



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**CATALOGACIÓN DE COLEÓPTEROS DE
XICOTEPEC DE JUÁREZ, PUEBLA (2015-2018)
DEPOSITADOS EN LA CAFESI, UNAM.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGA

PRESENTA:

ELISA SÁNCHEZ MARÍN

**DIRECTORA DE TESIS
MTRA. SAHARAY GABRIELA CRUZ MIRANDA**



**LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA, ESTADO DE MÉXICO
AGOSTO 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.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala por brindarme el espacio y las herramientas para mi formación profesional.

A mi directora de tesis la Mtra. Saharay Gabriela Cruz Miranda, por haberme aceptado desde el primer proyecto incluso cuando yo no poseía el conocimiento necesario para iniciar en el mundo de los insectos, gracias por su guía, paciencia, supervisión y apoyo durante estos años.

A mis sinodales el Mtro. Sergio Stanford, la Mtra. Marcela Ibarra, el Biól. Ricardo Medina y el Dr. Raymundo Montoya, por su tiempo, sugerencias y observaciones.

A la Colección de Artrópodos de la FESI, por la disponibilidad del espacio a favor del desarrollo académico y profesional de la comunidad.

DEDICATORIAS

A mis padres Lourdes y Salomón, por sus sacrificios, su paciencia, las reprimendas, por siempre motivarme e impulsarme a seguir adelante para concluir mis proyectos y metas, por su apoyo incondicional el cual me permite realizarme y crecer como persona.

A Jani y Moni por todas las veces que tuvieron que escucharme dar pequeños discursos y explicaciones ajenas a lo cotidiano, porque a pesar de que los fastidié con nombres y datos “extraños” despertó aún más su curiosidad y me apoyaron.

A mis amigos, a quienes conocí en distintas etapas de la carrera, tuvieron la entereza de tolerar mis peores momentos, pero también de hacer tantas locuras conmigo, por los trabajos en equipo que fracasaron y en los que también triunfa(re)mos: Jonh, Angie, Dani, Kevin, Metz y Cesar.

A mi mejor amiga Fabi por ser un gran soporte y compartir conmigo la misma pasión y visión del mundo de los insectos, ¡Patines y naturaleza!

Contenido

Resumen	1
Introducción	2
Antecedentes	9
<i>Acervos Entomológicos Institucionales</i>	9
<i>Coleópteros Depositados en la CAFESI</i>	10
<i>Entomofauna del Municipio de Xicotepec, Puebla</i>	11
Justificación	12
Objetivos	13
Descripción del Área de Estudio	14
<i>Clima</i>	15
<i>Edafología</i>	15
<i>Hidrografía</i>	15
<i>Orografía</i>	16
<i>Vegetación</i>	16
Materiales y Método	17
Resultados y Discusión	22
<i>Coleópteros 2015</i>	22
<i>Coleópteros 2016</i>	25
<i>Coleópteros 2017</i>	26
<i>Coleópteros 2018</i>	27
<i>Abundancia de familias de 2015-2018</i>	30
<i>Abundancia de coleópteros terrestres y acuáticos 2015-2018</i>	33
<i>Coleópteros acuáticos 2015</i>	34
<i>Coleópteros acuáticos 2016</i>	34
<i>Coleópteros acuáticos 2017</i>	35
<i>Coleópteros acuáticos 2018</i>	36
<i>Evaluación del estado de conservación (Nivel curatorial)</i>	39
Conclusiones	41
Comentarios y sugerencias	42
Literatura Citada	43

Índice de figuras

Figura 1. Tagmosis general de un coleóptero en vista lateral.....	5
Figura 2. Esquema vista dorsal de un coleóptero.....	5
Figura 3. Esquema ciclo de vida de los coleópteros.....	6
Figura 4. Tipos de larvas.....	7
Figura 5. Localización del área de Xicotepec, Puebla	14
Figura 6. Plantilla base empleada en etiquetas de datos para los frascos individuales....	18
Figura 7. Ejemplo formación del ID (catálogo) para los frascos individuales.....	19
Figura 8. Plantilla base empleada en etiquetas de datos para los frascos por familia.....	20
Figura 9. Ejemplo formación del ID (catálogo) para los frascos por familia.....	21

Índice de cuadro y gráficas

Cuadro 1. Catalogación de las 29 familias colectadas en Xicotepec de 2015 a 2018.....	23
Gráfica 1. Abundancia relativa por Familia recolectados de 2015 a 2018.....	24
Gráfica 2. Abundancia relativa de coleópteros recolectados en 2015.....	29
Gráfica 3. Abundancia relativa de coleópteros recolectados en 2016.....	33
Gráfica 4. Abundancia relativa de coleópteros recolectados en 2017.....	39
Gráfica 5. Abundancia relativa de coleópteros recolectados en 2018.....	25
Gráfica 6. Proporción de las 29 familias depositadas en la CAFESI.....	29
Gráfica 7. Abundancia relativa de coleópteros terrestres y acuáticos 2015 a 2018	26
Gráfica 8. Abundancia relativa de coleópteros terrestres y acuáticos de 2015	35
Gráfica 9. Abundancia relativa de coleópteros terrestres y acuáticos de 2016	27
Gráfica 10. Abundancia relativa de coleópteros terrestres y acuáticos de 2017	36
Gráfica 11. Abundancia relativa de coleópteros terrestres y acuáticos de 2018	28

Resumen

Las colecciones biológicas se definen como repositorios que representan el patrimonio natural de una región o país, se constituyen por medio de inventarios que implican la recolección de especímenes, su identificación y preservación mediante distintos procesos curatoriales, así como de su mantenimiento. La Facultad de Estudios Superiores Iztacala es una de las instituciones dentro del registro nacional que cuenta con una colección de artrópodos (CAFESI). De la sección entomológica se revisaron y catalogaron un total de 2,420 organismos del orden Coleoptera preservados en líquido, los cuales fueron recolectados en Xicotepec de Juárez Puebla, durante los meses de septiembre y octubre (2015, 2016) y de febrero a abril (2017, 2018). Estos ejemplares se determinaron a nivel de familia, obteniendo un total de 29; Staphylinidae (44%), Nitidulidae (13%), Chrysomelidae (13%) y (9%) fueron las familias con mayor cantidad de organismos: se contabilizaron 1,076, 322, 313 y 224 individuos correspondientemente.

Por otro lado, Anthribidae (0.1%), Cucujidae (0.1%), Dytiscidae (0.1%), Erotylidae (0.1%), Noteridae (0.04%) y Oedemeridae (0.04%) contaron con 2, 2, 3, 2, 1 y 1 ejemplar respectivamente. El porcentaje de las 29 familias con relación al total de la diversidad de la coleoptero fauna reportada corresponden al 25.4% con respecto a nuestro país, al 22.48% en contraste con Latinoamérica y al 17.57% a nivel mundial. El 76% de los organismos son de hábitos terrestres, mientras que el 21% restante se desarrolla en el medio acuático. A partir de la catalogación del material biológico, se generó una base de datos a fin de continuar con su actualización u otros propósitos didácticos o científicos. Al momento de iniciar el proyecto, el material entomológico se encontró en el Nivel 3 y posterior al proceso de curación, determinación y catalogación alcanzaron el Nivel 6, de acuerdo con el Índice de Salud de las Colecciones propuesto por McGinley en 1993, y modificado por Fernández *et al.*, 2005.

Introducción

La curiosidad es un comportamiento natural evidente en muchas especies animales, entre ellas el hombre, quien impulsado por este instinto se ha dedicado a recolectar objetos de diversa índole ordenándolos bajo su propio criterio sistematizado con el fin de conocer su entorno, comprenderlo o por la simple fascinación de la belleza natural.

El origen y evolución de las colecciones biológicas es retomada por muchos autores desde la época Greco-romana, ya que consideran a Aristóteles (384-322 a.C.) como el primer naturalista, quien diseñó un sistema de clasificación para organismos que perduró por muchos siglos. Además, dicho autor enviaba a sus estudiantes a campo con el objetivo de recolectar ejemplares para su museo (Simmons & Muñoz-Saba, 2005; González-Fernández, 2013).

Las colecciones biológicas se definen como repositorios (ya sean museos de historia natural, herbarios, jardines botánicos, zoológicos, recursos energéticos, etc.) que representan el patrimonio natural de una región o país, los cuales se constituyen por medio de inventarios que implican la recolección de especímenes, su descripción, identificación y preservación por medio de distintos procesos curatoriales. Cada ejemplar posee la cualidad de ser único, sin embargo, adquiere mayor valor cuando forma parte de un conjunto del acervo, ya que, al representar un registro permanente, detallan la vida pasada y presente del planeta y de su ocurrencia en un lugar y tiempo espacial (Plascencia *et al.*, 2011; Trujillo-Trujillo *et al.*, 2014).

La riqueza de este patrimonio se basa en la representatividad taxonómica de las especies, sin embargo, también depende de su constitución en cuanto a las condiciones físicas de los ejemplares, la cantidad, calidad, exactitud y amplitud de los datos tomados,

las técnicas y materiales empleados, así como de su mantenimiento (Llorente-Bousquets y Castro-Gerardino, 2002).

Se considera que estos repositorios biológicos son uno de los acervos más completos de la biodiversidad, además, generan un gran impacto en la investigación científica al contribuir en programas y actividades de educación ambiental, de conservación, desarrollo sustentable, así mismo se desempeñan como un instrumento en la definición de estrategias de conservación, pues al tener una perspectiva clara de la riqueza biológica que posee un territorio, será menos complicado identificar lo que se está perdiendo (Plascencia *et al.*, 2011; Palomera-García *et al.*, 2015).

La biota de México está parcialmente inventariada debido a su extensa diversidad biológica, de ahí la necesidad y la importancia de contar con instituciones nacionales que promuevan su conservación, por ejemplo, mediante el aumento en el número de colecciones biológicas, así como la promoción de la eficiencia en el manejo de la información recopilada en bases de datos (Plascencia *et al.*, 2011).

Un caso especial es el de los repositorios entomológicos, los cuales han sido trascendentales en las últimas décadas debido a la crisis de la biodiversidad y el tráfico de especies por el valor cultural de algunos grupos taxonómicos y su relevancia ecológica (Pérez, 2013). De acuerdo con la CONABIO, actualmente se tiene el registro de 245 instituciones nacionales en las que se resguardan 735 colecciones biológicas, de estas 57 son entomológicas y sólo 21 pertenecen al orden Coleoptera (CONABIO, 2017).

La Facultad de Estudios Superiores Iztacala es una de las instituciones dentro del registro nacional que cuenta con una colección de artrópodos (CAFESI). Este proyecto se inició en 1983 con la finalidad de servir como apoyo docente durante los cursos de zoología, en donde los ejemplares resguardados provienen de las recolecciones realizadas por

investigadores y alumnos de diversas asignaturas de la carrera de Biología, siendo constantemente sometidos a procesos de curación, identificación y catalogación.

Esta colección fue registrada en 2015 ante la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) bajo la clave DF- CC- 294-15. Actualmente se divide en 4 secciones: acarológica, aracnológica, carcinológica y entomológica (Hernández-Zapata *et al.*, 2007).

Es en esta última sección se abrieron dos líneas de investigación: la primera se inauguró en 1986, la cual se enfocó en el estudio de insectos acuáticos como indicadores de la calidad del agua de ríos y tres años después se abre la segunda línea dirigida a la entomofauna necrófila (López, 2011). Asimismo, entre sus acervos más importantes se incluye la colección del orden Coleoptera, conformada activamente desde hace 15 años (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2016).

Los coleópteros, generalmente conocidos como escarabajos, se caracterizan por ser uno de los grupos animales más ricos en especies pertenecientes a la clase de los insectos, dominan casi cualquier hábitat siendo incluso acuáticos, pero están ausentes en el agua marina abierta (De la Fuente, 1994). Su nombre proviene del griego *κολεός koleos*: «caja o estuche», *πτερον pteron*: «ala», es decir “alas en forma de estuche”, debido al par de alas modificadas y endurecidas llamadas élitros (Alonso-Zarazaga, 2015; CONABIO, 2012).

Este orden se diferencia del resto de los representantes de la clase Insecta por: ser holometábolos, presentar una fuerte esclerotización corporal, poseer aparato bucal masticador, un par de élitros o alas mesotorácicas modificadas (ausentes en algunas hembras), un par de alas torácicas membranosas con mecanismos de plegamiento

longitudinal y transversal, (figura 1 y 2); aunque en algunas especies no todos los caracteres son reconocidos o evidentes a primera vista (Alonso-Zarazaga, 2015).

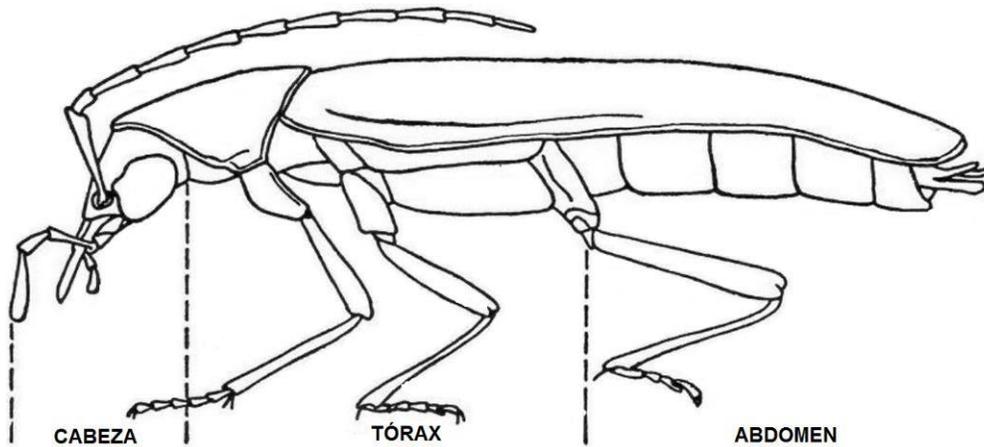


Figura 1. Tagmosis general de un coleóptero en vista lateral. Tomado y editado de Arnett & Thomas (2001).

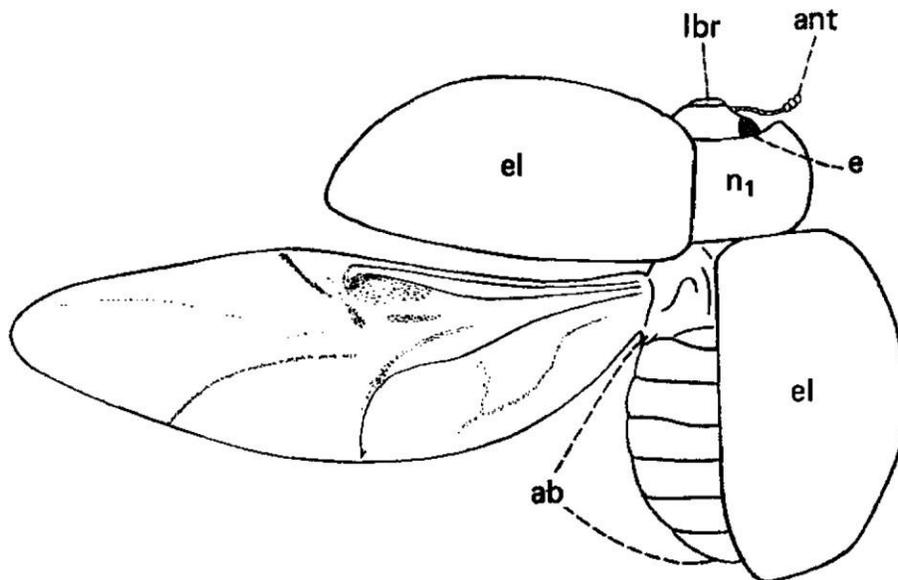


Figura 2. Esquema vista dorsal de un coleóptero; *ab*, abdomen; *ant*, antena; *e*, ojo compuesto; *el*, élitro; *abr*, labro; *n1*, pronoto. Tomado de Borrer *et al.* (2005).

Los coleópteros son holometábolos, es decir, presentan una metamorfosis completa, con estadios de huevo, larva, pupa e imago (figura 3) y una generación al año en la mayoría de las especies.

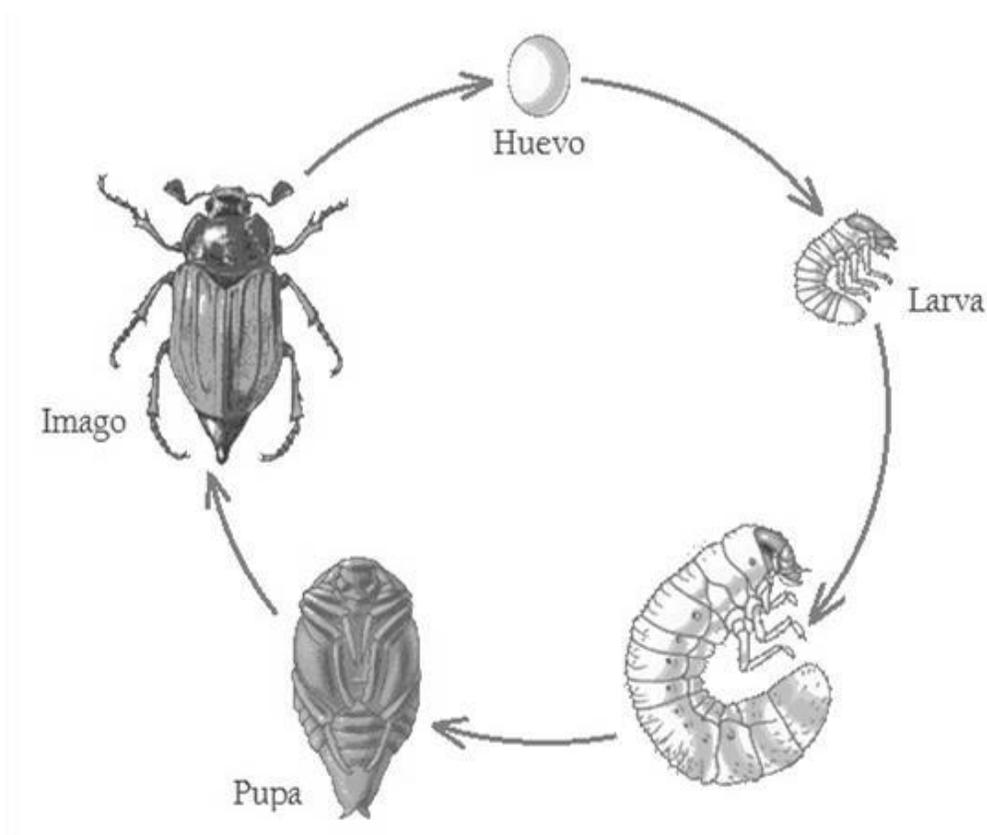


Figura 3. Esquema ciclo de vida general de los coleópteros (Tomado y modificado de Barnes, 1989).

Las larvas pasan por distintas fases separadas por mudas; en general tienen un aspecto muy diverso en los diferentes grupos, con base a su apariencia se catalogan principalmente en: campodeiformes con formas más primitivas, depredadoras activas, cabeza prognata y apéndices largos locomotores; eruciformes con larvas menos activas, patas cortas y cuerpo deprimido; vermiformes con cuerpo cilíndrico y apéndices locomotores cortos; y escarabeiformes larvas con forma de C y apéndices cortos (Figura 4) (Alonzo-Zarazaga, 2015).

Estas utilizan virtualmente casi cualquier sustrato como alimento, ya que al ser un grupo extenso existe una gran variabilidad en sus hábitos, desde depredadores, coprófagos, necrófagos, entre otros, predominando los fitófagos (Borror *et al.*, 2005).

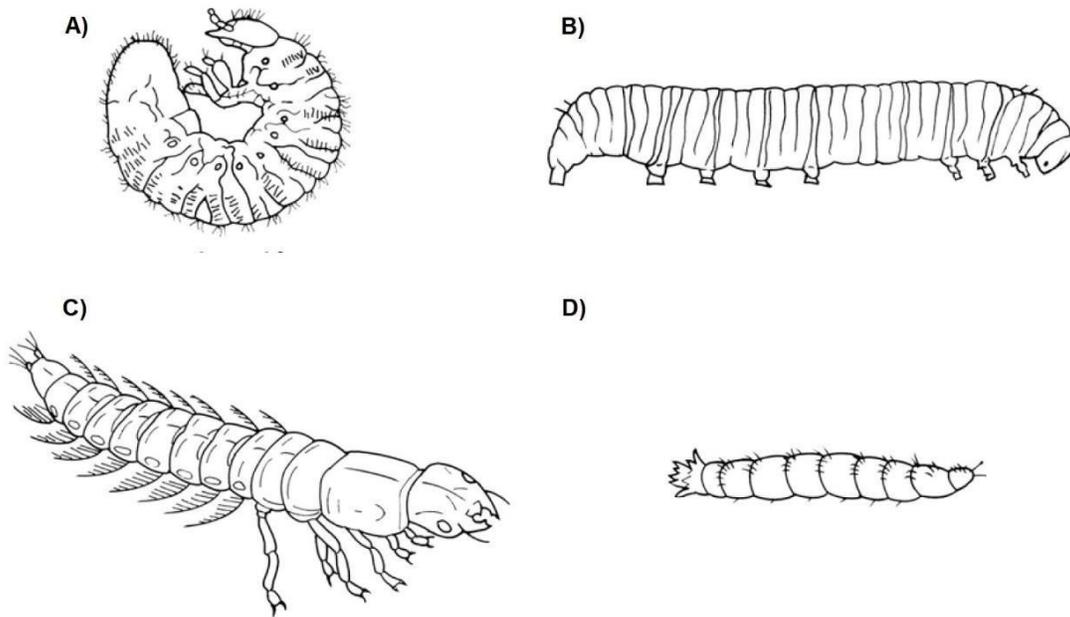


Figura 4. Tipos de larvas A) escarabeiforme B) eruciforme C) campodeiforme D) vermiforme (Tomado y modificado de Britannica, 2012).

Actualmente se conocen alrededor de 392,415 especies descritas, agrupadas en 166 familias a nivel mundial (Lawrence y Newton, 1995; Zhang, 2013); tan solo en México se reconocen 114 familias distribuidas principalmente en los estados de Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla y Veracruz (CONABIO, 2017; Deloya *et al.*, 2016).

El número de especialistas en nuestro país es considerablemente escaso debido a la complejidad y diversidad del orden, causa por la cual el grupo se ha inventariado de forma fragmentada en algunas entidades. Un ejemplo de ello son los coleópteros de Xicotepec de Juárez, Puebla, los cuales son poco conocidos, pues han sido estudiados esporádicamente y los investigadores han concentrado su interés en unas cuantas familias.

Con el fin de contribuir al conocimiento sobre la diversidad de los escarabajos en México, en el presente trabajo se realizó un listado taxonómico de coleópteros recolectados en los años 2015- 2018 en el municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla, y que están depositados en la Colección de Artrópodos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (CAFESI), UNAM.

Antecedentes

Hasta 2013 se habían reportado más de 40 colecciones entomológicas en México, las cuales se han dedicado a preservar, catalogar y actualizar su patrimonio. Tal es el caso de algunas que se ubican en universidades e instituciones.

Acervos Entomológicos Institucionales:

Márquez y Asiain (2000) trabajaron con un total de 5,664 organismos del orden Coleoptera resguardados en el Museo de Zoología Alfonso L. Herrera de la Facultad de Ciencias, UNAM. Los ejemplares pertenecen a 44 familias, de las cuales sólo 10 son las más significativas. Morelos es el estado mejor representado seguido por Veracruz, Hidalgo, Oaxaca y Guerrero.

Ordóñez (2005) estudió la composición de la colección coleoptereológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, la cual comprendió 1,260 especímenes adultos montados en alfiler, agrupados en 33 familias, de las cuales 20 estuvieron representadas por sólo cinco o menos especies.

Márquez (2009) realizó un escrito sobre los Tipos de la colección Coleoptera del Centro de Investigaciones Biológicas, UAEH (CC- UAEH), además, menciona que se encuentra bien representada por las familias Staphylinidae y Silphidae, seguidas de las cinco familias de Scarabaeoidea (Scarabaeidae, Melolonthidae, Lucanidae, Passalidae y Trogidae).

Ríos-Ibarra *et al.*, (2014) llevaron a cabo la captura de datos de ejemplares del orden Coleoptera montados en alfiler, depositados en la colección entomológica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), los cuales fueron identificados y

catalogados a nivel de familia, registrando un total de 8,646 individuos correspondientes a 30 familias, de las cuales 7 presentaron mayor número de representantes. Además, se evaluó el estado de conservación general de la colección, encontrándola en un estado aceptable.

Tapia-Rojas *et al.* (2017) reportaron un total de 23,394 especímenes que se albergan en la Colección Entomológica del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, los cuales pertenecen a 11 órdenes, 111 familias, 258 géneros y 533 especies. Los ejemplares provienen principalmente de los estados de Puebla, Guerrero, Morelos, Oaxaca, Tlaxcala y Veracruz. Además, los autores mencionan que más del 85% pertenecen al orden de los coleópteros y algunos duplicados se encuentran en la Colección Entomológica del Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz (IEXA).

Coleópteros Depositados en la CAFESI:

Hernández-Zapata *et al.*, (2007) curaron e inventariaron ejemplares del orden Coleoptera montados en seco, reportando un total de 6,451 especímenes adultos categorizados en 30 familias. Tuvieron mayor representatividad en 11 de las 29 entidades federativas de las que son originarios.

Flores (2009) presentó un estudio sobre coleópteros necrófilos recolectados en San Pablo Ixayoc, Texcoco, Estado de México. Capturó 6,092 organismos clasificados en 7 familias, 12 subfamilias y 31 géneros; preservados en alcohol al 70% y depositados en la CAFESI.

Hernández (2011) determinó 16,726 coleópteros a nivel de Familia, obteniendo un total de 28, trabajó la abundancia únicamente de organismos conservados en alcohol. Los individuos fueron procedentes de once estados de la República.

Jiménez-Sánchez *et al.* (2016) mostraron los resultados preliminares del proceso de catalogación del acervo coleoptereológico de la CAFESI. Categorizaron un total de 7,186 individuos en 22 familias, las cuales se recolectaron en 17 estados, principalmente del centro-sur de México.

Jiménez-Sánchez *et al.* (2017) elaboraron una lista de coleópteros depositados en la CAFESI. Incluye 10,277 organismos agrupados en 15 familias, 172 géneros y 570 especies. Los especímenes registrados fueron provenientes de 9 estados de la región centro-sur de México.

Entomofauna del Municipio de Xicotepec, Puebla:

Ibarra-González *et al.*, (2004) dieron a conocer la entomofauna necrófila de las familias Scarabaeidae, Silphidae, Staphylinidae e Histeridae en un gradiente altitudinal dentro de los municipios Pantepec, Xicotepec de Juárez y Zihuateutla, en Puebla. Capturaron un total de 5,756 organismos, siendo Staphylinidae la familia con mayor abundancia relativa (71%).

Arias-Del Toro *et al.* (2016) llevaron a cabo un estudio taxonómico de insectos acuáticos de los órdenes Coleoptera, Trichoptera y Megaloptera en 3 localidades del municipio de Xicotepec, Puebla. El grupo de los escarabajos fue el más abundante, con el 48.2% al obtener un total de 7 familias.

Beltrán-Villanueva *et al.* (2016) elaboraron un listado taxonómico de algunos artrópodos edáficos en dos localidades de Xicotepec. Se recolectaron aproximadamente 400 individuos distribuidos en 17 órdenes y 45 familias, de los cuales el orden que presentó mayor diversidad fue Coleoptera con un total de 10 familias obtenidas.

Justificación

México cuenta con más de 40 colecciones entomológicas que se esfuerzan constantemente por mantener su material actualizado, con la finalidad de ofrecer un inventario sobre la biodiversidad del país; de esta manera se protegerá nuestro acervo entomológico al permitir un mejor conocimiento de nuestro patrimonio biológico. Sin embargo, estos esfuerzos tienen cierto grado de deficiencia, ya que hasta este momento la información acerca de las colecciones y los especímenes que contienen está fragmentada.

Al igual que muchos repositorios institucionales, la Colección de Artrópodos de la FES Iztacala presenta limitaciones, como lo es el resguardo de organismos en grandes cantidades, debido a que constantemente se ingresan sin ser estudiados previamente, pues la mayoría de las veces se almacena lo que los expertos no necesitan, por lo que el material no llega a ser determinado, ordenado ni catalogado.

Tenemos el compromiso con el país y el mundo de mostrar la diversidad biológica que poseemos, además de que podemos hallar más recursos humanos por medio de la difusión del trabajo que se hace en las colecciones.

Por ello, si la información de las colecciones entomológicas es catalogada de manera adecuada y cuidadosa, sin duda alguna será una herramienta imprescindible para el intercambio de información, así como de ejemplares entre las colecciones mexicanas, permitiendo a los especialistas elaborar mejores inventarios, además de ser un recurso indispensable para las actividades y programas dirigidos a la conservación nacional.

Objetivos

Objetivo general

- Determinar y catalogar a nivel de familia los ejemplares del orden coleóptera preservados en líquido, de Xicotepec de Juárez, Puebla (2015-2018), depositados en la CAFESI-UNAM.

Objetivos particulares

- Determinar la abundancia relativa general y anual de los coleópteros de Xicotepec, Puebla (2015-2018) de la CAFESI-UNAM.
- Conocer la abundancia relativa de las familias de coleópteros terrestres y acuáticos de Xicotepec de Juárez (2015-2018).
- Establecer el nivel de salud curatorial inicial del material entomológico con base en el índice de gestión de las colecciones de McGinley (1993) y modificado por Fernández *et al.*, 2005.
- Evaluar el nivel de salud curatorial en el que se deja el material entomológico de acuerdo con el índice de gestión de las colecciones de McGinley (1993) y modificado por Fernández *et al.*, 2005.

Descripción del Área de Estudio

Xicoteppec de Juárez es la cabecera municipal y es uno de los 217 municipios que conforman al estado de Puebla. Se localiza dentro de la Sierra norte de Puebla que pertenece a la Sierra Madre Oriental. Sus coordenadas geográficas son 20° 16' 33" latitud norte y 97° 57' 29" longitud oeste, con una altitud de 1,162 msnm. Cuenta con una superficie de 313.489 Km². Colinda al norte con los municipios de Tlacuilotepec y Jalpan; al este con el estado de Veracruz-Llave y el municipio de Zihuateutla; al sur con los municipios de Zihuateutla, Juan Galindo y Huachinango, y al oeste con Huachinango y Tlacuilotepec (figura 5) (INEGI, 2016).

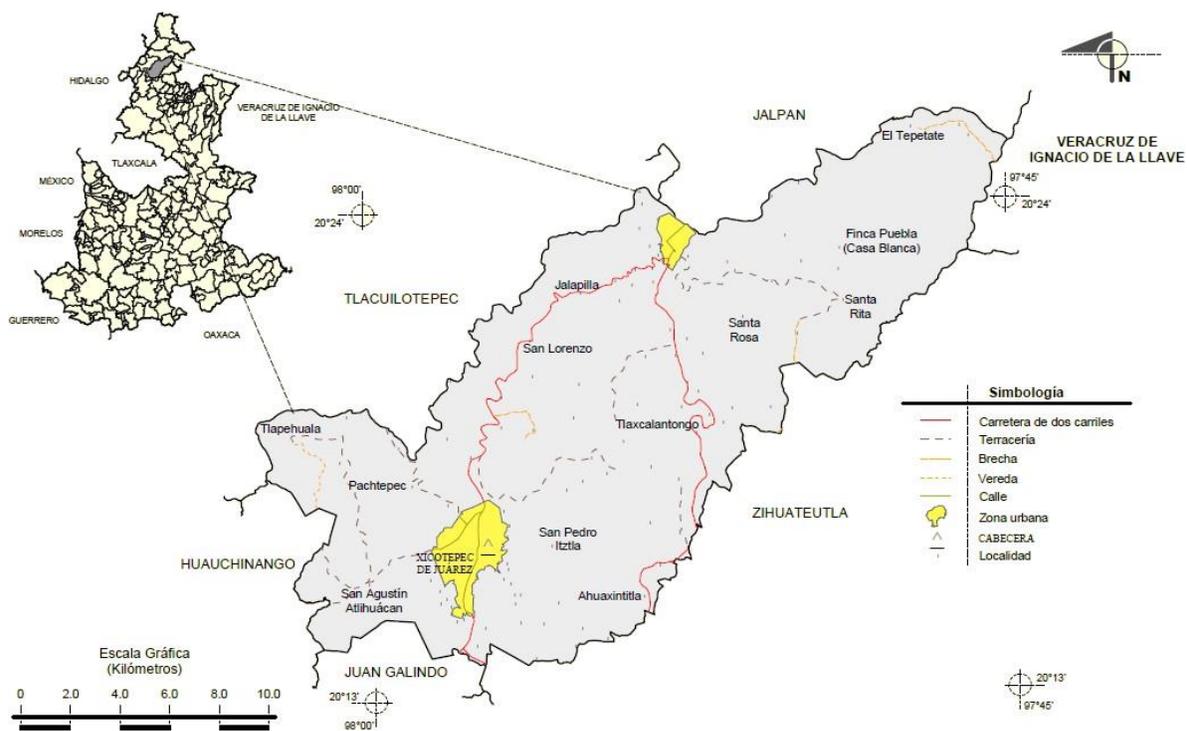


Figura 5. Localización del municipio de Xicoteppec, Puebla (INEGI, 2009).

Clima

Se aprecia la transición de los climas templados de la Sierra norte a los cálidos del declive del Golfo, con la predominancia de dos climas: semicálido-húmedo (83%) con una temperatura media anual mayor de 18°C y temperaturas entre -3°C y 18°C durante los meses más fríos; presenta lluvias todo el año, sin embargo, la precipitación durante el mes más seco es mayor de 40 mm, mientras que la lluvia invernal con respecto a la anual se encuentra en un porcentaje entre el 10.2% y 18%. Clima cálido-húmedo (17%) con temperatura media anual mayor de 22°C y mayor de 18°C durante los meses más fríos; la lluvia invernal es menor de 18% con respecto a la anual y en el mes más seco es mayor de 60 mm (INEGI, 2016; SEDESOL, 2013).

Edafología

Suelo dominante: Cambisol (34%), Phaeozem (34%), Acrisol (15%), Regosol (5%), Vertisol (4%), Leptosol (4%) y Luvisol (1%) (INEGI, 2016).

Hidrografía

La vertiente está formada por distintas cuencas parciales de los ríos que desembocan en el Golfo de México. Los ríos más importantes son: el San Marcos, el cual limita Tlacuilotepec y Jalpan recorriendo el norte del municipio de oeste a este, en este convergen los ríos Santa Luz, Amixtlán, El Metate y Noche Oscura que a su vez desembocando en el Golfo; el río Necaxa, en cual desemboca el arroyo Sucio. Cuenta con numerosos arroyos intermitentes, de los cuales los más importantes son: el Apatlauco, el Cilima, el Xolintla, el Nextlalpan, el Magdalena y el Tlaxcalantongo.

Orografía

Está compuesta principalmente por la zona accidentada que abarca el 90% de la superficie del municipio, el 10% restante lo abarca la zona semi-plana al noroeste, en la planicie costera del Golfo de México. Los cerros Xicotepec, Mextlepec y Cacalotépetl circundan la cabecera del municipio al norte, al sur y al noroeste respectivamente (INEGI, 2009).

Vegetación

A pesar de que la mayor parte del territorio ha perdido su vegetación natural, se conforma por selva alta perennifolia secundaria, pastizal cultivado e inducido, bosque mesófilo de montaña y bosque de encino y pino-encino.

Materiales y Método

Para la realización del proyecto se trabajó con coleópteros depositados en la Colección de Artrópodos de la FES Iztacala, los cuales fueron recolectados en el Municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla, durante los años de 2015 a 2018; los individuos están preservados en frascos viales con alcohol etílico al 70%.

Se hizo una evaluación general del material, valorando las condiciones en las que se hallaron, de esta manera se omitieron los ejemplares deteriorados, principalmente por aparición de hongos o la ausencia de estructuras. Los datos geográficos, biológicos y sistemáticos de los especímenes fueron vaciados en la bitácora y posteriormente se capturaron en la base de datos generada en una hoja de cálculo en el programa de Excel© 2013. Previo a la etapa de determinación taxonómica y de curación, se registró el nivel curatorial en el que se recibió el material entomológico con base al Índice de gestión de las colecciones biológicas propuesto por McGinley (1993) y modificado por Fernández *et al.*, en 2005.

La determinación taxonómica se realizó a nivel de familia con ayuda de las claves de Arnett & Thomas (2001), Arnett *et al.* (2002) y Borror *et al.* (2005). Cada ejemplar se manejó con apoyo de pinzas de relojero #5, pinceles del 0 y 00 sobre una caja de Petri, de esta manera se pudieron observar bajo el microscopio estereoscópico marca Zeiss, con la ayuda de una fibra óptica con luces movibles, los cuales facilitaron la observación de estructuras claves para la determinación. Para precisar los hábitats terrestres y acuáticos de los individuos, se corroboraron los datos de recolección con los hábitos, hábitats y distribución que especifican las claves de determinación, además de los caracteres anatómicos externos para la identificación de los especímenes.

Los datos obtenidos de la determinación se actualizaron en la base de datos de Excel; a partir de esta base se analizó la abundancia relativa general, las familias con mayor y menor número de representantes, así como la abundancia de organismos acuáticos y terrestres.

Las etiquetas de datos se sustituyeron en todos los ejemplares, ya que en la mayoría de estos se encontraron datos ilegibles, escritos con tinta corriente, etiquetas incompletas o rotas. Estas se elaboraron en el programa Word© 2013 por medio del comando combinación de correspondencia, empleando una plantilla de datos utilizada dentro de la CAFESI (Figura 6).

ID (CATÁLOGO) PAÍS, Estado, Municipio, Localidad Latitud, Longitud Altitud Día-Mes-Año de recolecta Nombre recolector	ID (CATÁLOGO) Técnica de recolecta Vegetación Hábitat	ID (CATÁLOGO) Clase: Insecta Orden: Coleoptera Familia: Género: Especie: Determinó:	ID (CATÁLOGO) TOTAL ORG.	C A F E S I U N A M
---	---	--	---	--

Figura 6. Plantilla base empleada en la elaboración de etiquetas de datos para los frascos individuales.

El ID de identificación de cada frasco está compuesto por 15 símbolos alfanuméricos, estos ID se obtuvieron de la siguiente manera: las primeras 3 letras corresponden a las iniciales del recolector, iniciando por el nombre y los apellidos; los siguientes cuatro números representan el año de recolección del material biológico; las dos iniciales posteriores designan el nombre de quien realiza la captura de la base de datos y el nombre del proyecto; finalmente los últimos seis números se asignan al catálogo permanente de cada ejemplar (Figura 7).

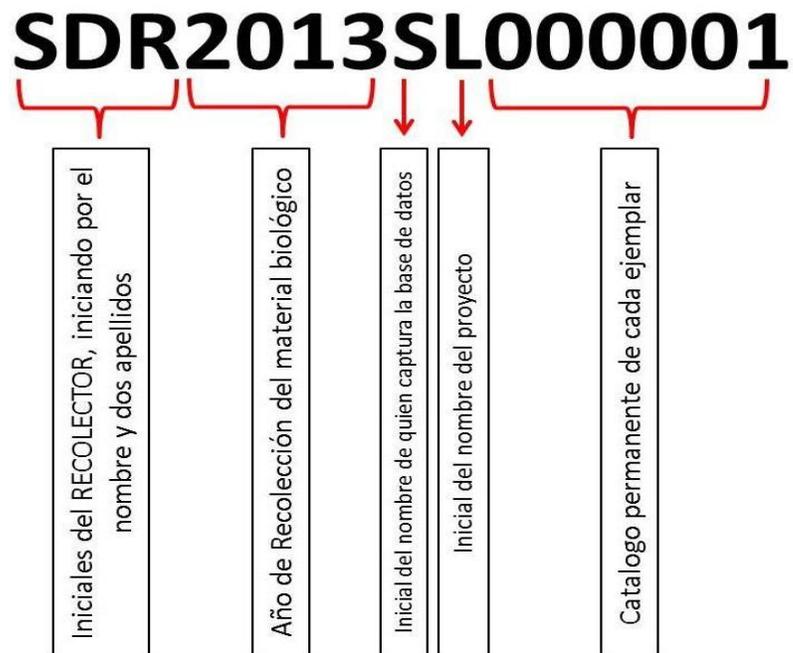


Figura 7. Ejemplo formación del ID (catálogo) para la etiqueta de datos para los frascos individuales.

Durante el cambio de etiquetas se realizó la limpieza de los frascos viales reemplazando el alcohol en mal estado (amarillento, espeso o visiblemente echado a perder, ya que en algunos de estos el alcohol se había evaporado o contenía partículas ajenas a los ejemplares los cuales podrían perjudicar su preservación.

Una vez terminado el trabajo de limpieza y cambio, se separaron por familia y fueron colocados en frascos de plástico liso de ½ galón con su respectiva etiqueta (Figura 8).

País, Estado , Municipio, Localidad	C A F E S I U N A M
Día-Mes-Año	
Nombre completo autor proyecto	
Orden: COLEOPTERA Familia:	
ID (CATÁLOGO)	

Figura 8. Plantilla base empleada en la elaboración de etiquetas de datos para los frascos por familia.

El ID de identificación para los frascos por familia está compuesto por 14 símbolos alfanuméricos: la primera letra corresponde al nombre del taxón; seguido de tres iniciales que designan el nombre de la familia; a continuación se coloca la inicial del nombre de la localidad donde se realizó la recolección; los cuatro números representan el año de recolección del material biológico; dos iniciales posteriores definen el nombre de quien está a cargo de la captura de la base de datos y el nombre del proyecto; se finaliza con los tres números que asignan al catálogo permanente de cada ejemplar (Figura 9).

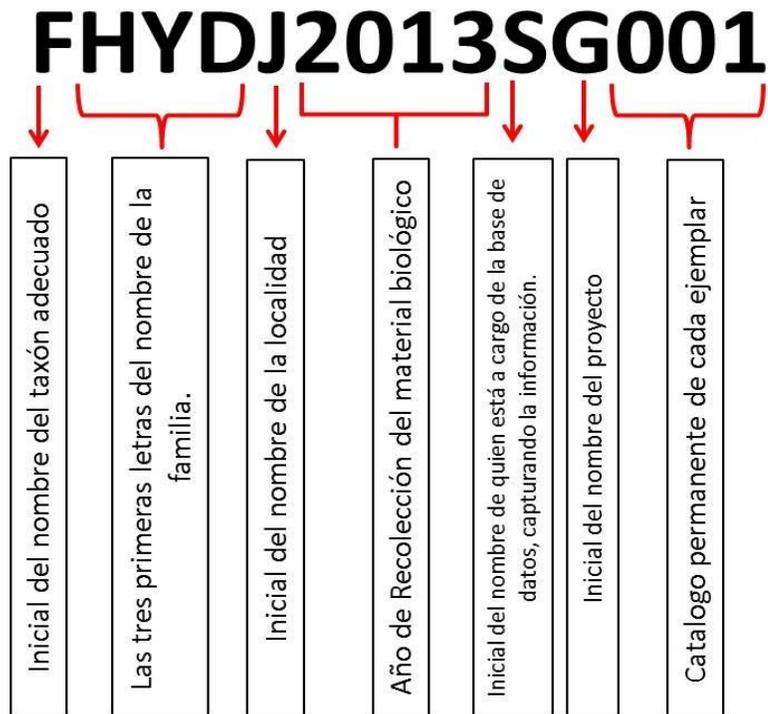


Figura 9. Ejemplo formación del ID (catálogo) para la etiqueta de datos para los frascos por familia.

Finalmente, con la modificación de Fernández *et al.* (2005) basado en el índice de McGinley (1993) se determinó el nivel curatorial en el que quedó el material revisado (2015-2018), depositados en la CAFESI.

Resultados y Discusión

Se revisaron y catalogaron un total de 2,420 ejemplares del orden Coleoptera preservados en líquido, recolectados en Xicotepec de Juárez Puebla, de 2015 a 2018 durante los meses de septiembre y octubre (2015, 2016) y de febrero a abril (2017, 2018).

Los especímenes se determinaron a nivel de familia, obteniendo un total de 29, pertenecientes a 9 superfamilias, 4 infraórdenes y 2 subórdenes (Cuadro 1).

Las familias con mayor abundancia fueron Staphylinidae (44%), Chrysomelidae (13%), Nitidulidae (13%), Scarabaeidae (9%) y Curculionidae (8%), que juntas conforman el 87% del total de ejemplares; en contraste, Anthribidae (0.1%), Cucujidae (0.1%), Dytiscidae (0.1%), Erotylidae (0.1%), Noteridae (0.04%) y Oedemeridae (0.04%) contaron con al menos 1 organismo y máximo 2. Respecto a las 19 familias restantes, están representadas con al menos 5 individuos y máximo 50 (Gráfica 1).

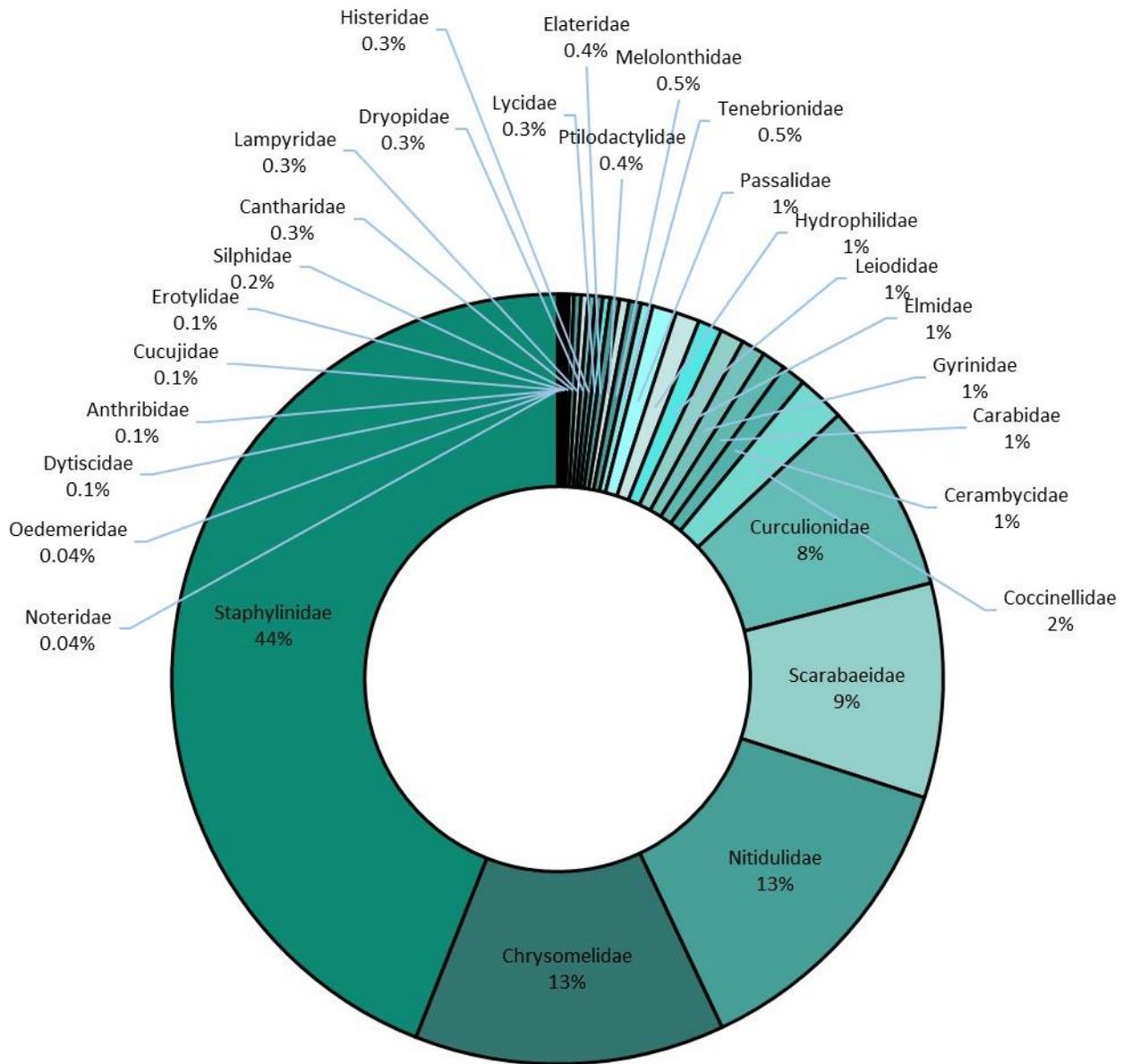
A continuación, se presenta de manera desglosada la abundancia relativa obtenida por año:

Coleópteros 2015

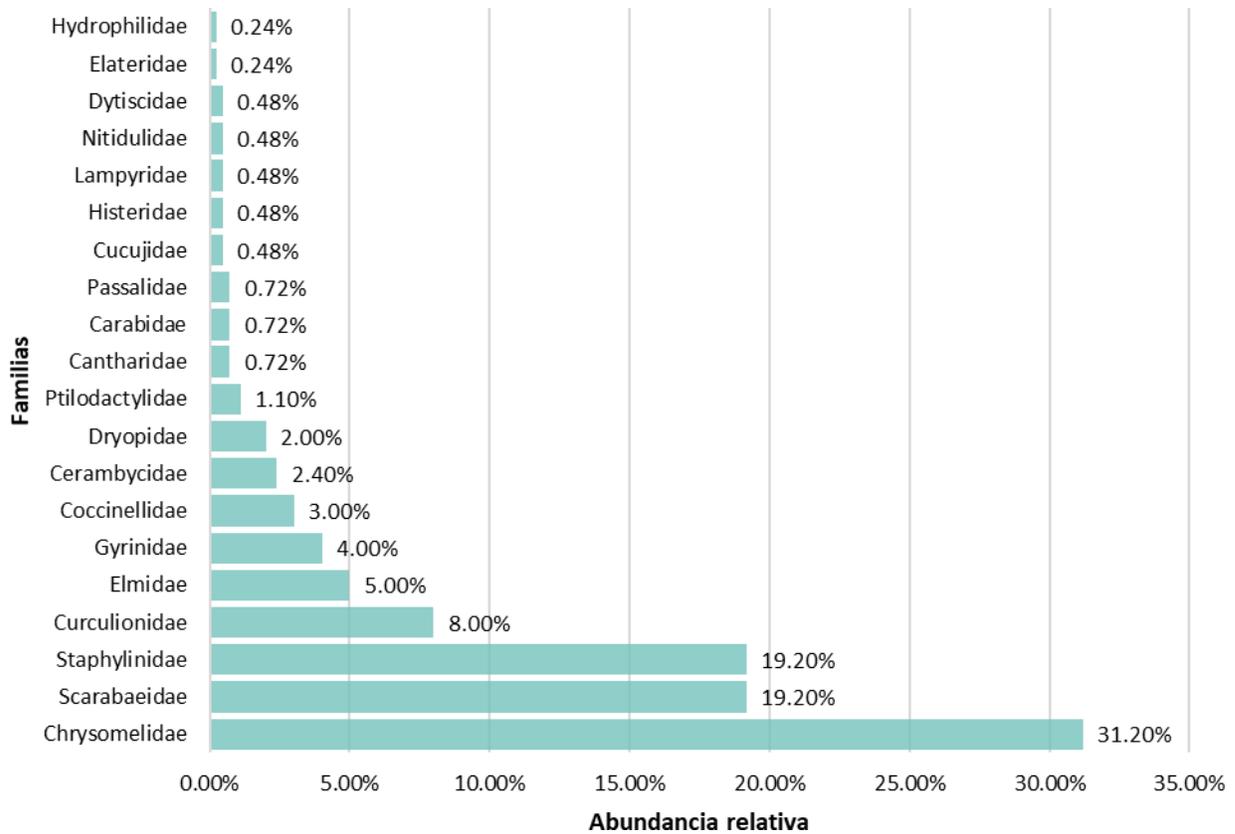
En 2015 se recolectaron 415 organismos en los meses de septiembre y octubre, estas muestras se catalogaron en 20 familias, siendo Chrysomelidae (31.20%), Scarabaeidae (19.20%) y Staphylinidae (19.20%) los grupos con mayor número de representantes. Por otro lado, se obtuvieron de 1 a 2 individuos para cada uno de los siguientes taxones: Cucujidae (0.48%), Histeridae (0.48%), Lampyridae (0.48%), Nitidulidae (0.48%), Dytiscidae (0.48%), Elateridae (0.24%) e Hydrophilidae (0.24%) (Gráfica 2).

Cuadro 1. Catalogación de las 29 familias recolectadas en Xicotepec (2015-2018). Autor: Sánchez-Marín E., con base a la clasificación del orden Coleoptera (Linnaeus 1758) de Arnett & Thomas (2001) y Cherman & Morón (2014).

Suborden	Infraorden	Superfamilia	Familia
Adephaga Schellenberg 1806			Carabidae Latreille 1802
			Gyrinidae Latreille 1810
			Noteridae Thomson 1860
Polyphaga Emery 1886	Staphyliniformia Lameere 1900	Hydrophiloidea Latreille 1802	Dytiscidae Leach 1815
			Hydrophilidae Latreille 1802
			Histeridae Gyllenhal
		Staphylinoidea Latreille 1802	Leiodidae Fleming 1821
			Silphidae Latreille 1807
			Staphylinidae Latreille 1802
	Scarabaeiformia Crowson 1960	Scarabaeoidea Latreille 1802	Passalidae Leach 1815
			Scarabaeidae Latreille 1802
			Melolonthidae Leach 1819
	Elateriformia Crowson 1960	Byrrhoidea Latreille 1804	Elmidae Curtis 1830
			Dryopidae Billberg 1820
			Ptilodactylidae Laporte 1836
			Elateridae Leach 1815
			Lycidae Laporte 1836
	Cucujiformia Lameere 1938	Cucujoidea Latreille 1802	Lampyridae Latreille 1817
Cantharidae Imhoff 1856			
Nitidulidae Latreille 1802			
Cucujidae Latreille 1802			
Erotylidae Latreille 1802			
Coccinellidae Latreille 1807			
Tenebrionoidea Latreille 1802			Tenebrionidae Latreille 1802
Chrysomeloidea Latreille 1802	Oedemeridae Latreille 1810		
	Cerambycidae Latreille 1802		
	Chrysomelidae Latreille 1802		
Curculionoidea Latreille 1802	Anthribidae Billberg 1820		
	Curculionidae Latreille 1802		



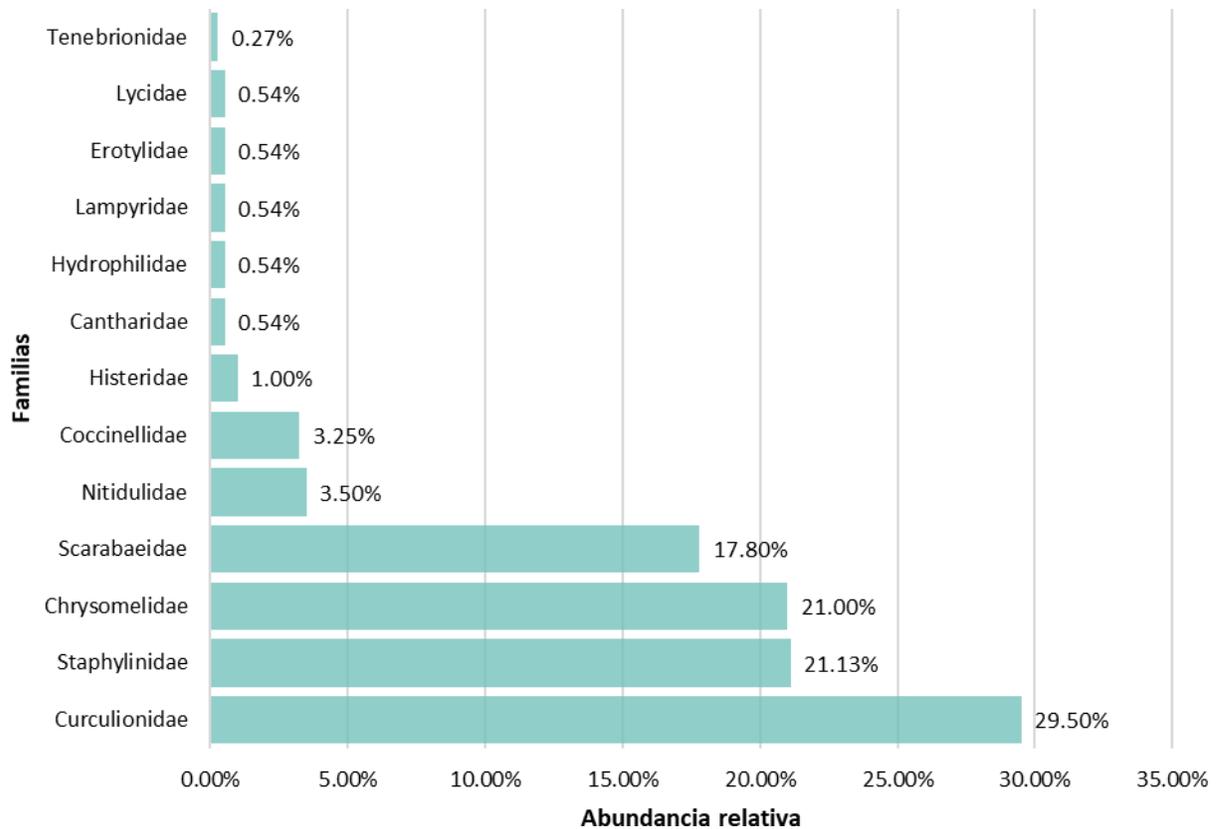
Gráfica 1. Abundancia relativa por Familia recolectados de 2015 a 2018.



Gráfica 2. Abundancia relativa de coleópteros recolectados en septiembre y octubre 2015.

Coleópteros 2016

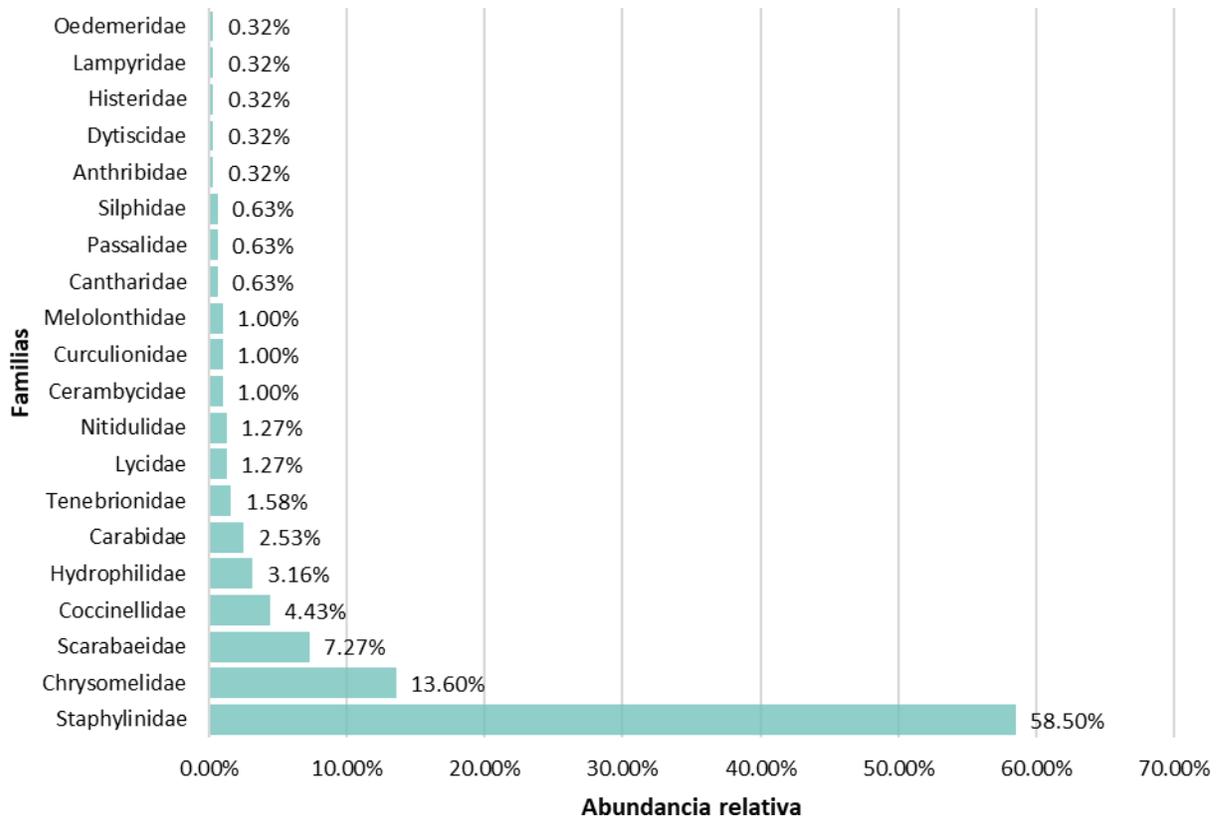
En 2016 se obtuvieron 369 individuos recolectados durante los meses de septiembre y octubre; se catalogaron en 13 familias, de las cuales Curculionidae (29.50%), Staphylinidae (21.13%), Chrysomelidae (21.00%) y Scarabaeidae (17.80%) fueron los taxones con mayor abundancia. En cambio, Cantharidae, Hydrophilidae, Lampyridae, Erotylidae y Lycidae contaron con 2 ejemplares cada uno (0.54%); únicamente se contabilizó un individuo correspondiente a Tenebrionidae (0.27%) (Gráfica 3).



Gráfica 3. Abundancia relativa de coleópteros recolectados en septiembre y octubre 2016.

Coleópteros 2017

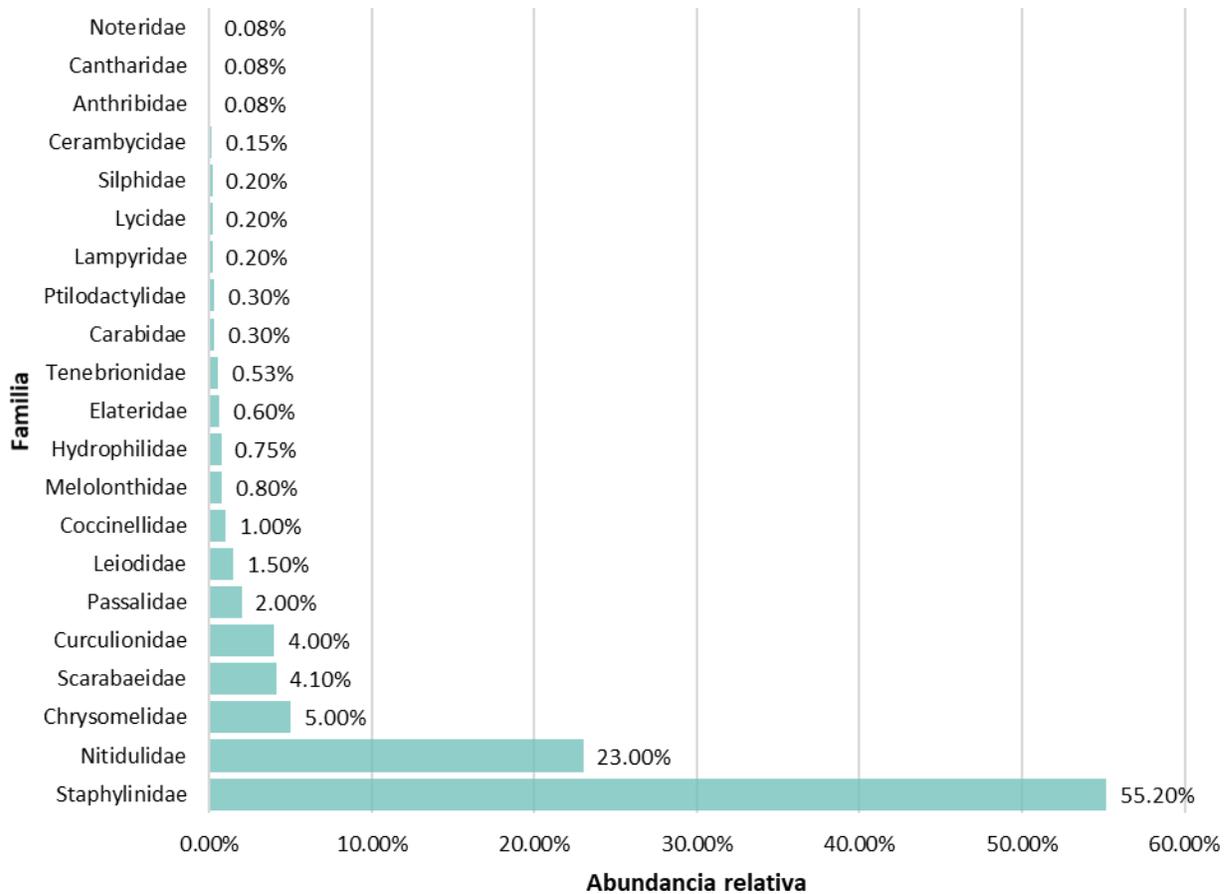
Durante 2017, las recolecciones se llevaron a cabo en los meses de febrero, marzo y abril. Se obtuvieron un total de 316 individuos correspondientes a 20 familias; los grupos con mayor abundancia fueron Staphylinidae, el cual comprendió más de la mitad de las muestras con el 58.50%, posteriormente Chrysomelidae (13.60%) y Scarabaeidae (7.27%). Por otra parte, el conjunto de las familias Anthribidae, Dytiscidae, Histeridae y Oedemeridae engloban el 1.60%, debido a que se encontró 1 organismo de cada grupo taxonómico, es decir, el 0.32% para cada uno (Gráfica 4).



Gráfica 4. Abundancia relativa de coleópteros recolectados en febrero, marzo y abril 2017.

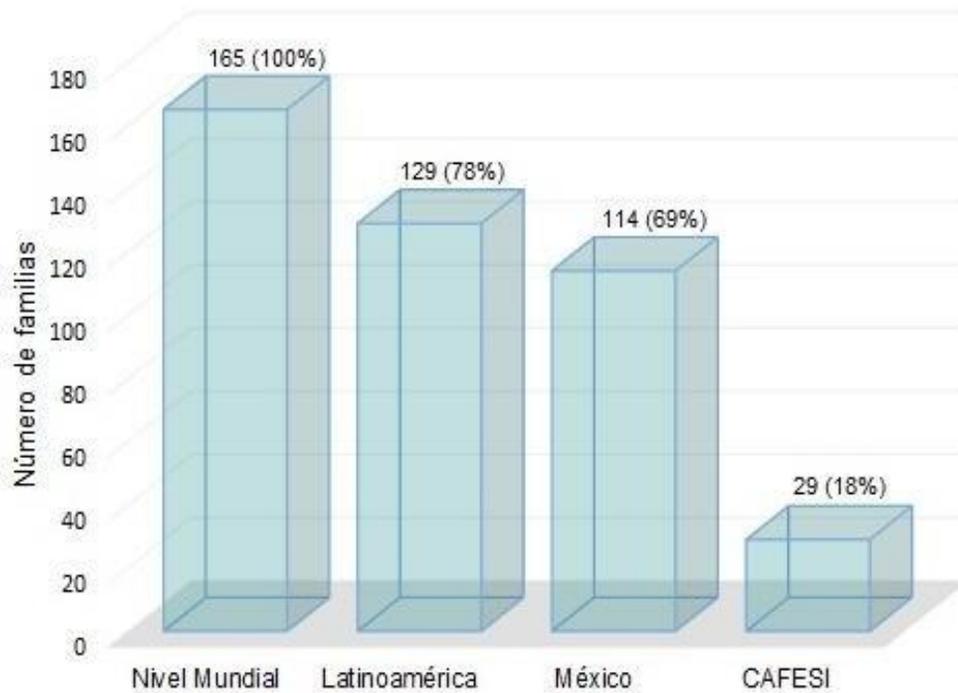
Coleópteros 2018

Finalmente, en 2018 las recolecciones se realizaron durante los meses de febrero, marzo y abril, obteniendo un total de 1,320 ejemplares correspondientes a 21 familias, de las cuales Staphylinidae (55.20%) y Nitidulidae (23%) tuvieron una abundancia mayor con respecto a los dieciocho taxones restantes. Anthribidae (0.08%), Cantharidae (0.08%) y Noteridae (0.08%) contaron con 1 ejemplar cada una (Gráfica 5).



Gráfica 5. Abundancia relativa de coleópteros recolectados en febrero, marzo y abril 2018.

De acuerdo con Navarrete-Heredia y Fierros López (2001) y con base a la clasificación de familias y subfamilias de coleópteros de Lawrence & Newton (1995), se han reportado 165 familias a nivel mundial, se conocen 129 en Latinoamérica y 114 en México (lo que equivale al 88.37% de las conocidas para Latinoamérica y al 69.09% mundial). Es decir, que las 29 catalogadas en el presente trabajo corresponden al 25.4% en relación con el total de la diversidad de familias conocidas en nuestro país, al 22.48% con respecto a Latinoamérica y 17.57% a nivel mundial. En la Gráfica 6 se observa la proporción de las 29 familias depositadas en la CAFESI con relación a las reportadas en nuestro país, en Latinoamérica y a Nivel Mundial.



Gráfica 6. Proporción de las 29 familias depositadas en la CAFESI con relación a las reportadas a Nivel Mundial, en Latinoamérica y Nacional.

Si bien estas cifras no reflejan totalmente lo que se conoce sobre los coleópteros de México, son un porcentaje considerablemente relevante, debido a que en esta proporción del material recolectado en Xicotepec (2015-2018) y depositado en la CAFESI, se preserva una cuarta parte de la coleopterofauna reportada para nuestro país, y casi una quinta de las conocidas globalmente.

A pesar de que nuestro territorio nacional abarca tan solo el 1.4% de la superficie de la Tierra, México es un país privilegiado por su biodiversidad, ya que alberga entre el 10% y el 12% de todas las especies descritas mundialmente. En cuanto a la variedad de insectos, posee alrededor de 48 mil especies y se estima que ascienden a cerca de 100 mil (Jiménez *et al.*, 2014). La diversificación de los coleópteros de nuestro país se debe a que gran parte de su territorio se encuentra dentro de la zona tropical y se traslapan las

regiones Neártica y Neotropical; así también a las 68 ecorregiones, las cuales consideran condiciones climatológicas, geológicas y edafológicas (Jiménez *et al.*, 2014; SEMARNAT, 2010).

La colección de la CAFESI es un buen referente para el estudio de este taxón, en vista de la gran cantidad de material entomológico que ingresa y se resguardada en la misma. La recolección de organismos durante las salidas a campo aumenta significativamente el número de familias conocidas para este municipio, se generan más datos y se actualiza la información existente.

Abundancia de familias de 2015-2018

En la perspectiva general de 2015 a 2018, se observan familias que pertenecen a 2 de los 4 subórdenes: Adephaga y Polyphaga (Cuadro 1); siendo Polyphaga el más diverso tanto por el número de familias (148 a nivel mundial) como de especies (Navarrete-Heredia y Fierros-López, 2001). A este segundo suborden pertenecen los taxones más representativos en el presente trabajo, los cuales se describen a continuación:

Staphylinidae es la segunda familia más abundante de los escarabajos, con alrededor de 46,200 especies conocidas a nivel mundial (Arnett & Thomas, 2001). El número de especies de estafilínidos en México ha crecido de manera importante, hasta 2006 Navarrete-Heredia y Zaragoza-Caballero habían señalado 1,522 especies descritas pertenecientes a 20 subfamilias. En 2014 para el estado de Puebla se reportaron 131 especies (ocupando el 8vo lugar de las 32 entidades federativas) de las cuales 17 son de distribución exclusiva en el estado (Navarrete-Heredia y Newton, 2014). Esta familia pertenece al grupo de los escarabajos necrófilos, el cual agrupa especies degradadoras y depredadoras que son comúnmente atraídas por excrementos, o plantas y animales en

descomposición (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2013). Desde hace varios años se ha desarrollado una línea de investigación de los escarabajos necrófilos por estudiantes y profesores de la carrera de Biología en la FES-I, en colaboración de otros investigadores nacionales, de ahí que este taxón se encuentra bien representado en la colección de la CAFESI, en el cual también se incluyen especímenes de las familias Scarabaeidae y Silphidae (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2016); en el presente trabajo se obtuvieron un total de 1,076 especímenes.

Chrysomelidae constituye otra de las familias más predominantes y diversas de los coleópteros, así como dentro de los fitófagos del orden, siendo parte de los ejemplares con mayor representatividad dentro de la CAFESI para este periodo (2015-2018), con el 15% del total de los individuos (Hernández, 2006). Esta abundancia se ha asociado con la evolución de las angiospermas en el terciario; los crisomélidos típicos se alimentan y ovipositan sobre las hojas de una gran variedad de estas plantas: Asteraceae, Cicadales, Convolvulaceae, Curcubitaceae, Fabaceae, Gramineae, Liliaceae, Rubiaceae, Rutaceae, entre otras (Ordóñez-Reséndiz *et al.*, 2014). En México se han registrado 2,174 especies, las cuales representan el 6% de los descritos a nivel mundial. El alto número de especies está asociado con la selección de su alimento, en países con climas templados y tropicales como el nuestro los adultos suelen elegir hospederos no habituales en casos de estrés, lo cual favorece el desarrollo de sus huéspedes normales. Se estima que en México se conoce el 61.5% de la riqueza de crisomélidos, actualmente se conocen alrededor de 3,532 especies, y faltarían descubrir, determinar e identificar alrededor de 1358. En 2014 se reportaron 155 especies para el estado de Puebla, posicionándose en el 7mo lugar de las 32 entidades federativas (Ordóñez-Reséndiz *et al.*, 2014).

Scarabaeidae es uno de los taxones más extensos y mejor estudiados en México, estos organismos se encuentran en diversos biomas terrestres, desde las tierras bajas

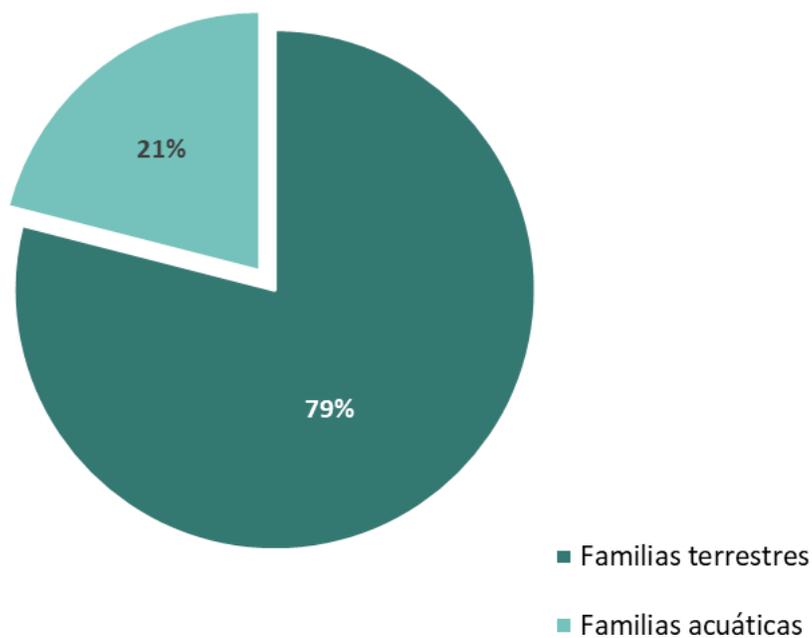
tropicales hasta los pastizales alpinos, y aunque la mayoría presenta hábitos fitófagos y saprófagos, muestran un amplio espectro alimentario. De acuerdo con Morón *et al.*, 1997; Morón, 2003 señala 1,713 especies de coleópteros para nuestro país; además, durante los últimos 59 años esta proporción aumentó el equivalente al 75%. Tan solo entre 2003 y 2010 se agregaron 106 especies al inventario nacional. Los principales estados que concentran mayor cantidad de especies son Chiapas (466), Veracruz (432), Oaxaca (395), Jalisco (322), Hidalgo (276), Puebla (260), Guerrero (232) y Durango (214) (Morón y Márquez, 2012). Por otro lado, en la colección de coleópteros de la CAFESI este grupo se posiciona en el primer lugar (17%) del total del material resguardado (Hernández, 2006).

Adephaga es el segundo suborden con mayor número de especies, se conocen nueve familias a nivel mundial y seis tienen representantes en México, siendo Carabidae la que cuenta con mayor número de especies (Navarrete-Heredia y Fierros-López, 2001). El cuadro 1 muestra que se catalogaron 3 familias asociadas a este suborden: Carabidae, Gyrinidae y Noteridae, donde la primera es de hábitos terrestres, y las últimas dos acuáticas.

La ausencia de organismos pertenecientes a Archostemata y Myxophaga se debe al reducido número de grupos descritos a nivel mundial, ya que solo se conocen 4 familias del primer suborden y seis para el segundo. En México, Archostemata tiene registros de Micromalthidae en Chiapas y Cupedidae en Baja California. En cuanto a las familias asociadas a Myxophaga, se ha documentado a Lepiceridae en los estados de Veracruz, Sonora, Sinaloa, Jalisco, Zacatecas, Estado de México y Morelos; Hydroscaphidae en el Estado de México, Morelos, Guerrero y en los límites de Querétaro e Hidalgo; Microsporidae en Hidalgo, Morelos y Querétaro; finalmente, Sphaeriusidae en Hidalgo, Morelos y Veracruz (Arce-Pérez, 1997; Navarrete-Heredia y Fierros López, 2001; Arce-Pérez y Morón, 2008).

Abundancia de coleópteros terrestres y acuáticos 2015-2018

En este apartado se reflejan los resultados generales de las 29 familias obtenidas, donde se puede observar que predominaron los coleópteros de hábitos terrestres, los cuales correspondieron al 79% del total registrado, mientras que en el 21% restante se concentran 6 grupos que dependen estrictamente del medio acuático para su desarrollo (por lo menos en alguna etapa de su ciclo de vida), estos son: Dryopidae, Dytiscidae, Elmidae, Gyrinidae, Hydrophilidae y Noteridae (Gráfica 7).

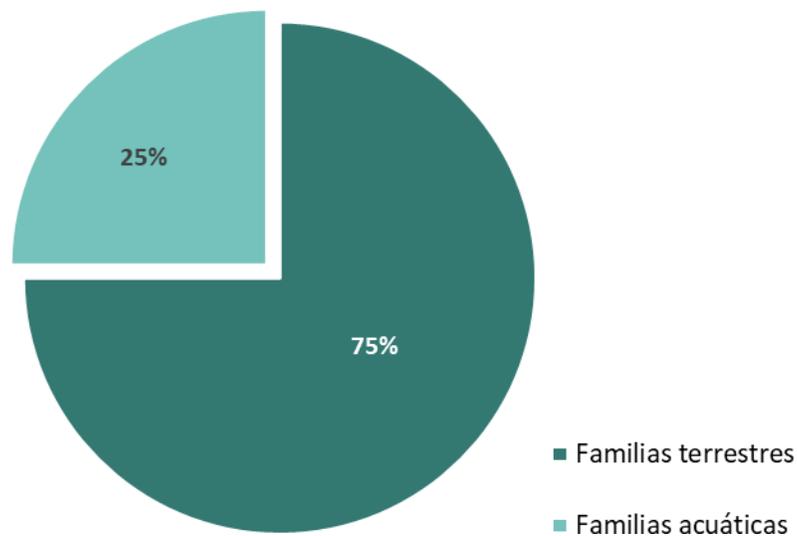


Gráfica 7. Abundancia relativa de coleópteros terrestres y acuáticos recolectados de 2015 a 2018 en Xicotepec de Juárez, Puebla y preservados en la CAFESI.

A continuación, se presentan de manera desglosada los resultados de escarabajos acuáticos y terrestres obtenidos por año:

Coleópteros acuáticos año 2015

En cuanto a la proporción de comunidades acuícolas frente a las terrestres, el 75% de los organismos llevan a cabo su ciclo de vida en ambientes terrestres (es decir, 15 familias); no obstante, el otro 25% está conformado por 5 familias acuáticas: Elmidae (con 21 organismos), Gyrinidae (16), Dryopidae (7), Dytiscidae (2), e Hydrophilidae (1), de modo que estos grupos ocuparon una cuarta parte del total revisado durante 2015 (Gráfica 8).

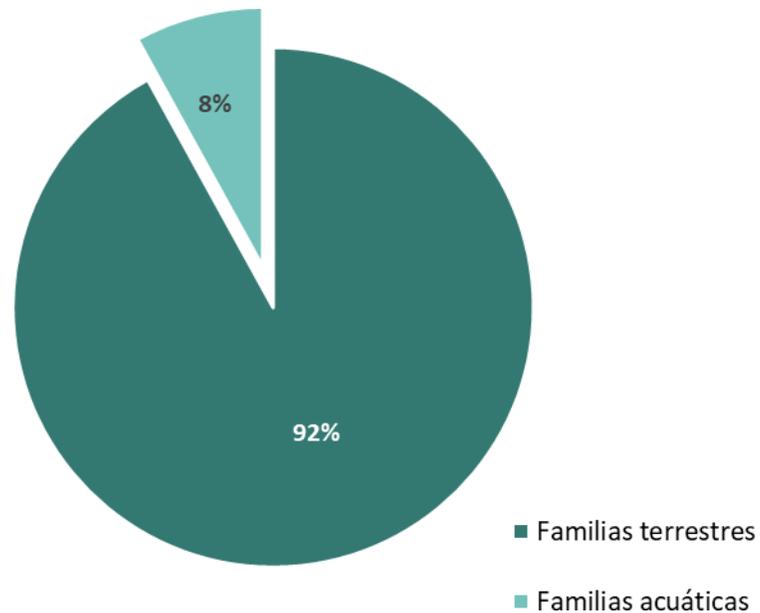


Gráfica 8. Abundancia relativa de coleópteros terrestres y acuáticos recolectados de 2015 en Xicotepec de Juárez, Puebla y preservados en la CAFESI.

Coleópteros acuáticos año 2016

Respecto a los individuos terrestres, su proporción fue mucho mayor (92%) que la de los acuáticos, esto se debió a que sólo se recolectaron organismos que pertenecen a la familia Hydrophilidae, por lo tanto, este único grupo acuícola representó el 8% del total

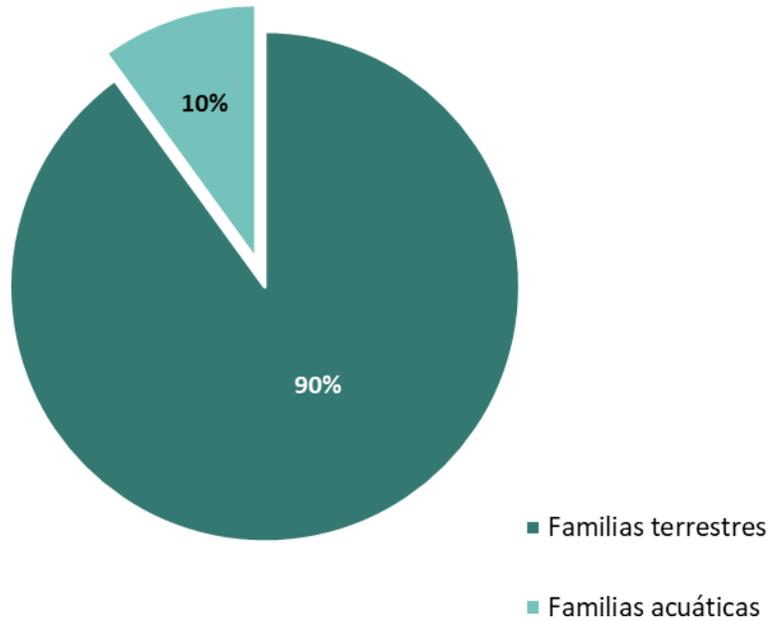
de las muestras obtenidas durante el periodo del 2016 (gráfica 9). A pesar de que en el año anterior ingresó material durante los mismos meses y se obtuvo un mayor número de especímenes de hábitos acuáticos, en 2016 se redujeron tanto los días como las localidades en las que se llevaron a cabo las recolecciones.



Gráfica 9. Abundancia relativa de coleópteros terrestres y acuáticos registrados en 2016 en Xicotepec de Juárez, Puebla y preservados en la CAFESI.

Coleópteros acuáticos año 2017

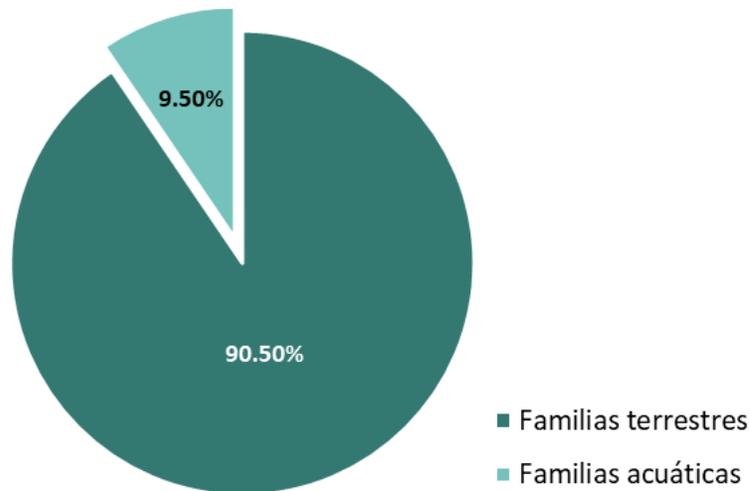
Únicamente se obtuvieron ejemplares pertenecientes a dos familias de hábitos acuáticos: Dytiscidae e Hydrophilidae, cada uno con uno y cinco, respectivamente. Sin embargo, estas 2 familias figuran dentro del 10% en este año. En contraste con las familias terrestres, abarcan el 90% del total obtenido en este periodo (Gráfica 10).



Gráfica 10. Abundancia relativa de coleópteros terrestres y acuáticos recolectados de 2017 en Xicotepec de Juárez, Puebla y preservados en la CAFESI.

Coleópteros acuáticos 2018

Para finalizar con los resultados, en 2018 se revisaron 10 especímenes de la familia Hydrophilidae y uno corresponde a la familia Noteridae, ambos comprendieron el 9.5% del total obtenido durante este periodo. Cabe mencionar que este fue el único año en el cual se encontró un ejemplar de la familia Noteridae (Gráfica 11).



Gráfica 11. Abundancia relativa de coleópteros terrestres y acuáticos recolectados de 2018 en Xicotepec de Juárez, Puebla y preservados en la CAFESI

De acuerdo con Jäch & Balke (2008), estiman que existen aproximadamente 18,000 especies de coleópteros acuáticos distribuidos mundialmente, sin embargo, se han descrito cerca de 12,600. Alrededor de 30 familias de escarabajos tienen representantes acuáticos; y en 25 de estos grupos el 50% de las especies son prácticamente acuáticas. Se deduce que por lo menos seis familias comprenden 1,000 o más especies: Dytiscidae (3,908 especies descritas/ 5,000 estimadas), Hydraenidae (1,380/ 2,500), Hydophilidae (1,800/ 2,320), Elmidae (1,330/ 1,850), Scirtidae (900/ 1,700) y Gyrinidae (750/ 1,000).

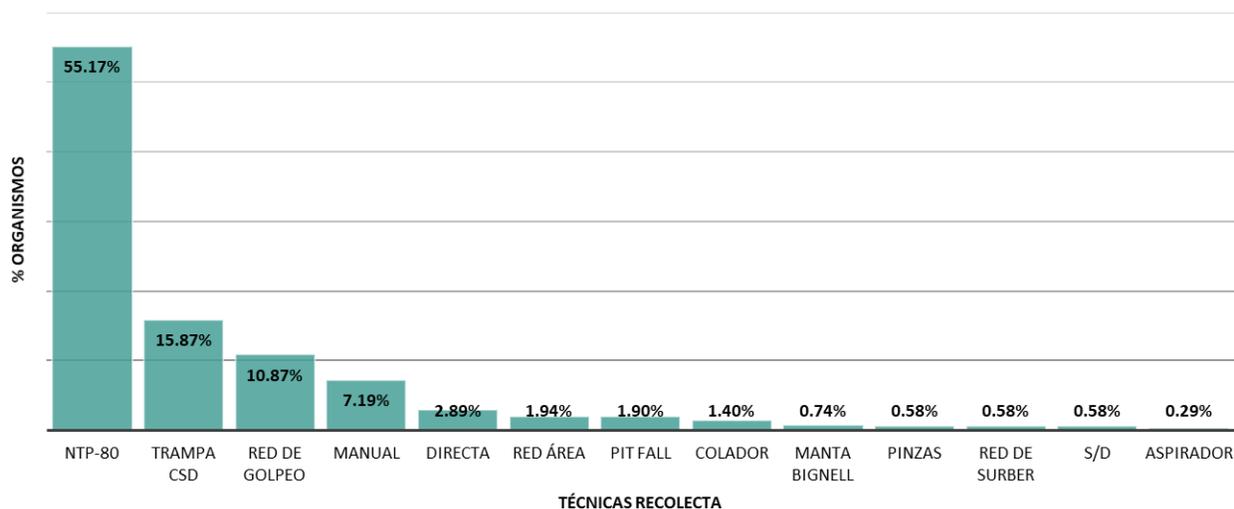
Actualmente se han descrito 166 familias a nivel mundial, de las cuales 30 grupos congregan organismos de hábitos acuícolas, conformando el 18.07% del total conocido (Jäch & Balke 2008). Partiendo de este punto, es evidente que la dominancia de los escarabajos terrestres se deriva principalmente de su proporción, la cual es hasta cuatro veces superior a la de los grupos acuáticos.

En síntesis, la relación de la abundancia de estos especímenes se basa primordialmente en sus hábitos de desarrollo y distribución; no obstante, también se observó la afinidad de las técnicas de recolección empleadas durante las salidas.

La mayoría de las técnicas utilizadas respondieron a objetivos específicos de cada tipode estudio, y que de manera general fueron recolección directa e indirecta; en la primera categoría se busca de manera activa a los organismos en su ambiente y los sitios donde se distribuyen, siendo las estrategias más empleadas: aspiradores, la recolección manual, la red aérea y la red de golpeo. En cuanto a las indirectas o pasivas se capturaron a los organismos utilizando algún tipo de atrayente o cebo: en trampas NTP-80 y pitfall.

En la gráfica 12 se presenta de manera general las técnicas empleadas durante las salidas a campo (un total de 12), se puede observar que las primeras cuatro columnas representan las técnicas, que, en conjunto reunieron más de la mitad de las muestras. La primera barra corresponde a la necro trampa NTP-80, la cual concentró la mayor parte de los organismos, con el 55.17% del total los ejemplares; a continuación, se encontró la Trampa CSD* con el 15.87%, seguida de la Red de golpeo con 10.87%, posteriormente la recolección manual obtuvo el 7.19%. Por otra parte, las técnicas que tuvieron un menor registro de especímenes fueron: Manta Bignell (0.74%), recolección con Pinzas (0.58%), Red de Surber (0.58%) y Aspirador (0.29%). Finalmente, una pequeña parte del material (0.58%) no cuenta con datos sobre el procedimiento empleado para su obtención (Gráfica 12).

*CSD fue una modificación realizada a partir de una trampa de interferencia por un equipo de estudiantes de la asignatura de metodología científica en 2018, las siglas hacen referencia a las iniciales de sus nombres (Cortés-Sabas D.)



Gráfica 12. Técnicas de recolecta empleadas en las salidas a campo de 2015 a 2018.

Evaluación del estado de conservación (Nivel curatorial)

Para la evaluación del estado de conservación de los ejemplares, se tomó como parámetro de referencia el Índice de Salud de las Colecciones propuesto por McGinley (1993) y modificado por Fernández *et al.*, (2005). El propósito de este índice es realizar una apreciación de la colección para conocer el estado de preservación de sus muestras y posteriormente comparar las colecciones resguardadas en distintas instituciones, así como los curadores pueden hacer excelente su labor, pero el número de ejemplares puede sobrepasarlos con mucho. El índice se encuentra categorizado en diez niveles definidos por la Política de Manejo de las Colecciones, del Departamento de Entomología del Museo Nacional de Historia Natural (Estados Unidos). Partiendo de esta premisa, se determinó que al momento de recibir el material entomológico se encontró en el Nivel 3, ya que los ejemplares se presentaron correctamente preparados, etiquetados y separados; con una clasificación “en bruto” pero accesibles y listos para ser revisados y

catalogados. Inicialmente se descartaron 10 especímenes de los órdenes Diptera (1), Hemiptera (8) e Hymenoptera (1), los hemípteros presentaron caracteres que a primera vista y sin el empleo de microscopio estereoscópico, dificultó diferir entre ambos ordenes; se descartaron un total de 28 ejemplares debido a que 21 se encontraron severamente dañados/ rotos y siete incompletos, lo cual imposibilitó su identificación.

A 2, 420 especímenes se les realizó el re-etiquetado y cambio de alcohol (70%), ya que el 50% de los frascos contenían poco alcohol de color amarillento y consistencia espesa o presentaron partículas suspendidas en las muestras.

Posterior al proceso de catalogación y curación, se entregó el material, el cual quedó incluido en el Nivel 6, en el cual los ejemplares fueron identificados y curados apropiadamente, además se rescató la información de las etiquetas y/o catálogos.

Debido a que los especímenes se han catalogado a nivel de familia, se requiere determinar el material a nivel de especie, de este modo, al contar con una determinación precisa y completa podrá ascender al Nivel 7.

Actualmente el 100% del material evaluado se encuentra completo, limpio y correctamente preservado.

Conclusiones

- Se determinaron y catalogaron 29 familias del orden Coleoptera con 2,420 ejemplares, quedando preservados en alcohol etílico al 70%.
- De 2015 a 2018, las familias más abundantes fueron Staphylinidae, Nitidulidae, Chrysomelidae y Scarabaeidae con el 44%, 13%, 13% y 9% respectivamente.
- Los taxones más representativos por año fueron para:
2015: Chrysomelidae (31.20%), scarabaeidae (19.20%) y Staphylinidae (19.20%)
2016: Curculionidae (29.50%), Staphylinidae (21.13%) y Chrysomelidae (21.00%)
2017: Staphylinidae (58.50%), Chrysomelidae (13.60%) y Scarabaeidae (7.27%)
2018: Staphylinidae (55.20%) y Nitidulidae (23%)
- De 2015 a 2018, las familias menos abundantes fueron Anthribidae, Cucujidae, Dytiscidae, Erotylidae (con el 0.1% cada una), Noteridae y Oedemeridae (con el 0.04%).
- Los taxones menos representativos por año fueron:
2015: Cucujidae, Histeridae, Lampyridae, Nitidulidae, Dytiscidae (0.48% cada una), Elateridae e Hydrophilidae (con el 0.24%)
2016: Cantharidae, Hydrophilidae, Lampyridae, Erotylidae y Lycidae (0.54% c/u)
2017: Anthribidae, Dytiscidae, Histeridae, Lampyridae y Oedemeridae (0.32% c/u)
2018: Anthribidae, Cantharidae y Noteridae (0.08% cada una)
- El 21% de los ejemplares revisados (2015-2018) fueron de hábitos acuáticos, correspondientes a seis familias: Dryopidae, Dytiscidae, Elmidae, Gyrinidae, Hydrophilidae y Noteridae; y el 79% a terrestres.
- Los ejemplares se encontraron en el Nivel 3 de acuerdo con Fernández, 2005.
- Después del proceso de revisión, curación, catalogación y determinación, los ejemplares alcanzaron el nivel 6.

Comentarios y sugerencias

A partir de la catalogación del material biológico, se generó una base de datos a fin de continuar con su actualización, para el desarrollo de la investigación científica, didáctica u otros propósitos específicos.

Es indispensable seguir trabajando en la actualización, catalogación, curación y preservación de los especímenes depositados en la CAFESI, ya que cada año se ingresan miles de ejemplares obtenidos de las constantes salidas a campo que realizan las nuevas generaciones de estudiantes de la carrera de Biología (como parte de la formación del perfil profesional), además de generar e incrementar la información que alberga la colección, la cual se ha obtenido a través de estudios faunísticos así como de algunas líneas de investigación desarrolladas por profesores, personal adscrito a la colección y en colaboración con algunos colegas nacionales (A. Trevilla-Rebollar, C. Deloya, E. Cejudo y S. Zaragoza-Caballero, entre otros).

Literatura Citada

- Alonso-Zarazaga, M. A. 2015. Orden Coleoptera. *Revista IDE@-SEA*, 55: 1-18.
- Arce-Pérez, R. 1997. Sinopsis del Suborden Myxophaga (Coleoptera) de México. *Dugesiana*, 4(2): 41-50.
- Arce-Pérez, R. y Morón, M. A. 2008. Primer registro de especies del Suborden Myxophaga (Insecta: Coleoptera) en la provincia del Golfo de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 24(2): 225-226.
- Arias-Del Toro, K. M., J. F. González-Mandujano, O. A. Hernández-Miranda, S. R. Melgarejo-Salas, A. Álvarez-Coto y S. G. Cruz-Miranda. 2016. Insectos acuáticos (Coleoptera, Megaloptera y Trichoptera) en tres localidades del Municipio de Xicotepec, Puebla, México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología*, 2: 81-86.
- Arnett, R. H. & M. C. Thomas. 2001. American Beetles. Archostemata, Myxophaga, Adepaga, Polyphaga: Staphyliniformia. CRC Press. Vol.1. USA, 443pp.
- Arnett R. H., M. C. Thomas, P. E. Skelley & J. H. Frank. 2002. American Beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. CRC Press. Vol. 2. USA, 861pp.
- Barnes, R. D. 1989. *Zoología de los Invertebrados*. 5 Ed. Interamericana, México, 957pp.
- Beltrán-Villanueva, M. A., L. R. Tamez-Hernández, S. G. Cruz-Miranda y L. E. Páez-Gerardo. 2016. Listado taxonómico de algunos artrópodos edáficos en dos localidades de Xicotepec de Juárez, Puebla. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología*, 2:39-44.
- Borror, D. J., C. A. Triplehorn, & N. F. Johnson. 2005. Order Coleoptera. Beetles **En:** *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*. Thompson Brooks/Cole. 7 ed. USA. 365-468.
- Britannica, 2012. Encyclopaedia Britannica, Inc. Insect: Arthropod class. **En:** <https://www.britannica.com/animal/insect/Natural-history> Consultado el 4 de octubre 2021.
- Cherman, M. A. y Morón, M. A. 2014. Validación de la Familia Melolonthidae Leach, 1819 (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 30(1): 201-220.
- CONABIO. 2012. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Orden: Coleoptera. **En:** https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/animales/insectos/escarabajos/escarabajos.html Consultado el 9 de febrero 2018.

- CONABIO. 2017. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. **En:** <http://www.biodiversidad.gob.mx/fichas-conabio-war/resources/> Consultado el 9 de febrero 2018.
- De la Fuente, F. J. A. 1994. *Zoología de los artrópodos*. McGraw-Hill-Interamericana de España. Madrid, España. 3-11, 332-338.
- Deloya C., J. P. Saavedra, P. R. Castillo, y G. A. León. 2016. *Escarabajos del Estado de Michoacán (Coleoptera: Scarabaeidae)*, México. 1-24p.
- Fernández, F., Y. Muñoz-Saba, J. E. Simmons y C. Sampler. 2005. La Gestión en la administración de las colecciones biológicas. **En:** *Conservación Internacional Serie Manuales de Campo*. Conservación Internacional, Andes CBC. Bogotá, Colombia. 189-206.
- Flores, O. J. A. 2009. *Coleópteros necrófilos (Histeridae, Leiodidae, Silphidae, Trogidae, Scarabaeidae y Nitidulidae) del ejido El Cedral en la localidad de San Pablo Ixayoc, Texcoco, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, 61pp.
- González-Fernández, J. E. 2013. Los almacenes de la naturaleza: el trabajo de catalogación en las colecciones de Historia Natural. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 11: 85- 99.
- Hernández, F. L. 2011. *Coleópteros Terrestres de la Colección de Artrópodos de la FES-Iztacala*. Tesis de Licenciatura Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, 78pp.
- Hernández, Z. K. 2006. *Colección de Artrópodos de la FES Iztacala: Área entomológica, manejo y preservación de coleópteros*. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, 51pp.
- Hernández-Zapata, K., S. G. Cruz-Miranda y S. G. Stanford-Camargo. 2007. Coleópteros de la Colección de Artrópodos de la FES Iztacala, UNAM. *Entomología Mexicana*, 6(2): 1188-1192.
- Ibarra-González, M. P., J. A. Acuña-Soto y S. G. Stanford-Camargo. 2004. Coleópteros necrófilos (Scarabaeoidea; Silphidae, Staphylinidae e Histeridae) de la Sierra Norte de Puebla, México. *Entomología Mexicana*, 3: 319-324.
- INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Xicotepec, Puebla. **En:** http://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexico/cifras/datos_geograficos/21/21197.pdf Consultado el 11 de febrero 2018.

- INEGI. 2016. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuario estadístico y geográfico de Puebla. **En:** http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2016/702825083755.pdf Consultado el 11 de febrero 2018.
- Jäch, M. A. y M. Balke. 2008. Global diversity of water beetles (Coleoptera) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 419-442.
- Jiménez-Sánchez, E., C. Deloya, S. Zaragoza-Caballero y J. Pérez-Zúñiga. 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.
- 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., S. Zaragoza-Caballero, C. Deloya y G. García-Martínez. 2016. Catalogación de la Colección de Coleópteros (Insecta: Coleoptera) de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. *Entomología Mexicana*. 3: 891-897.
- Jiménez, S. C. L., J. Sosa, P. Cortés-Calva, A. Breceda, L. I. Íñiguez y A. Ortega-Rubio. 2014. México país megadiverso y la relevancia de las áreas naturales protegidas. *Investigación y Ciencia*. 22(60): 16-22.
- Lawrence, J. F. y A. F. Newton. 1995. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names). **En:** *Biology, Phylogeny and Classification of Coleoptera: Papers Celebrating the 80th Brithday of Roy A. Crowson*. Muzeum i Instytut Zoologii PAN. Warszawa, Poland. 779-1006p.
- Llorente-Bousquets, J. y D. J. Castro-Gerardino. 2002. Colecciones entomológicas en instituciones taxonómicas de Iberoamérica: ¿Hacia estrategias para el inventario de la biodiversidad? *Monografías Tercer Milenio (Sociedad Entomológica Aragonesa y CYTED)*, 2: 307-318.
- López, G. R. 2011. *Insectos acuáticos de algunas localidades de la República Mexicana de la Colección de Artrópodos de la FES Iztacala, UNAM*. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, 94pp.

- Márquez, L. J. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 37: 485- 408.
- Márquez, L. J. 2009. Tipos de la Colección Coleoptera del Centro de Investigaciones Biológicas, UAEH (CC-UAEH). *Herreriana Revista de Divulgación de la Ciencia*, 5(2): 11-13.
- Márquez L. J. y J. Asiain. 2000. La Colección de Coleoptera (Insecta) del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- McGinley, R. J. 1993. Where's the Management in Collections Management? Planning for improved care, greater use, and growth of collections. **En:** *Congreso Mundial Sobre Preservación y Conservación de Colecciones de Historia Natural*, Vol. 3: 309-338.
- Morón M. A. 2003. Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia. Vol. II. Familias Scarabaeidae, Trogidae. Passalidae y Lucanidae. Barcelona, España. Argania editio. 226p.
- Morón, M. A., B. C. Ratcliffe y C. Deloya. 1997. Atlas de los Escarabajos de México: Coleoptera: Lamellicornia. Vol. I, Familia Melolonthidae. Subfamilias Rutelinae, Dynastinae. México, Sociedad Mexicana de Entomología A.C., 280pp.
- Morón, M. A. y J. Márquez. 2012. Nuevos registros estatales y nacionales de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) y comentarios sobre su distribución. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: 698-711.
- Navarrete-Heredia, J. L. y H. E. Fierros-López, 2001. Coleoptera de México: Situación actual y perspectivas de estudio. **En:** *Tópicos selectos sobre Coleoptera de México*. Navarrete-Heredia, J.L., H.E. Fierros-López y A. Burgos-Solorio (Eds.) Universidad de Guadalajara-Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Guadalajara, México, 21pp.
- Navarrete-Heredia, J. L. y S. Zaragoza-Caballero. 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. y A. F. Newton. 2014. Biodiversidad de Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: 332-338.
- Ordóñez, R. M. M. 2005. Colección de Coleoptera (Insecta) de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. *Acta Zoológica Mexicana*, 21(1): 95-106.
- Ordóñez-Reséndiz, M. M., S. López-Pérez y G. Rodríguez-Mirón. 2014. Biodiversidad de Chrysomelidae (Coleoptera) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: 271-278.

- Palomera-García, C., L. E. Rivera-Cervantes, E. García-Real, L. Guzmán-Hernández e I. Ruan-Tejeda. 2015. Las colecciones biológicas "itinerantes" como instrumentos de educación ambiental. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 6(11): 1-11.
- Pérez, H. C. X. 2013. Colecciones entomológicas mexicanas: ¿sabemos lo que tenemos? en Memorias del XXI Congreso Nacional de Zoología 2013. 555-560pp.
- Plascencia, R. L., B. A. Castañón y A. Raz-Guzmán. 2011. La biodiversidad en México su conservación y las colecciones biológicas. *Ciencias*, 101: 36-43.
- Ríos-Ibarra, R. I., L. J. Víctor-Rosas, M. Naranjo-González y J. J. Ríos-Ibarra. 2014. El orden Coleoptera en la Colección Entomológica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas: una primera aproximación. *Entomología Mexicana*, 1: 1194-1200.
- SEDESOL. 2013. Secretaría de Desarrollo Social. Unidad de Microrregiones. Cédulas de Información Municipal (SCIM). Municipios: PDZP. **En:** <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=pdzp&ent=21&mun=197> Consultado el 10 de septiembre 2018.
- SEMARNAT. 2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Biodiversidad. **En:** http://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador/enlace/atlas2010/atlas_biodiversidad.pdf Consultado el 8 de febrero 2022.
- Simmons, J.E. e Y. Muñoz-Saba. 2005. Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas. **En:** *Conservación Internacional Serie Manuales de Campo*. Conservación Internacional, Andes CBC. Bogotá, Colombia, 288pp.
- Tapia-Rojas, A. M., J. López-Olguín, B. C. Pérez-Torres, D. Jiménez-García, D. Juárez-Ramón. 2017. Importancia de la Colección Entomológica del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. *Entomología Mexicana*, 4: 825-829.
- Trujillo-Trujillo, E., P. A. Vargas-Triviño, L. V. Salazar-Fajardo. 2014. Clasificación, manejo y conservación de colecciones biológicas: una mirada a su importancia para la biodiversidad. *Momentos de Ciencia*. 11(2): 97-106.
- Zhang, Z. Q. 2013. Phylum Arthropoda. **In:** Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness. *Zootaxa*, 3703(1): 17-26.