, donde fueron separados los coleópteros de acuerdo con la fecha de colecta y trampa. Para la identificación se utilizaron claves de acuerdo con la categoría taxonómica. Para el nivel de familia se empleó Borror *et al.*, (1989), para Silphidae Navarrete-Heredia (2009), para Staphylinidae Navarrete-Heredia *et al.*, (2002) e Histeridae (Mazur, 2001 y Yelamos, 2002); además de las claves de Arnett y Thomas (2001); Triplehorn y Johnson (2005). La identificación se realizó hasta el nivel taxonómico posible, en los casos donde no fue posible su determinación a especie se realizó la separación a morfoespecies y en algunos casos se realizaron comparaciones con los ejemplares depositados en la Colección de Artrópodos de la FES Iztacala (CAFESI), UNAM.

- **Análisis de datos**

Los especímenes se catalogaron en la base de datos Mantis versión 2.0.1. (Naskrecky, 2008) y se exportaron a una hoja de Excel para poder realizar un conteo de individuos (abundancia) y el número de especies (riqueza).

La estimación de especies (ACE, ICE y Chao 1) se realizó con el programa Estimates versión 9 (Collwell y Coddington, 1994). Además, se calculó el índice de diversidad de Shannon (H) y la uniformidad (E) por sitio, se aplicó la prueba de t de Hutchenson para saber si había diferencias significativas entre la diversidad de los sitios. La similitud entre sitios se evaluó con el índice de similitud de Jaccard y el fenograma se elaboró con el método de ligamiento simple, el soporte de los nodos se evaluó con un análisis Bootstrap (1,000 repeticiones), todos estos cálculos se realizaron con el programa Past versión 4.0.1.

Para determinar las especies indicadoras de cada uno de los sitios, se realizó el método propuesto por Dufrêne y Legendre (1997). Este método consiste en evaluar la afinidad de un grupo a un sitio determinado, basado en la combinación de la abundancia de las especies con su ocurrencia en las trampas instaladas en cada uno de los sitios. Este método permite distinguir las especies que tienen una mayor afinidad a los diferentes hábitats mediante una técnica de ordenamiento jerárquica y no jerárquica de las ocurrencias. Este análisis se realizó, tomando en cuenta, el mes y la trampa con la finalidad de no perder la variabilidad de las familias en los

sitios; la significancia se observó a través de una prueba de Montecarlo con 999 permutaciones. Este análisis se realizó mediante la paquetería *indicspecies* (De Cáceres y Legendre 2009). Se comparó la cobertura de la vegetación y dureza del suelo a través de una Anova. Todos los análisis fueron llevados a cabo con el programa estadístico R Development Core Team, versión. 3.5.2. (2019). Todo el material se depositó en la CAFESI, UNAM.

RESULTADOS

Se obtuvo un total de 3,435 coleópteros, agrupados en 17 familias, 24 géneros y 58 especies; de estas últimas sólo 12 se determinaron a nivel específico y 46 se separaron a morfoespecies (Apéndice 1).

La predicción de la riqueza específica en la zona de estudio de acuerdo con los estimadores fue de 72 (ACE) y 75 (Chao) especies, considerando que se obtuvieron 58 la eficiencia del muestreo fue entre 80.5 % y 77.3% (Figura 4).

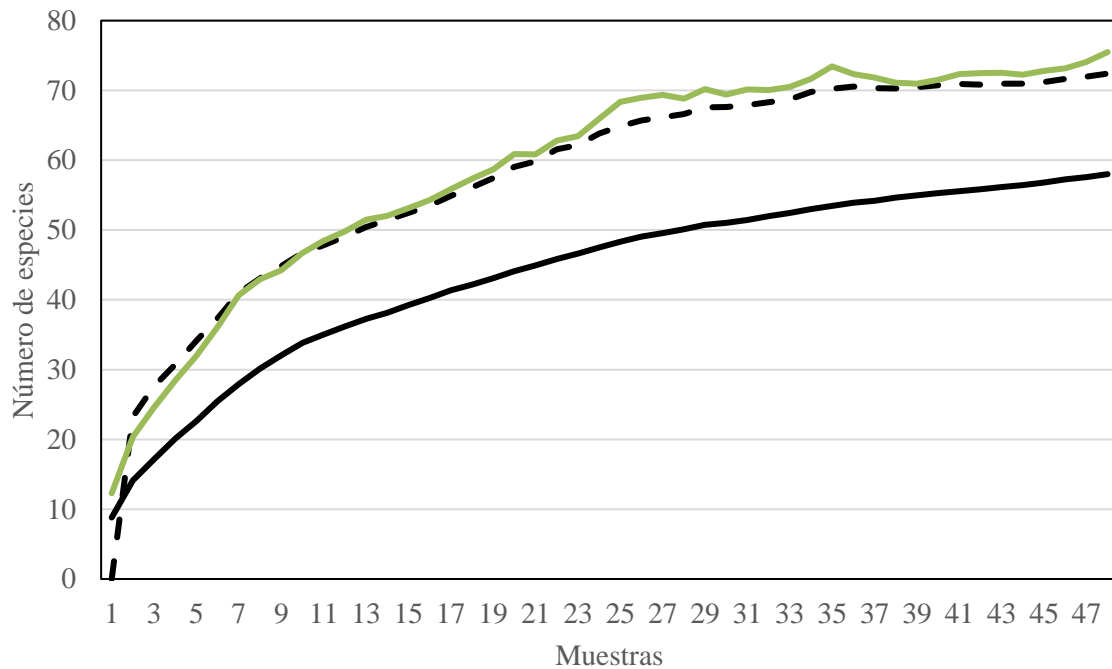


Figura 4. Curvas de acumulación de especies observadas (línea negra continua) y estimadas ACE (línea discontinua) y Chao (línea verde).

ABUNDANCIA

Seis familias agruparon el 96.4% (3,296 individuos) del total de los organismos recolectados. La familia más abundante fue Staphylinidae 33.8% (1,164 individuos), seguida de Silphidae 20.3% (699 individuos) y Carabidae 19.8% (681). Leiodidae, Histeridae y Nitidulidae tuvieron entre 300 y 140 individuos y juntas representaron el 21.8 %, las 11 familias restantes presentaron menos de 30 individuos que correspondieron al 4.04% (139) (Cuadro 1).

Diez especies concentraron el 91% (3,164 individuos) de la abundancia y estuvieron presentes en los cuatro puntos de muestreo, éstas fueron: Aleocharinae sp. 1 (970), *Nicrophorus mexicanus* Matthews, 1888 (651), Carabidae sp 2. (607), Leiodidae sp. (310), *Xerosaprinus* sp. (230), Nitidulidae sp. 1 (136), *Echiaster* sp. (95), *Cychnus* sp. (59), *Saprinus* sp. (31) y *Onthophagus chevrolati* Harold, 1869 (29), 33 especies tuvieron menos de 29 individuos y contribuyeron con el 9% de la abundancia (Figura 5), las restantes 15 especies presentaron únicamente un individuo.

Cuadro 1. Riqueza, abundancia y porcentaje de abundancia total de las familias.

Familia	Riqueza	Abundancia	%Total de abundancia
Staphylinidae	21	1164	33.88%
Silphidae	4	699	20.34%
Carabidae	5	681	19.82%
Leiodidae	2	311	9.05%
Histeridae	5	303	8.82%
Nitidulidae	2	137	3.98%
Scarabaeidae	2	30	0.87%
Anthicidae	1	28	0.81%
Tenebrionidae	3	24	0.69%
Trogidae	1	20	0.58%
Curculionidae	3	18	0.52%
Cryptophagidae	3	8	0.23%
Latridiidae	1	6	0.17%
Mycetophagidae	1	5	0.14%
Chrysomelidae	1	1	0.029%
Hydrophilidae	1	1	0.029%
Ptilidae	1	1	0.029%

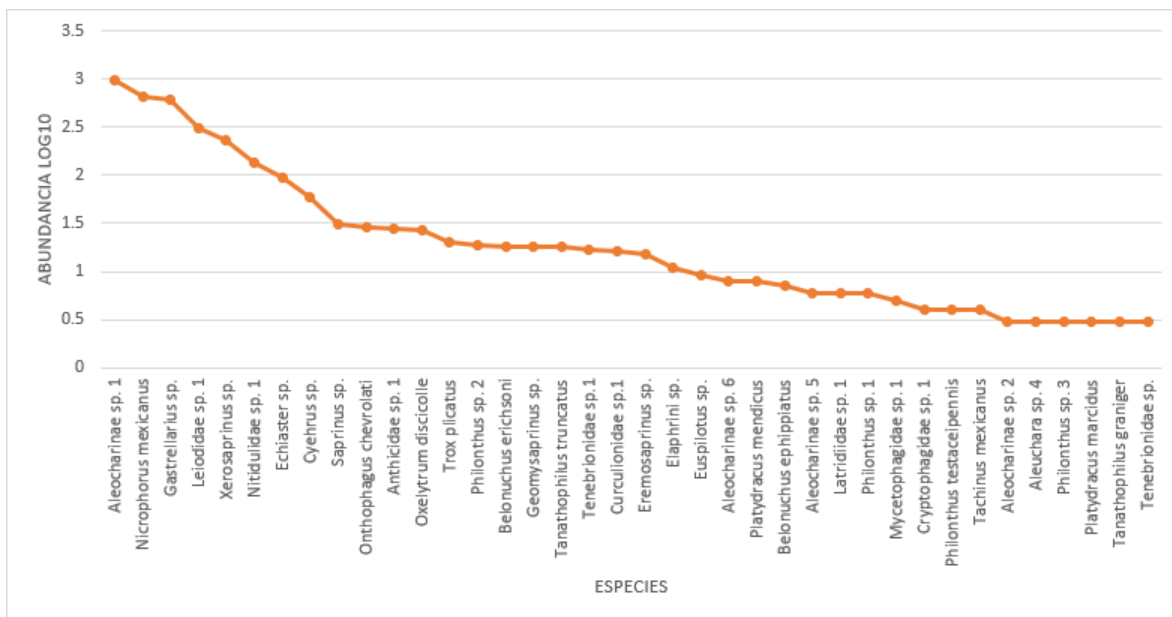


Figura 5. Abundancia de especies. Solo se representan las especies que tuvieron dos o más individuos (38 especies).

La abundancia disminuyó conforme se incrementó la altitud, de tal forma, que el valor más alto se presentó a los 2,454 m (1,307 organismos 38.04%), seguido por 2,471 m (1,127 - 32.80%), 2,502 m (583 - 16.97%) y 2,531 m con (418 - 12.16%). Todas las familias, excepto Curculionidae, Cryptophagidae, Latriididae, Mycetophagidae y Chrysomelide, fueron más abundantes entre los 2,454 y 2,471 m (Cuadro 2).

Cuadro 2. Abundancia de las familias para cada uno de los sitios.

Familias/altitudes	2,454 m	2,471 m	2,502 m	2,531 m	Total
Staphylinidae	580	218	266	100	1164
Silphidae	203	298	83	115	699
Carabidae	149	326	135	71	681
Leiodidae	106	143	17	45	311
Histeridae	177	48	24	55	304
Nitidulidae	52	42	31	12	137
Scarabaeidae	19	2	4	5	30
Anthicidae	3	24	-	1	28
Tenebrionidae	1	5	6	9	21
Trogidae	10	2	6	2	20
Curculionidae	3	11	3	1	17
Cryptophagidae	2	1	5	-	8
Latridiidae	1	1	2	2	6
Mycetophagidae	-	5	-	-	5
Chrysomelidae	1	-	-	-	1
Total	1,307	1,127	583	418	3,435

La abundancia de coleópteros durante casi todo el año fue más alta en los sitios con menor altitud, los cuales corresponden con los más cercanos a la urbanización, mientras que, en los sitios con mayor altitud, los organismos estuvieron ausentes (febrero y diciembre) o tuvieron los valores más bajos (enero, febrero, agosto y septiembre) (Fig. 6)

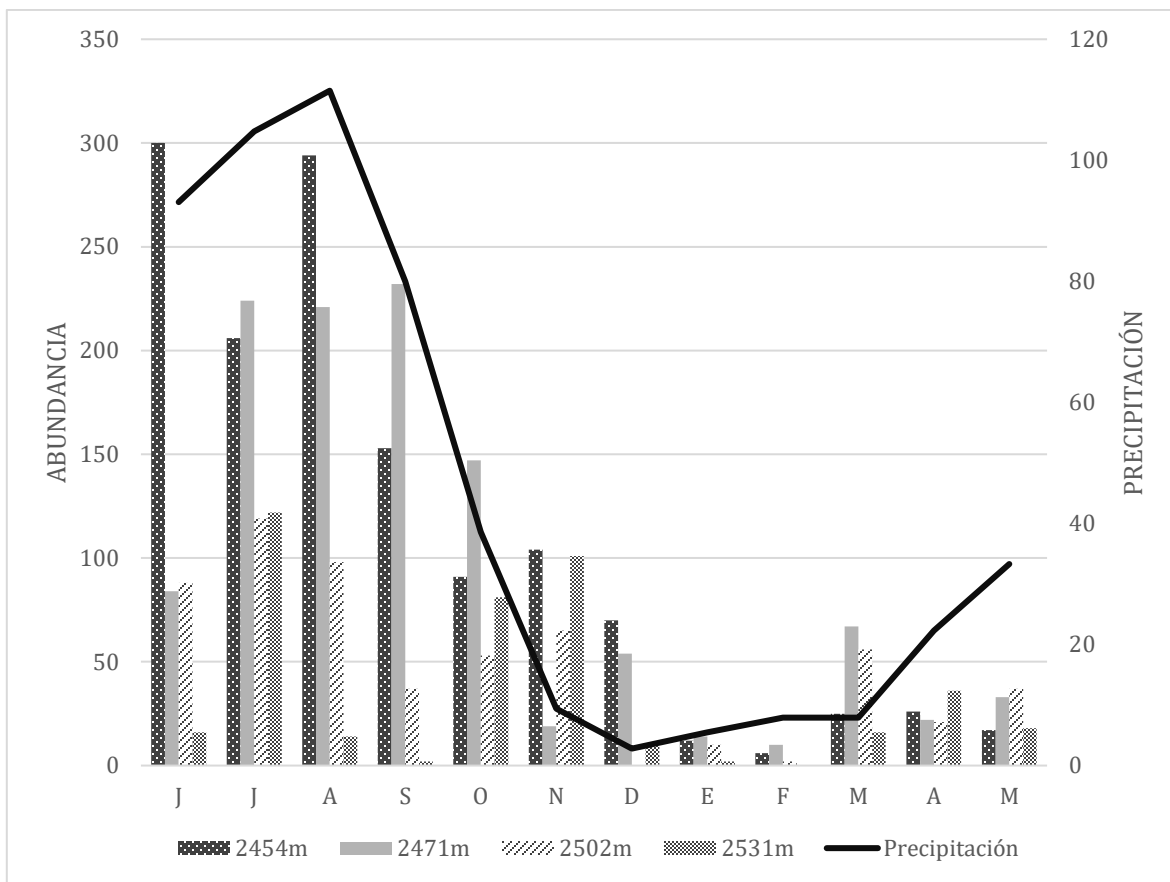


Figura 6. Abundancia mensual de coleópteros en las diferentes altitudes y su relación con la precipitación.

RIQUEZA

Las familias Staphylinidae (22 especies), Carabidae (5), Histeridae (5) y Silphidae (4) fueron las de mayor riqueza, las restantes tuvieron menos de tres especies cada una (Cuadro 1). La mayor riqueza se presentó en la altitud media, que correspondió al sitio ubicado en los 2,471 msnm (40 especies), mientras que en las altitudes inferior (2,454 msnm - 35 especies) y superiores (2,502 msnm –35 especies- y 2,531 msnm – 30 especies-) los valores fueron más bajos.

ABUNDANCIA Y RIQUEZA MENSUAL

La abundancia y riqueza fueron mayores con el incremento de la precipitación; en julio y agosto que fueron los meses con mayor registro de precipitación se recolectaron 671 y 627 individuos, así como, 37 y 33 especies respectivamente; mientras que en enero y febrero que fueron los meses más secos, se capturaron únicamente 38 y 18 organismos, y siete y ocho especies respectivamente (Figura 7). Este mismo patrón mostraron las familias más abundantes (Staphylinidae, Silphidae y Carabidae) (Figs. 8 y 9), excepto Histeridae que fue más abundante durante la sequía (Fig. 10)

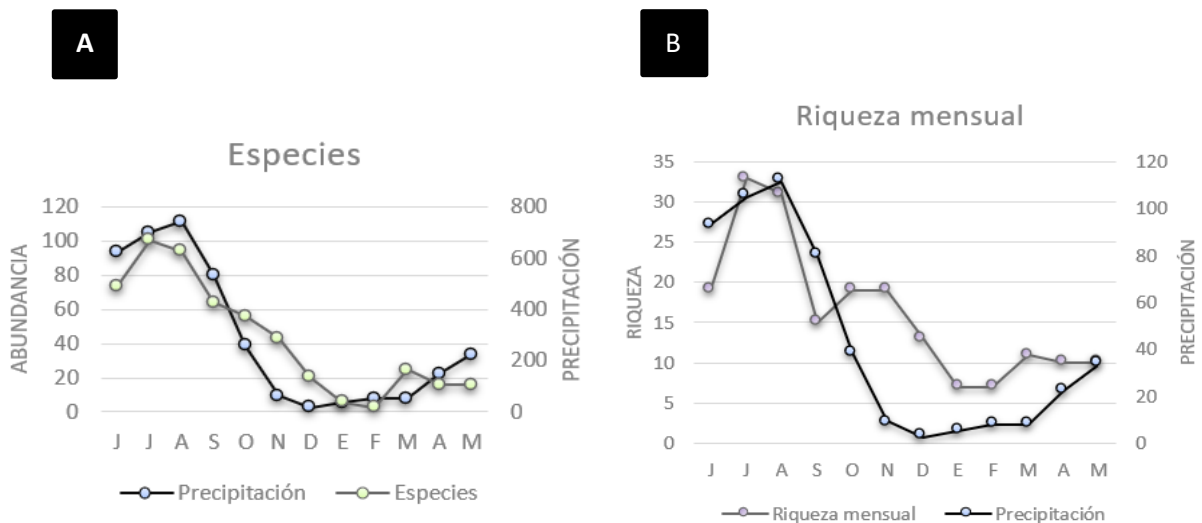


Figura 7. Abundancia (A) y riqueza (B) mensual general de los coleópteros necrófilos con relación a la precipitación.

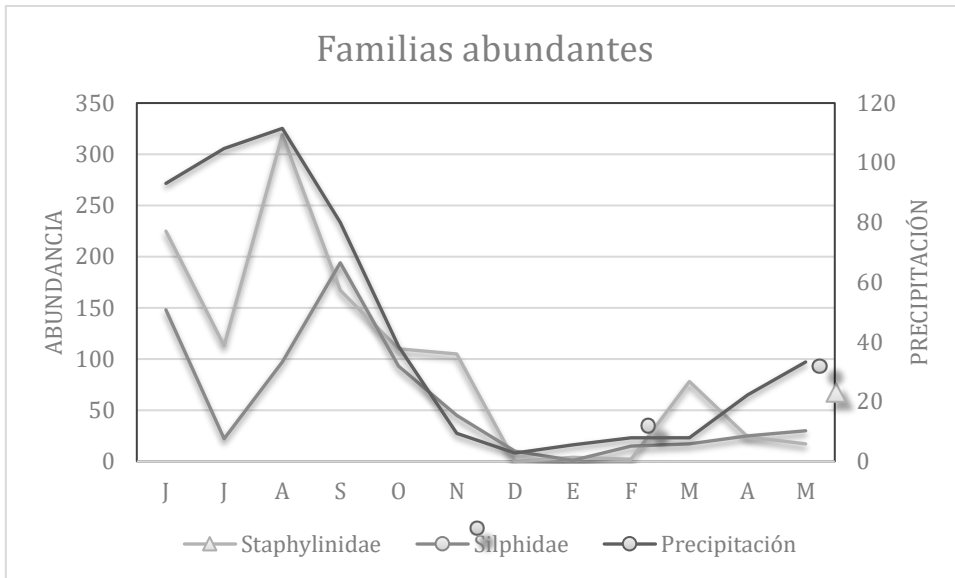


Figura 8. Abundancia mensual de las familias más representativas y su relación con la precipitación.

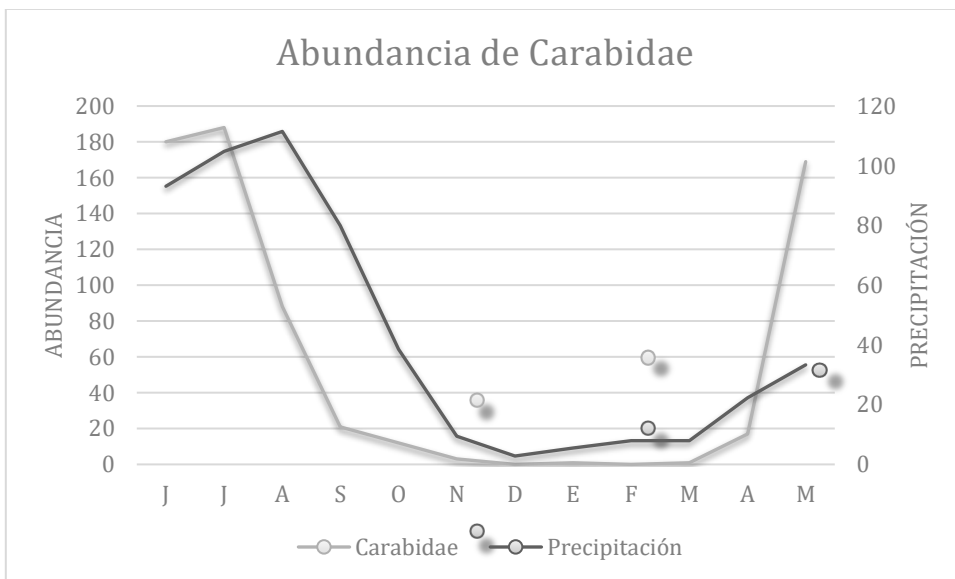


Figura 9. Abundancia mensual de la familia Carabidae y su relación con la precipitación.

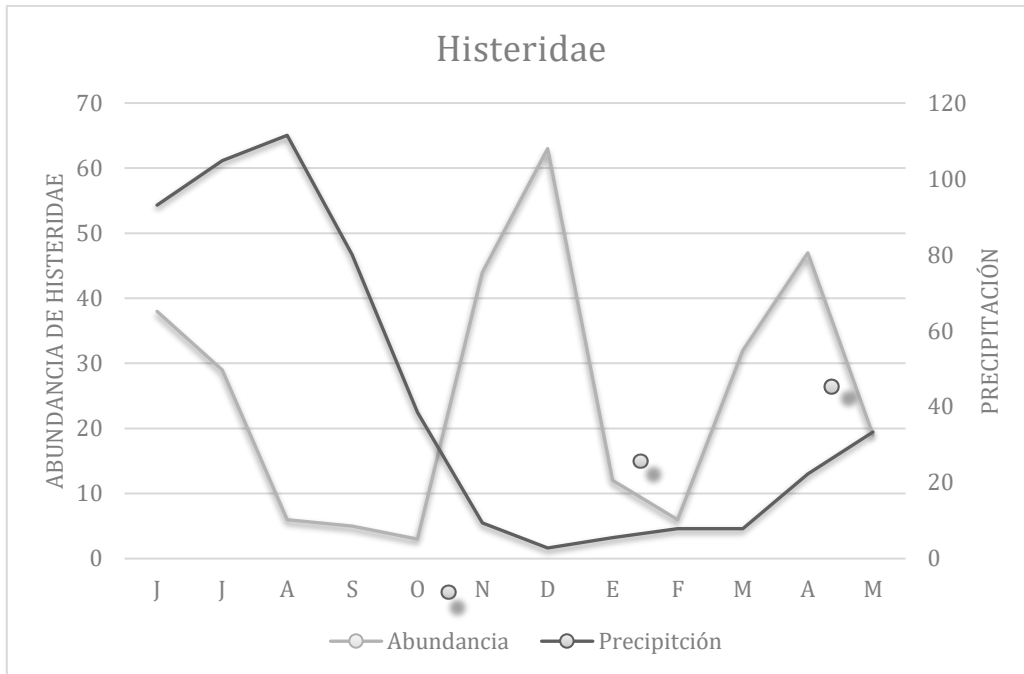


Figura 10. Abundancia mensual de la familia Histeridae y su relación con la precipitación.

FAMILIAS MÁS ABUNDANTES CON LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DE SUS ESPECIES REPRESENTATIVAS

Staphylinidae.

Las especies más abundantes de la familia Staphylinidae fueron: Aleocharinae sp., *Echiaster* sp., *Philonthus* sp. 2 y *Belonuchus erichsoni* Bernhauer, 1917

Aleocharinae sp. 1 fue la especie dominante (970 individuos), de todo el gradiente altitudinal la mayor abundancia se presentó a los 2,454 m (533 individuos) y 2,502 m (234 individuos) (Cuadro 3). Así mismo, durante el año presentó más abundancia en junio (222), agosto (278) y septiembre (124) (Figura 11).

Echiaster sp. presentó 95 individuos, la mayor abundancia se registró a los 2,471 m (56 individuos) y durante los meses de agosto, septiembre y octubre (17,36,28 individuos respectivamente).

Philonthus sp.2 y *Belonuchus erichsoni* se presentaron de forma regular en las cuatro altitudes, sin embargo, *B. erichsoni* no se registró en el punto más alto (2,531 m) y ambos presentaron su mayor abundancia en julio y agosto.

Philonthus testaceipennis Erichson, 1840; *Platydracus mendicus* Sharp, 1884 y *Tachinus mexicanus* Campbell, 1973 fueron poco abundantes, aunque fueron de los pocos que se encontraron en los sitios más altos y únicamente de julio a noviembre (Apéndices 2 y 3).

Cuadro 3. Abundancia las especies más representativas de Staphylinidae en cada altitud.

Staphylinidae	2,454 m	2,471 m	2,502 m	2,531 m	Total
Aleocharinae sp.1	533	141	234	62	970
Echister sp.	17	56	1	21	95
Philonthus sp.2	6	5	3	5	19
Belonuchus erichsoni	7	2	9	-	18
Total	563	204	247	88	1102

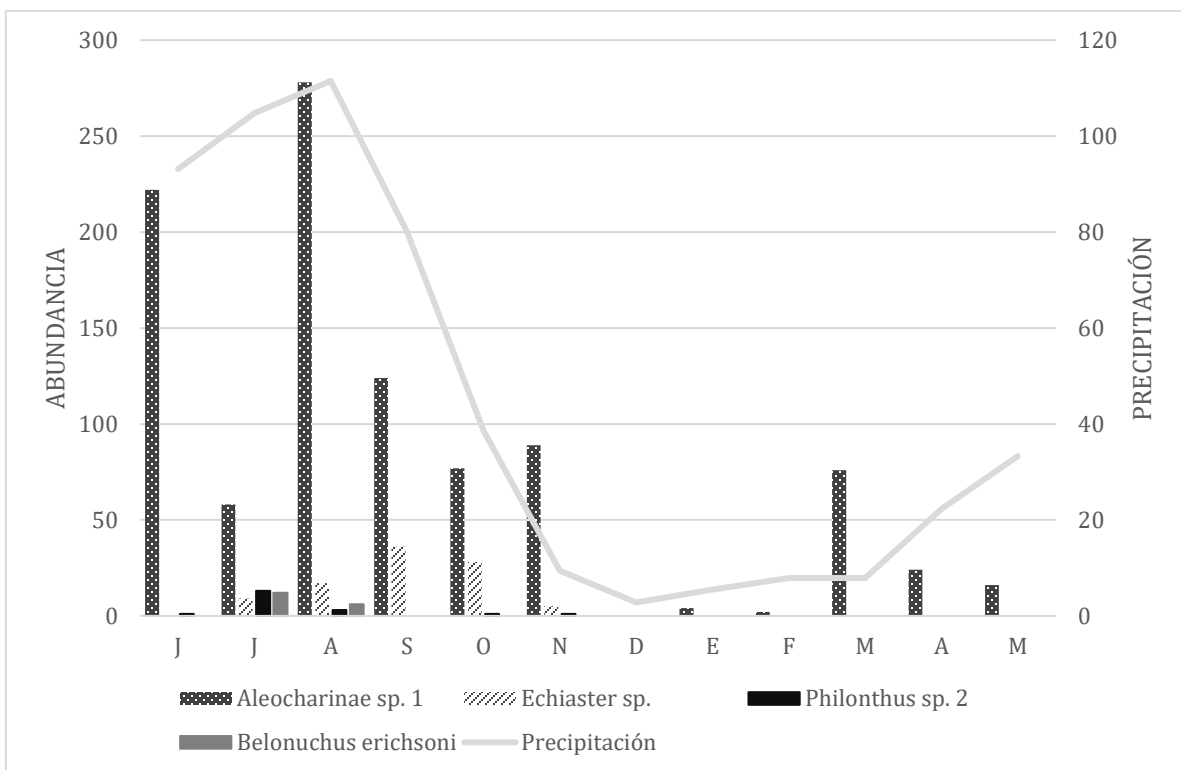


Figura 11. Abundancia mensual de las especies representativas de la familia Staphylinidae y su relación con la precipitación.

Silphidae

Las cuatro especies colectadas de esta familia fueron *Nicrophorus mexicanus*, *Oxelytrum discicolle* Brullé, 1836; *Tanathophilus graniger* Chevrolat, 1833 y *T. truncatus* Say, 1823 todas estuvieron presentes en las cuatro altitudes a excepción de *T. graniger* que únicamente se presentó en los sitios más bajos (Cuadro 4).

Nicrophorus mexicanus se presentó todo el año, *O. discicolle* se registró de mayo a diciembre, siendo noviembre el mes donde se registró su mayor abundancia (12 individuos). Mientras que, *T. truncatus* y *T. graniger* se presentaron esporádicamente (Apéndice 3).

Cuadro 4. Abundancia de especies de Silphidae en cada altitud.

Silphidae	2,454 m	2,471 m	2,502 m	2,531 m	Total
<i>Nicrophorus mexicanus</i>	185	291	73	102	651
<i>Oxelytrum discicolle</i>	13	4	7	3	27
<i>Tanathophilus graniger</i>	2	1	-	-	3
<i>Tanathophilus truncatus</i>	3	2	3	10	18
Total	203	298	83	115	699

Carabidae.

Presentó mayor actividad durante la época de lluvias, los meses con mayor abundancia fueron: junio, julio y agosto (Apéndice 4), se identificaron a nivel de tribu y género. Carabidae sp. 2 fue la única especie que se mantuvo constante durante casi todo el año (Cuadro 5) y su mayor abundancia fue a los 2,471 m (Apéndice 1).

Cuadro 5. Abundancia mensual de las especies representativas de la familia Carabidae con relación a la precipitación, sombreando los meses de lluvias.

Meses	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	Total
Precipitación	93.1	104.8	111.5	80	38.6	9.4	2.8	5.5	7.9	7.9	22.3	33.3	
Carabidae sp.1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Cychrus sp.	1	11	35	6	5	-	-	-	-	-	-	1	59
Elaphrini sp.	1	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
Carabidae sp. 2	157	163	149	82	14	12	2	-	1	-	1	26	607
Promecognatini sp.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1
Total	159	181	188	88	19	12	3	0	1	0	1	27	679

Leiodidae.

La mayoría de los organismos fueron recolectadas de junio a noviembre, durante el resto del año su presencia fue casi nula (Apendice 4), sólo se observaron dos morfoespecies, Leiodidae sp. 2 (1 individuo) fue la única que se presentó a los 2,471 m durante noviembre, mientras que, Leiodidae sp. 1 se presentó de julio a noviembre (Fig.12) con un total de 310 individuos, en las cuatro altitudes con un pico de 106 organismos en los 2,454 m, 142 (2,471 m), 17 (2,502 m) y 45 (2,531 m) (Apéndice 2).

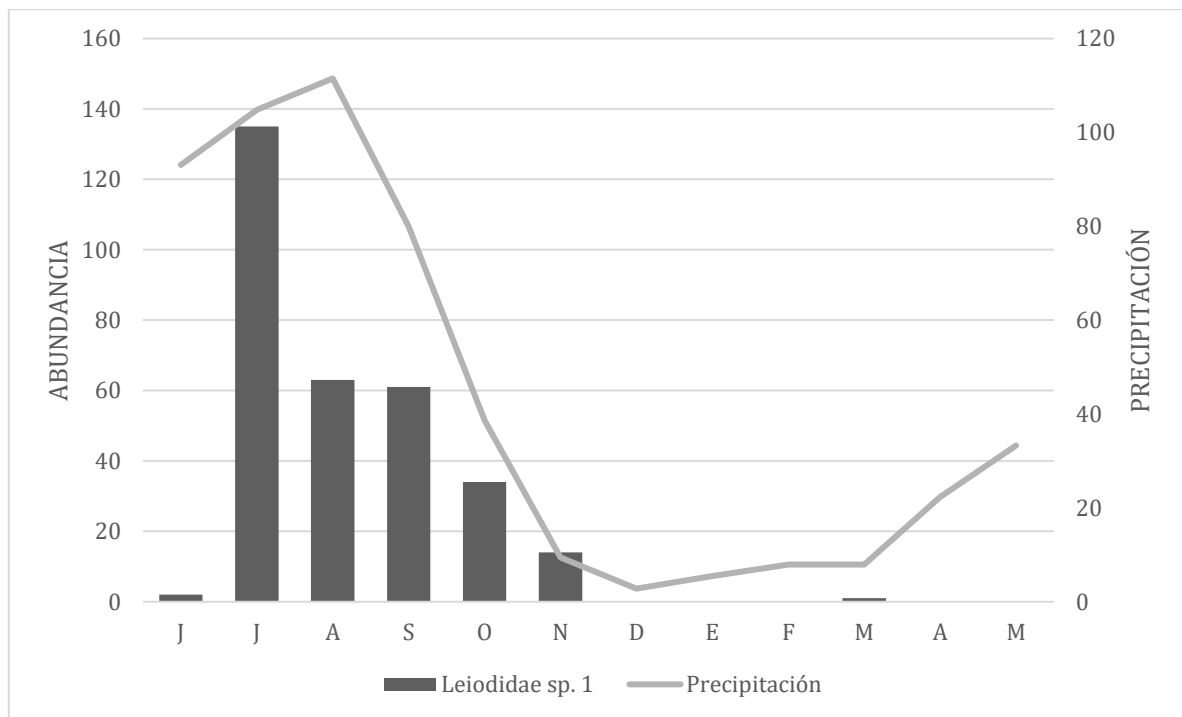


Figura 12. Abundancia mensual de las especies de la familia Leiodidae y su relación con la precipitación.

Histeridae.

Se presentó durante todo el año, a diferencia de las demás familias la mayor abundancia fue en diciembre (63 individuos), marzo (32) y abril (47) que correspondió con los meses de sequía (Fig. 13).

A nivel de género se registraron a *Eremosaprinus* sp. (15 individuos), *Euspilotus* sp. (9 individuos), *Geomysaprinus* sp. (18 individuos), *Saprinus* sp. (31 individuos) y *Xerosaprinus* sp. (230 individuos).

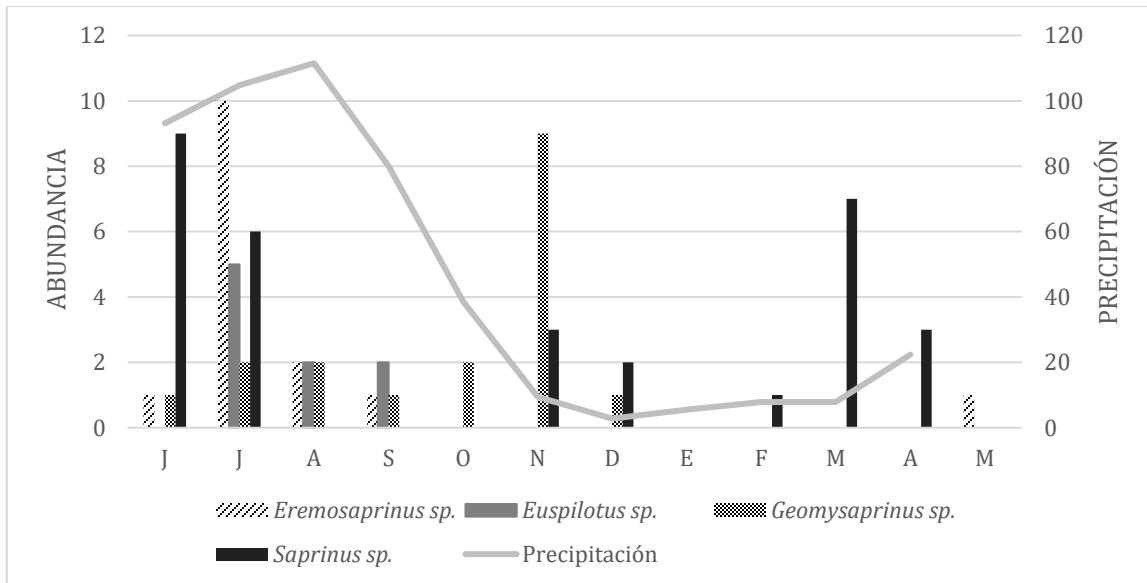


Figura 13. Abundancia mensual cuatro especies de la familia Histeridae y su relación con la precipitación.

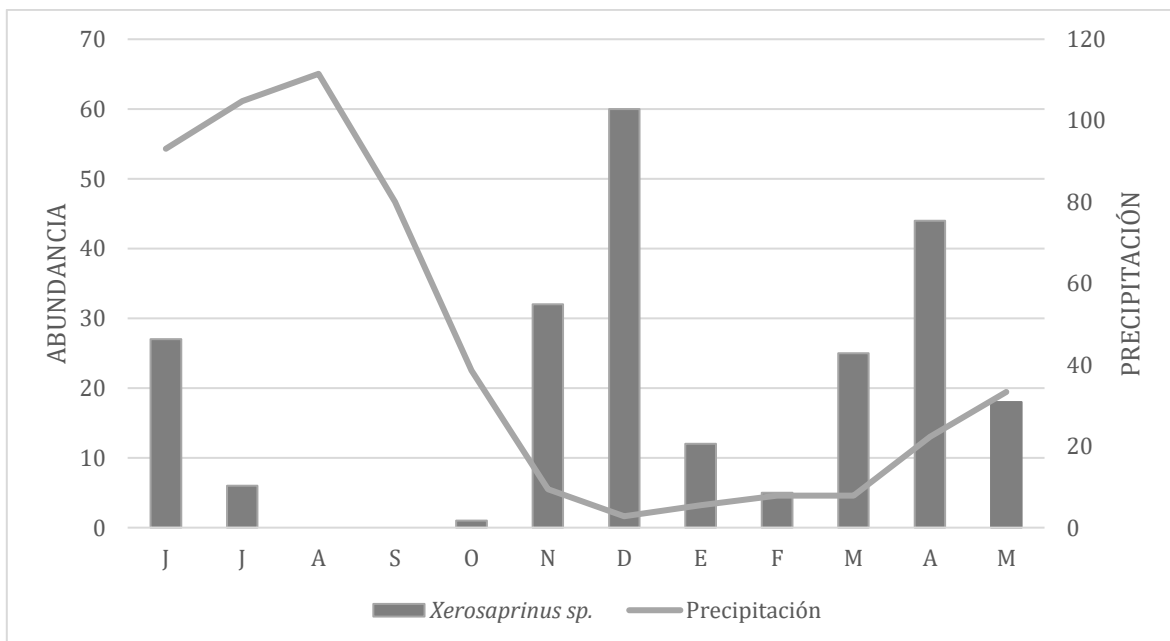


Figura 14. Abundancia mensual de *Xerosaprinus* sp. y su relación con la precipitación.

Eremosaprinus sp. estuvo presente de mayo a septiembre, *Euspilotus* sp. de julio a septiembre, *Geomysaprinus* sp. de junio a diciembre, *Saprinus* sp. de febrero a junio y nuevamente en noviembre y diciembre (Figura 13).

Xerosaprinus fue el único que estuvo ausente en agosto y septiembre (Figura 14).

Todos los géneros se mantuvieron constantes en el gradiente altitudinal a excepción de *Euspilotus* sp. a los 2,454 m y *Eremosaprinus* sp. a 2,417 m.

Saprinus sp. y *Xerosaprinus* sp. mostraron mayor abundancia a los 2,454 m, *Geomysaprinus* sp. a los 2,531 m y *Eremosaprinus* sp. y *Euspilotus* sp. a los 2,502 m, como se muestra en el cuadro 20.

Cuadro 6. Distribución de los géneros de Histeridae en cada altitud.

Histeridae	2,454 m	2,471 m	2,502 m	2,531 m	Total
<i>Xerosaprinus</i> sp	158	35	3	34	230
<i>Saprinus</i> sp.	11	10	8	2	31
<i>Geomysaprinus</i> sp.	4	1	1	12	18
<i>Eremosaprinus</i> sp.	1	-	10	4	15
<i>Euspilotus</i> sp.	-	1	5	3	9
Total	174	47	27	55	303

Nitidulidae.

Después de Silphidae e Histeridae fue la tercera familia que se mantuvo presente todos los meses del año (Figura 15). Se obtuvieron dos morfoespecies, Nitidulidae sp. 1 fue la más abundante (137 individuos) y se presentó en las cuatro altitudes, sin embargo, la mayor abundancia fue en la altitud más baja (2,454 m) y Nitidulidae sp. 2 estuvo representada por un organismo recolectado a los 2,454 m (Apéndice 2). Los meses con mayor abundancia fueron marzo (29), junio (27) y julio (27 individuos) y la menor en septiembre (2), octubre (1) y febrero (1) (Apéndice 3).

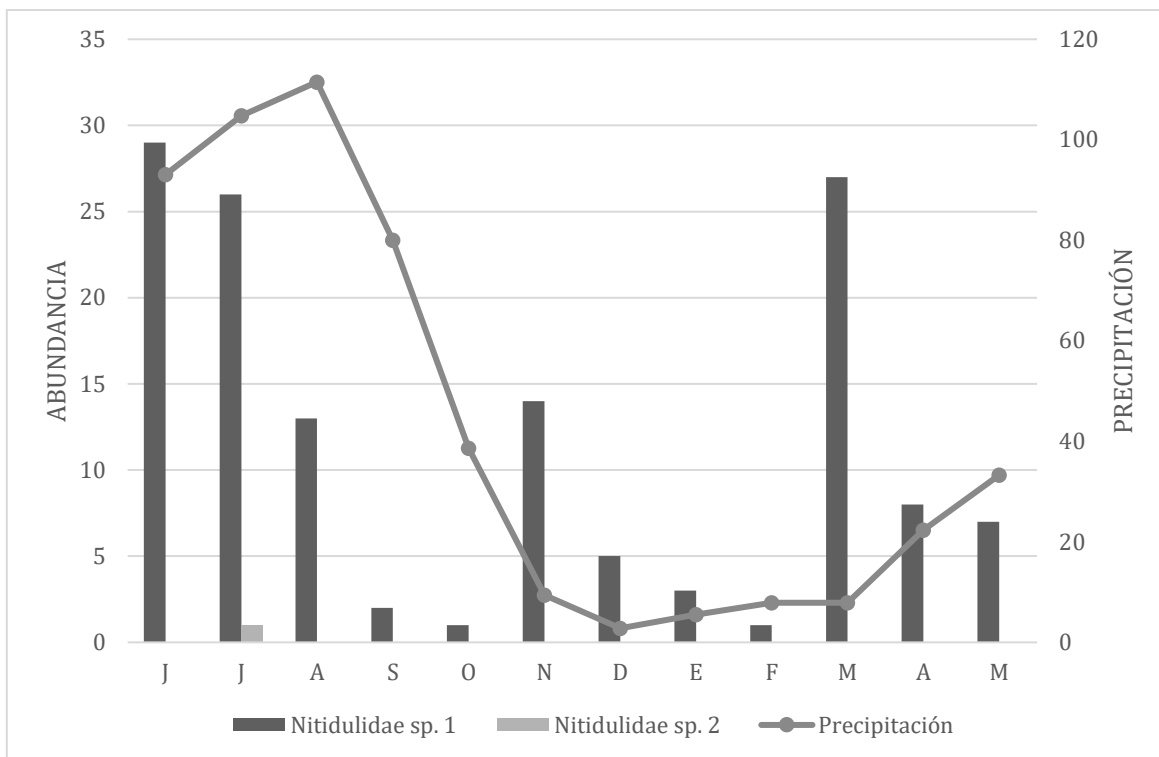


Figura 15. Abundancia mensual de las especies de la familia Nitidulidae y su relación con la precipitación.

Scarabaeidae.

Se registraron dos especies *Orizabus* sp. y *Ontophagus chevrolati* Harold, 1869 esta última fue exclusiva de las lluvias y estuvo presente en todos los sitios, su mayor abundancia (19 individuos) se obtuvo en el sitio de menor altitud (2,454 m), mientras que *Orizabus* sp. solo se obtuvo un individuo en agosto a 2,502 m (Apéndices 2 y 3).

DIVERSIDAD Y UNIFORMIDAD ENTRE SITIOS

La diversidad (H) se incrementó gradualmente del sitio de menor al de mayor altitud (2,454 m, H= 2 > 2,471 m, H= 2.11 > 2,502 m, H= 2.16 > 2,531 m, H= 2,44) y hubo diferencias significativas entre todos los sitios ($p < 0.05$), excepto entre los puntos de muestreo ubicados en las altitudes intermedias (2,471 m y 2,502 m, $p = 0.51$) (Fig. 16).

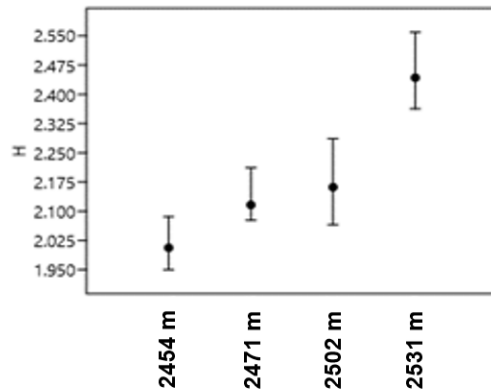


Figura 16. Valores de la diversidad (H) registrada para cada sitio (A. 2,454 m, B. 2,471 m, C. 2,502 m, D. 2,531 m) registrado en el año de muestreo.

Lo mismo ocurrió con la uniformidad (E), la cual fue mayor en los dos sitios de mayor altitud (2,454 m, $E = 0.21 > 2,471$ m, $E = 0.2 > 2,502$ m, $E = 0.25 > 2,531$ m, $E = 0.38$) (Fig. 17); esto coincidió con el decremento del porcentaje de abundancia total de las seis especies más abundantes de cada sitio, el cual fue menor conforme se incrementó la altitud (2,454 m, 89.6% > 2,471 m, 87.3% > 2,502 m, 83.4% > 2,531 m, 78.7%) (Figs. 18).

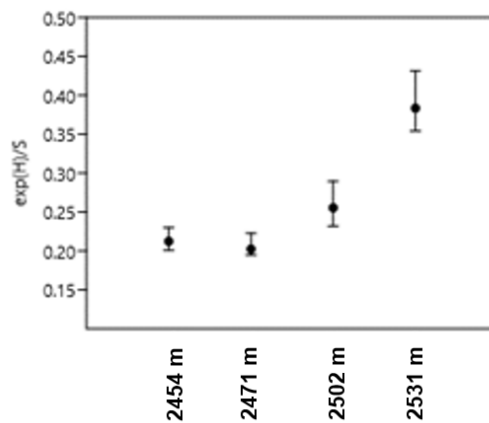


Figura 17. Valores para la uniformidad con relación a los cuatro sitios monitoreados. A. 2,454 m, B. 2,471 m, C. 2,502 m, D. 2,531 m.

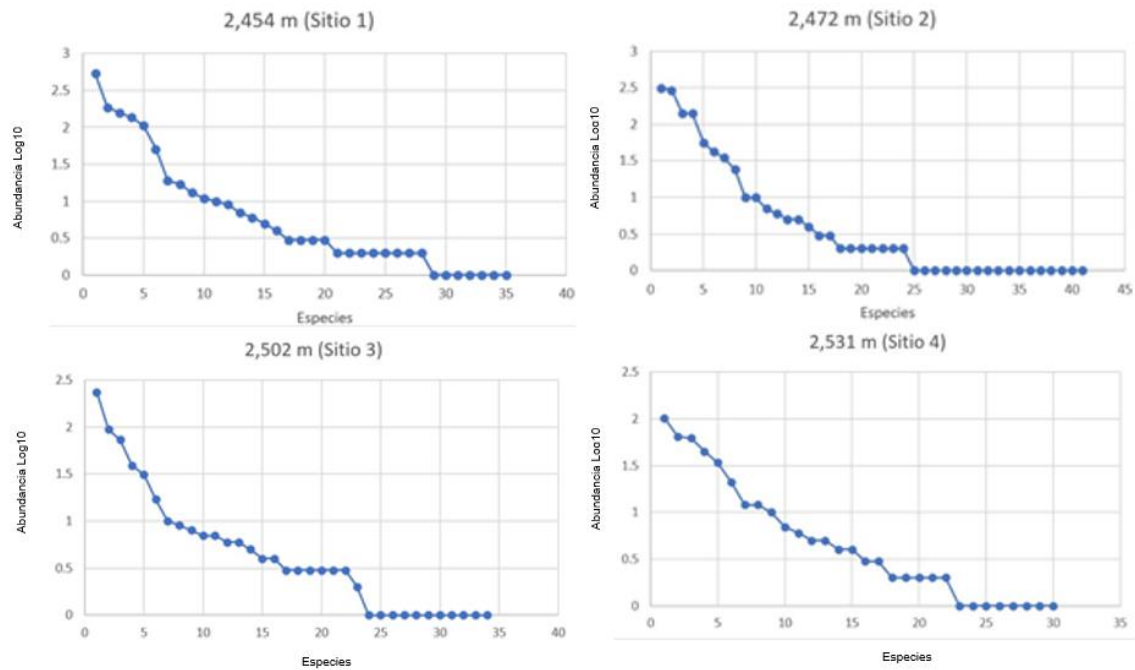


Figura 18. Curvas de rango abundancia entre los cuatro sitios.

SIMILITUD FAUNÍSTICA ENTRE SITIOS

La similitud entre los sitios fue menor al 58%, los sitios con mayor similitud fueron el sitio a 2,454 m y 2,471 m, a su vez el sitio a 2,531 m fue el que compartió más especies con estos dos, mientras que el sitio a 2,502 m fue el de menor similitud (Fig. 19). Treinta y una de las 58 especies registradas fueron exclusivas de uno o dos sitios, los sitios a 2,471 m y a 2.502 m tuvieron el mayor número de especies exclusivas (7 y 8 especies respectivamente), mientras que los sitios a 2,454 m y a 2,531 m tuvieron el menor número (3 y 2 respectivamente).

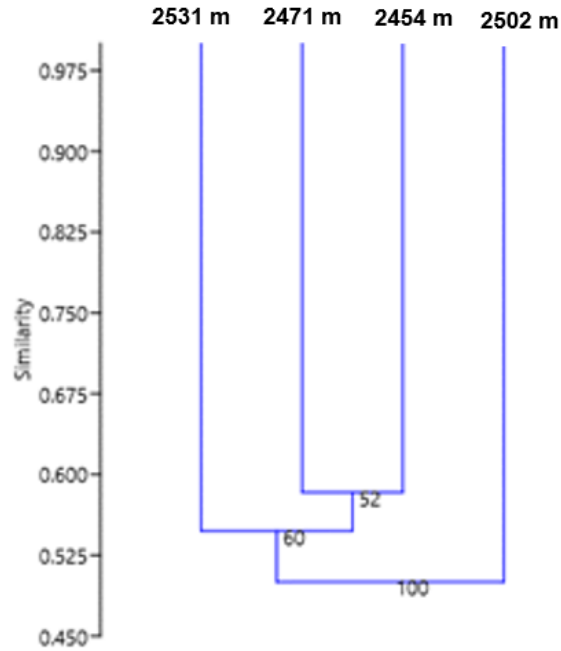


Figura 19. Fenograma de los valores de Similitud de Jaccard en los sitios de muestreo.

COMPARACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL Y DUREZA DEL SUELO ENTRE SITIOS

El porcentaje de cobertura fue más bajo en los dos sitios de menor altitud y hubo diferencias significativas entre todos, con excepción del sitio a 2,471 m que no tuvo diferencias con el sitio a 2,454 m ($p= 0.65$) y el ubicado a 2,531 m ($p= 0.4$) (Fig. 20). Por otra parte, la dureza del suelo fue mayor en los sitios de altitudes medias (2,471 m y 2,502 m) y hubo diferencias significativas entre los sitios, con excepción del sitio a 2,502 m que no mostró diferencias con los sitios a 2,454 ($p=0.1$) y a 2,471 ($p= 0.19$) (Fig. 21).

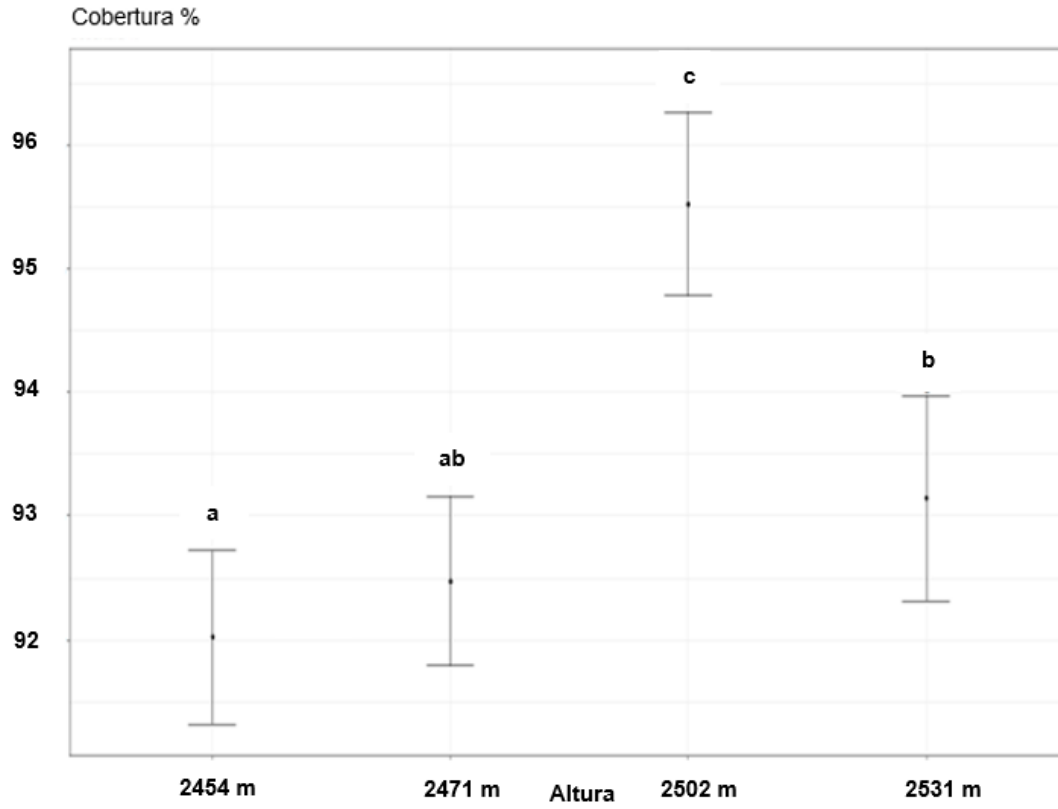


Figura 20. Porcentaje de cobertura en los cuatro sitios muestreados, donde se muestra una diferencia significativa entre la altitud 2,454 m y 2,502.

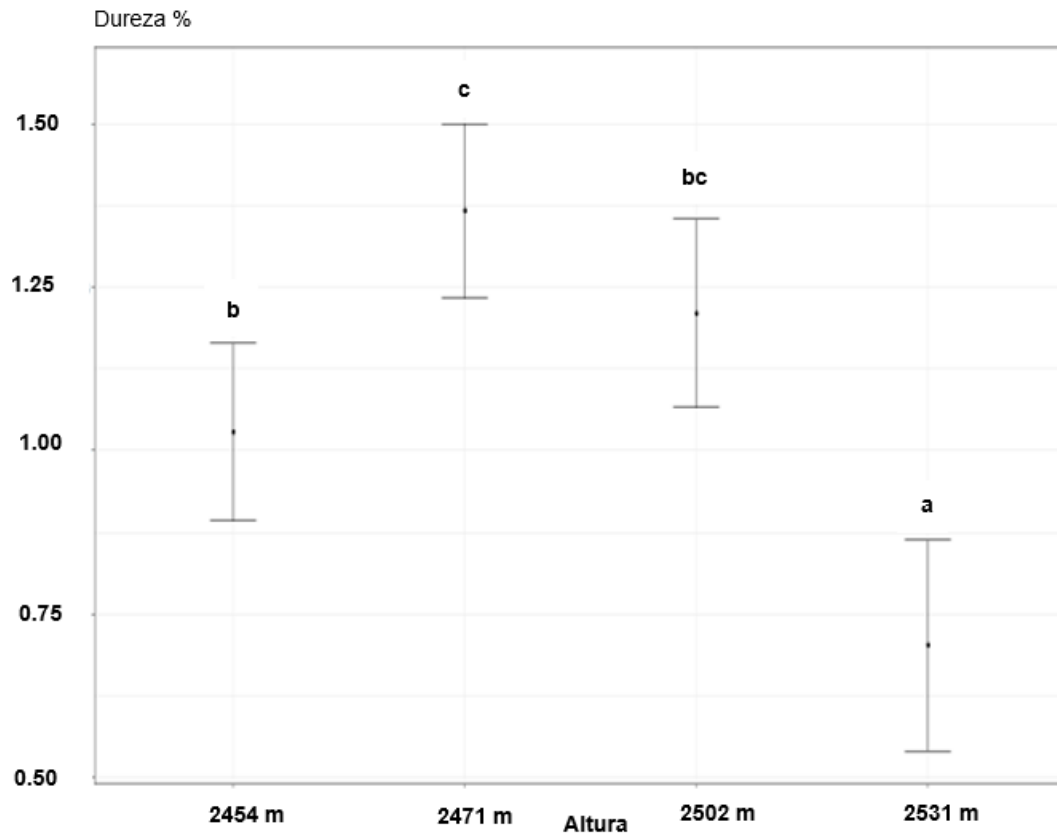


Figura 21. Porcentaje de dureza en los cuatro sitios de muestreo.

ESPECIES INDICADORAS PARA LOS SITIOS

De acuerdo con los valores de IndVal, los sitios ubicados a 2,454 m y a 2,471 m fueron los únicos con especies indicadoras, con una especie cada uno, *Xerosaprinus* sp. (Histeridae) (IndVal= 0.44; pValue= 0.0188) y Anthicidae sp. 1 (IndVal= 0.52; pValue= 0.0057) respectivamente.

DISCUSIÓN

El número de familias (17) encontrado en el Parque Estatal Sierra de Guadalupe del Estado de México (Apéndice 1) corresponde con un poco más de la mitad de las familias necrófilas registradas por Moreno (2015) en Teotihuacán, que es un área cercana a la Sierra de Guadalupe donde se registraron 33 familias. Aunque ambas zonas se ubican en la misma región y están fuertemente antropizadas, existen diferencias de vegetación y clima, la altitud en Teotihuacán es de alrededor de 2,000 m, mientras que en la Sierra de Guadalupe es de 2,500 m, además de que el clima es templado subhúmedo y en Teotihuacán predomina un clima semiseco templado. Por otro lado, en ese estudio se realizó un mayor esfuerzo de recolecta con un área de muestreo más grande y distintos tipos de uso de suelo (cultivo de *Opuntia*, matorral xerófilo, zona urbana) mientras que en la Sierra de Guadalupe el muestreo se enfocó en un sólo sitio perturbado por la urbanización. Esto destaca el efecto que tiene la urbanización en la zona de estudio y la necesidad de conservar los diferentes tipos de vegetación presentes y que aún se encuentran conservados en la parte más alta de la sierra, que seguramente mantienen una alta riqueza de coleópteros que aún no ha sido estudiada.

Las familias Staphylinidae, Silphidae, Carabidae, Leiodidae, Histeridae, Dermestidae, Scarabaeidae, Trogidae, Cleridae y Nitidulidae son un componente constante de las recolecciones de escarabajos necrófilos en el país ya que se han registrado como las más frecuentes y asociados a restos de animales (Moreno, 2015; Onesto, 2017; Acuña, 2004; Naranjo- López y Navarrete- Heredia, 2011).

La dominancia de las familias es variable en los estudios, Staphylinidae fue la familia dominante en la Sierra de Guadalupe y en Chapa de Mota (Onesto, 2017), mientras que en Teotihuacán (Moreno, 2015) y en la Sierra Norte de Puebla fueron Histeridae y Nitidulidae (Acuña, 2004). Silphidae ocupó el segundo lugar en el presente estudio, fue el tercero en Chapa de Mota y cuarto en Teotihuacán y la Sierra Norte de Puebla.

La familia Staphylinidae es una de las más comunes y abundantes en las trampas cebadas con carroña (Rodríguez *et al.*, 2018) la subfamilia Staphylininae es la que representa el mayor número de especies con afinidad a la carroña en bosque de *Quercus* (Rodríguez *et al.*, 2019) muchas de las especies de la familia Staphylinidae son saprófagas, alimentándose de materia orgánica en descomposición de diferente origen (animal, vegetal u hongos), la mayoría son depredadoras y otras parasitoides, además de ser una familia en la que tanto adultos como larvas se pueden encontrar en una gran variedad de ambientes,

desde el nivel de mar hasta los sitios de montaña ubicados por arriba de los 4,000 metros de altitud aunque la mayor diversidad se presenta en los diferentes tipos de bosque con influencia tropical y en bosque mesófilo de montaña, la mayoría de los representantes de las subfamilias de Staphylinidae se encuentran en la hojarasca (Navarrete y Newton, 2002). La riqueza (22 especies) de esta familia en la Sierra fue menor que las 24 especies de Puebla; (Acuña, 2004) y mayor que las 17 especies registradas en Teotihuacán con la NTP-80 (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2019), es importante mencionar que en este último estudio se excluyeron las especies de la subfamilia Aleocharinae, por lo cual el número debe ser mayor, en dicho estudio también se estudiaron las especies epigeas y la riqueza se eleva a 30. En la Sierra de Guadalupe la abundancia total de Staphylinidae necrófilas sin contar a la subfamilia Aleocharinae sería de 173 organismos con una riqueza de 15 especies, muy parecido a la riqueza observada en Teotihuacán.

En cuanto a las especies de Staphylinidae registradas, destaca *Philonthus testaceipennis* de la que se obtuvo cuatro ejemplares, la cual se distribuye principalmente en el Eje Neovolcánico Transmexicano, extendiéndose hacia la Sierra Madre del Sur y hacia la Sierra Madre Oriental, su recolecta generalmente es en bosques de pino o pino-encino, muy pocas veces en bosque de niebla (Márquez, 2004), y su presencia podría explicarse debido al bosque de pino-encino que aún se encuentra en la cima de la Sierra de Guadalupe, donde es posible que estén establecidas sus poblaciones. Lo mismo sucede con *Tachinus mexicanus* de la cual solo se recolectaron cuatro individuos, dos en julio y dos en octubre, esta es considerada como una especie saprofítica, se ha llegado a coleccionar en estiércol, carroña y hongos en descomposición y que habita generalmente en bosques de roble, pino y rara vez en matorral xerófilo (Márquez, 2006), así mismo, Campbell (1997) enfatiza que los ejemplares coleccionados en Jalisco y Michoacán se encontraban en la hojarasca, hongos blandos y hongos coralinos.

Para *Belonuchus erichsoni* se tienen registros de que habita sitios áridos y semiáridos del centro del país, en los que recurre a sustratos como cactáceas en descomposición (Márquez, 2006, Jiménez-Sánchez *et al.*, 2019), lo mismo que *B. ephippiatus* (Márquez, 2004, Jiménez-Sánchez *et al.*, 2013) y la presencia del matorral xerófilo en las zonas bajas de la Sierra, son el hábitat adecuado para su establecimiento.

La composición de especies de las familias Silphidae (*Nicrophorus mexicanus*, *Thanatophilus truncatus*, *T. graniger* y *Oxelytrun discicolle*) y Trogidae (*Trox plicatus*) fue la

misma tanto en la Sierra de Guadalupe como en Teotihuacán, debido a que estos sitios se ubican en el área de distribución natural de estas especies.

En el caso Silphidae fue la segunda familia más abundante, se menciona que está integrada por especies con afinidades neárticas, es decir, están adaptadas a condiciones templadas a frías, de montaña y presentan su mayor diversidad y abundancia en zonas templadas y subárticas del hemisferio norte. Esta familia también suele encontrarse en montañas de zonas tropicales y subtropicales donde el ambiente es favorable para su distribución como es el caso del Sistema Volcánico Transversal donde se encuentra la Sierra de Guadalupe. También se identifica ecológicamente por aprovechar los restos de animales muertos ya que estos sirven como alimento para sus larvas o en ocasiones las especies se alimentan de otros insectos que viven en la carroña, principalmente de larvas de dípteros, aparte de reciclar nutrientes y remover sustratos que ayudan al desarrollo de otros organismos o insectos (Jiménez, 2013; Peck y Anderson, 1985; Acuña, 2004).

Nicrophorus mexicanus ocupó el segundo lugar en abundancia (651) en este trabajo, esto se debe a que es una especie con una amplia adaptabilidad, así como, la preferencia por zonas boscosas como se menciona en algunos estudios y la distribución se registra desde 0 hasta los 2,700 msnm, teniendo preferencia por los 2,700 m (Hernández, 2014) en el presente estudio su presencia fue en las cuatro altitudes, desde 2,454 a 2,531. Se ha encontrado en diferentes tipos de vegetación, con una preferencia marcada hacia los ambientes templados, zonas montañosas, en bosque de encino, encino- pino, pino y mesófilo de montaña (Jiménez, 2013; Peck y Anderson 1985; Navarrete-Heredia, 2009; Bustamante-Navarrete *et al.*, 2017). En la Sierra de Guadalupe se presentó todo el año, siendo enero y febrero los meses con una disminución de la abundancia marcada y que coincide con el periodo de sequía. Esta distribución temporal para la especie es la comúnmente observada en otros estudios (Deloya *et al.*, 2007; Trevilla-Revollar, Deloya y Padilla-Ramírez, 2010; Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011; Jiménez, 2013; Márquez, 2014 y González- Hernández *et al.*, 2015).

Oxelytrum discicolle se presentó en las cuatro puntos de muestreo, estuvo ausente en enero a abril (periodo de sequía), Mullins *et al.*, (2013) mencionan que dicha especie se encuentra en todo tipo de hábitats como bosques, pastizales, diferentes tipos de cultivos, nidos de aves, jardines, mamíferos o en insectos sociales, también se han colectado en cadáveres tanto de animales como de humanos, sin embargo, tiene preferencia por el

bosque mesófilo y bosque de pino (Labrador, 2005; Quiroz-Rocha *et al.*, 2008; Navarrete-Heredia, 2009 y Bustamante-Navarrete *et al.*, 2017) con mayor abundancia por debajo de los 2,000 m aunque el rango altitudinal para esta especie sea de 300 a 3,000 m (Navarrete-Heredia, 2009) cohabitando en zonas templadas, tropicales y subtropicales (Navarrete-Heredia, 2009). Su distribución va desde el Sur de Brasil hasta México, es una de las especies más abundante en Sur América. Bustamante-Navarrete *et al.*, (2017) mencionan que una proporción de estos especímenes fueron colectados en una zona urbana, lo que indica que es una especie que se adapta a ecosistemas perturbados, lo cual concuerda con lo observado en el presente estudio.

Es importante mencionar que a pesar de este deterioro se recolectó también a *Tanatophilus graniger* que es una especie endémica del Eje Neovolcánico, se ha registrado en bosques de pino, pino-encino, bosque mesófilo y bosque tropical caducifolio y al igual que *N. mexicanus* suele mantenerse activo a lo largo del año (Arellano, 1998; Navarrete-Heredia, 2009).

De la familia Trogidae se capturaron solamente 20 organismos de *Trox plicatus*, sin embargo, hay algunos trabajos en los que su abundancia es mayor, se localiza generalmente en bosques de *Quercus-Pinus* entre los 2,000 y 2,400 m (Deloya, 2000). Deloya (2003) señala que tanto larvas como adultos de Trogidae se alimentan de cadáveres en descomposición final, aprovechan los restos de plumas, excrementos o pelos. Moreno (2015) registró 11 ejemplares en la zona de Teotihuacán, mencionando que la menor cantidad de esta especie se presentó en la zona urbana y fueron recolectados entre abril y noviembre, es decir en periodo de lluvias, un patrón similar al obtenido en la Sierra de Guadalupe, los 20 ejemplares se colectaron de abril a octubre que corresponde a la época de lluvias, presentando mayor abundancia en junio (4) julio (5) y agosto (5). Onesto (2017) menciona que esta especie en un bosque de encino-pino presenta picos de abundancia en temporada de lluvias, debido a la cantidad de recursos disponibles durante este periodo.

Histeridae fue la familia que más abundancia presentó en la época de sequía, esto mismo se observó en el trabajo de Teotihuacán (Moreno, 2015), Chapa de mota (Onesto, 2017) y en la localidad de Gómez Farías, Jalisco (Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011). Navarrete menciona que las especies (depredadoras) como *Xerosaprinus* sp; *Saprinus* sp. y *Geomysaprinus* sp. Fueron más abundantes en la estación seca, de igual forma el género que más abundancia presentó fue *Xerosaprinus* sp. con un 56.45%. Los géneros que se

registraron en el presente trabajo fueron *Geomysaprinus*, *Xerosaprinus*, *Euspilotus*, *Eremosaprinus* y *Saprinus*, siendo *Xerosaprinus* el que presentó mayor abundancia (230 organismos).

La familia Nitidulidae fue la cuarta más abundante, presentó dos morfoespecies, Nitidulidae sp. 1 se mantuvo constante todo el año presentando picos de abundancia en junio, julio, agosto, noviembre y marzo, mientras que Nitidulidae sp. 2 se presentó únicamente en julio (un organismo). Esta familia es de hábitos saprófagos y se le puede encontrar en cualquier tipo de hábitat tales como bajo la corteza de árboles, flores, carroña, hojarasca, hongos y frutos en descomposición (Habeck, 2002). Varias especies de esta familia tienen hábitos zoosaprófagos por lo que se les asocia a cadáveres, especialmente de mamíferos grandes y son de interés para la entomología forense (Castillo y Miralbes, 2000).

La familia Scarabaeidae fue exclusiva de las lluvias y solo se registraron dos especies, un individuo de *Orizabus* sp. (LeConte, 1856) (Dynastinae), las especies del género tiene amplia distribución y habitan en diferentes tipos de vegetación establecidas entre los 500 y 3,000 m de altitud (Ratcliffe y Morón, 1997), esta especie fue considerada accidental debido a su hábito fitófago; también se recolectaron 29 individuos de *Onthophagus chevrolati* (Scarabaeinae) que es una especie copro-necrofaga que habita en bosques de encino-pino y encino, aunque se ha visto que es más abundante en matorral, pastizal y vegetación secundaria en bosques desmontados en la cercanía de zonas boscosas, además, esta especie es un elemento de montaña característico de la Zona de Transición Mexicana distribuida entre los 1,500 y 4,000 m de altitud (Zunino y Halffter 1988; Halffter *et al.* 2019; Moctezuma y Halffter 2020).

Curculionidae presentó únicamente 16 organismos, sin embargo, Solís (2002) menciona que es una de las familias con mayor número de especies, por esta razón se le puede encontrar en diferentes tipos de hábitat incluyendo el acuático, los hábitos en algunas especies son diurnos y en otros nocturnos, la gran mayoría son depredadores, fitófagos o micofagos por lo que su presencia en la trampa cebada con carroña es considerada accidental al igual que las familias Scarabaeidae, Anthicidae, Tenebrionidae, Cryptophagidae, Chrysomelidae, Latridiidae, Mycetophagidae, Hydrophilidae y Ptilidae.

Con respecto a la comparación entre sitios de muestreo, aun cuando el transecto fue de alrededor de 500 m de longitud y que abarcó cuatro altitudes distintas con una variación altitudinal de escasos 80 metros en un rango de 2,450 a 2,530 msnm, se observaron

diferencias significativas en la diversidad, la riqueza y los factores físicos como dureza y cobertura, esto se refleja también en que dos especies fueron indicadoras de los dos sitios de menor altitud y en un alto recambio de especies entre los sitios, el porcentaje de similitud fue muy bajo con menos del 60% debido a que muchas de las especies fueron exclusivas de un solo sitio, como fue el caso de *Belonuchus ephippiatus* que únicamente se encontró en el sitio 3, esto se debe probablemente a que esta especie busca a sus presas principalmente en cactáceas en descomposición (Jiménez-Sánchez et al. 2013) recurso que no es muy abundante en el sitio, derivado del deterioro que ha tenido el matorral xerófilo que originalmente cubría parte de la Sierra y que ha sido sustituido por otras especies de plantas introducidas, por otro lado, una gran cantidad de especies fueron raras y considerarse accidentales, sin embargo aun excluyéndolas del análisis el porcentaje de similitud se mantiene alrededor del 60%. Por lo que a pesar de la aparente homogeneidad y de que todos los puntos de muestreo tienen un fuerte impacto por la urbanización, se pueden encontrar diferencias derivadas de las variaciones a nivel microambiental.

CONCLUSIONES

- Seis familias agruparon el 96.43% del total de los organismos recolectados. La familia más abundante fue Staphylinidae (1,164 organismos), seguida de Silphidae (699) y Carabidae (681). Leiodidae, Histeridae y Nitidulidae tuvieron entre 300 y 140 individuos, las 11 familias restantes presentaron menos de 30 individuos.
- Las familias Staphylinidae (22 especies), Carabidae (5), Histeridae (5) y Silphidae (4) fueron las de mayor riqueza, las restantes tuvieron menos de tres especies cada una. Las especies más abundantes de la familia Staphylinidae fueron: *Aleocharinae* sp., *Echiaster* sp., *Philonthus* sp. 2 y *Belonuchus erichsoni*.
- La familia Silphidae presentó cuatro especies, *Nicrophorus mexicanus*, *Oxelytrum discicolle*, *Tanathophilus graniger*, y *Tanathophilus truncatus*.
- Se requiere incrementar el esfuerzo en el muestreo para obtener el 15% restante de acuerdo con los estimadores de especies.
- Los mayores picos de abundancia y riqueza de las familias se obtuvieron a los 2,454 m y 2,471 m, caracterizado por la cercanía con el área de mayor perturbación por actividad humana.
- Durante el periodo de lluvias se colectó el 88.67% de las especies y el 78.25% de la abundancia; únicamente la familia Histeridae tuvo su pico de abundancia en sequía.
- Se observó una diferencia significativa en la diversidad y riqueza de los sitios muestreados, evidenciando la existencia de microambientes ocasionados por factores físicos generando una exclusividad por algunas especies.
- De manera general, el ensamble de coleópteros del área de estudio está integrado principalmente por especies tolerantes a la perturbación, además de otras especies escasamente representadas y que probablemente corresponden con elementos del bosque de encino que se encuentra en la parte más alta y conservada de la Sierra de Guadalupe, donde sería interesante ampliar el muestreo para detectar especies indicadoras.

LITERATURA CITADA

- **Acuña, J. A. S. 2004.** *Coleópteros Necrófilos (Scarabeidae, Silphidae e Histeridae) de la Sierra Norte de Puebla, México.* Tesis Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Estado de México, México.
- **Angel, M. A. 2015.** *Estafilínidos (Coleoptera:Staphylinidae) de sitios con diferente uso de suelo en una región semiárida del Estado de México, México.* Tesis Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacal, UNAM. Estado de México, México. 65 pp.
- **Arellano, L. G. 1998.** Distribución de Silphidae (Coleoptera: Insecta) en la región central de Veracruz, México. *Dugesiana*, 5(2): 1-16.
- **Arnett, R. H. and M. C. Thomas. 2001.** *American beetles. Archostemata, Myxophaga, Adepfaga, Polyphaga: Staphylinifromia, volume 1.* United States of America : CRC Press. 443 pp.
- **Arnett, R. H., Thomas, M. C., Skelley P. y Frank, J. H. 2002.** American beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea, through Curculionidea, vol. 2, Florida. 861 pp.
- **Anderson, R. S. and S. R. Peck. 1985.** Taxonomy, phylogeny and biogeography of the carrion beetles of Latin America (Coleoptera: Silphidae). *Quaestiones Entomologicae*, 21: 247-317.
- **Barnes,D. R. 1983.** *Zoología de los invertebrados.* 3ra Edición. México: Interamericana. 420 pp.
- **Borror, D., DeLong, M., y Triplehorn, A. 1981.** *An introduction to the study of insects.* Sannders College Publishing, Philadelphia. 827 pp
- **Borror, D., Triplehorn, C. A., y Johnson, N. F. 1989.** *An introduction to the study of insects.* 6° Edición. Sauders College Publishing. USA. 370- 488 pp.

- **Bouchard, P., Bousquet, Y., Davies, A. E., Alonso-Zaragoza, M. A., Lawrence, J. F., Lyal, H.C., Newton, A. F., Reid, C. A. M., Schmitt, M., Slipinski, S. A. y Smith, A. B. T. 2011.** Family group names in Coleoptera (Insecta). *Zookeys*, 88: 1-972.
- **Bustamante-Navarrete, A., Oroz-Ramos, A., Yábar-Landa, E., Marquina-Montesinos, E. L. y Elme-Tumpay, A. 2017.** Contribución al conocimiento de los escarabajos de la familia Silphidae (Coleoptera) en el Perú. *Archivos Entomológicos*, 17: 135-143
- **Bustamante-Sánchez, A., Grez, A. A, and Simonetti , J. A. 2004.** Dung decomposition and associated beetles in a fragmented temperate forest. Santiago, Chile, *Revista Chilena de Historia Natural*, 77:107-120
- **Caballero, U., León-Cortés, J. L. y Morón-Ríos, A. 2009.** Response of rove beetles (Staphylinidae) to various habitat types and change in Southern Mexico. *Journal of Insect Conservation*, 13 (1): 67-75.
- **Campbell, J. M. 1973.** A revision of the genus *Tachinus* (Coleoptera; Staphylinidae) of North and Central America. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 90: 1-137.
- **Campbell, J. M. 1976.** New records of Mexican *Tachinus* (Coleoptera: Staphylinidae). *The coleopterists Bulletin*, 30(2): 193-197.
- **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 pp.
- **Castillo Miralbes, M. 2000.** Estudio de la Entomofauna asociada a los cadáveres en la región altoaragonesa. Zaragoza: Tesis Doctoral.Universidad de Zaragoza.

- **Colwell, R. and J. Coddington, 1994.** Estimating Terrestrial Biodiversity through Extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 345: 101-118.
- **Cortés-Jiménez, J. A., Villeda-Callejas, M. del P., Barrera-Escorcía, H. y J. A. Lara-Vázquez. 2016.** Hemiptera: Heteroptera de la zona noreste de la Sierra de Guadalupe, Ecatepec, Estado de México. *Entomología mexicana*, 3: 864-868.
- **Costa, C. 2000.** Estado de conocimiento de los Coleoptera Neotropicales. Pp. 99-114. Martín- Piera, F., J. J. Morrone y A. Melic (Eds). Vol. 1. Zaragoza, España.
- **Cruz-Hernández, D. A. 2013.** Las arañas saltarinas (Araneae: Salticidae) de la Sierra de Guadalupe en dos municipios del Estado de México.
- **Deloya, C. 2000.** Distribución de la familia Trogidae en México (Coleoptera lamellicornia). *Acta Zoológica Mexicana*, Xalapa 81: 63-73.
- **Deloya, C. 2003.** Coleoptera Scarabaeidae y Trogidae necrófilos de valle de vázquez("Los hornos"), Morelos, México. *Folia Entomológica*, 42(2): 265-272.
- **Deloya, C., Parra-Tabla, V., Delfín-González, H. 2007.** Fauna de coleópteros Scarabaeidae Laparosticti y Trogidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados al bosque mesófilo de montaña, cafetales bajo sombra y comunidades derivadas en el centro de Veracruz, México, *Neotropical Entomology*, 36: 005-021.
- **Domínguez, G. 2016.** *Estudio del orden coleoptera de la zona noreste de la Sierra de Guadalupe, Ecatepec, Estado de México.* Tesis Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, Estado de México, México. 111 pp.
- **González-Hernández, A. L., Navarrete-Heredia, J. L., Quiroz-Rocha, G. A. y Deloya, C. 2015.** Coleópteros Necrócolos (Scarabaeidae: Scarabaeinae, Silphidae

- y Trogidae) del Bosque Los Colmos, Guadalajara, Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86: 764-770.
- **Guzmán, G. 2015.** Psudoescorpiones (Arachnida: Pseudoscorpiones) de la ciudad de México y sus alrededores. *Entomología mexicana*, 2: 76-81.
 - **Habeck, D. 2002. Nitidulidae Latreille 1802.** En: Arnett, R. H., y Thomas, M. C., Skelly, P. E. y Frank, J. H. (Eds.) *American Beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea though Curculionoidea*. Volumen II. CRC Press. Unites States of America, 311-315 pp.
 - **Halffter, G., Verdú, R. J., Márquez, J. and C. Moreno, 2008.** Biogeographical analysis of Scarabaeinae and Geotrupinae along a transect in central Mexico (Coleoptera, Scarabaeoidea), *Fragmenta Entomológica*, 40(2): 273-322. <http://www.fragmentaentomol.org/index.php/fragmenta/article/view/99>
 - **Halffter, G., M. Zunino, V. Moctezuma and J.L. Sánchez-Huerta. 2019.** The integration processes of the distributional patterns in the mexican transition zone: phyletic, paleogeographic and ecological factors of a case study. *Zootaxa*, 4586(1): 1-34. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4586.1.1>.
 - **Hammer, E., Harper, D. and D. Ryan. 2001.** PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontologia Electronica*, 4: 10-50.
 - **Hernández, J. J. 2006.** *Importancia de la temperatura ambiental y capacidad termoregulatoria en la distribución de escarabajos carroñeros (Coleoptera: Silphidae) en un paisaje agrícola en Singuilucan, Hidalgo.* Tesis Licenciatura. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca de Soto, Hidalgo, 55 pp.
 - **Hernández, M. B. 2014.** *Distribución altitudinal de coleópteros necrócolos (Coleoptera: Scarabaeoidea y Silphidae) en Cerro de García, Jalisco.* Tesis

Maestría. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco. 61 pp.

- **Hortal, J., Borges, P. A. V. and C. Gaspar. 2006.** Evaluating the performance of species richness estimators: Sensitivity to sample grain size. *Journal of Animal Ecology*, 75: 274-287.
<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2656.2006.01048.x>
- **INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2018.** Mapa digital de México. Disponible en: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjIzLiMyMDA4LGxvbjotMTAxLiUwMDAwLHo6MSxsOmMxMTFzZXJ2aWNpb3M=> (Fecha de consulta: 20-II-2019).
- **Jiménez, G. 2013.** *Efecto de los incendios forestales sobre la composición de coleópteros necrófagos (Insecta: Scarabaeidae y Silphidae)* en la Sierra de Manantlán, Jalisco, México. Tesis Maestría. Centro Universitario de la Costa Sur División de Desarrollo Regional Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Universidad de Guadalajara, Jalisco. 94 pp.
- **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.
- **Jiménez-Sánchez, E., Labrador, C. G., López, C. E., Navarrete-Heredia, J. L. y Padilla-Ramírez, J. 2009.** *La Diversidad Biológica del Estado de México, Capítulo: Escarabajos (Coleoptera: Staphylinidae, Silphidae, Scarabaeidae y Trogidae)*. Ceballos, C., List, R., Garduño, G., López, C. R., Muñozcano, Q. M. J. Collado, E. (Editores). pp. 97-102.

- **Jiménez-Sánchez, E., Navarrete-Heredia, J. L. y Padilla-Ramírez, J. R. 2000.** Estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) necrófilos de la Sierra de Nanchititla, Estado de México, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 108: 53-78.
- **Jiménez-Sánchez, E., Quezada-García, R., Padilla-Ramírez, J., Moreno, M. L., y Angel, M. A. 2019.** Variación de la Diversidad de Staphylinidae, Silphidae y Trogidae (Insecta: Coleoptera) en un gradiente urbano-agrícola en una región semiárida del Estado de México, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 35: 1-16.
- **Labrador, G. 2005.** *Coleópteros necrófilos de México: Distribución y Diversidad.* Tesis Licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, México. 147 pp.
- **Márquez, H. 2014.** *Distribución altitudinal de coleópteros necrófilos (Coleoptera: Scarabaeoidea y Silphidae) en Cerro de García, Jalisco.* Tesis Maestría. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco. 61 pp.
- **Márquez, J. 2003.** Ecological pattern son necrophilus Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) from Tlayacapan, Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 89: 69-83.
- **Márquez, J. 2004.** Colección de coleópteros del centro de investigaciones biológicas, UAEH. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. 35 Pp
- **Márquez, J. and J.Asiain. 2006.** Patrones de distribución de la familia Staphylinidae (Coleoptera). *Las Prensas de Ciencias*. 157-236 pp.
- **Márquez, J. 2006.** Primeros registros estatales y datos de distribución geográfica de especies Mexicanas de Staphylinidae (Coleoptera). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 38: 181-198.

- **Márquez, J., Asiain, J. y Santiago-Jiménez, J. Q. 2003.** Especies de Staphylinidae (Coleoptera: Staphylinidae) de “El Mirador”, Veracruz, México. *Dugesiana*, 10(2): 21-46.
- **Márquez, J. and J. Asiain. 2010.** Tree new species of the *Philonthus furvus* species group (Coleoptera: Staphylinidae) from Guatemala and México with taxonomic remarks and distributional records of related Mexican species. *Transactions of the American Entomological society*, 136(3+4): 269-288.
- **Márquez, J., Asiain, J., Navarrete-Heredia, J.L. y Morón, M, A. 2017.** Edición 1, Universidad de Guadalajara, Navarrete- Heredia J.L. (Editor), pp 157.
- **Martínez, R. 2018.** *Estructura del ensamble de Escarabajos Necrócolos (Coleoptera: Geotrupidae, Nosodendridae, Scarabaeidae y Silphidae) de un Bosque Relictual de Arce en Talpa de Allende, Jalisco, México.* Tesis Maestría. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco. 48 pp.
- **Mazur, S. 2001.** Review of the Histeridae (Coleoptera) of México. *Dugesiana* 8(2): 17-66.
- **Medina, R. G., Zaragoza- Caballero, S., Quezada, G. R., Padilla- Ramírez, J., Jiménez- Sánchez, E. 2021.** Distribución vertical y estacional de coleópteros (Coleoptera) en un bosque artificial de un área de conservación afectada por la urbanización en el centro de México. *Dugesiana* 28 (1): 13-30 pp.
- **Moctezuma, V. and G. Halffter. 2020.** New species and redescriptions of the *Onthophagus chevrolati* species complex (Coleoptera: Scarabaeoidea: Scarabaeinae). *Annales Zoologici*, 70(2): 245-261.

<https://doi.org/10.3161/00034541ANZ2020.70.2.005>.

- **Morales-Moreno, A., Chávez-Cabrera, C. E. y Rivera-González, A. P. 2014.** Análisis de los Estafilínidos Necrófilos (Coleoptera: Staphylinidae) en el parque “Sierra de Guadalupe” Coacalco, México. *Folia Entomológica Mexicana*.
- **Moreno, M. 2015.** *Coleópteros (Coleoptera: Insecta) Necrófilos de sitios con diferentes usos de una región semiárida*. Tesis Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, Estado de México, México. 58 pp.
- **Morón, M. A. y R. A. Terrón. 1984.** Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la Sierra Norte de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana*, (n. s.),3: 1-47.
- **Morón, M. A. y Terrón, R. 1988.** *Entomología práctica. Una guía para el estudio de los insectos con importancia agropecuaria, médica, forestal y ecológica de México*. Publicación 22. Instituto de Ecología A. C. México.
- **Morón, M. 2004.** *Escarabajos, 200 millones de años de evolución*. Instituto de Ecología, A. C. y Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza, España. 204 pp.
- **Mullins, P. L., Ryley, E. G. y Oswald, J.D. 2013.** Identification, distribution and adult phenology of the carrion beetles (Coleoptera: Silphidae) of Texas. *Zootaxa*, 3666:(2) 221-251.
- **Naranjo-López, A. G. y Navarrete-Heredia, J.L. 2011.** Coleópteros necrófilos (Histeridae, Silphidae y Scarabaeidae) en dos localidades de Gómez Farías, Jalisco, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 37, 103-110.
- **Naskrecki, P. (2008).** Mantis v. 2.0. A manager of taxonomic information and specimens. Disponible en: <http://insects.oeb.harvard.edu/mantis>.

- **Navarrete-Heredia, J. L. y Cortés-Aguilar, J. 2006.** Abundance and Distribution of the Two *Nicrophorus* Species from Baja California, México (Coleoptera: Silphidae). *Sociobiology*, 47(1): 41-50.
- **Navarrete-Heredia, J. L. 1995.** Coleopteros Silphidae de Jalisco y del Volcán de Tequila incluyendo comentarios generales sobre su biología. *Dugesiana*, 26: 12-28.
- **Navarrete-Heredia, J. L. y Newton, A. F. Jr. 1996.** *Staphylinidae (Coleoptera). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, LLorente, J. E., García, A. N. y González, E. (Editores). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 369-380 pp.
- **Navarrete-Heredia, J. L. 1997.** *Tachinus mexicanus* Campbell, 1973 (Coleoptera: Staphylinidae). *Dugesiana*, 4(1): 28-29.
- **Navarrete-Heredia, J. L., Newton, A., Thayer, M., Ashe, J. y D. Chandler. 2002.** *Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México*. México. Universidad de Guadalajara y Conabio, México. 401 pp.
- **Navarrete-Heredia, J. L y Fierros-López, H. E. 2001.** *Tópicos sobre Coleoptera de México*, Edición: 1, Universidad de Guadalajara, Editores: Navarrete-Heredia, J.L., Fierros-López, H.E. y Burgos-Solorio, A. pp. 1-12.
- **Navarrete-Heredia, J. L. 2006.** Diversidad de los Staphylinoidea de México: Análisis de grupos selectos (Hydraenidae, Agyrtidae, Silphidae y Staphylinidae). *Dugesiana*, 13(2): 53-65.
- **Navarrete-Heredia, J. L. 2009.** *Silphidae (Coleoptera) de México: Diversidad y distribución*. Universidad de Guadalajara. Jalisco, México. 160 pp.
- **Navarrete-Heredia, J. L. y Newton, A. F. 2014.** Biodiversidad de Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, (Online) 85.

- **Onesto, J. I. 2017.** *Coleópteros Necrófilos (Scarabaeidae, Silphidae, Staphylinidae, Histeridae y Trogidae) de una región de Chapa de Mota, Estado de México.* Tesis Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, Estado de México, México. 42 pp.
- **Peck, S. B. y Anderson, R. S. 1985.** Taxonomy, phylogeny and biogeography of the carrion beetles of Latin America (Coleoptera: Silphidae). *Quaestiones Entomologicae*, 21: 247-317.
- **Pérez-Villamares, J. C., Jiménez-Sánchez, E., y Padilla-Ramírez, J. 2016.** Escarabajos atraídos a la carroña (Coleoptera: Scarabaeidae, Geotrupidae, Hybosoridae, Trogidae y Silphidae) en las cañadas de Coatepec Harinas, Estado de México, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87: 443-450.
- **Quiroz-Rocha, G. A., Navarrete-Heredia, J. L., y Martínez, R. P. A. 2008.** Especies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) y Silphidae (Coleoptera) necrófilas de Bosque de Pino-Encino y Bosque Mesófilo de Montaña en el Municipio de Mascota, Jalisco, México. *Dugesiana*, 15(1): 27-37.
- **Ratcliffe B. C. y M. A. Morón. 1997.** Dynastinae. Diagnósis, generalidades, hábitos y distribución. [Pp. 53-98] En: Morón, M. A., B. C. Ratcliffe y C. Deloya. 1997. *Atlas de Los Escarabajos de México.* Primera Ed. Xalapa, Veracruz, México: CONABIO-Sociedad Mexicana de Entomología A.C.
- **Richards, O. W. y R. G. Davies. 1984.** Tratado de entomología IMMS Vol. 2, Clasificación y Biología. Editorial Omega. Barcelona. 998 p.
- **Rodríguez J, G., Arece J., Olivares J, L. y Roque E. 2009.** ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE ARTHROPODA. *Revista de Salud Animal*, 32(3).
- **Rodríguez-Olivares, K. P., Quijas, S., Cupul-Magaña, F. G., y Navarrete-Heredia, J. L. 2015.** Literatura científica sobre artrópodos asociados a cadáveres: estudio observacional. *Acta universitaria*, 25(6): 20-29.

- **Rodríguez, W. 2015.** *Distribución altitudinal y estacional de los estafilínidos necrócolos (Coleoptera: Staphylinidae) en un Bosque de Quercus.* Tesis maestría. Centro de Estudios en Zoología de la Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, México. 106 pp.
- **Rodríguez, W. D. y Navarrete-Heredia, J. L. 2014.** Modificación de la Necrotrampa permanente (NTP-80) para la recolecta de estafilínidos necrócolos (Coleoptera: Staphylinidae) y aspectos metodológicos para estudios sistemáticos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.),* 55: 147-152.
- **Rodríguez, W. D., Navarrete-Heredia, J. L. y Klimaszewski, J. 2018.** Rove beetles collected with carrion traps (Coleoptera: Staphylinidae) in *Quercus* forest of Cerro de García, Jalisco and *Quercus*-pine, and pine forests in other jurisdictions of Mexico. *Zootaxa,* 4433(3): 457-477.
- **Rodríguez, W. D., Navarrete-Heredia, J. L., Kimaszewski, J. y Guevara, R. 2019.** The influence of environmental temperature and humidity in the elevational and temporal distributions of Rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) in a *Quercus* L. forest in Jalisco, Mexico. *The coleopterist bolletin,* 73(1): 202-224.
- **Ruiz-Noguez, F. A., Villeda-Callejas, M. del P., Barrera- Escorcía, H., Medina-Soriano, F. J. y A. Lara-Vázquez, 2016.** Orden Araneae de la zona noreste de la Sierra de Guadalupe, Estado de México. *Entomología mexicana,* 3: 91-95.
- **Solís, A. 2002.** Escarabajos de Costa Rica: las familias y subfamilias más comunes. 2a Edición. Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica. 132pp.
- **Stanford-Camargo, S. G., Medina-Ortiz, G. R., Ibarra-González, M. P. y S. G. Cruz-Miranda, 2014.** Náyades de odonatos en tres cuerpos de agua del Parque

Estatad Sierra de Guadalupe, Ecatepec, Estado de México, México. *Entomología mexicana*, 1: 145-149.

- **Trevilla, A. R., Deloya, C. y Padilla-Ramírez. 2010.** Coleópteros Necrófilos (Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae) de Malinalco, Estado de México. *Neotropical Entomology*, 39(4): 486-495 pp.
- **Triplehorn, C. A. and N. F. Johnson. 2005.** *Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects*. Seventh Ed. USA. 864 pp.
- **Utrera, G. A. I. 2019.** *Estudio faunístico de arañas (Arachnida: Araneae) del Parque Estatal Sierra de Guadalupe, Estado de México*. Tesis Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, Estado de México, México, 113 pp.
- **Vela-Correa, G. y D. Flores-Román. 2004.** Morfogénesis de Suelos con capas endurecidas de la Sierra de Guadalupe, México, *TERRA Latinoamericana*, 22(3): 255-265.
- **Velázquez, F. M. A. 2014.** *Estudio faunístico de los lepidópteros diurnos del Parque Ecológico Ehécatl en la Sierra de Guadalupe Ecatepec, Estado de México*. Tesis Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, Estado de México, 81 pp.
- **Villegas-Guzmán, G. A. 2015.** Pseudoescorpiones (Arachnida: Preudoscorpiones) de la Ciudad de México y sus alrededores, México, *Entomología Mexicana*, 2: 76-81.
- **Yélamos, T. 2002.** Coleoptera, Histeridae. Fauna Ibérica, vol. 17. Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid 411 pp.
- **Zaragoza-Caballero, S., López-Pérez, S., Vega-Badillo, V., Domínguez-León, D.E., Rodríguez-Mirón, G.M., González-Ramírez, M., Gutiérrez-Carranza, I. G., Cifuentes-Ruiz, P. y Zurita-García, M. L. 2020.** Luciérnagas del centro de México

(Coleoptera: Lampyridae): descripción de 37 especies nuevas, *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Vol. 91

- **Zhang, Z. Q. 2013.** Animal biodiversity: An outline of higher level classification and taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148: 7-12.
- **Zunino, M. and G. Halffter. 1988.** Análisis taxonómico, ecológico y biogeográfico de un grupo americano de *Onthophagus* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Museo Regionale Di Scienze Naturali, Monografie*, (9):1-211.

Apéndice 1. Lista de taxones del orden Coleoptera atraídos a la carroña en la Sierra de Guadalupe, Estado de México.

Orden COLEOPTERA
 ADEPHAGA
 CARABIDAE

CARABIDAE sp.1
 CARABINAE
 CYCHRINI
Cychrus sp.
 ELAPHRINAE
 ELAPHRINI
 Elaphrini sp.
 SCARITINAE
 PROMECOGNATHINI
 Promecognathini sp.
 HARPALINAE
 PTEROSTICHINI
 PTEROSTICHINA
 Carabidae sp 2.

POLYPHAGA

STAPHYLINIFORMIA

HYDROPHILOIDEA

HYDROPHILIDAE

Hydrophilidae sp.1

HISTERIDAE

SAPRININAE

Eremosaprinus sp.
Euspilotus sp.
Geomysaprinus sp.
Saprinus sp.
Xerosaprinus sp.

STAPHYLINOIDEA

PTILIIDAE

Ptiliidae sp.1

LEIODIDAE

Leiodidae sp.1
 Leiodidae sp.2

SILPHIDAE

NICROPHORINAE

Nicrophorus mexicanus Matthews, 1888
Tanathophilus graniger Chevrolat, 1833
Tanathophilus truncatus Say, 1823
Oxelytrum discicolle Brullé, 1836

STAPHYLINIDAE

TACHYPORINAE
 TACHYPORINI
 Sepedophilus sp.
 Tachinus mexicanus Campbell, 1973
 MYCETOPORINI
 Lordithon sp.
 ALEOCHARINAE
 ALEOCHARINI
 ALEOCHARINA
 Aleocharinae sp.1
 Aleocharinae sp.2
 Aleocharinae sp.3
 Aleocharinae sp.4
 Aleocharinae sp.5
 Aleocharinae sp.6
 OXYTELINAE
 OXYTELINI
 Anotylus sp.
 SCAPHIDIINAE
 SCAPHISOMATINI
 Toxidium sp.
 PAEDERINAE
 PAEDERINI
 ECHIASTERINA
 Echiaster sp.
 STAPHYLININAE
 STAPHYLININI
 PHILONTHINA
 Belonuchus sp.
 Belonuchus ephippiatus Say, 1834
 Belonuchus erichsoni Bernhauer, 1917
 Philonthus sp.1
 Philonthus sp.2
 Philonthus sp.3
 Philonthus testaceipennis (Erichson,1840)
 STAPHYLININA
 Platydracus sp.1
 Platydracus mendicus Sharp, 1884
 Platydracus marcidus Sharp, 1884
 POLYPHAGA
 SCARABAEIFORMIA
 SCARABAEOIDEA
 TROGIDAE
 TROGINAE
 Trox plicatus Robinson, 1940
 SCARABAEIDAE
 SCARABAEINAE
 ONTHOPHAGINI

Onthophagus chevrolati Harold, 1869

DYNASTINAE	PENTODONTINI
	PENTODONTINA
	<i>Orizabus</i> sp.
CUCUJIFORMIA	
CUCUJOIDEA	
CRYPTOPHAGIDAE	Cryptophagidae sp.1 Cryptophagidae sp.2 Cryptophagidae sp.3
NITIDULIDAE	Nitidulidae sp.1 Nitidulidae sp.2
LATRIDIIDAE	Latridiidae sp.1
TENEBRIONOIDEA	
MYCETOPHAGIDAE	Mycetophagidae sp.1
TENEBRIONIDAE	Tenebrionidae sp.1 Tenebrionidae sp.2 Tenebrionidae sp.3
ANTHICIDAE	Anthicidae sp.1
CHRYSOMELOIDEA	
CHRYSOMELIDAE	
GALERUCINAE	
ALTICINI	Alticini sp.1
CURCULIONOIDEA	
CURCULIONIDAE	Curculionidae sp.1 Curculionidae sp.2
CURCULIONOIDEA	
CURCULIONIDAE	
SCOLYTINAE	
SCOLYTINI	<i>Monarthrum</i> sp.

Apéndice 2. Lista de especies obtenidas por sitio.

Especies/ Altitud	2,454 m	2,471 m	2,502 m	2,531 m	Total
Total	1304	1127	586	418	3435
Aleocharinae sp. 1	533	141	234	62	970
<i>Nicrophorus mexicanus</i>	185	291	73	102	651
Carabidae sp. 2	136	312	94	65	607
Leiodidae sp. 1	106	142	17	45	310
<i>Xerosaprinus sp.</i>	158	35	3	34	230
Nitidulidae sp. 1	51	42	31	12	136
<i>Echiaster sp.</i>	17	56	1	21	95
<i>Cyehrus sp.</i>	9	7	39	4	59
<i>Saprinus sp.</i>	11	10	8	2	31
<i>Onthophagus chevrolati</i>	19	2	3	5	29
Anthicidae sp. 1	3	24		1	28
<i>Oxelytrum discicolle</i>	13	4	7	3	27
<i>Trox plicatus</i>	10	2	6	2	20
Philonthus sp. 2	6	5	3	5	19
<i>Belonuchus erichsoni</i>	7	2	9		18
<i>Geomysaprinus sp.</i>	4	1	1	12	18
<i>Tanathophilus truncatus</i>	3	2	3	10	18
Tenebrionidae sp.1	1	3	6	7	17
Curculionidae sp.1	3	10	3		16
<i>Eremosaprinus sp.</i>	1		10	4	15
Elaphrini sp.	4	6	1		11
<i>Euspilotus sp.</i>		1	5	3	9
Aleocharinae sp. 6		3	4	1	8
<i>Platydracus mendicus</i>	2			6	8
<i>Belonuchus ephippiatus</i>			7		7
Aleocharinae sp. 5	2	2	1	1	6
Latridiidae sp. 1	1	1	2	2	6
Philonthus sp. 1	3	2	1		6
Mycetophagidae sp. 1		5			5
Cryptophagidae sp. 1			4		4

<i>Philonthus testaceipennis</i>	2			2	4
<i>Tachinus mexicanus</i>	2			2	4
<i>Aleocharinae sp. 2</i>	2	1			3
<i>Aleuchara sp. 4</i>	1	1	1		3
<i>Philonthus sp. 3</i>			3		3
<i>Platydracus marcidus</i>	2	1			3
<i>Tanathophilus graniger</i>	2	1			3
<i>Tenebrionidae sp.</i>		2		1	3
<i>Cryptophagidae sp. 2</i>		1	1		2
<i>Cryptophagidae sp. 3</i>	2				2
<i>Platydracus sp. 1</i>	1	1			2
<i>Tenebrionidae sp.2</i>		1		1	2
<i>Tenebrionidae sp.3</i>		1		1	2
<i>Aleuchara sp. 3</i>			1		1
<i>Alticini sp. 1</i>	1				1
<i>Anotylus sp.</i>			1		1
<i>Carabidae sp.1</i>			1		1
<i>Curculionidae sp.2</i>		1			1
<i>Hydrophilidae sp. 1</i>			1		1
<i>Leiodidae sp. 2</i>		1			1
<i>Lordithon sp.</i>		1			1
<i>Monarthrum sp.</i>				1	1
<i>Nitidulidae sp. 2</i>	1				1
<i>Orizabus sp.</i>			1		1
<i>Promecognatinni sp.</i>				1	1
<i>Ptiliidae sp. 1</i>		1			1
<i>Sepedophilus sp.</i>		1			1
<i>Toxidium sp.</i>		1			1

Apéndice 3. Listado de especies obtenidas mensualmente.

						S	E	Q	U	I	A		
Especies	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	Total
Aleocharinae sp. 1	222	58	278	124	77	89		4	2	76	24	16	970
<i>Nicrophorus mexicanus</i>	17	136	22	92	192	79	40	9	1	15	16	32	651
Carabidae sp. 2	157	163	149	82	14	12	2		1		1	26	607
Leiodidae sp. 1	2	135	63	61	34	14				1			310
<i>Xerosaprinus sp.</i>	27	6			1	32	60	12	5	25	44	18	230
Nitidulidae sp. 1	29	26	13	2	1	14	5	3	1	27	8	7	136
<i>Echiaster sp.</i>		9	17	36	28	5							95
<i>Cyehrus sp.</i>	1	11	35	6	5							1	59
<i>Saprinus sp.</i>	9	6				3	2		1	7	3		31
<i>Onthophagus chevrolati</i>		24	4		1								29
Anthicidae sp. 1							9	8	5	6			28
<i>Oxelytrum discicolle</i>	2	3	1	5	1	12	2					1	27
<i>Trox plicatus</i>	4	5	5	3	2						1		20
Philonthus sp. 2	1	13	3		1	1							19
<i>Belonuchus erichsoni</i>		12	6										18
<i>Geomysaprinus sp.</i>	1	2	2	1	2	9	1						18
<i>Tanathophilus truncatus</i>	2	9	1		1	2	3						18
Tenebrionidae sp.1	2	2	2	2	4	2	2			1			17
Curculionidae sp.1	2	1	1			2	3		2	3	1	1	16
<i>Eremosaprinus sp.</i>	1	10	2	1								1	15
Elaphrini sp.	1	6	4										11
<i>Euspilotus sp.</i>		5	2	2									9
Aleocharinae sp. 6			3			5							8
<i>Platydracus mendicus</i>		7	1										8
<i>Belonuchus ephippiatus</i>	1	3	1	1								1	7
Aleocharinae sp. 5		2	1	2	1								6
Latridiidae sp. 1	2	1									3		6
Philonthus sp. 1		2	1	3									6
Mycetophagidae sp. 1	3						2						5
Cryptophagidae sp. 1		1									3		4
<i>Philonthus testaceipennis</i>			1			3							4

<i>Tachinus mexicanus</i>		2			2									4
Aleocharinae sp. 2			2		1									3
<i>Aleuchara</i> sp. 4	1					1				1				3
<i>Philonthus</i> sp. 3		2	1											3
<i>Platydracus marcidus</i>		2	1											3
<i>Tanathophilus graniger</i>	1							1			1			3
Tenebrionidae sp.					2	1								3
Cryptophagidae sp. 2		1											1	2
Cryptophagidae sp. 3							1	1						2
<i>Platydracus</i> sp. 1			1	1										2
Tenebrionidae sp.2					1	1								2
Tenebrionidae sp.3					1		1							2
<i>Aleuchara</i> sp. 3										1				1
Alticini sp. 1		1												1
<i>Anotylus</i> sp.						1								1
Carabidae sp.1		1												1
Curculionidae sp.2		1												1
Hydrophilidae sp. 1			1											1
Leiodidae sp. 2						1								1
<i>Lordithon</i> sp.			1											1
<i>Monarthrum</i> sp.										1				1
Nitidulidae sp. 2		1												1
<i>Orizabus</i> sp.			1											1
Promecognatinni sp.							1							1
Ptiliidae sp. 1		1												1
<i>Sepedophilus</i> sp.			1											1
<i>Toxidium</i> sp.		1												1
Total	488	671	627	424	372	289	134	38	18	164	105	105	3435	

Apéndice 4. Listado de las familias obtenidas mensualmente.

						S	E	Q	U	Í	A		
Familia	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	Total
Staphylinidae	225	113	319	167	110	105	-	4	2	78	24	17	1164
Silphidae	22	149	24	97	194	93	45	10	1	15	17	33	700
Carabidae	159	180	188	88	21	12	3	-	1	-	1	27	680
Leiodidae	2	135	63	61	34	15	-	-	-	1	-	-	311
Histeridae	38	29	6	5	3	44	63	12	6	32	47	19	304
Nitidulidae	29	27	13	2	1	14	5	3	1	27	8	7	137
Scarabaeidae	-	24	5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	30
Anthicidae	-	-	-	-	-	-	9	8	5	6	-	-	28
Tenebrionidae	2	2	2	2	6	3	3	-	-	1	-	-	21
Trogidae	4	5	5	3	2	-	-	-	-	-	1	-	20
Curculionidae	2	2	1	-	-	2	3	-	2	4	1	1	17
Cryptophagidae	-	2	-	-	-	-	1	1	-	-	3	1	8
Latridiidae	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	6
Mycetophagidae	3	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	5
Chrysomelidae	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Hydrophilidae	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Ptillidae	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Total	488	671	627	425	372	288	134	38	18	164	105	105	3435