



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

***COLEÓPTEROS DE INTERÉS FORENSE EN EL CERRO DE
MOCTEZUMA, NAUCALPAN DE JUÁREZ, MÉXICO***

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGA

PRESENTA

MORENO AVELINO VANESSA

Directora: Mtra. en C. María del Pilar Villeda Callejas

Laboratorio de Microscopia



Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla Estado de México, 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Nada en la vida es para ser temido, es sólo para ser comprendido. Ahora es el momento de entender más, de modo que podamos temer menos.

Marie Curie

Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.

Albert Einstein

DEDICATORIA

Especialmente a mis padres que estuvieron en todo momento apoyándome, sé que a veces fue difícil para todos, sin ustedes todo esto no lo hubiera logrado y estoy eternamente agradecida de que sean mis pilares y mi ejemplo a seguir. Gracias por enseñarme a no rendirme, ser fuerte y también siempre dar lo mejor de mí en cualquier cosa que realice, este logro también es suyo.

AGRADECIMIENTOS

A la Mtra. en C. María del Pilar Villeda Callejas, por todo el apoyo, las palabras de aliento, su tiempo y la confianza para poder realizar este trabajo. A demás de esas gratas conversaciones y atenciones más allá de lo académico. Muchas gracias profesora, se le estima mucho.

A mis sinodales Daleth Guedea, Osvaldo Cervantes, Ángel Lara y Ana Lilia Muñoz por su tiempo, las conversaciones, así como sus correcciones, sugerencias y tips para la realización de este trabajo, muchísimas gracias.

A mi familia y novio, que en todo momento tuvieron palabras de aliento, consejos, detalles y hasta bromas, para hacer más llevadera esta carga, que a veces fue pesada; pero sobre todo por el cariño que me demostraron, que siempre me daba fuerzas para seguir.

A mis amigos que conocí en la Facultad, que hicieron divertida e inolvidable esta etapa tan complicada pero bonita de mi vida, que me ayudaron y escucharon en todo momento, en serio, ¡Se los agradezco mucho, amigos!

A esos extraordinarios profesores que tuve el placer de conocer durante la carrera, que me inspiraron para seguir en la carrera, que enriquecieron mis conocimientos pero que no dejaron las enseñanzas solo en el ámbito escolar, sino que también, me compartieron lecciones de vida, se les estima mucho.

ÍNDICE

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN.....	6
ENTOMOLOGÍA FORENSE	6
TANATOLOGÍA FORENSE	8
GENERALIDADES COLEOPTERA	9
ANTECEDENTES	15
JUSTIFICACIÓN	16
OBJETIVOS.....	17
ÁREA DE ESTUDIO.....	17
NAUCALPAN DE JUÁREZ	17
CERRO DE MOCTEZUMA.....	19
<i>Geología, edafología y topografía</i>	<i>21</i>
<i>Hidrología</i>	<i>22</i>
<i>Clima y temperatura.....</i>	<i>22</i>
<i>Uso de suelo, vegetación y fauna</i>	<i>22</i>
MATERIALES Y MÉTODO	24
TRABAJO EN CAMPO	24
TRABAJO DE LABORATORIO.....	26
RESULTADOS.....	27
ABUNDANCIA	27
TEMPORALIDADES Y ABUNDANCIA	32
INCENDIOS Y ABUNDANCIA	36
DISCUSIÓN	40
CONCLUSIONES.....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

RESUMEN

La Entomología Forense es una ciencia que se encarga de conocer a los insectos asociados a los cadáveres e intenta esclarecer incógnitas que surgen durante una investigación médico-legal. Esta disciplina engloba no solo aspectos taxonómicos, también ecológicos y etológicos de los artrópodos asociados a cadáveres; La historia de esta ciencia es antigua, teniendo en cuenta que, en el año 1247, se tiene el primer vestigio del uso de artrópodos en una investigación de asesinato y a lo largo de los años se crearon obras literarias que hacen alusión a esta ciencia. Entre los artrópodos que se estudian en esta disciplina, se encuentran los coleópteros, insectos que vamos a reconocer por ser holometábolos y tener élitros, entre otros caracteres. En el presente trabajo se determinó la diversidad de coleópteros necrófilos de interés forense presentes en la localidad del Cerro de Moctezuma y se distinguió el comportamiento de la abundancia y estacionalidad en el sitio de muestro. Se realizaron necrotrampas tipo NTP-80 modificadas, con botes de 1L y frascos de 100 mL; para determinar en qué sitio se colocarían estas, el área total del cerro se dividió en cuadrantes, donde, por medio de números aleatorios se eligió en cuáles de ellos se colocarían cada una de las trampas, las cuales se cebaron con carne de *Sus scrofa*, se llenaron a un tercio, con una solución de alcohol y ácido acético y fueron enterradas a ras de suelo; se realizaron colectas periódicas para obtener las muestras, mismas que eran preservadas en alcohol al 70% y transportadas al Laboratorio de Microscopia de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, para su identificación taxonómica. Se determinó que en el Cerro de Moctezuma existen 12 familias de coleópteros de interés forense; las 5 familias necrófilas más abundantes fueron: Carabidae (41.24% del total de necrófilos recolectados), con 3,337 organismos, Leiodidae (18.82%) con 1,523 individuos, Silphidae (11.62%) con 940 organismos, Staphylinidae (10.39%) con 841 individuos, Mycetophagidae (9.37%) obtuvo un total de 758 especímenes. Se distinguió que la abundancia de los escarabajos fue mayor durante la temporada de lluvias. Las 3 familias necrófilas más abundantes antes del primer incendio fueron Carabidae, Staphylinidae y Silphidae; Después Staphylinidae fue sustituida por Nitidulidae, así pues, antes de este fuego se registraron 11 familias y después solo 9. Antes de la segunda quema, las familias más abundantes fueron Carabidae, Nitidulidae y Silphidae, después de este, Nitidulidae fue sustituida por Leiodidae; anterior a este incidente solo se registraron 9 familias y posteriormente 12. La familia que apareció solo después de ambos incendios, fue Dermestidae. En el presente estudio se observó que los incendios que ocurren constantemente en la localidad estudiada, aunque no influyen significativamente en el comportamiento de la abundancia de los coleópteros, si lo hacen con la riqueza de los mismos.

INTRODUCCIÓN

Entomología forense

Un cadáver es un recurso trófico, sujeto a cambios y transformaciones. En este se lleva a cabo una sucesión de colonizadores de entre los cuales destacan los insectos. Cada uno de estos desempeña un papel importante, además de que su presencia en determinados intervalos de tiempo promueve una serie de cambios y transformaciones físico-químicas, que convierten el cuerpo en cuestión en un ecosistema dinámico y único (Zepeda-Cavazos, *et al.*, 2013)

La ciencia encargada de estudiar este singular ecosistema es la Entomología Forense; tiene como propósito conocer los insectos asociados a los cadáveres, combinando conocimientos entomológicos y de medicina legal. Intenta esclarecer las incógnitas que surgen en los cadáveres encontrados en circunstancias particulares como, el *intervalo postmortem* (IPM) (Pereda-Breceda *et al.*, 2012), determinar la época del año en que ocurrió la muerte, verificar que el cadáver ha fallecido en el lugar donde ha sido encontrado o si ha sido trasladado y dar fiabilidad y apoyo a otros medios de datación forense (Magaña, 2001). Esta disciplina no solo se basa en la presencia o ausencia de los organismos, sino también, en el estudio de la biología de las especies en cuestión, tales como tasa de desarrollo, patrones de sucesión, hábitos de comportamiento y de la relación que los artrópodos tienen con los procesos cadavéricos de descomposición (Flores-Pérez, *et al.*, 2004).

La historia de esta ciencia es realmente antigua, el primer documento del cual se tiene registro de un caso resuelto por la Entomología Forense data del año 1247, en un manual chino de medicina legal, el cual relata un homicidio de un labrador degollado por una hoz. Se narra que el día después de la muerte, el investigador Sung Tz'u pidió a todos los labradores que pusieran sus herramientas de trabajo (hoz) en el piso. Aunque no era visible a simple vista, había rastros de sangre, lo cual atrajo a las moscas a una única hoz, al confrontar al dueño de la hoz con la evidencia, éste confesó el crimen (Vanegas y Zamira, 2006).

Sin embargo, el término de Entomología fue propuesto hasta el año 1745 por el francés Charles Bonnet, quien unió los términos griegos **ἔντομον** (éntomon = insecto) y **λόγος** (logos = palabra, expresión, tratado, estudio), al sufijo **-ία** (-ia = acción, cualidad). De esta forma se denominó desde entonces como la ciencia que estudia los insectos. Fue en 1850 cuando se sitúa la primera aplicación de esta ciencia en la sala de un tribunal de Justicia en Francia; el encargado de la prueba pericial, el médico Luois François Étienne Bergeret, publicaría hasta 1855 su experiencia en forma de artículo de investigación y relata lo siguiente:

Sucedió que durante la reforma de una casa antigua se hallaron, ocultos tras una antigua chimenea, los restos de un niño. Como es natural, las sospechas recayeron sobre los habitantes del edificio. Sin embargo, el profesor Bergeret tras el estudio de las larvas que se encontraron en el cuerpo, dedujo que la muerte debería haberse producido al menos un año antes de ser encontrado. Como en esa época la casa pertenecía a otras personas, los actuales propietarios quedaron libres de cargo alguno (Castello, 2014).

Fueron muchos los investigadores que aportaron nuevos datos hasta que en 1888, George P. Yovanovich publica su obra titulada *Entomologie appliquée à la Médecine Légale* y unos años después, en 1894, Jean Pierre Mégnin da a conocer *La Faune des cadavres*, donde explica cómo los insectos, en forma de escuadras, van accediendo sucesivamente y en perfecto orden a los cadáveres (Castello, 2014) y así Mégnin plantea que las diversas especies de insectos que devoran los cadáveres no obran a la vez, sino de un modo sucesivo y en orden regulado y predecible en las diferentes etapas de descomposición, gracias a esto es posible deducirse la época de muerte (IPM), formulando así un sistema de oleadas o cuadrillas de la muerte, (Capó *et al.*, 2004) el cual es el siguiente:

- 1-Cadáver fresco.
- 2-Olor cadavérico.
- 3-Grasas rancias (“fermentación butírica”).
- 4-Proteínas en descomposición (“fermentación caseica”).
- 5-Fin de la anterior (“fermentación amoniacal”).
- 6-Desecación del cadáver por ácaros.
- 7-Cuerpo momificado.
- 8-Desaparición de los restos de oleadas anteriores.

Para el año 1957, Bornemisza, realizó los primeros experimentos para generar los estudios de la sucesión de insectos necrófagos. En 1978 el Dr. Marcel Leclercq, publicó el primer tratado sobre el tema *Entomologie et Médecine Légale: Datation de la Mort* (Entomología y Medicina legal: datación de la muerte) (Torrez *et al*, 2006) de donde surge la clasificación sobre los artrópodos y el uso que le dan al cadáver (Jiménez García, 2015):

- A) Necrófagos: Se alimentan del cadáver.
- B) Necrófilos: Se alimentan de los necrófagos. Se puede distinguir entre los Depredadores y los Parásitos.
- C) Omnívoros: Comen tejidos muertos, insectos necrófagos, o ambos.
- D) Oportunistas: Usan el cadáver como refugio y alimento.

E) Accidentales. Llegan por cuestión de azar al sitio.

Más recientemente, en 1987 el Dr. William M. Bass antropólogo forense interesado en Entomología forense, estableció el Centro de Antropología Forense, inició este con un modesto terreno para el Centro de Investigación de Antropología y que más tarde sería conocida como The Body Farm (La granja de cuerpos), actualmente es un área de 8093 m^2 dedicada a la investigación y al estudio sistemático de la descomposición humana, que comprende más de 1800 cuerpos en el lugar y cuenta con más de 4000 futuros donantes registrados (The University of Tennessee, 2019).

No todos los institutos que realizan investigación de índole entomológico forense, cuentan con una granja de cuerpos, es por esto que los modelos biológicos en diversos estudios, varían; desde partes de organismos (como el presente trabajo), hasta sujetos completos, que van desde tallas pequeñas hasta tallas grandes, siendo el más recurrente el cerdo (*Sus scrofa*), ya que los porcinos presentan muchas similitudes con los humanos, tanto en tamaño corporal, anatomía, dieta y sus respuestas fisiológicas y fisiopatológicas (Niemann, H. y Rath, D., 2001).

Así pues, desde su comienzo hasta la actualidad, surgieron numerosos avances en esta ciencia. En América Latina, esta especialidad se encuentra en fase inicial, en México son muy pocos los trabajos realizados sobre la fauna de los cadáveres, debido quizá en gran parte a la falta de profesionales en el área y bases de datos que permitan establecer comparaciones con casos reales en el país (Zepeda-Cavazos *et al.*, 2013).

Tanatología forense

Para realizar estudios de Entomología Forense, también deben tomarse en cuenta procesos propios del cuerpo en descomposición, los cuales son estudiados por la tanatología forense (ciencia que estudia la muerte y todas sus circunstancias) (Pérez, 2013). Entre uno de estos procesos más importantes y directamente relacionados se encuentra el proceso de pudrición.

La putrefacción consiste en un proceso de fermentación pútrida de origen bacteriano, dando lugar a modificaciones del cadáver que conducen a su destrucción (Pérez, 2013). Existe una nomenclatura recomendada por entomólogos forenses internacionales, que divide el proceso de putrefacción cadavérica en cinco fases (Vanegas y Zamira, 2006; García-Rojo *et al.*, 2009), aunque existen otras nomenclaturas donde solo se consideran cuatro etapas (Magaña, 2001; Alvares, 2012; Pérez, 2013); En el presente trabajo nos guiaremos por la nomenclatura de cinco fases (Fig. 1).

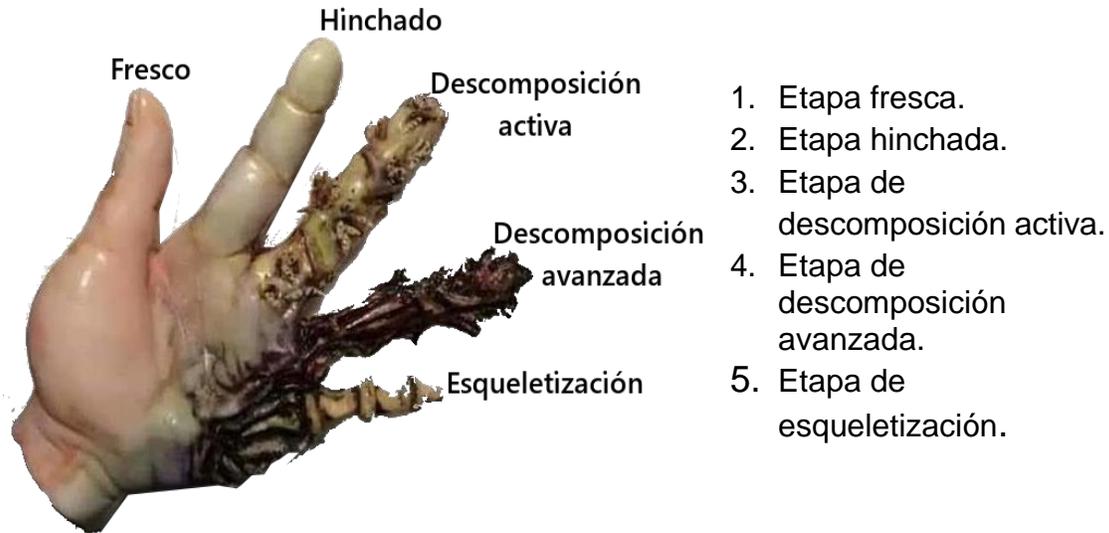


Figura 1. Nomenclatura y orden (derecha) de las cinco fases de putrefacción.

Fuente: Elaboración propia; imagen obtenida de internet.

Al comenzar este proceso de descomposición, a la par inicia la producción de sustancias volátiles, de los cuales los más destacados son los gases de metano, hidrógeno, sulfuro de hidrógeno y dióxido de carbono. A la par la microbiota entérica produce ácidos variados, tales como el láctico, acético, propiónico y acetoacético y alcoholes como etanol, butanol y la acetona. También se da la desnaturalización de proteínas por las exoenzimas de algunas bacterias, produciendo sulfuro de hidrógeno, putrescina y cadaverina. Es consecuencia de estos gases que llegan las primeras oleadas de insectos (Flores Pérez, s.f.).

Estas hordas de insectos están íntimamente relacionadas con las etapas de descomposición del cuerpo. Los dípteros son el primer grupo en abordar un cuerpo, seguido de himenópteros y coleópteros, después se aprecian ácaros y en algunos casos lepidópteros, arácnidos, dermápteros, colémbolos, blactarios y pseudoescorpiones (Magaña, 2001; Vanegas y Zamira, 2006; Rodríguez y Salazar, 2014;); Sin embargo, los grupos taxonómicos a los cuales se les ha dado más relevancia, son a los dípteros y coleópteros.

Generalidades Coleoptera

El orden Coleoptera (del griego **κολεόν** (koleos) que significa estuche, y **πτερόν** (pteron) alas, es decir “alas en forma de estuche”) (CONABIO, 2012) con un aproximado de 392,415 especies es uno de los más diversos dentro del Subphylum

Hexápoda (Zhang, 2013), representando tentativamente un 40% de la diversidad de insectos (Costa, 2000).

La aparición del orden Coleoptera en el registro fósil se remonta en el Paleozoico, algunos autores comentan que desde el periodo Carbonífero (Ribera,1999) y otros desde el Pérmico Inferior, pero se menciona que se da un registro poco diverso y escaso. A partir del Jurásico Superior es donde se encuentra más diversidad en los yacimientos fósiles de este grupo taxonómico (Costa,2000).

La historia natural de estos insectos es muy antigua, al igual que el esfuerzo de sus clasificaciones taxonómicas y filogenias; Estas se remontan al año 1758 con Linnaeus, quien realizó la primera clasificación sistemática de coleópteros, donde definió 22 géneros de escarabajos. Más tarde y con la incorporación de ideas evolutivas y el principio expuesto por Darwin de la clasificación natural como reflejo de la genealogía, aparecen hipótesis filogenéticas de este orden, expuestas por Ganglbauer en 1892, Kolbe en 1908 y Lameere en 1938 (Ribera, 1999).

Son un grupo monofilético fácil de reconocer, caracterizado entre los representantes de la Clase Insecta por:

- 1) Ser holometábolos.
- 2) Presentar una fuerte esclerotización corporal con una reducción generalizada de áreas membranosas expuestas.
- 3) El aparato bucal masticador.
- 4) Las antenas con un máximo de once artejos en las especies actuales (secundariamente subdivididos en unos pocos géneros).
- 5) Las coxas embutidas en unas cavidades denominadas acetábulos.
- 6) El mesotórax acortado, con el mesoescutelo reducido entre las bases élitales, a veces ausente.
- 7) El meso- y metasterno invaginados en la línea media y representados por endosternitos, reemplazados externamente por un meso- y un metaventrito.
- 8) El par de alas mesotorácicas transformadas en unos estuches endurecidos, los élitros (ausentes en algunas hembras).
- 9) Las alas metatorácicas membranosas con mecanismos de plegamiento longitudinal y transversal.

10) Los segmentos abdominales a partir del VII invaginados formando terminalia (segmentos VIII y IX) al servicio de la genitalia (X y XI).

En algunas especies, no todos los caracteres resultan evidentes ni pueden ser reconocidos a la vez (Alonso- Zarazaga, 2015).

Actualmente se reconocen cuatro Subórdenes dentro del Orden Coleoptera (Ribera,1999; Costa,2000; Maddison, 2000; CONABIO,2012):

- Archostemata:
Posiblemente el más antiguo. Presencia de pleura protorácica externa, la ausencia de escleritos cervicales y un tipo de alas posteriores que usualmente presenta celda oblonga y están plegadas de tal manera que el pliegue transversal mayor atraviesa la vena medial posterior. En la actualidad son un grupo relictos con unas 50 especies conocidas (Lawrence y Newton, 1995).
- Myxophaga:
Pequeños coleópteros acuáticos, que no superan los tres milímetros de longitud corporal y que se alimentan de algas (Lisón, s.f.).
- Adephaga:
Grupo que comprende varias familias acuáticas y terrestres, principalmente depredadoras con galea, con la parte distal ampliamente sedosa; mentón bastante corto y estrecho, trapeciforme; sutura procoxal ausente, movilidad libre de la metacoxa; esternito abdominal II no dividido por la metacoxa, esternito abdominal II-IV conectado por membranas intersegmentales, glándulas pigidiales presentes (Martínez, 2005)
- Polyphaga:
En este Suborden de coleópteros que incluye especies que presentan el primer esternito abdominal entero, no dividido por las coxas traseras. La pleura protorácica no es visible externamente, sino que está fusionada con el trocánter y permanece interna como "criptopleura".
Como indica su nombre, su alimentación es muy variada y presentan una enorme variedad de especializaciones y adaptaciones (Lisón,2011).

Las clasificaciones taxonómicas se hacen primordialmente partiendo de caracteres morfológicos (Ribera, 1999). Los principales caracteres diagnósticos en adultos para la separación de familias corresponden a los siguientes:

- ✓ Número y estructura de los tarsómeros en cada par de patas.
- ✓ Número y estructura de las uñas tarsales.
- ✓ Número y estructura de los espolones tibiales.
- ✓ Presencia, tamaño y estructura de los élitros.

- ✓ Venación de las alas metatorácicas.
- ✓ Estructura, posición e interrelación entre los tres pares de coxas.
- ✓ Estructura de los trocánteres.
- ✓ Presencia, posición e interrelación de diversos escleritos y suturas en la cara ventral del cuerpo.
- ✓ Estructura, número y disposición de los antenómeros, y colocación de las antenas en la cápsula cefálica.
- ✓ Estructura cefálica.
- ✓ Estructura de las piezas bucales.
- ✓ Número y disposición de los ventritos abdominales.
- ✓ Terminalia y genitalia (Alonso- Zarazaga, 2015).

Y es por esto que es de imperiosa necesidad conocer la morfología de los escarabajos y algunos de los caracteres mencionados anteriormente, la cual se muestra en las Fig. 2,3,4,5,6 y 7.

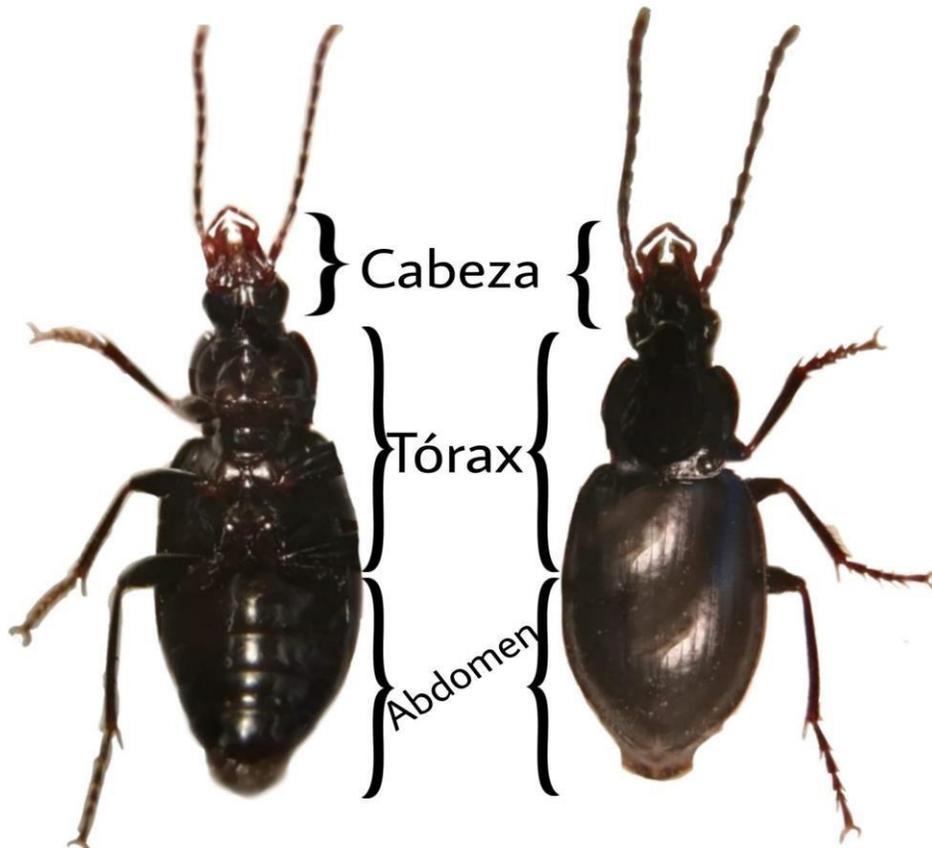


Figura 2. Vista ventral (izquierda) y dorsal (derecha) donde se señalan los tres tagmata característicos de los insectos.(Familia: Carabidae)
Fuente: Elaboración propia, basada en Arnett, et al. (1980).

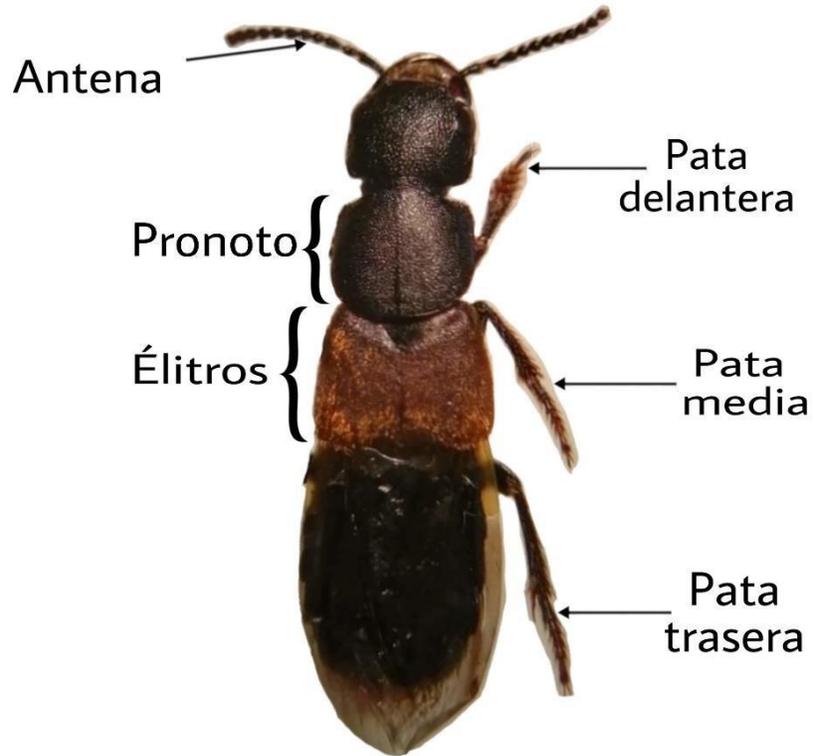


Figura 3. Se indican estructuras posibles de observar en vista dorsal. (Familia: Staphylinidae)
 Fuente: Elaboración propia, basada en Arnett, et al. (1980).

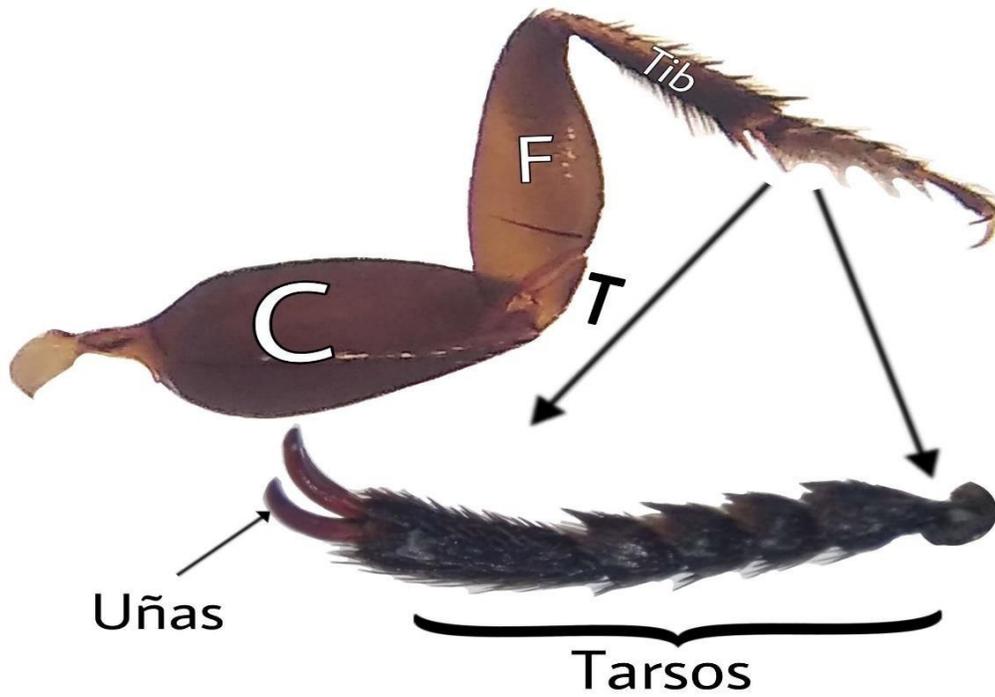


Figura 4. Se exponen los artejos usuales en las patas, C= coxa, T= Trocanter, F= Fémur,
 Tib=Tibia.
 Fuente: Elaboración propia, basada en Arnett, et al. (1980).

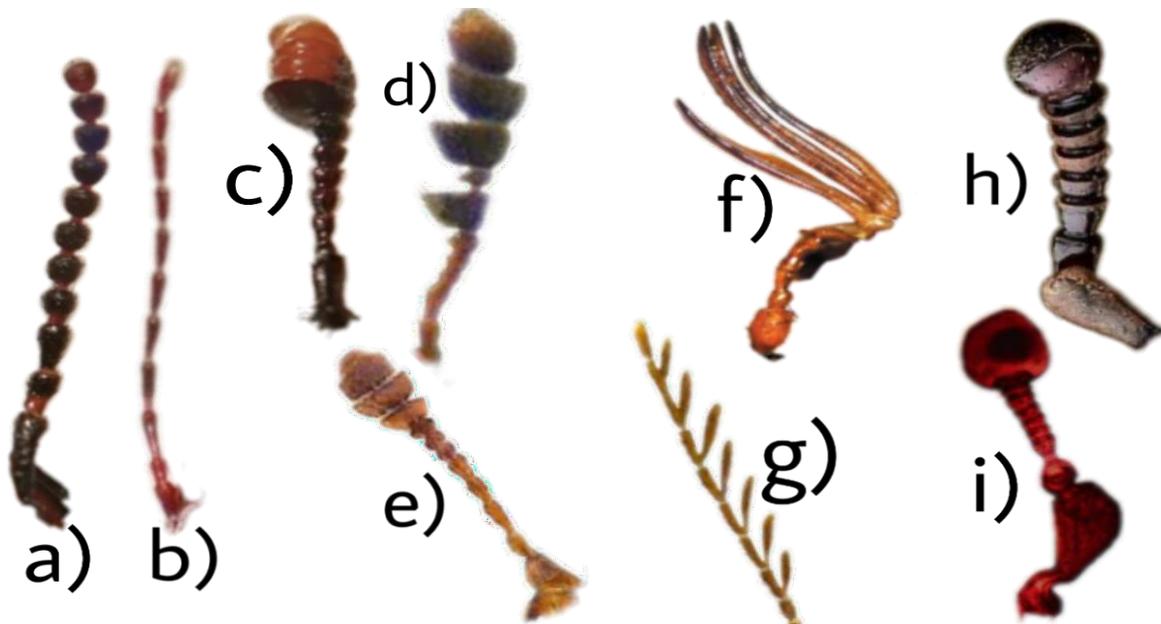


Figura 5. Tipos de antenas en coleópteros a) Moniliforme, b) Filiforme, c) Capitadas (o en maza), d) y e) Clavada, f) Lamelada, g) Pectinada, h) Mazuda acodada e i) Mazuda compacta. Fuente: Elaboración propia; basada en Arnett, et al. (1980).

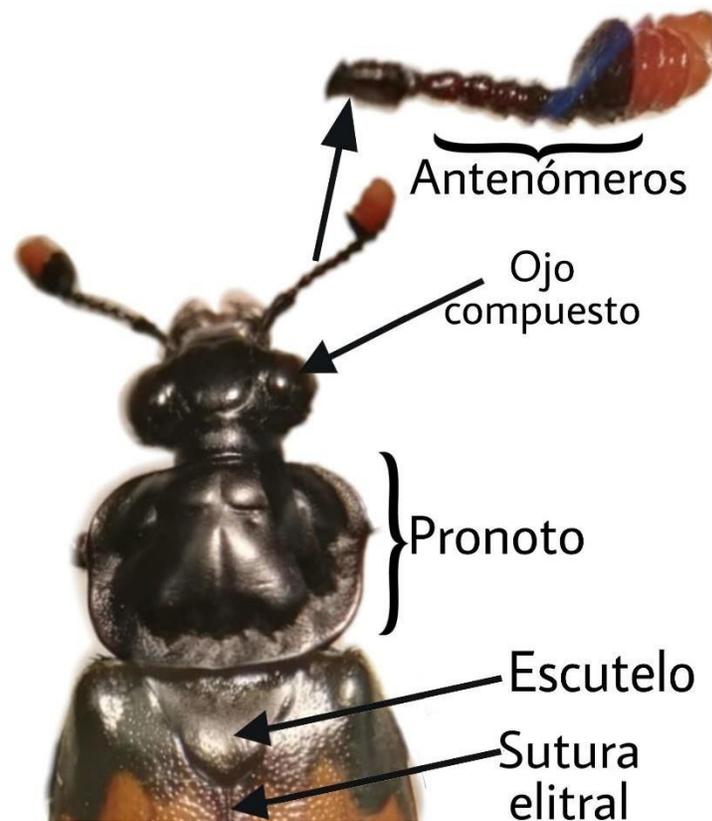


Figura 6. Se aprecian los artejos que conforman las antenas y otras estructuras en vista dorsal. (Familia: Silphidae).

Fuente: Elaboración propia; basada en Arnett, et al. (1980).

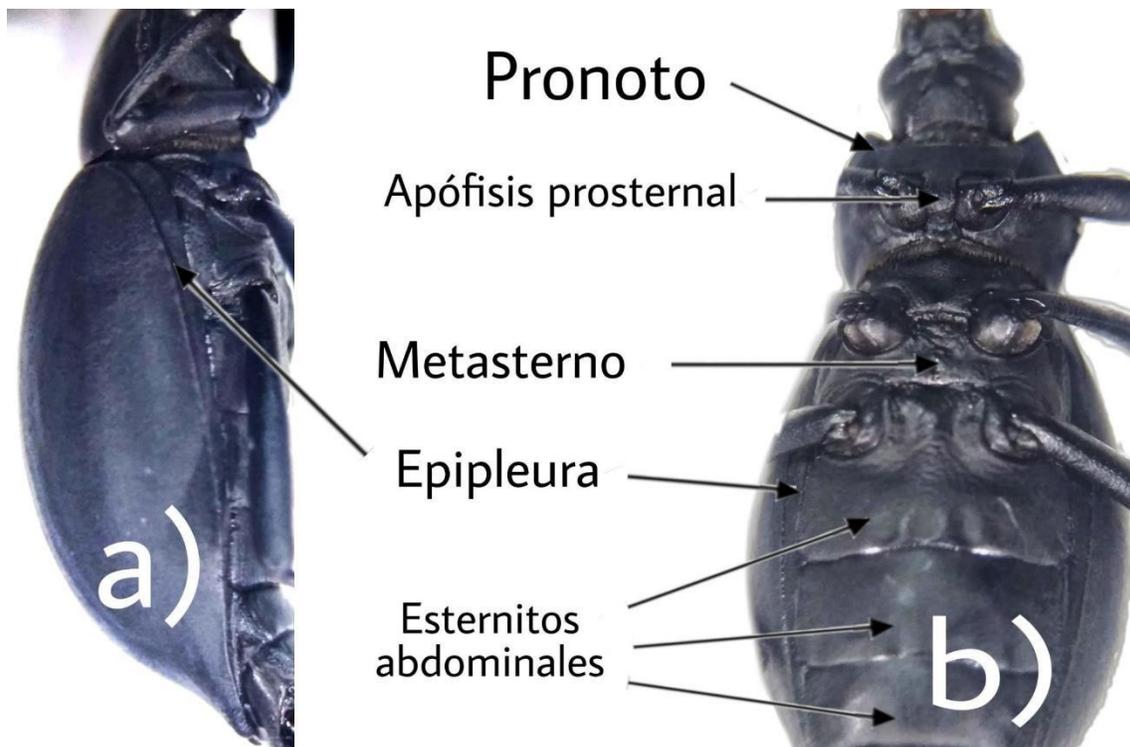


Figura 7. Se observan diferentes estructuras en vista a) lateral y b) ventral. (Familia: Tenebrionidae)
 Fuente: Elaboración propia; basada en Arnett, et al. (1980).

Contemplando los puntos anteriores, necesarios para realizar estudios de Entomología Forense relacionados con el grupo Coleoptera, se pueden observar que los estudios concretamente relacionados a este tópico, han sido escasos, pues muchos trabajos afines son solamente abordados por medio de los temas de diversidad, abundancia y su relación con los factores climáticos de los sitios de muestreo, dejando un poco de lado las asociaciones con las etapas de descomposición de cadáveres.

ANTECEDENTES

Dentro de los trabajos a resaltar en México, se encuentra el de Flores-Pérez, *et al.* (2013), en su trabajo *Aportaciones a la biología de insectos sarcosaprófagos asociados a la descomposición cadavérica*; Aquí se ligaron directamente a los artrópodos que abordan a los cadáveres con los procesos de descomposición y la información útil en investigaciones policiales y judiciales que estos organismos pudieron aportar. Sus recolectas se hicieron con redes y trampas entomológicas, además de recolectar estadios juveniles con pinzas, se observaron también los fenómenos de descomposición, registrándose los datos obtenidos. Finalmente, la información obtenida de los diferentes órdenes recolectados fue presentados en

formato de ficha descriptiva contemplando tanto especificaciones de la especie como factores abióticos y otros datos del sitio donde se recolectaron.

Una investigación dentro de la República Mexicana, de la autoría de Irma Guadalupe Zepeda-Cavazos, *et al.* (2015); titulado: *Diversidad de insectos en necrotrampas expuestas a dos condiciones en el Ojase, Salinas Victoria, Nuevo León, México*. En este artículo se determinó la diversidad de insectos de relevancia forense en necrotrampas enterradas y expuestas, cabe resaltar que el modelo biológico utilizado, fueron cabezas de cerdo. Enterraron 15 necrotrampas, mientras otras tres fueron expuestas al aire libre (encerradas en jaulas para evitar el daño por carroñeros) y el trabajo en campo se desarrolló en las cuatro épocas del año y desde la fase de descomposición fresca hasta esqueletización. En los resultados obtuvieron que 27% de individuos recolectados correspondieron al orden Coleoptera, la diversidad más alta se alcanzó en verano, la más baja en primavera y la descomposición fue más lenta en la trampa enterrada que en la superficie, por lo cual la mayor diversidad de especies se dio en la expuesta

Otro trabajo de relevancia es el de Castillo-Miralbés (2001), titulado: *Principales especies de coleópteros necrófagos presentes en carroña de cerdos en la comarca de la Litera (Huesca)*, este trabajo realizado en España identifica a los coleópteros necrófagos más frecuentes del área, utilizando cadáveres de cerdos y cabe señalar que este proceso se realizó durante las cuatro estaciones del año. Otras variables que se consideraron, fue que la investigación se realizó en sol y sombra, con diferente cobertura vegetal. Se utilizaron en total 16 cadáveres de cerdos, 4 por cada estación del año, dos en cada uno de los dos ambientes distintos y además protegidos de los demás vertebrados carroñeros, por una jaula metálica. Los muestreos se realizaron diariamente, aproximadamente a la misma hora y se dividió el estado de descomposición en cuatro etapas dependiendo de la presencia/ ausencia de estadios larvales de los insectos necrófagos. Finalmente se obtuvo un listado de 18 especies pertenecientes a cinco familias de coleópteros además de la etapa de descomposición donde estuvieron presentes, el ambiente, la estación del año y la abundancia de la coleopterofauna.

JUSTIFICACIÓN

En México el estudio de coleópteros necrófagos relacionados al ámbito de la medicina legal, es relativamente joven, los trabajos relacionados a la entomología forense no son tan bastos como los de otros países, aunado a esto, no existen registros de la diversidad de coleópteros en el cerro de Moctezuma, Edo. de México.

Lo crucial de ampliar el estudio de estos organismos y además en el Cerro de Moctezuma, radica en que, son organismos de importancia forense y el análisis de

la entomofauna como evidencia criminal ha adquirido mayor reconocimiento con el paso del tiempo.

OBJETIVOS

- Determinar las familias, géneros y/o especies de coleópteros necrófilos de interés forense presentes en la localidad del Cerro de Moctezuma en el municipio de Naucalpan de Juárez, Estado de México.
- Conocer la abundancia y estacionalidad de los coleópteros de interés forense en la zona de muestreo.

ÁREA DE ESTUDIO

Naucalpan de Juárez

El Estado de México (Fig. 8) cuenta con 125 municipios, uno de ellos es el municipio de Naucalpan De Juárez, fue decretado como municipio el 19 de marzo de 1976 por la Legislatura del Estado de México. Limita al norte con los municipios de Atizapán de Zaragoza, Tlalnepantla de Baz y Jilotzingo; al sur con Huixquilucan; al este y sureste con la Ciudad de México; al oeste con Jilotzingo y al suroeste con Xonacatlán y Lerma (Hernández, 2019) (Fig. 9).

Su extensión territorial es de 149.86 km^2 (Hernández, 2019), las coordenadas de la cabecera municipal es longitud Norte 19° 28', longitud Oeste 99°14' y su altitud es de 2,220 msnm. El clima reportado es templado-subhúmedo, con una temperatura media anual de 15°C, una máxima de 32.5°C y la mínima de 3.4°C. Las lluvias acontecen generalmente en verano; la precipitación pluvial es, en su máxima concentración, de 1,244 mm, en la media de 807 mm y en la mínima de 570 mm (INAFED, 2010).

El relieve del Municipio se caracteriza por la presencia de antiguos volcanes. Los rangos de valores altitudinales van desde los 2260 msnm en el extremo Este hasta los 3450 msnm en los terrenos más accidentados del Oeste. Los principales accidentes orográficos en el municipio de Naucalpan son:

Cerro La Malinche (3450m)
Cerro Los Puercos (3210m)
Cerro Chivato (2920m)
Cerro Las Ánimas (2800m)
Cerro Magnolia (2780m)
Cerro Moctezuma (2400m).

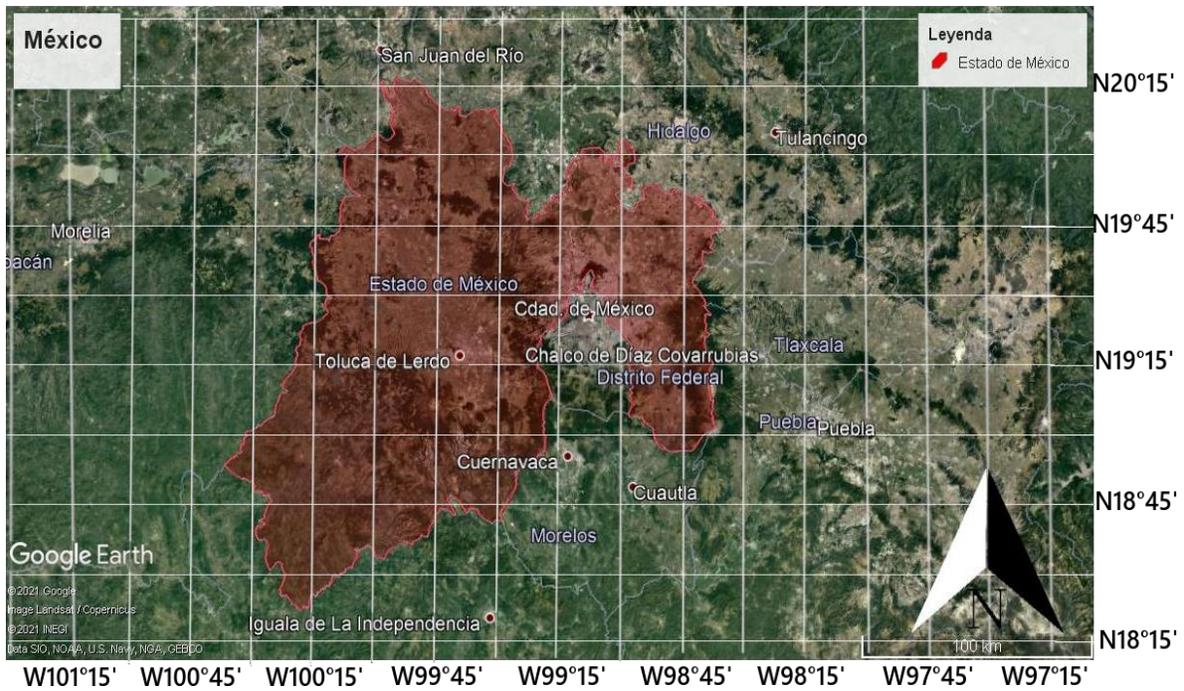


Figura 8. Mapa del estado de México delimitado por el polígono rojo
Fuente: Elaboración propia; Google Earth, 2019

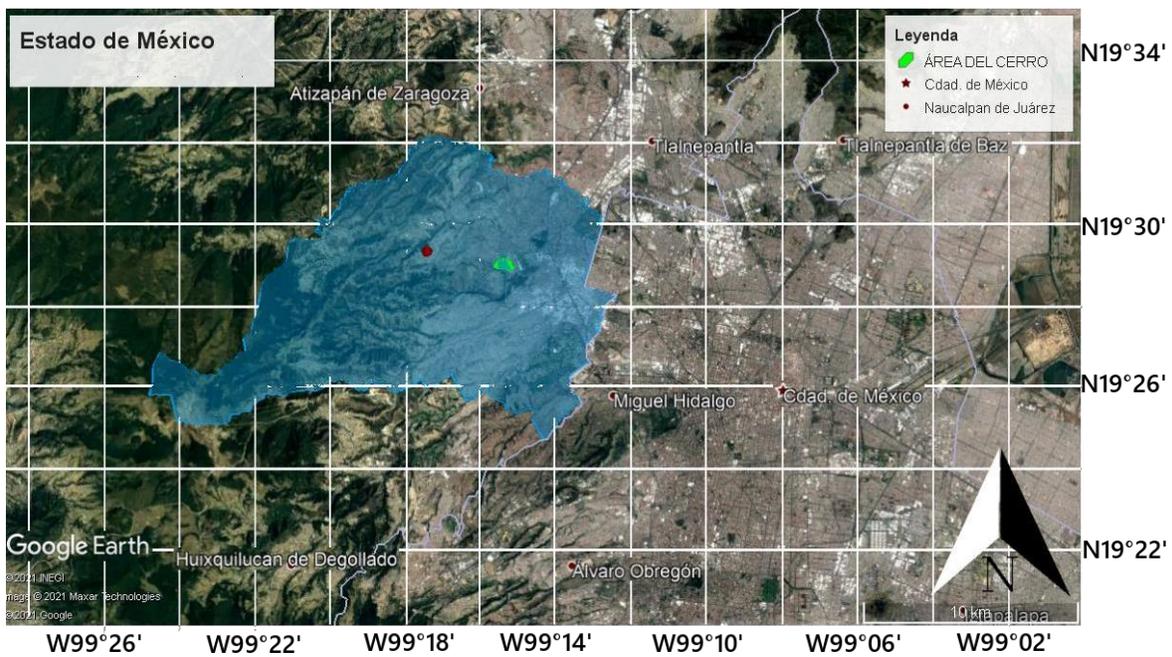


Figura 9. Mapa del municipio de Naucalpan de Juárez resaltado con azul.
Fuente: Elaboración propia; Google Earth, 2019

Geológicamente el territorio de Naucalpan está formado por rocas Volcanoclásticas –Ts (Vc)-, con un territorio de 9,151.2 Ha, siendo el 58.27%. La roca Ígnea extrusiva –Q(s)- tiene presencia con un 21.57% y por último se tiene la roca Andesita Ts(A), con 20.16%.

Respecto a los suelos predominan los andosoles. En las áreas de mayor pendiente y donde la capa de suelo es muy delgada dominan los litosoles. En la parte media y baja del municipio y donde la pendiente es menor, los suelos son más desarrollados y predomina el feozem. Es sobre estos suelos donde se expande la mancha urbana del Municipio (SEDATU, 2014).

En el municipio el sistema hidrológico superficial está formado por ocho ríos: Río Hondo, Arroyo el Sordo, Río Verde, Río Chico de los Remedios, San Mateo, San Joaquín, Los Cuartos y Río Totolinga, además de diversos escurrimientos intermitentes.

Debido a la topografía y los niveles de precipitación de la zona (entre 700 mm y 1,300 mm como media anual), existen en el municipio nueve presas.

Cabe señalar, que las condiciones de la red hidrológica superficial son inadecuadas, existen altos niveles de contaminación en los ríos y escurrimientos debido a las descargas de aguas negras, así como, a la presencia de basura en los cauces. (SEDATU, 2014)

La flora de Naucalpan, está compuesta en su mayoría por; encino, buganvilla garambullo, fresno, jacaranda, álamo, trueno, eucalipto, ocote, pirúl, huizache y alcanfor; así como los arbustos de jarilla, escobilla, higuera y abrojo; también se puede encontrar árboles frutales: capulín, chabacanos, pera, manzano, durazno, ciruelo y perones.

El deterioro de la flora de este municipio, trajo consigo la desaparición de prácticamente todas las especies animales que habitaban en los bosques; solamente quedan ardillas, tlacuaches, lagartijas y algunas aves como gorriones, cardenales, saltapared y dominicos. Este tipo de recurso natural está bajo una gran presión por la urbanización (Secretaría del Gobierno Municipal de Naucalpan, 2019).

Cerro de Moctezuma

Dentro del municipio de Naucalpan se sitúa el Parque Nacional de los Remedios, decretado por el presidente Lázaro Cárdenas. El cual constaba de 400 hectáreas, pero hoy en día se tienen registradas solo 105 hectáreas de las cuales se tienen registros de que ya varias han sido invadidas o contaminadas. Dentro de este

Parque Nacional se ubica el Cerro de Moctezuma (Fig. 10) que se dice fue utilizado por aztecas como observatorio (Aristegui, 2018).

El Instituto Nacional de Antropología e Historia en los años 1986, 1987, 1991, 1993, 1994, 1998, 1999, 2000, 2001 y 2008, han llevado a cabo diversos recorridos, inspecciones y trabajos arqueológicos en el Cerro de Moctezuma, en los cuales se ha podido constatar la presencia de patrimonio arqueológico (SEGOB, 2012). Así mismo este cerro está inscrito en el Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas desde el 27 de octubre de 1988 (Senado de la República, 2011).



Figura 10. Mapa de la ubicación del Cerro de Moctezuma, delimitado con un polígono rojo, con respecto al centro de Naucalpan de Juárez.

Fuente: Elaboración propia; Google Earth, 2019.

-Se trata de un espacio geográfico de 162 mil 682.92 m², esta amplia área se destaca por albergar una amplia diversidad de ecosistemas. En la parte norte del cerro es posible encontrar encinos; al sur se puede presenciar un clima selvático; la parte oeste está poblada por nopales y magueyes y en el este una población importante de eucaliptos. Sin embargo y a pesar de los documentos y decretos que protegen esta área, la misma está amenazada por el constante crecimiento de la mancha urbana, desde hace años está en conflicto justamente por el uso de suelo que pretende dársele. Se dice que la superficie original del cerro de Moctezuma era de 420 hectáreas, pero esta se ha visto mermada por las construcciones de tipo residencial e irregulares (Senado de la República, 2013).

Según el Sistema Único de Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas e Históricas, el Cerro de Moctezuma es un sitio arqueológico con el folio real 2ASA00003441, con un área aproximada de 60000 m² con elementos estructurales de alineamientos, montículos y terrazas; concentraciones de materiales como cerámica, lítica pulida y lítica tallada, manifestaciones gráfico-rupestres del tipo petrograbados, además de marcadores astronómicos, murallas, patios o plazas, pisos o muros estucados, con inferencias de contextos cívicos, habitacionales y rituales. La cronología está datada entre los 1200-1521 d.n.e y está asociado a la cultura Mexica. Las observaciones del sitio son que el asentamiento está ubicado en la parte sur del cerro hasta la cima. Se detectaron una serie de terrazas y en la cima del cerro se localiza un montículo de 20 m de ancho por 25 de largo, al sur de este se registró otro montículo de 10 m de lado y en la ladera oriente existen otros tres más pequeños. Por otra parte, se ubicó en este mismo conjunto un patio hundido. Además de manera dispersa se reportan algunos petrograbados y marcadores en los afloramientos rocosos (INAH, 1992).

Geología, edafología y topografía

El Cerro está formado por Rocas sedimentarias y volcánicas sedimentarias de la Era Cenozoica, periodo Terciario superior del Mioceno correspondiente a la formación Xochitepec (Tm), incluye algunas intercalaciones delgadas de basalto, son de color crema pero intemperiza en tonos de ocre, presenta generalmente un interperismo moderado, tienen una expresión morfológica de lomeríos disectados por profundas cañadas, son de series volcánicas Riodacítica (son de color gris claro con tonos de rosa) y Andesítica, materiales tobáceos relativamente poco consolidados, que se erosionan con facilidad, sin embargo se comportan como rocas transmisoras y por ende funcionan como zonas de recarga pluvial.

En torno a los cerros de los Remedios y Moctezuma se encuentran vestigios de suelos tobáceos y pumíticos derivados de cenizas que son en parte contemporáneos a la formación de las sierras mayores. Existen algunas cuevas que fueron tapeadas con concreto entre 1990 y 2000; dos de ellas ubicadas al norte del Cerro de Moctezuma y otra que se ligaba a estas en la parte sur, la cual fue dinamitada y cubierta por el mismo material geológico.

El suelo del Cerro de Moctezuma está constituido por Litosol, suelo muy delgado de piedra que se caracteriza por su profundidad menor a 10 cm., descansa sobre un estrato duro y continuo, tal como roca, tepetate o caliche endurecido, puede sustentar cualquier tipo de vegetación, dependiendo del clima.

Tiene una altura de 2300 msnm en sus laderas, a manera que va ascendiendo tiene una plataforma o especie de descanso el cual se encuentra a 2350 msnm, al llegar

a la cima su altura máxima es de 2400 msnm. Por lo anterior hace notar que el Cerro de Moctezuma posee pendientes mayores al 15% (Kuri, 2015).

Hidrología

Según la cartografía, el Cerro se clasifica como una unidad geohidrológica de material consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero, sin embargo, en el entorno inmediato se incrementan las viabilidades. El Cerro de Moctezuma pertenece al área de concentración de pozos en acuífero de tipo libre, donde sustraen agua de calidad dulce y tolerable para alimentar a las colonias aledañas, para el uso doméstico, además funciona como zona de recarga pluvial (Kuri, 2015)

Clima y temperatura

El clima de la zona como en el resto de la ciudad de México, es semi-seco templado, sin embargo, dependiendo de los accidentes geográficos y orientación de acuerdo a los puntos cardinales, en el Cerro de Moctezuma se generan distintos microclimas; en la zona norponiente es árido, en la zona noreste a sureste boscosa, en la ladera sur selvática con mayor humedad, y en la cima es semifrío subhúmedo.

Las temperaturas mínimas promedio son de 6° y temperaturas máximas promedio de 21° durante los meses de noviembre, diciembre y enero. La época de lluvias ocurre de mayo a octubre con una precipitación media anual de 700mm, siendo época de secas para el resto del año (invierno y primavera), con algunas lluvias aisladas. Se puede decir que impera un clima suave y agradable, con algunas corrientes frías procedentes del norte durante el invierno (Kuri, 2015)

Uso de suelo, vegetación y fauna

Según la cartografía, el uso del suelo del Cerro de Moctezuma es forestal, de Bosque natural de Cedro blanco (*Cupressus lusitánica*) y Pirúl (*Schinus molle*); y Bosque artificial con la introducción masiva a manera de reforestación de Eucalipto (*Eucalyptus sp.*), alrededor de 1930 por mandato presidencial. En las laderas bajas del poniente, noreste y sureste existe pastizal inducido con uso de suelo pecuario.

En la parte norponiente predominan los Encinos (*Quercus sp.*), son las especies más antiguas del Cerro, formando parte del paisaje relictivo. Se aprecian árboles quemados por incendios provocados, y otros secos o muertos por la edad o falta de riego, estos no han sido retirados, ni podados; sin embargo, ocasionalmente un grupo de scouts, los utilizan para sus actividades.

En la zona oriente y suroriental han introducido Pinos de la especie *Pinus montezumae*, *Pinus patula*, y *Pinus teocote*, también se observa Cedro Blanco

(*Cupressus lusitanica*). El área surponiente es la más seca y árida del Cerro, por lo que en ella se encuentran especies xerófitas como cactáceas, magueyes y suculentas; por su fisiología natural y capacidad de adaptación, permanecen en condiciones aceptables.

Al sur han introducido especies tropicales y de galería como una Ceiba (*Ceiba pentandra*), dos Ahuehuetes (*Taxodium mucronatum*), Liquidambar (*Liquidambar styraciflua*), así como especies de sombra como *Monstera deliciosa*, y se observan cubre suelos como el Mastuerzo (*Tropaeolum majus*).

Esta zona posee un microclima más húmedo que el resto del sitio, la gente de la comunidad encabezada por Chuen (un ciudadano y activista ambiental, mejor conocido como el *guardián del Cerro de Moctezuma*) se encarga de mantener y conservar a base de riego por vías manuales, es decir trasladando garrafones de agua o por goteo a través de botellas PET.

En la cima del montículo se han introducido árboles frutales como Durazno (*Prunus persica*), Ciruelo rojo (*Prunus cerasifera*), Limón (*Citrus sp.*), Tejocote (*Crataegus pubescens*), Capulín (*Prunus serotina*); Granada (*Punica granatum*); así como hierbas aromáticas y medicinales.

En relación a la vegetación arbórea, como se mencionó con anterioridad predomina el Eucalipto (*Eucalyptus sp*) y Pirúl (*Schinus molle*); y en estratos medios y bajos, existen herbáceas y flores silvestres.

Entre la escasa fauna que aún permanece en el sitio, se encuentran caracoles, tarántulas, chapulines, mariposas, serpientes, perros, caballos, tecolotes y otras aves como aguilillas.

Se ha observado que en la época en la que finaliza el invierno, se reproducen bastantes caracoles en la parte sur del cerro, por lo cual gente de la comunidad los sustrae con fines gastronómicos (Kuri, 2015).

MATERIALES Y MÉTODO

Trabajo en campo

Se realizaron recolectas periódicas, cada dos semanas, que abarcaron de septiembre de 2018 a noviembre de 2019 en el Cerro de Moctezuma, donde se colocaron diez necrotrampas tipo NTP-80 modificadas (Fig. 11). Estas trampas fueron realizadas con recipientes de plástico de capacidad de 1L; se hicieron tres orificios en forma de rectángulo de aproximadamente 3 cm de largo por 5 cm de ancho en la parte superior del recipiente; en la tapa de los recipientes se atornilló un frasco de 100 mL con tapa y con orificios en él, la tapa del recipiente de 1L fue pintada de café para confundirse con el suelo donde eran colocadas.



Figura 11. Necrotrampa modificada tipo NTP-80.
Fuente: Elaboración propia.

En una imagen donde se observaba el área total del Cerro de Moctezuma fue dividida en cuadrantes, cada uno de estos fue enumerado (Fig.12); al azar, mediante números aleatorios, con ayuda de una calculadora científica, se determinó el cuadrante donde sería colocada la necrotrampa (el número obtenido correspondía al número del cuadrante en donde se colocó cada una de las trampas) (Fig. 13). En campo se excavó un agujero lo suficientemente hondo como para que el lado inferior de las ventanillas de las trampas quedase al ras del suelo (Fig. 14) En algunos casos ya en campo, fue necesario mover la trampa al cuadrante más próximo puesto que el suelo no era apto para enterrar la misma.



Figura 12. Mapa del cerro cuadrículado para determinar el cuadrante donde se colocarían las trampas.
Fuente: Elaboración propia; Google Earth, 2019.



W99°15'20.16"

Figura 13. Mapa de la ubicación de las necrotrampas en el Cerro de Moctezuma.
Fuente: Elaboración propia; Google Earth, 2019.



Figura 14. Necrotrampas colocadas en el sitio de muestreo.
Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la necrotrampa se agregó en una primera ocasión una solución de 95 partes de alcohol al 70% y 5 partes de ácido acético, posteriormente la proporción cambio a 93:7 partes, esto para disminuir la evaporación de la solución con el fin de preservar por más tiempo a los organismos recolectados. Estas trampas fueron cebadas con aproximadamente 25 gr de cabeza de lomo de cerdo (*Sus scrofa*) y en ocasiones estos cebos fueron hidratados con aceite de oliva. El cebo y la solución eran reemplazados aproximadamente cada 30 días.

Trabajo de laboratorio

Los organismos que se obtenían eran recuperados con ayuda de un colador, colocados en frascos con alcohol al 70% y etiquetados para luego trasladarlos al Laboratorio de Microscopia de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. En el laboratorio por medio de las claves especializadas de Arnett, 1980; Clave del orden Coleoptera, anónimo, s/d; Navarrete-Heredia y Nuñez-Yépez, 2005 y la Guía Ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México de Navarrete-Heredia *et al*, 2002 y ayuda de microscopios estereoscópicos y ópticos se separaron los organismos obtenidos, primero morfoespecies, luego por familias, géneros y en algunos casos por especies; ya identificados fueron almacenados y etiquetados en frascos con alcohol al 70%.

Para determinar las temporalidades en el sitio de muestreo se revisó los datos de precipitaciones en los registros de Servicio Meteorológico Nacional y también se contrastaron con los datos observados en campo, todas las veces que hubo recolecta.

Se realizaron análisis estadísticos (ANOVA y TUKEY) para determinar temporalidades y si existían diferencias significativas entre la abundancia de los coleópteros por familia, antes y después de los incendios, en los meses de muestreo y en las diferentes trampas; así mismo se analizaron las variables de abundancia y precipitaciones mediante coeficiente de relación de Pearson y regresión lineal simple y al final se obtuvieron índices de diversidad de Shannon- Winner y Simpson a nivel de familia.

RESULTADOS

Abundancia

Durante el desarrollo del presente estudio se obtuvo un total de 8,311 organismos, pertenecientes a 20 familias (Fig. 15 y 16), entre las cuales, las de mayor abundancia relativa fueron, Carabidae con 3,337 organismos, Leiodidae con 1,523, Silphidae con 940 y Staphylinidae con 841 (Tabla 1). Se puede apreciar como la trampa que registró una mayor abundancia fue la número 2, seguida por la 3 y la 1, en contraste con las trampas 4 y 10, que fueron las que obtuvieron el registro más bajo (Fig.17).

El tipo de vegetación presente en las trampas 2 y 3 era abundantemente encinos, también había presencia de pocos pinos y algunos eucaliptos, gran cantidad de herbáceas y flores. La trampa una estaba cercana a un Pirúl, a unos metros también se apreciaban magueyes, también había herbáceas.

La trampa 4, se encontraba en una zona rodeada en su mayoría de Eucaliptos, con muy pocas herbáceas y muy cerca del sendero. La trampa 10 también se encontraba muy cerca del camino y aunque abundaban las herbáceas, no había arboles cerca de la trampa. La comparación estadística de ANOVA y TUKEY, halló diferencias significativas en la abundancia entre las trampas 2 y 10 ($F= 2.57$; $p= 0.01$)

Del total de las familias recolectadas, 12 están reportadas como de interés forense, siendo así el 97% del total de individuos relevante para el presente estudio, como se aprecia en la Fig. 18. Se observan los porcentajes de las familias necrófilas (entre paréntesis su porcentaje en relación al total neto de coleópteros): Carabidae (40.15%), Leiodidae (18.32%), Silphidae (11.31%), Staphylinidae (10.11%), Mycetophagidae (9.12%), Histeridae (3.99%), Nitidulidae (3.79%), Tenebrionidae (0.24%), Trogidae (0.14%), Curculionidae (0.08%), Scarabaeidae (0.07%) y Dermestidae (0.01%) (Fig. 19).

En la Fig. 20 se pueden observar la riqueza de familias necrófilas encontradas en cada una de las trampas colocadas en cerro. Se puede observar que la trampa con mayor diversidad es la número 5 y la de menor es la 2, con 11 y 6 familias registradas, respectivamente.

La comparación estadística de ANOVA y TUKEY, halló diferencias significativas en la abundancia entre la familia Leiodidae con las familias Dermestidae, Scarabaeidae, Curculionidae, Trogidae y Tenebrionidae; además la abundancia de Carabidae también fue significativamente diferente a las 11 familias necrófilas restantes ($F= 11.32$; $p= 9.94 \times 10^{-14}$). Así mismo se encontró diferencias estadísticamente significativas en la abundancia del mes de septiembre (2019) con la de los meses de diciembre (2018) y enero, febrero, marzo y abril (2019) ($F=3.81$; $p=0.0002$).

Debido al constante desmonte de trampas por fauna feral que habita en el Cerro, del público que lo visita y de los incendios que en algunas ocasiones consumieron las trampas, hay meses de muestreo comprendidos en el estudio, donde no fue posible obtener datos de abundancia de ninguna trampa e inclusive muchas veces en los muestreos no se recuperaban el total de las 10 trampas, es por esto que en los gráficos se decidió agrupar los datos de abundancia por meses, en lugar de por muestreo, así mismo para el resto de los análisis solo se tomó en cuenta a los coleópteros necrófilos siendo estos el objetivo del presente trabajo, dejando de lado los datos de escarabajos pertenecientes a otras familias.

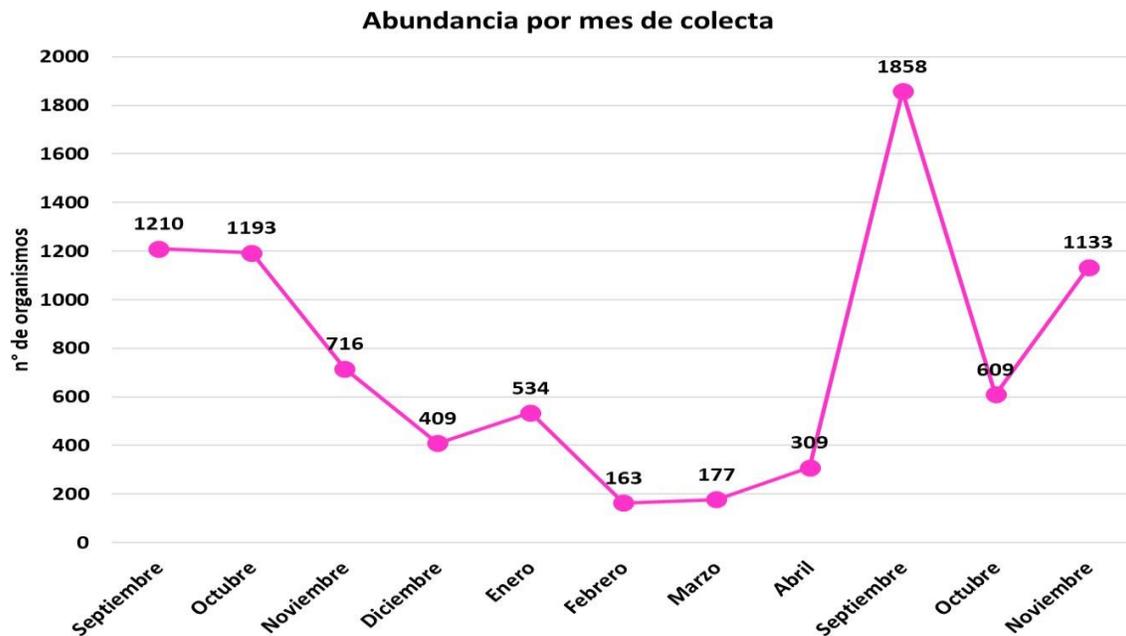


Figura 15. Abundancia de coleópteros colectados, agrupados por cada mes, del periodo total de muestreo.

Abundancia de coleoptero fauna del Cerro de Moctezuma

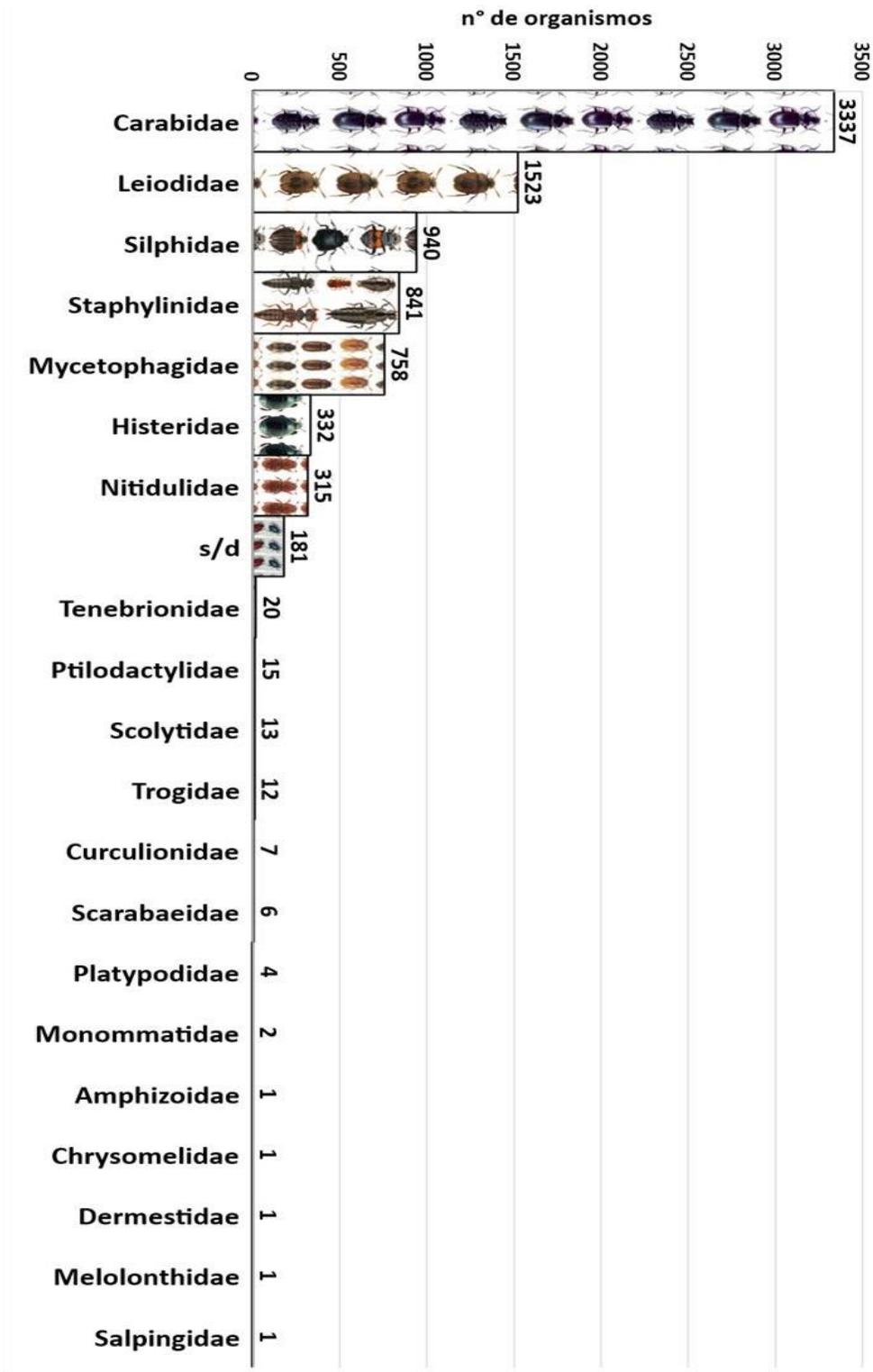


Figura 16. En la gráfica se observa la abundancia de las diferentes familias colectadas en el este trabajo.

Tabla 1. Familias colectadas, se denotan con un * las familias de interés forense.

Familia	Abundancia	Familia	Abundancia
Amphizoidae	1	Platypodidae	4
Carabidae*	3337	Ptilodactylidae	15
Chrysomelidae	1	s/d	181
Curculionidae*	7	Salpingidae	1
Dermeestidae*	1	Scarabaeidae*	6
Histeridae*	332	Scolytidae	13
Leiodidae*	1523	Silphidae*	940
Melolonthidae	1	Staphylinidae*	841
Monommatidae	2	Tenebrionidae*	20
Mycetophagidae*	758	Trogidae*	12
Nitidulidae*	315	Total	8311

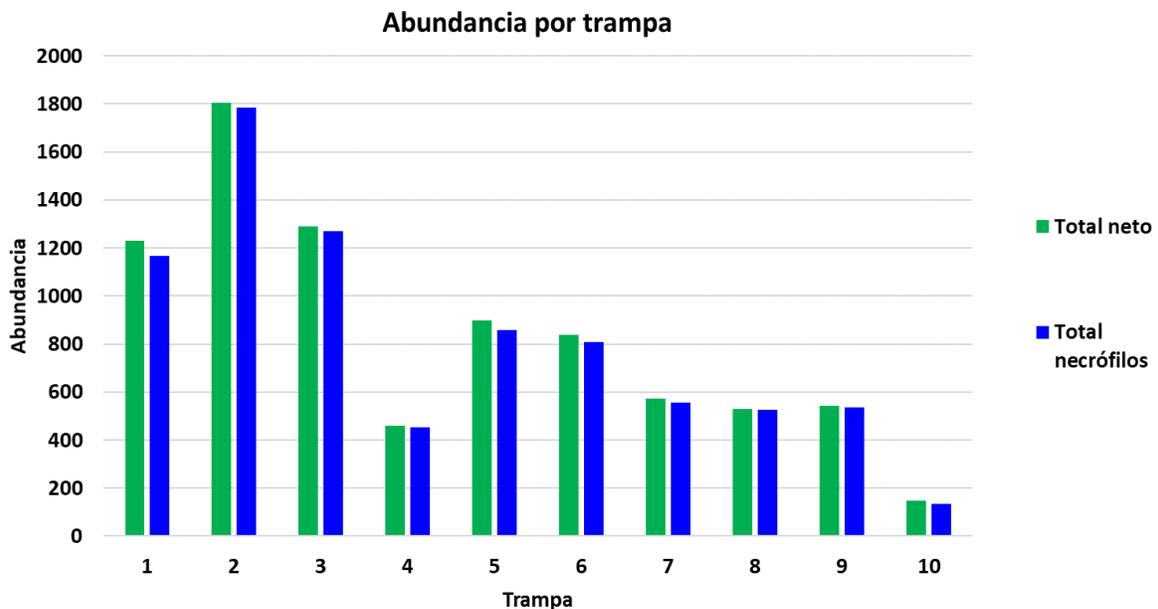


Figura 17. Se observa la abundancia de los coleópteros colectados divididos en coleópteros neto (tomando en cuenta todas las familias) y necrófilos (solo las familias de interés forense).

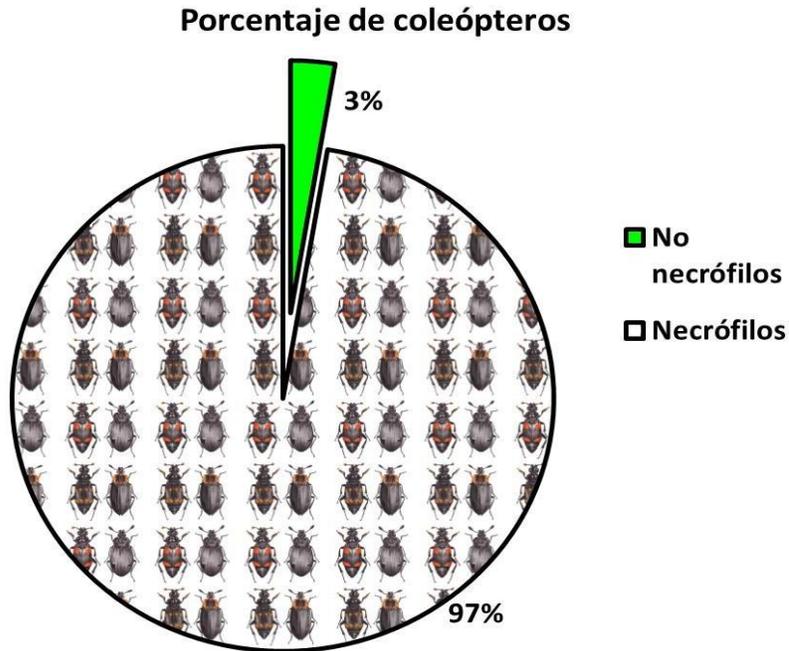


Figura 18. Se observa el porcentaje de coleópteros reportados como necrófilos, capturados en el presente estudio del total de escarabajos colectados.

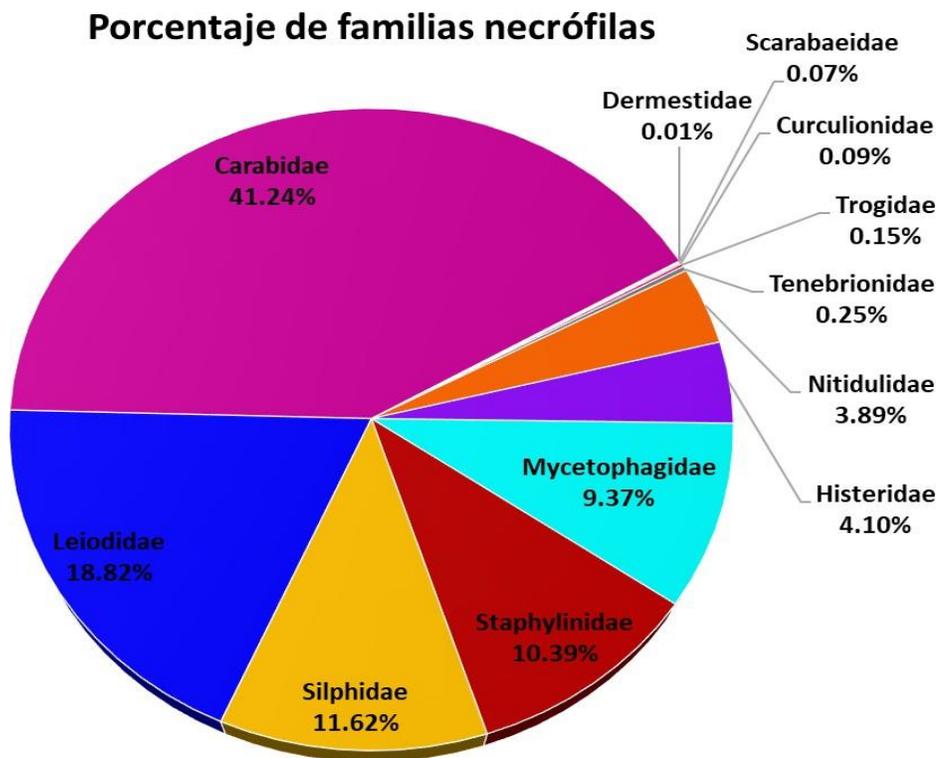


Figura 19. Se observa el porcentaje de individuos obtenidos agrupados por familias.

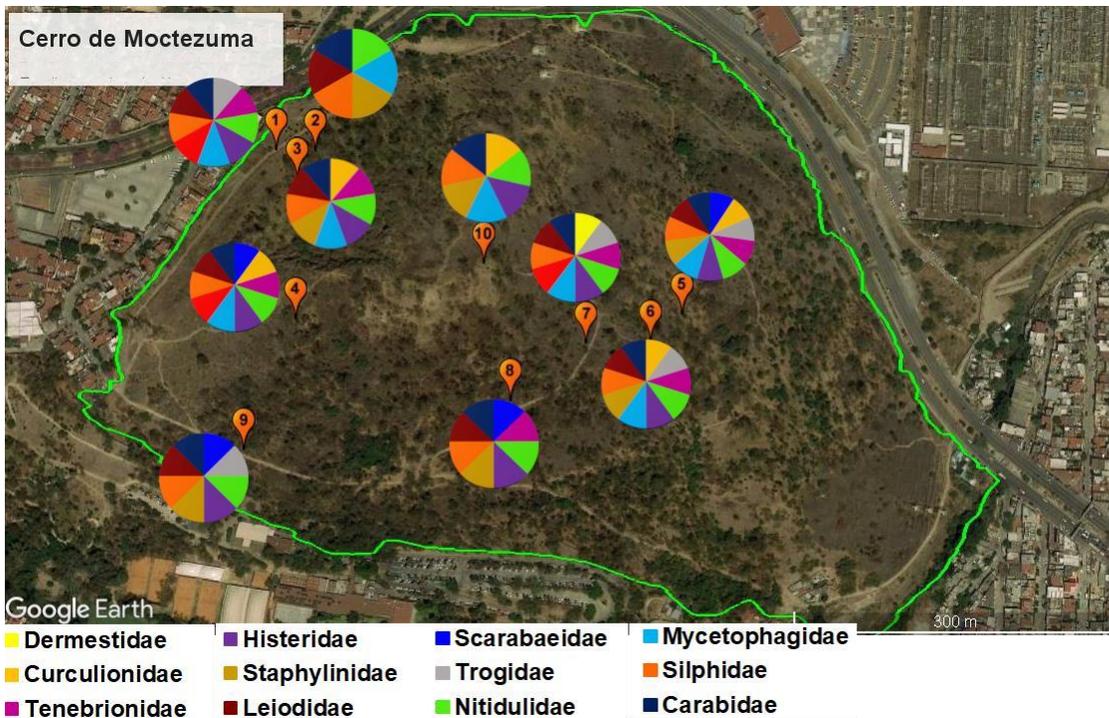


Figura 20. Se puede observar la riqueza de familias obtenidas en cada una de las trampas del sitio de muestreo.

Temporalidades y abundancia

Se realizó un ANOVA con los promedios pluviales mensuales, se obtuvo así, que los meses que comprenden de mayo a octubre se consideraron como la temporada de lluvia, mientras que, de noviembre a abril, es la de secas.

Considerando esto, se realizó un análisis por temporalidad de la abundancia de coleópteros. A partir de estos datos se observa el porcentaje de abundancia en la temporada de lluvias y secas, resaltando que la temporalidad con mayor abundancia es la de lluvias (Fig. 21). La comparación estadística de ANOVA, no halló diferencias significativas en la abundancia por temporada ($F= 0.19$; $p= 0.67$).

Si se toman en cuenta los datos de abundancia y precipitación de todos los meses como se muestra en la Tabla 2 se obtiene un coeficiente de relación de Pearson, de $r= 0.0930$ (Fig. 22.), en cuyo caso este análisis arroja la consecuencia estadística de que las temporalidades y la abundancia no tienen una correlación lineal, así mismo se puede observar el comportamiento de estas variables (Fig. 23). En contraste, si solo se consideran los meses donde se obtuvieron datos sobre abundancia de los muestreos (Tabla 3) se obtiene una $r= 0.8848$ (Fig. 24.), lo cual indica una correlación lineal positiva, lo cual se traduce que a mayor precipitación obtendremos mayor abundancia de organismos lo que también es posible observar en la Fig. 25.

Abundancia por temporalidades

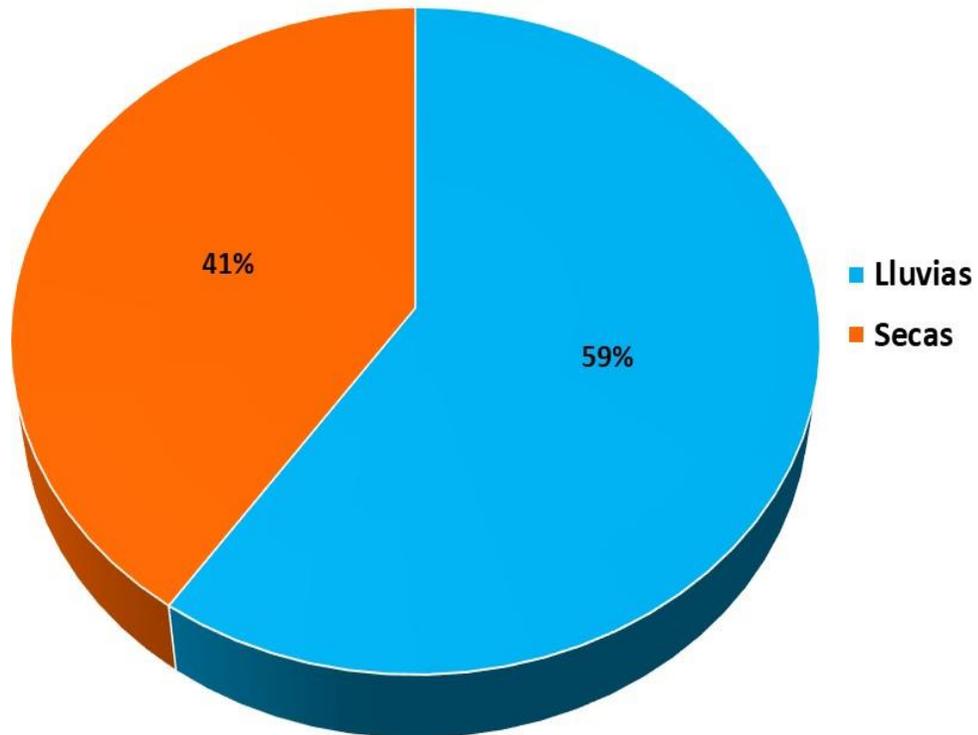


Figura 21. Se observa la abundancia porcentual correspondiente a cada una de las temporadas.

Tabla 2. Promedios mensuales de precipitación, la abundancia de todos los meses comprendidos en el lapso de colectas y el valor de correlación de Pearson.

Año	Mes	Precipitación	Abundancia	
2018	Septiembre	166.78	1205	
	Octubre	63.65	1176	
	Noviembre	32.65	691	
	Diciembre	4.65	401	
2019	Enero	6.90	488	
	Febrero	8.95	160	
	Marzo	30.68	163	
	Abril	22.60	278	
	Mayo	95.38	0	
	Junio	164.70	0	
	Julio	149.83	0	
	Agosto	187.68	0	
	Septiembre	166.78	1833	
	Octubre	63.65	600	
	Noviembre	32.65	1097	
	Correlación		0.093003096	

Correlación

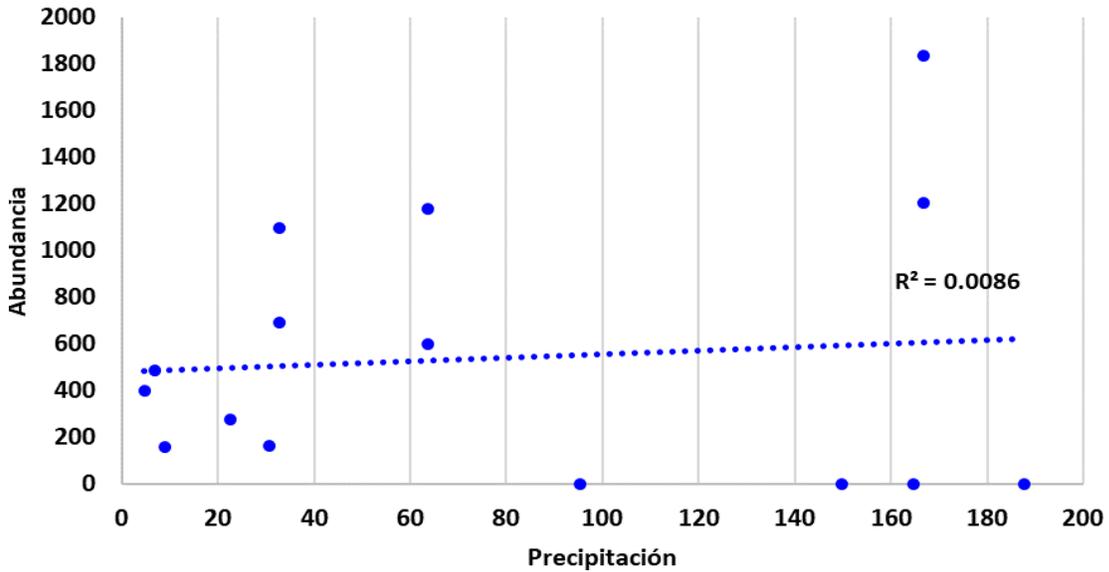


Figura 22. Se observa la correlación lineal de las variables de abundancia y precipitación, además de su ecuación y el valor de R^2 .

Precipitación y abundancia

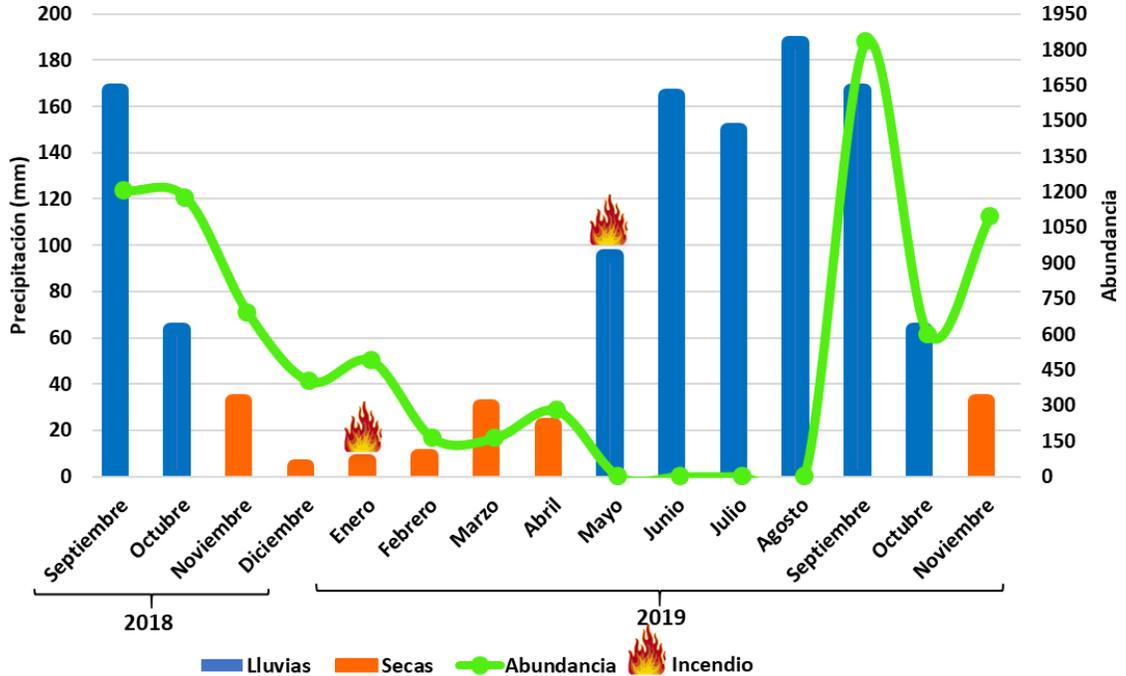


Figura 23. Es posible apreciar cómo se comporta la abundancia de los coleópteros, los respectivos promedios de lluvias en los meses y la correspondencia de estos a las diferentes temporalidades. También se agregaron los dos incendios que se registraron en el Cerro de Moctezuma.

Tabla 3. Promedios mensuales de precipitación, la abundancia de solo los meses con datos de abundancia y el valor de correlación de Pearson.

Año	Mes	Precipitación	Abundancia
2018	Septiembre	166.78	1205
	Octubre	63.65	1176
	Noviembre	32.65	691
	Diciembre	4.65	401
2019	Enero	6.90	488
	Febrero	8.95	160
	Marzo	30.68	163
	Abril	22.60	278
	Septiembre	166.78	1833
	Octubre	63.65	600
	Noviembre	32.65	1097
	Correlación		0.814947238

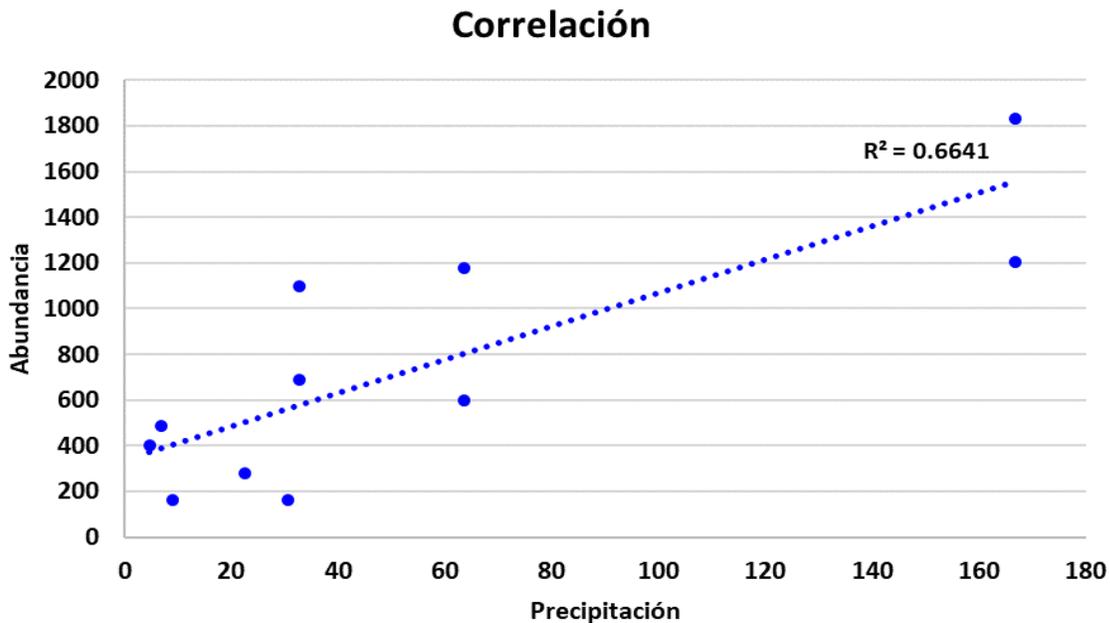


Figura 24. Se observa la correlación lineal de las variables de abundancia y precipitación, pero solo de los meses donde se obtuvieron datos de abundancia, además de su ecuación y el valor de R^2 .

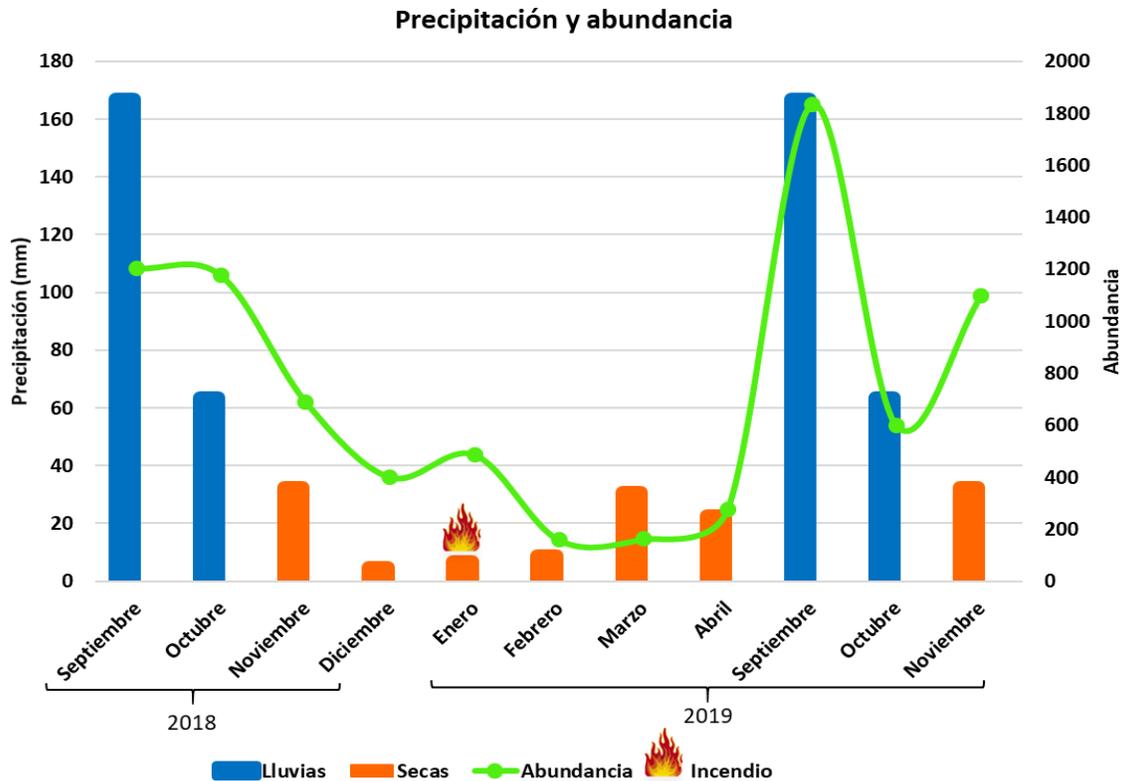


Figura 25. En este gráfico se observa el comportamiento de la abundancia de los coleópteros, los respectivos promedios de lluvias en los meses y la correspondencia de estos a las dos diferentes temporalidades, pero solo de los meses en los que se obtuvieron registros de abundancia. Así mismo se denota el incendio registrado en el lapso de tiempo de estos datos.

Incendios y abundancia

Tomando en cuenta que los incendios ocurrieron en enero y mayo del 2019 (Fig. 26), los meses de septiembre, octubre y noviembre, engloban datos de abundancia antes y después de ambos incendios, los cuales los podemos observar en la Fig. 27. La comparación estadística de ANOVA, no halló diferencias significativas en la abundancia antes y después de los incendios en conjunto, en estos meses específicos ($F= 1.69$; $p= 0.15$)

El primer incendio que se registró durante el estudio, sucedió el 26 de enero, 2019. Ese día coincidió con día de recolecta, solo fue posible recuperar 3 de las 10 trampas, pues todas las demás se quemaron en el siniestro. Los datos obtenidos con ese muestreo más el anterior y los siguientes al incendio, señalan que antes y después de la quema se presentaron 11 y 9 familias, respectivamente (Fig. 28), siendo Carabidae la más abundante antes y después del fuego. Después de esto Scarabaeidae y Trogidae se ausentaron. La comparación estadística de ANOVA, si

halló diferencias significativas en la abundancia antes y después del primer incendio ($F= 14.32$; $p= 0.005$)

El segundo y más grande de los incendios fue el sucedido el 8 de mayo del 2019. En la recolecta que correspondía a después del incidente, fue imposible rescatar algún dato, puesto que todas las trampas se destruyeron con el incendio y las únicas dos que no fueron alcanzadas por el fuego habían sido removidas. La comparación estadística de ANOVA, si halló diferencias significativas en la abundancia antes y después del segundo incendio ($F= 15.66$; $p= 0.0002$).



Figura 26. En esta imagen se observa el estado en el Cerro de Moctezuma, antes y después del fuego.

Analizando los datos que se obtuvieron antes del incendio más grande, se registra una diversidad anterior y posteriormente a la quema, de 9 y 12 familias (Fig. 29). Carabidae fue más abundante antes de este segundo incendio, pero después

Leiodidae fue la más abundante. Inmediatamente de este acontecimiento las familias Dermestidae, Scarabaeidae y Trogidae fueron registradas, cuando no lo habían hecho con anterioridad a este suceso. La comparación estadística de ANOVA, no halló diferencias significativas en la abundancia antes y después de los incendios en conjunto, en estos meses específicos ($F= 7.34$; $p= 0.05$)

De los 8,092 organismos obtenidos de importancia forense, divididos en 12 familias, se identificaron 6 especies, las cuales son *Nicrophorus mexicanus*, *Oxelytrum discicolle*, *Thanatophilus truncatus*, *Trox plicatus*, *Euspilotus auctus* y *Xerosaprinus diptychus*.

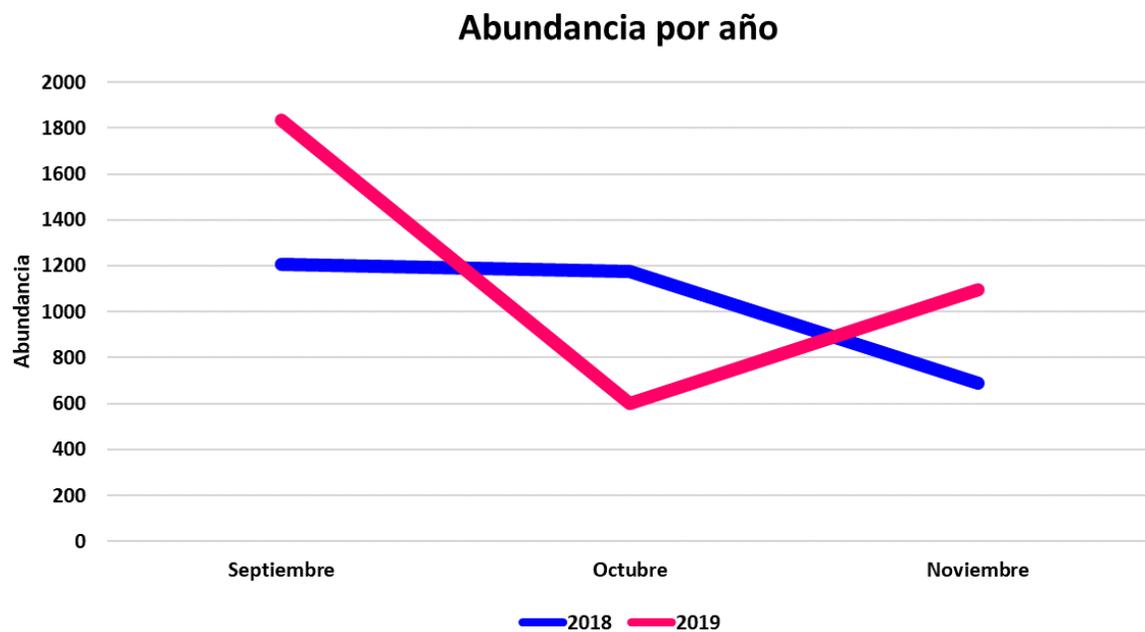


Figura 27. Aquí es posible observar la diferencia de abundancia de coleópteros antes (2018) y después (2019) de los incendios sucedidos en el área de estudio.

1er incendio

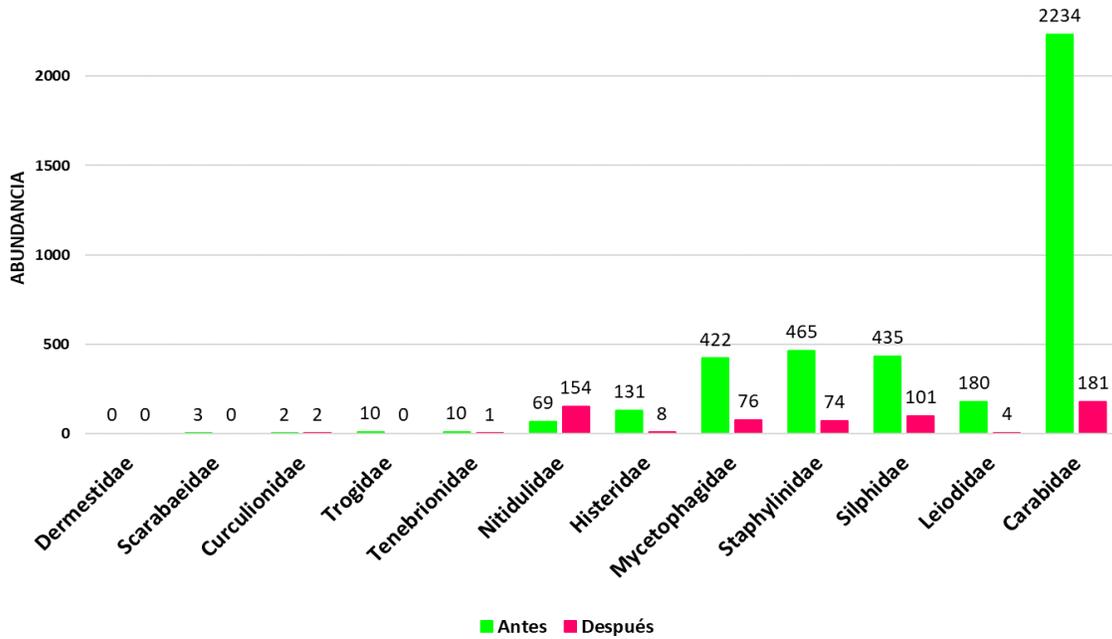


Figura 28. Se observa la abundancia y riqueza obtenidas, antes y después del incendio correspondiente al 26/01/2019.

2do incendio

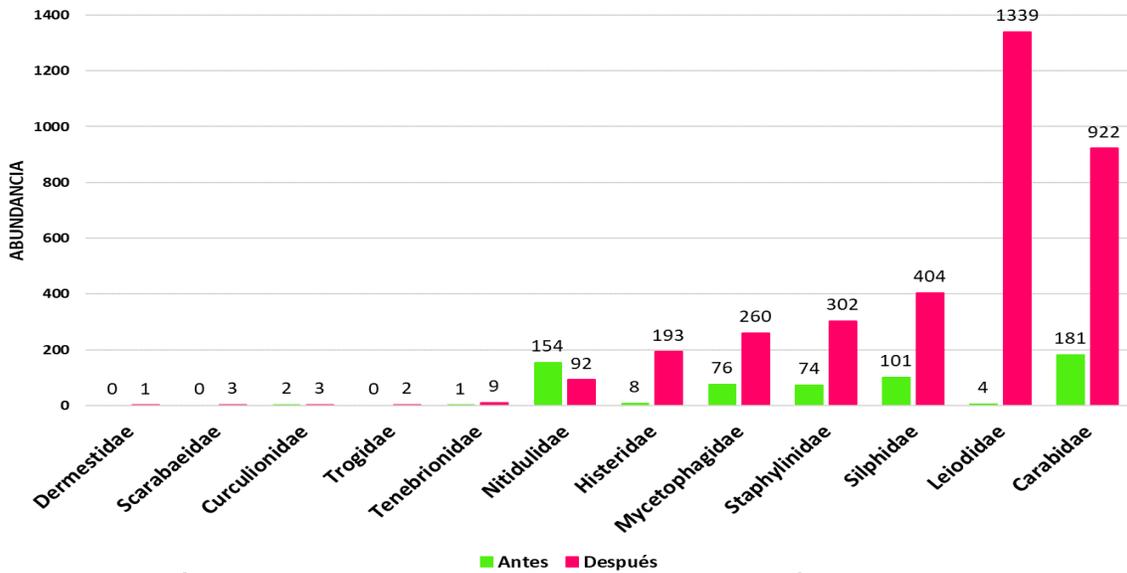


Figura 29. Aquí es posible observar la abundancia y riqueza después del segundo incendio del 08/05/2019.

DISCUSIÓN

La familia más abundante en el presente trabajo fue Carabidae, Scampini *et al.* en 2002, determinan que debido a su constante presencia, abundancia, rol como depredadores de larvas y huevos de dípteros y además que los ejemplares pertenecientes a la familia Carabidae, eran capturados sobre un cerdo (organismo completo) en las cuatro primeras fases de la descomposición, estos deben de considerarse como entomofauna de interés forense, esto debido a que existen algunos estudios donde sugieren que estos organismos no deben considerarse de relevancia en la entomología forense. Naranjo-López y Navarrete-Heredia en 2011, coloca a los carábidos en cuarto lugar de familias de importancia forense. García-Rojo, 2004, menciona que la familia Carabidae, no es tan significativa en abundancia y que solo aparece en los estados de descomposición activa.

La familia Leiodidae es la segunda más abundante en este estudio. Principalmente a los leiódidos se les considera micófagos, detritívoros de plantas en descomposición, estiércol, madera podrida, mudas de piel y plumas, sin embargo, esta familia ha sido encontrada en muestreos de cadáveres, aunque con una abundancia relativamente baja (Inés, 2013). Su abundancia considerable en este proyecto puede deberse a que estos organismos habitan desde hábitats semiáridos hasta boscosos húmedos, desde tierras bajas hasta tropicales, pero el mayor número de individuos son atrapados en los bosques de elevaciones medias a altas (Stewart y Cook, 2016), también Cejudo-Espinoza y Deloya en 2005, mencionan que a mayor altitud se incrementa la abundancia de leiódidos, lo cual podría explicar el porqué de la cantidad de estos organismos en el sitio de muestreo.

Silphidae y Staphylinidae son la tercera y cuarta familia más abundante en esta investigación; Jiménez-Sánchez, Quezada-García, y Padilla-Ramírez en 2013, mencionan que la familia con mayor abundancia en su estudio es Staphylinidae. Pérez-Villamares, Jiménez-Sánchez, y Padilla-Ramírez en 2016, obtuvieron a Silphidae como la más abundante y Salazar-Ortega en 2008 obtiene a Silphidae como la más abundante y a Staphylinidae como la tercera en ese mismo parámetro. Las familias Staphylinidae y Silphidae, son comúnmente asociadas a cadáveres y por ende considerados de interés forense. (Magaña, 2001; García-Rojo, 2004; Camacho C, 2005; Arnaldos y García, M.D. y Presa, 2010; Trevilla-Rebollar, Deloya, y Padilla-Ramírez, 2010; González Estévez, 2012; González-Hernández, Navarrete-Heredia, Quiroz-Rocha, y López-Caro, 2013; Jiménez-Sánchez, Deloya, Zaragoza-Caballero y Pérez-Zúñiga, 2017).

Dermestidae, fue la familia menos abundante en este trabajo. Los derméstidos son una familia de coleópteros que se observa en mayor número durante las fases de descomposición avanzada y esqueletización (Mavárez-Cardozo, M.G., Espina de

Fereira, A.L., Barrios-Ferrer, F.A. y Fereira-Paz, J.L., 2005). Ellos reducen hasta en un 50% el cadáver alimentándose de restos de piel y huesos (Ayón, 2019) y debido a que no se les permitió a los cebos utilizados durante este trabajo, llegar a esas etapas de descomposición, se puede inferir que esta sea la razón por la cual la abundancia de dichos organismos difiriera de los registrados en otras investigaciones.

Scarabaeidae fue la segunda familia menos abundante. Navarrete-Heredia y Quiroz-Rocha, 2000, reportan a Scarabaeidae como la familia con mayor abundancia dentro de estudios de coleópteros necrófagos; sin embargo, Pérez-Villamares *et al.*, 2016, aclara que Scarabaeidae es más diverso en localidades donde predomina el bosque tropical caducifolio o perennifolio por debajo de los 2,000 msnm y que es más abundante en ambientes con sombra que en lugares abiertos. Estos requerimientos ambientales difieren, pues como ya se había expuesto, el área de muestreo se encuentra a 2400 msnm y además la vegetación también es diferente, lo cual podría ser la explicación de por qué la abundancia es tan diferente respecto a otros estudios de coleopterofauna de interés forense.

Curculionidae fue la tercera familia con la menor cantidad de individuos colectados. Horenstein *et al.*, en 2005 registraron dentro de los Coleópteros capturados, a los Curculiónidos como el grupo de menor abundancia y presente en los estados fresco y en el de esqueletización. Al igual que Másmela, 2001 que también tiene al grupo Curculionidae como uno de los menos abundantes y solo presente en el estado fresco de descomposición y Nava-Hernández, 2015 también marca a los curculiónidos como el segundo grupo menos abundante. Esto concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación. Los curculiónidos se alimentan en su mayoría de materia vegetal y muy pocas excepciones son depredadoras de otros insectos (Morrone, 2014), a esto puede deberse su menguante abundancia.

Una variable a considerar del presente estudio con respecto a la abundancia de las familias de interés forense, en contraste con los trabajos mencionados con anterioridad, fue el tipo de cebo (calamar, cerdos, ratas, reptiles, aves, cánidos) (Quiroz-Rocha, 2005; Pereda-Breceda *et al.*, 2012) y la cantidad, ya que en los estudios citados utilizaron los organismos completos y en este solo se utilizó una porción aproximada de 25-30g.

El contraste de abundancia, no solo entre las diferentes familias identificadas, sino también en los distintos meses de muestreo, puede deberse a las diferencias en las condiciones ambientales. Variables como precipitación, temperatura y humedad, influyen considerablemente en la duración de los estados de descomposición y en la fenología de las especies, por ende, en la composición de la entomofauna

necrófila (Flores-Pérez, 2004; Latorre, 2010; González-Hernández *et al.*, 2013; Inés, 2013).

Los trabajos revisados que comparan la fauna durante las temporadas del año han encontrado una mayor riqueza y abundancia de organismos en la época de lluvias y argumentan que se debe a que es la época con mayor cantidad de recursos alimenticios disponibles y también mayor cobertura vegetal, que propicia sombra, crea microambientes e inclusive refugio de las mismas lluvias para los escarabajos y además existen las condiciones de humedad necesarias para que los adultos emerjan y vuelen, a veces se enfatiza que la mayor abundancia de coleópteros necrófilos se da durante el inicio y el fin de la temporada de lluvias (Pérez, 1996; Deloya *et al.* 2013; Acosta-González, Colli-Mull y Morales-Castorena, 2017) lo cual también concuerda con los datos obtenidos en este estudio.

Respecto a los incendios, se sabe que el fuego puede tener efectos negativos sobre las especies, no solo directos de corto plazo como la muerte de los individuos, sino también indirectos y en intervalos de tiempo mayores, como estrés y desaparición del hábitat, territorio, cobijo y alimento (Boer, 1989). Los coleópteros pueden verse afectados por el cambio de hábitat resultante del fuego, su composición puede cambiar o puede disminuir su abundancia o riqueza. Regularmente a mayoría de las poblaciones de escarabajos decrecen por los incendios forestales (Chandler *et al.*, 1983).

En los datos obtenidos, no hubo evidencia estadística para determinar una diferencia significativa entre las abundancias obtenidas los mismos meses, pero antes y después de los incendios. Aun así, se puede observar un ligero incremento respecto a la abundancia en los meses de septiembre y noviembre después del fuego. Diversos estudios exponen que la abundancia total en las áreas afectadas por fuego o de borde, es mayor que en los sitios no afectados, se ha encontrado que los coleópteros incrementan su población en cantidad y variabilidad después de las quemas (De Reyes *et al.*, 2004; Prieto y Ves Losada, 2007 Sánchez *et al.*, 2012) lo cual concuerda con los datos obtenidos en este estudio.

CONCLUSIONES

Se determinó que en el Cerro de Moctezuma hubo una diversidad de 20 familias de coleópteros, de las cuales 12 de ellas son de interés forense, las cuales son: Carabidae, Leiodidae, Silphidae, Staphylinidae, Mycetophagidae, Histeridae, Nitidulidae, Tenebrionidae, Trogidae, Curculionidae, Scarabaeidae y Dermestidae. Se identificaron 6 especies, las cuales son *Nicrophorus mexicanus*, *Oxelytrum discicolle*, *Thanatophilus truncatus*, *Trox plicatus*, *Euspilotus auctus* y *Xerosaprinus diptychus*

Las 3 familias necrófilas más abundantes antes del primer incendio fueron Carabidae, Staphylinidae y Silphidae; después fueron Carabidae, Nitidulidae y Silphidae. Después de este siniestro no se obtuvo registro de las familias Scarabaeidae y Trogidae; así pues, antes de este fuego se registraron 11 familias y después solo 9. Antes de la segunda quema, las familias más abundantes fueron Carabidae, Nitidulidae y Silphidae, después de este fueron Leiodidae, Carabidae y Silphidae. Después de este incendio aparecieron las familias Dermestidae, Scarabaeidae y Trogidae; anterior a este incidente solo se registraron 9 familias y posteriormente 12. La familia que apareció solo después de ambos incendios, fue Dermestidae

Se distinguió que los meses que comprenden de mayo a octubre son la temporada de lluvias, mientras que, de noviembre a abril, son secas y la abundancia de los escarabajos fue mayor durante la temporada de lluvias.

Además, en el presente estudio se observó que los incendios que ocurren constantemente en la localidad estudiada, aunque no influyen significativamente en el comportamiento de la abundancia de los coleópteros, si lo hacen con la riqueza de los mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acosta-González, F., Colli-Mull, J. G., y Morales-Castorena, J. P. (2017). Diversidad de coleópteros en dos estaciones del año en la Sierra de Pénjamo, Guanajuato. *Entomología Mexicana*, 4, 96-103.
2. Alonso- Zarazaga, M.A. (2015). Orden Coleoptera. *Ibero Diversidad Entomológica @ccesible*. (55), 1-18.
3. Alvarez, A. (2012). *Tanatología forense* (pp. 1–3). pp. 1–3. Recuperado de <http://medicina.med.up.pt/legal/TanatologiaF.pdf>
4. Anónimo. S/d. Clave del Orden Coleoptera. Familias más comunes con representantes en la región Neotropical. Recuperado del 19/09/18 al 30/10/18 de <http://sipan.inta.gob.ar/productos/ssd/nqn/ecologiadeinsectos/coleoptera.htm>
5. Aristegui. (2018). Parque Nacional de Los Remedios “festeja” 80 años con 80% menos de su área original - Aristegui Noticias. Recuperado el 12/09/19 de Aristegui Noticias website: <https://aristeguinoticias.com/1905/mexico/parque-nacional-de-los-remedios-festeja-80-anos-con-80-menos-de-su-area-original/>
6. Arnaldos, M. I., y García, M.D. y Presa, J. J. (2010). *Entomología Médico-legal Asignatura: Entomología Forense* (p. 20). p. 20. Recuperado de <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/23494/1/EFentomofagia.pdf>
7. Arnett, R. H., Downie, N. M. y Jaques, H. E. (1980). How to know the beetles (2d ed). W.C. Brown Co, Dubuque, Iowa.
8. Ayón, M.R. (2019). *Biología Forense*. Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo
9. Boer, C. (1989). Effects of the forest fire 1982-83 in East Kalimantan on wild life. FR Report Num. 7. Samardinda, Indonesia, Deutsche Forst service Gmb H. 1-7.
10. Camacho C, G. (2005). Sucesión de la entomofauna cadavérica y ciclo vital de *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) como primera especie colonizadora, utilizando cerdo blanco (*Sus scrofa*) en Bogotá. *Revista Colombiana de Entomología*, 31(2), 189–197.
11. Capó, M. A., Peinado, M. V, Mateos, J., y Anadón Baselga, M. J. (2004). Entomofauna cadavérica establecida al aire libre. *Medicina Balear*, 19(2), 29–38.
12. Castello, A. (2014). La Entomología como ciencia forense: desde Tz´U a las granjas de cuerpos. *Gaceta Internacional de Ciencias Forense*, (10), 13–28.
13. Castillo-Miralbés, M. (2001). Principales especies de coleópteros necrófagos presentes en carroña de cerdos en la comarca de la Litera (Huesca). *Graellsia*, 57(1), 85–90.
14. Cejudo-Espinosa, E. y Deloya, C. (2005). Coleópteros necrófilos del bosque de *Pinus hartwegii* del nevado de Toluca, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 44 (1), 67-74.

15. Chandler, C., P. Cheney, P. Thomas, L. Trabaud y D. Williams. (1983). Fire in forestry. Vol. 1. Fire behavior and effects. New York. EEUU: John Wiley & Sons, Inc. 450 p
16. CONABIO. (2012). Escarabajos | Coleópteros. Recuperado el 29/08/19 de https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/animales/insectos/escarabajos/escarabajos.html
17. Costa, C. (2000). Estado de conocimiento de los Coleoptera neotropicales. *Comunidad Virtual de Entomología*, (32).
18. Deloya, C., Madora, A.M. y Covarrubias, M.D. (2013). Scarabaeidae y Trogidae (Coleoptera) necrófilos de Acahuizotla, Guerrero, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 39 (1), 88-94
19. De Reyes, A.C., Bernardis, A.C., Mazza, S.M. y Goldfarb, M.C. (2004). Efecto del fuego sobre la fauna de invertebrados de un pastizal al Noroeste de Corrientes. *Agrotecnia*, (13), 3-7.
20. Flores-Pérez, L. R. (2004). Sucesión de entomofauna cadavérica utilizando como biomodelo cerdo blanco (*Sus scrofa* L.) *Tesis de Doctorado*, 1–92.
21. Flores-Pérez, L.R., Pérez-Villegas, F.M., Guiza-Rodríguez, S. G. (2013). Aportaciones a la biología de insectos sarcosaprófagos asociados a la descomposición cadavérica. *Sociedad Mexicana de Entomología*, 1737–1742.
22. Flores-Pérez, R. (n.d.). Entomofauna. Recuperado el 29/08/19 de Entomología Forense website: <http://www.colpos.mx/entomologiaforense/entomofauna.htm>
23. García-Rojo, A. M., Honorato, L., González, M., y Téllez, A. (2009). Determinación del intervalo postmortem mediante el estudio de la sucesión de insectos en dos cadáveres hallados en el interior de una finca rústica en Madrid. *Cuadernos de Medicina Forense*, 15(56), 137–145.
24. García-Rojo, A. M. (2004). Estudio de la sucesión de insectos en cadáveres en Alcalá de Henares (comunidad autónoma de Madrid) utilizando cerdos domésticos como modelos animales. *Sociedad Entomológica Aragonesa*, 34, 263–269.
25. González Estévez, M. Á. (2012). Estudio de la Entomofauna Cadavérica. *Universitat de Les Illes Balears*, 1–31.
26. González-Hernández, A. L., Navarrete-Heredia, J. L., Quiroz-Rocha, G. A., y López-Caro, J. B. (2013). Coleópteros (Scarabaeidae, Trogidae y Silphidae) asociados a un cadáver de lechón *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758) en el bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 29(1). <https://doi.org/10.21829/azm.2013.291403>
27. Hernández, A. H. (2019). Denominación de Naucalpan. Recuperado el 12/09/19 de <https://naucalpan.gob.mx/about-one-2/>
28. Horenstein, M. B., Arnaldos, M. I., Rosso, B., y García, M. D. (1). Estudio preliminar de la comunidad sarcosaprófaga en Córdoba (Argentina): aplicación a la entomología forense. *Anales De Biología*, (27), 191-201. Recuperado el

- 3/06/2020 de <https://revistas.um.es/analesbio/article/view/30341>
29. INAFED. (2010). Estado de México - Naucalpan de Juárez. Recuperado el 12/09/19 de Naucalpan de Juárez website: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15057a.html>
 30. INAH. (1992). 2ASA00003441. Recuperado el 12/09/19 de http://registropublico.inah.gob.mx/index.php/detalle_inmuebles/90415
 31. Inés, N. Z. (2013). *Estudio bionómico de la coleoptero fauna de interés forense en condiciones naturales y controladas en el área de Bahía Blanca (prov. Buenos Aires, Argentina)*. Universidad Nacional del Sur.
 32. Jiménez-Sánchez, E., Quezada-García, R., y Padilla-Ramírez, J. (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.
 33. Jiménez-Sánchez, E., Deloya, C., Zaragoza-Caballero, S., y Pérez-Zuñiga, J. (2017). Especies de Coleoptera (Insecta) de la colección de artrópodos de la facultad de estudios superiores, Iztacala (CAFESI), UNAM, México. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 33(2), 359–381. <https://doi.org/10.21829/azm.2017.3321073>
 34. Jiménez García, P. (2015). *Entomología Forense*. Elche: Centro para el estudio y prevención de la delincuencia.
 35. Kuri, M.M.E. (2015). *Rescate del Cerro de Moctezuma. Paisaje Cultural con valor histórico y ecológico, Naucalpan, Estado de México*. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma Metropolitana, CDMX.
 36. Latorre, L. (2010). *Relación de la entomofauna asociada a la descomposición de cuerpos de cerdo con el tiempo de sumersión posmortem (ispm) en un ecosistema léntico de la sabana de Bogotá*. Universidad Nacional de Colombia.
 37. Lawrence, J. F. y Newton, A.F. (1995). Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-groupnames). Varsovia, Polonia: Eds. J. Pakaluk and S.A. Slipinski
 38. Lisón, M. F. (s.f.). Hidroscáfido. *Animalandia*. Recuperado el 1/06/2020 de <http://animalandia.educa.madrid.org/ficha-taxonomica.php?id=673&nivel=Suborden&nombre=Myxophaga>
 39. Lisón, M.F. (2011). Suborden: Polyphaga. *Animalandia*. Recuperado el 1/06/2020 de <http://animalandia.educa.madrid.org/ficha-taxonomica.php?id=3501&nivel=Suborden&nombre=Polyphaga>
 40. Maddison, D. (2000). Coleoptera. Beetles. Recuperado el 10/09/19 de <http://tolweb.org/Coleoptera/8221/2000.09.11> in The Tree of Life Web Project, <http://tolweb.org/>
 41. Magaña, C. (2001). La Entomología Forense y su aplicación a la medicina legal: data de la muerte. *Boletín de La SEA*, 28(28), 49–57.

42. Martínez, C. (2005). Introducción a los escarabajos Carabidae (Coleoptera) de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 546 p.
43. Másmela, L. O. (2001). Entomofauna sucesional en el cadáver de un cánido en condiciones de campo en la Universidad del Valle (Cali-Colombia). *Cuadernos de Medicina Forense*, 5.
44. Mavárez-Cardozo, M.G., Espina de Ferreira, A.L., Barrios-Ferrer, F.A. y Ferreira-Paz, J.L. (2005). La Entomología Forense y el Neotrópico. *Cuadernos de Medicina Forense*, (39), 23-33. Recuperado el 1/06/2020, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-76062005000100003&lng=es&tlng=pt.
45. Morrone, J.J. (2014). Biodiversidad de Curculionoidea (Coleoptera) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85 (Supl. ene), S312-S324. <https://dx.doi.org/10.7550/rmb.30038>
46. Naranjo-López, A. G., y Navarrete-Heredia, J. L. (2011). Coleópteros necrócolos (Histeridae, Silphidae y Scarabaeidae) en dos localidades de Gómez Farías, Jalisco, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 37(1), 103–110.
47. Nava-Hernández, M., Avelino-Romero, J.C., Molina-Chávez, H., Luy-Quijada, J. y Arana-Magallon, F. (2015). Coleópteros asociados a la descomposición de materia orgánica animal en un área de la zona Lacustre Xochimilco, México D.F. *Entomología Mexicana*. (2), 498-504.
48. Navarrete-Heredia, J.L., Newton, A., Thayer, M., Ashe, J. y Chandler, D. 2002. Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México: Universidad de Guadalajara y CONABIO, México.
49. Navarrete-Heredia, J.L. y Nuñez-Yépez, M.F. 2005. Clave ilustrada para las especies de Silphidae (Coleoptera) de México. Recuperada el 25/09/18 de http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/CLAVE%20SILPHIDAE_CE022.pdf
50. Navarrete-Heredia, J. L., y Quiroz-Rocha, G. A. (2000). Macro-Coleópteros Necrófilos De San José De Los Laureles, Morelos, México (Coleoptera: SCARABAEIDAE Y SILPHIDAE). *Folia Entomológica Mexicana*, 110, 1–13.
51. Niemann, H., y Rath, D. (2001). Progress in reproductive biotechnology in swine. *Theriogenology*, 56(8), 1291–1304.
52. Pereda-Breceda, V., Martínez-Nevárez, L. E., Barrios-Irigoyen, R. D., Hernández-Páez, S. E., Hernández-Fernández, R. M., y Viggers-Carrasco, M. G. (2012). Comparación de la entomofauna necrófaga descomponedora en tres tipos de vertebrados en la región de nombre de dios, Durango, México. *Entomología Mexicana*, 11(1), 476–481.
53. Pérez, A. (1996). Coleopterofauna procedente del follaje de una selva baja caducifolia en la región de Chamela, Jalisco. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 72 p.

54. Pérez, R. (2013). Tanatología forense. *Universitat Oberta de Catalunya*, pp.21–22. Fundació para la Universitat Oberta de Catalunya.
55. Pérez-Villameres, 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(2), 443–450. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.03.005>
56. Prieto, S.E. y Ves Losada, J.C. (2007). Efecto del fuego sobre la fauna edáfica en un área del Caldenal de la provincia de La Pampa, Argentina. Publicación Técnica N°68. Estación Experimental Agropecuaria, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Anguil. 26 pp.
57. Quiroz-Rocha, G. A. (2005). *Entomofauna necrócola en cadáveres de conejo y codorniz, en bosque de pino-encino y bosque mesófilo de montaña, en el municipio de Mascota, Jalisco, México*. 1725–1730.
58. Rodríguez, J. N., y Salazar, J. L. (2014). Sucesión de la entomofauna cadavérica a partir de un biomodelo con vísceras de res. *Salus*, 18(2), 35–39.
59. Salazar-Ortega, J. (2008). Estudio de la entomofauna sucesional asociada a la descomposición de un cadáver de cerdo doméstico (*Sus scrofa*) en condiciones de campo. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 13 (1), 21-32.
60. Sánchez, R.U.J., Niño, M.S., De León, G.E.I., Rodríguez, D.L.I.R., Hernández, H.L. y Barrientos, A.K.Y. (2012). Efecto del disturbio en la vegetación sobre la composición de Coleoptera en un fragmento
61. de matorral de Victoria, Tamaulipas, México. *Dugesiana*, 19 (2), 46-56.
62. Scampini, E., Cichini, A., y Centeno, N. (2002). Especies de Carabidae (Coleoptera) Asociadas a Cadáveres de Cerdo (*Sus scrofa* L.) en Santa Catalina (Buenos Aires, Argentina). *Revista de La Sociedad Entomológica Argentina*, 61(3–4), 85–88.
63. Secretaría del Gobierno Municipal de Naucalpan de Juárez. (2019). Plan de Desarrollo Municipal 2019-2021. Recuperado el 1/06/2020 de https://naucalpan.gob.mx/wp-content/uploads/2019/04/PDM_2019-2021_FINAL.pdf
64. SEDATU (Secretaria de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano). (2015). Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez. Recuperado el 30/03/2020 de http://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/15057_Naucalpan.pdf
65. SEGOB. (2012). Gaceta Parlamentaria. Recuperado el 10/09/19 de 3519 website: <http://gaceta.diputados.gob.mx/Black/Gaceta/Anteriores/61/2012/may/20120525/Comunicacion-9.html>
66. Senado de la República. (2011). Demanda Senado preservación del cerro de Moctezuma en EDOMEX. Recuperado el 10/09/19 de Boletín -528 website:

<http://comunicacion.senado.gob.mx/index.php/informacion/boletines/582-boletin-528-demanda-senado-preservacion-del-cerro-de-moctezuma-en-edomex.html>

67. Senado de la República. (2013). Dictamen con punto de acuerdo que exhorta respetuosamente al titular de la secretaría de medio ambiente y recursos naturales, se lleven a cabo las acciones necesarias para preservar el cerro de Moctezuma, ubicado en el municipio de Naucalpan de Juárez, es. Recuperado el 10/09/19 de Gaceta: LXII/1SPR-32/43132 website: http://www.senado.gob.mx/64/gaceta_comision_permanente/documento/43132
68. Stewart, B.P. y Cook, J. (2016). A review of the small carrion beetle genus *Dissochaetus* Reitter (Coleoptera: Leiodidae; Cholevinae) in México. *Dugesiana*, 23 (2), 79-108.
69. Torrez, J., Zimman, S., Rinaldi, C., y Cohen, R. (2006). Entomología Forense. *Revista Del Hospital J. M. Ramos Mejía*, 11(1), 1–22.
70. Trevilla-Rebollar, A., Deloya, C., y Padilla-Ramírez, J. (2010). Coleópteros Necrófilos (Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae) de Malinalco, Estado de México, México. *Neotropical Entomology*, 39(4), 486–495.
71. Vanegas, Y., y Zamira, S. (2006). Entomología Forense: los insectos en la escena del crimen. *Luna Azul*, (23), 42–29.
72. Zepeda-Cavazos, I. G., Siller-Aguillón, I. A., Solís-Esquivel, E., Rodríguez-Castro, V. A., y Quiroz-Martínez, H. (2013). Línea de crecimiento de *Musca domestica* (Linnaeus) (Diptera: Muscidae) y su uso para la estimación del intervalo post-mortem. *Instituto de Ciencias Periciales*, 12(2), 912–915. Recuperado de <http://www.socmexent.org/entomologia/revista/2013/EMF/912-916.pdf>
73. Zepeda-Cavazos, I.G., Flores-Hernández, G.J., Iruegas-Bientello, F.J., Tijerina-Medina, G., Caballero-Quintero, A. y Quiroz-Martínez, H. (2015). Diversidad de insectos en necrotrampas expuestas a dos condiciones en el Ojase, Salinas Victoria, Nuevo León, México. *Entomología Médica y forense*, 2, 648-654.
74. ZHANG, Z.-Q. (2013). Phylum Arthropoda. *Zootaxa*, 3703(1), 17. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3703.1.6>