



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**Contribución al conocimiento de familias del orden Coleoptera
presentes en “El Rincón” Santa Ana Jilotzingo, Estado de
México.**

**T E S I S
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
BIÓLOGA**

**P R E S E N T A
DIANA AZUCENA VARGAS JERONIMO.**

**DIRECTOR DE TESIS
M. EN C. TIZOC ADRIÁN ALTAMIRANO ÁLVAREZ**

Los Reyes Iztacala, Estado de México, 2017





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.

En el ámbito familia, agradezco a mis papas a tata y a isa, porque lejos de abandonarme tres veces jajaja siempre fueron y son parte de mí y que cada fallo y acierto que tuve, siempre estuvieron ahí para apoyarme y ser parte de lo que soy hoy por hoy como hija, mujer, madre, compañera, amiga pero sobre todo un gran ser humano. Para muchos se han rendido para mí me dieron una de las lecciones más grandes que espero poder aprender con sabiduría y llegar a ser un poquito de lo que son ustedes. Los amo muchísimo y gracias por confiar en mí.

A mis hermanas Rox y Gloria que se volvieron mis mejores amigas, mis cómplices, mis consejeras pero sobre todo mis apoyos en esos momentos difíciles; donde juntas pudimos y estamos aprendiendo cada día más. Espero que la vida así como nos dio fuerza y amor para estar juntas en situaciones complicadas también nos dé tiempo para ser felices a lado de ustedes y mis sobrinos. Rox siempre fuiste mi ejemplo a seguir, mi guía, siempre estaré ahí para ti, gracias por enseñarme lo maravilloso que es esta carrera. Gloria como te lo he dicho por mucho tiempo yo vi por ti por cuidarte y que no pasaras lo mismo que yo, ahora tu me recuerdas lo que muchas veces yo olvido y que te enseñé, eres grande mapache nunca dudes de eso. Los AMO.

A mis abuelos Ruben, Gloria y Julia por estar ahí de una u otra forma siempre brindándome su apoyo incondicional y las palabras justas en el momento preciso. Gracias por hacerme tan feliz cada vez que los veía. Los AMO.

A mis primas, a mi primo, tios y tias que han estado ahí cuando les he llegado a pedir ayuda, un consejo o un simple chiste.

A mi niño Marquis mi peque hermoso, quisiera algún día pudieras saber el bien que me hizo tu llegada aunque sé que no fue el mejor momento, tú eres todo mi vida. Me haz enseñado taaanto sobre todo a luchar por mis sueños, por lo que yo quería cuando era niña y que ahora he logrado contigo a mi lado siempre con esas risas, bailes y caritas que me haces, que desde el momento que te vi supe que serias mi gran apoyo. Te amo mucho corazón y que con esto aprendas y sepas que por más difícil que la situación que estes pasando en tu vida si de verdad quieres lograr algo para ti y por ti lucha, lucha incansablemente no sabes lo satisfactorio que es ser la luz de tu propio camino.

Gracias Familia!!!!

La familia Díaz Pérez y todos lo que me abrieron las puertas de su casa, de su corazón incluso de su confianza para ser parte de una gran familia, les agradezco tanto su apoyo incondicional y por permitirme estar y vivir con ustedes todo este tiempo. De verdad muchas gracias Señora Leticia y Señor Angel que estuvieron ahí en momentos que marcaron mi vida y tener ese tiempo, palabras e incluso apoyo económico que no tenían obligación de darme, por cuidar de mi, de mi niño y por darme al papa de mi hijo muchas gracias!!!

A mis amigos de vida, mis hermanos que estuvieron ahí siempre desde que eramos unos niños y que hemos pasado taaaantas cosas que sería imposible decirlas todas los adoro mi familia elegida Fabis, Chaparra, Bimbo y Güera sé que siempre estarán ahí.

En lo escolar, agradezco a la UNAM desde el CCH Vallejo y luego la Facultad de Estudios Superiores Iztacala porque ahí encontré a mis mejores amigos Pola, Ise, Norma, Zolecito, Cinthia, Juan Carlos, Misa, Alicia gracias a todos ellos porque de todos fueron los que estuvieron ahí siempre y espero poderlos tener más tiempo a mi lado, sin ustedes no hubiera podido llegar hasta donde estoy, por sus consejos, por sus regaños, pero sobre todo por su apoyo incondicional que me hicieron saber que la amistad existe y que encontré en cada uno de ustedes en el momento que más dude que existiera. Porque tuve mis mejores experiencias, vivencias, aventuras. Todo eso me hizo adorar ser parte de la UNAM.

Al Maestro Tizoc por tenderme la mano cuando nadie lo hizo, por confiar en mí, por ser muy paciente conmigo, por enseñarme todo lo que sabe que sin duda fueron fundamentales para amar más la carrera, por ser un maestro entregado a su trabajo y con vocación. A la profesora Marisela Soriano, al profe Hugo Castro, Guillermo Gómez, Marcela Ibarra y la Doctora Leticia Ríos porque con sus clases, consejos y amor a esta hermosa carrera me enamoraron más de ella y decidir mi especialidad. Por las personas que conocí en SAGARPA gracias a mi servicio social que hicieron vivir un sueño de mi especialidad hecho realidad gracias Gaby y Román.

A todas esas personas que conocí por este largo camino que aunque haya sido momentáneo o por alguna situación no están aquí conmigo les agradezco haberme dado alguna palabra, alguna enseñanza, alguna lección, algún aprendizaje. Gracias por todo. Chicos del 52, Bety, Karencita, Fabis, Tony, Pipo, Beto, Ara....

Por último, quiero agradecer a una gran persona que me ha apoyado en todo momento desde que nos conocimos e hicimos “click” de una forma impresionante que jamás imagine tener con alguien hasta la fecha. Una persona que hizo por mi todo lo que una persona puede hacer por un amor tan puro que en su momento tuvimos, porque siempre estuvo y está ahí para mí y aunque la vida nos ha tendido muchas trabas solo quiero que sepas que nunca olvidare mi vida contigo, lo que hicimos, lo que reímos y también lloramos, lo que experimentamos por primera vez. Eres ese hombre que me dio el regalo más hermoso que le puedes dar a alguien, por tu apoyo emocional en momentos seriamente difíciles, por tu apoyo económico, por tus enseñanzas y todo lo vivido día tras día. Y quiero dedicarte unas palabras que sé que tu entenderás, yo lo haré porque yo siempre seré tuya y tu mío en algún lugar no sé si en esta vida pero de verdad gracias por todo.

“En este lugar donde pasan cosas incluso horribles. Haz hecho bien en irte, probablemente estés escapando de los desastres. Mírame prácticamente he crecido aquí y tienes razón, me hace daño en formas que nunca podre superar. Tengo muchos recuerdos de personas, personas que he perdido para siempre. Pero tengo muchos otros recuerdos también, este es el lugar donde me enamoré. El lugar donde encontré a mi familia. Aquí es donde he aprendido a ser profesionalista, donde aprendí a asumir la responsabilidad por la vida de alguien más y es el lugar donde te conocí. Así que imagino que este lugar me ha dado más de lo que me ha quitado. He vivido aquí tanto como he sobrevivido, solo depende de cómo se mire. Voy a elegir mirarlo de esa manera y recordarte de ese modo.”

Por siempre y para siempre Daniel

“Las cosas pasan siempre pasan por algo”

“La magia es un destello de amor propio de la imaginación de ser feliz, aquí allá en todos lados donde siempre haya una sonrisa.”

“Siempre tienes mil razones para no hacer lo que tienes que hacer pero una es la que realmente vale la pena hacer.... Vivir”

INDICE

| | |
|---|----|
| 1. Resumen..... | 1 |
| 2. Introducción..... | 2 |
| 3. Antecedentes..... | 4 |
| 4. Justificación..... | 7 |
| 5. Objetivos | |
| 5.1 General..... | 8 |
| 5.2 Particulares..... | 8 |
| 6. Material y métodos. | |
| 6.1 Área de Estudio | |
| 6.1.1 Localización..... | 9 |
| 6.1.2 Extensión..... | 10 |
| 6.1.3 Orografía..... | 11 |
| 6.1.4 Hidrografía..... | 11 |
| 6.1.5 Clima..... | 12 |
| 6.1.6 Flora..... | 13 |
| 6.1.7 Fauna..... | 13 |
| 6.1.8 Uso de suelo..... | 14 |
| 6.2 Trabajo en campo..... | 15 |
| 6.3 Trabajo de Gabinete..... | 19 |
| 7 Resultados. | |
| 7.1 Riqueza..... | 21 |
| 7.1.1 Curva de Acumulación de familias..... | 22 |
| 7.2 Abundancia..... | 23 |
| 7.3 Diversidad | |
| 7.3.1 Diversidad alfa..... | 28 |
| 7.3.2 Diversidad beta..... | 29 |
| 8 Discusión | |
| 8.1 Riqueza..... | 31 |
| 8.2 Abundancia..... | 32 |
| 8.3 Diversidad..... | 36 |
| 9 Conclusiones..... | 37 |
| 10 Recomendaciones y propuestas..... | 38 |

| | | |
|------|--|-----------|
| 11 | Literatura Citada..... | 39 |
| 12 | Anexos | |
| 12.1 | Anexo I. Fotografías de individuos pertenecientes a las familias del Orden Coleoptera encontrados en “El Rincón” Santa Ana, Jilotzingo, Estado de México..... | 48 |
| 12.2 | Anexo II. Fotografías de las actividades antrópicas en “El Rincón” Santa Ana, Jilotzingo. Estado de México..... | 51 |
| 12.3 | Anexo III. Número de individuos registrados para cada familia y porcentaje..... | 52 |
| 12.4 | Anexo IV. Distribución mensual del número de organismos registrados de cada familia de coleópteros presentes en “El Rincon” Santa Ana Jilotzingo Estado de México..... | 53 |
| 12.5 | Anexo V. Presencia y ausencia por familias de cada zona de muestreo..... | 53 |

RESUMEN

Los coleópteros presentes en una Zona de Humedal (ZH), una Zona Perturbada (ZP) y una Zona de Bosque Pino-Encino (ZBPE) en “El Rincón” Santa Ana Jilotzingo, Estado de México, fueron colectadas mensualmente durante un año con trampas de caída distribuidas de forma aleatoria en un transecto altitudinal que va de los 3000 a los 3300 msnm. Los individuos fueron separados e identificados a nivel de familia, se realizó un conteo mensual, se determinó la riqueza, abundancia y se comparó la diversidad entre las diferentes zonas con el índice de Simpson mientras que se utilizó al índice de Jaccard para la similitud que hubiera entre ellas.

Se registraron un total de 1068 ejemplares pertenecientes al orden Coleoptera distribuidos en 11 familias. De las cuales Carabidae fue la más abundante con 587 individuos, mientras que Geotrupidae, Lampyridae y Nitidulidae fueron los más bajos con 3 coleópteros cada familia. La riqueza fue directamente proporcional a la temperatura y la humedad inversamente proporcional. Durante las lluvias la riqueza de familias obtuvo los valores más altos mientras que en la época de secas se vio disminuido. La riqueza de las familias entre las zonas no se vio afectada. Por otro lado, la mayor abundancia se presentó en la Zona Perturbada (ZP), posteriormente la Zona de Humedal (ZH) y por último la Zona de Bosque Pino Encino (ZBPE) en la época de lluvias. Todas las zonas sufrieron de un descenso en la época de secas.

La distribución de las 11 familias de coleópteros en las zonas de muestreo fue distinta. En la ZH, ZP y la ZBPE encontramos a Carabidae, Coccinellidae y Tenebrionidae; en la ZH y ZP encontramos a Curculionidae y Scarabaeidae, en la ZH y la ZBPE estuvo presente la familia Chrysomelidae, mientras que en la ZP y ZBPE encontramos a la familia Melolonthidae. Las familias restantes solo se encontraron en una sola zona: Geotrupidae en la ZBPE, Lampyridae y Nitidulidae en la ZP y Staphylinidae en ZH. La ZBPE obtuvo más familias exclusivas mientras que la ZH solo tuvo una familia exclusiva

Con respecto a la Diversidad alfa el índice de Simpson indicó que la Zona de Bosque Pino Encino es mayor (0.64) que la Zona Perturbada (0.63) y la Zona de Humedal (0.51) sin valores significativos entre ellas. Para la Diversidad beta de acuerdo con el Índice de Jaccard, basándose en la presencia y ausencia de familias, las zonas menos similares fueron Zona Perturbada-Zona de Bosque Pino-Encino, seguidas de Zona de Humedal-Zona de Bosque Pino-Encino y por último Zona Perturbada-Zona de Humedal.

INTRODUCCION

Cerca de dos terceras partes de la biodiversidad mundial se localizan en poco más de una docena de países conocidos como megadiversos. México ocupa uno de los primeros cinco lugares con mayor biodiversidad en el mundo por su alto grado de riqueza y en particular, por su alto índice de endemismos (Benítez-Díaz y Bellot-Rojas, 2003).

El territorio del Estado de México representa el 1% de la superficie nacional y en él se desarrolla una amplia diversidad de plantas y animales, debido a que forma parte de la provincia de los lagos y Volcanes del Anáhuac, lo cual permite contar con amplios contrastes en la elevación de su territorio, desde las zonas cercanas a 300 msnm hasta los 5,500 msnm que alcanza el volcán Popocatepetl, pasando por un conjunto de grandes planicies ubicadas a 2,250 y 2,600 msnm, correspondientes a la cuenca del Valle de México y la cuenca del Rio Lerma respectivamente (Ceballos *et al.*, 2009a).

Lo anterior permite que haya una gran variedad de tipos de clima como son: cálido subhúmedo a semicálido subhúmedo en la mayor parte de la cuenca del Balsas (20.8% del territorio estatal); templado subhúmedo en la mayor parte de la cuenca de Lerma y Valle de México (61.7%); semiseco templado ubicado en el noreste (5.7%); semifrío húmedo (11.6%) y frío propio de los grandes picos de la entidad (0.2%) (INEGI, 2009). El efecto de este factor en diferentes regiones, aunado a las variaciones del relieve generalmente permite la diversidad de tipos de vegetación. De acuerdo con Rzedowski (1978, 2006) para México los pinares son comunidades vegetales muy características y ocupan vastas superficies de su territorio y aunque posee afinidades hacia los climas templados a fríos no son los únicos que la constituyen. El estudio de los factores como la precipitación, temperatura y humedad relativa que actúan sobre la variación espacial en la composición de ensambles, riqueza de especies y abundancia de individuos (Lobo y Halffter, 2000; Verdú y Galante, 2002); ofrecen “experimentos naturales” donde en distancias relativamente cortas se representan a casi todos los grupos y subgrupos de climas posibles (Ceballos *et al.*, 2009) causando fuertes cambios en los factores ambientales involucrados en el mantenimiento de la biodiversidad.

En los ecosistemas, la variedad en las coberturas vegetales albergan una gran riqueza faunística en la que los organismos desempeñan un papel preponderante no solo en la génesis y evolución de los mismos, sino en el resultado de las acciones tendientes a la transformación, reciclaje de nutrimentos y conservación de recursos (Camero *et al.*,

2005). Tal es el caso de los insectos, cuyo estudio es todavía muy incompleto a pesar de ser el grupo de mayor riqueza con un 66% del total de especies vivas de animales en el mundo (Zhang, 2011). Esta diversidad se debe en gran parte a su biología, ya que sus hábitos alimentarios comprenden una amplia gama de explotación de recursos (Martínez *et al.*, 2011).

En particular, los coleópteros representan el orden más diverso con un aproximado de 387, 100 especies, sin embargo, su conocimiento aún es muy incipiente y la mayoría de la información existente se encuentra dispersa en distintas publicaciones de ámbito regional y mundial. En el caso del Estado de México, no se cuenta con un listado de todas las especies de coleópteros, pero existen datos que indican que los registros provienen de los principales tipos de vegetación; bosque de pino, bosque de encino, selva baja caducifolia y el pastizal (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2009).

Varios de estos ecosistemas están amenazados por la modificación de los hábitats, lo que provoca la pérdida de la diversidad faunística (Camero *et al.*, 2005), la cual tiene un papel significativo en el funcionamiento del sistema. Los escarabajos pueden alimentarse en todos los tipos de materia vegetal y animal. Muchos son fitófagos, depredadores o fungívoros, mientras que algunos son carroñeros y muy pocos son parásitos (Triplehorn y Johnson, 2005). Son buenos indicadores de la biodiversidad de un territorio (Morrone y Ruggiero, 2001; Yeates *et al.*, 2002) y cuentan con una amplia distribución altitudinal que va desde el nivel del mar hasta por arriba de los 4000 msnm (Navarrete-Heredia *et al.*, 2012). Hoy en día se están dando los primeros pasos en la incursión de estos insectos en programas de conservación, corroborando con ello el impacto que tienen en la supervivencia del funcionamiento de los ecosistemas y forma parte del componente cuantitativamente más importante (Ordoñez, 2009).

ANTECEDENTES

En México se han realizado algunos estudios que han aportado información tanto del comportamiento de los coleópteros como de su ecología y localización dentro de distintos ecosistemas como los que a continuación se describen.

- Rivera-Cervantes y García-Real (1998) evaluaron la composición faunística de Scarabaeidae y Silphidae en bosque de pino conservado y dañado por fuego, donde la abundancia de las especies de Silphidae disminuye en el ambiente perturbado, por el contrario, las especies de Scarabaeidae no mostraron preferencia por algún ambiente en Sierra de Manantlán, Jalisco, México.
- Labrador G. (2005) aportó una lista de los coleópteros necrófilos de México para conocer los estados donde se han llevado a cabo, así como los tipos de vegetación y altitud. También estableció la similitud faunística entre las regiones revisadas. Respecto a la diversidad estatal refiere únicamente siete localidades muestreadas en Guanajuato. Mostró 100 trabajos de inventario con coleópteros necrófilos y registró 38 familias de coleópteros necrófilos, 156 géneros y 425 morfoespecies, 241 determinadas.
- Yañez-Gómez y Morón M. A. (2010) analizaron la diversidad, riqueza, abundancia y las especies indicadoras de diversidad de coleópteros Scarabaeoidea en dos zonas en Santo Domingo Huehuetlán, Puebla encontrando 1020 ejemplares donde la composición de especies de ambas zonas son parecidas con un efecto antrópico mínimo.
- Hernández M. B. (2014) realizó un trabajo acerca de la distribución altitudinal de coleópteros necrófilos (Coleoptera: Scarabaeoidea y Silphidae en Cerro de García, Jalisco con un gradiente que va desde los 1600 a 2700 msnm; donde resaltaron dos patrones de distribución, el primero va asociado a la riqueza de especies ya que esta disminuye con el aumento de la altitud, además con la diversidad se observó el “pico medio de dominancia” o la existencia del efecto de ecotono a los 2,000 msnm.

Sin embargo para el Estado de México no se tiene un listado completo de las especies de escarabajos, la mayoría de los trabajos de inventarios faunísticos se enfocan principalmente a los coleópteros asociados a carroña y excremento. Por ejemplo, se tiene cinco inventarios que incluyen a la fauna de la familia Staphylinidae (Arriaga *et al.*, 2011; Jiménez- Sánchez *et al.*, 2011; Cejudo y Deloya. 2005; Jiménez- Sánchez *et al.*, 2000;

Delgadillo *et al.*, 1998) y cinco a Scarabaeidae (Pérez-Villamares *et al.*, 2012; Trevilla-Rebollar *et al.*, 2010; Méndez, 2002; Morón y Zaragoza, 1976) principalmente. Y hay otros que se enfocan en el método de colecta como lo es la trampa de caída para evaluar la riqueza de familias de coleópteros de un área determinada.

- García D. A. (2003) estudio las familias del orden Coleoptera capturados con trampas de caídas en un bosque de pino-encino, un matorral xerófilo y un bosque tropical caducifolio del Estado de México del cual obtuvo 48 familias, donde Staphylinidae obtuvo la mayor abundancia y se encontraron a otras familias como Carabidae, Nitidulidae, Scarabaeidae, Corylophidae, Monotomidae, Tenebrionidae, Curculionidae, Chrysomelidae y Endomychidae.

Del mismo modo podemos tener información de las familias de coleópteros a nivel mundial como en la Región del Biobío, Chile; Vergara y colaboradores (2006) observaron la diversidad y patrones de distribución de coleópteros en tres sectores dentro de la región, donde Staphylinidae y Curculionidae fueron las familias más diversas. Mientras que Barbosa y Marquet (2002) examinaron el efecto de la fragmentación forestal sobre el ensamble de coleópteros en tres sitios del relicto de un bosque templado del Parque Nacional Fray Jorge igual en Chile, con una altitud de 600 msnm, clima árido mediterráneo, mismo que cuenta con veranos secos y calientes e inviernos fríos; y una precipitación anual de 85 mm, distribuidos principalmente entre mayo y septiembre. Por cada sitio se colocaron 30 trampas pitfall con 5 cm de distancias entre cada una, dispuestas en transectos lineales. Se capturaron 2,644 individuos pertenecientes a 32 especies y 16 familias. Tenebrionidae y Curculionidae obtuvieron la riqueza mayor con cinco especies cada una, seguidas por Melyridae con tres especies.

En la Patagonia Argentina, Werenkraut V. (2010) evaluó la asociación que hubo entre los patrones altitudinales en la diversidad de coleópteros y hormigas a distintas variables ambientales y la subdivisión fina de individuos, se tomó la riqueza y abundancia de los mismos.

Fagundes y colaboradores (2011) analizaron la composición de coleópteros epigeos en cinco ambientes: un bosque nativo, un pastizal nativos, en plantaciones de *Pinus ellionttoo* y *Eucalyptus saligna* en un área degradada por el uso de suelo en el sur de Brasil, para conocer la diversidad, la riqueza, la abundancia y la similitud faunística entre los sitios. Recolectaron un total de 1812 individuos agrupados en 45 morfoespecies y 14

familias, de las cuales Scarabaeidae tuvo la mayor riqueza con nueve morfoespecies y Nitidulidae fue la más frecuente con 1113. Marinoni y Ganho (2003) por otro lado, propusieron a la fauna de coleópteros como un posible indicador ambiental en cinco sitios del Parque Nacional Vila Velha en el municipio de Ponta Grossa de Paraná, Brasil y se obtuvieron 52 muestras con un total de 13 093 ejemplares pertenecientes a 35 familias, de las cuales Staphylinidae, Ptiliidae, Nitidulidae, Scarabaeidae, Scolytidae, Hydrophilidae e Endomychidae fueron las más abundantes.

En tres localidades del centro sur de New Wales en Australia, Driscoll y Weir (2005) vieron la respuesta de la población de coleópteros ante la fragmentación del hábitat, donde se presenta un clima semiárido con una precipitación anual de más de 425 mm y un relieve máximo de 20 m para cada sitio. A cada localidad se le asignaron diez sitios de muestreo, por cada sitio colocaron 16 trampas pitfall separadas por 25 m entre sí y diez metros de separación hacia la valla. Las trampas se revisaron por cinco periodos consecutivos de 24 horas. De un total de 2.165 individuos recolectados, identificaron 165 especies pertenecientes a las familias Carabidae, Scarabaeidae, Tenebrionidae, Elateridae y Trogidae.

Por otro lado, Vohland *et al.*, (2005) compararon la diversidad y abundancia de los coleópteros en dos parcelas en Nama Karoo, al sur de Namibia durante dos años, en el que se tomaron muestras trimestrales, para seleccionar especies indicadoras de degradación así como de restauración. El clima de la zona es templado con lluvias en verano, una precipitación anual de 100 a 150 y vegetación natural representada por sabana de arbustos enanos y matorrales. Para cada área se seleccionó una parcela de dos hectáreas y se colocaron diez trampas pitfall por cada parcela, dispuestas en líneas paralelas con distancia de 15 m entre sí. Las trampas funcionaron en periodos de ocho días por mes de recolecta. Se capturaron 2,134 individuos pertenecientes a 15 familias de las cuales las más abundantes fueron Tenebrionidae, Meloidae, Carabidae, Chrysomelidae y Scarabaeidae.

Kutasi *et al* (2001) utilizaron trampas pitfall para estudiar los ensamblajes epigeos de coleópteros en 11 cultivos de manzano de diferentes regiones de fruticultura en Hungría. Durante el estudio se recolectaron 13,583 individuos, de los cuales la familia de los cuales Carabidae fue dominante (37%), seguida por Silphidae (26%), Staphylinidae (18%), Curculionidae (5%), Dermestidae (2.5%), Histeridae (2%) y Coccinellidae (1.5%).

JUSTIFICACIÓN

En algunas zonas del Estado de México la información de los insectos en especial el orden Coleoptera aun no cuenta con datos suficientes sobre las familias que hay en comunidades como la del Rincón, ubicado en Santa Ana Jilotzingo. Y aunado a las actividades antrópicas desarrolladas para beneficio del hombre como la agricultura, el pastoreo, el cambio de uso de suelo, entre otras que ahí se desarrollan, se cree que pueden afectar de algún modo a los distintos ecosistemas y por ende a la presencia o ausencia de escarabajos ya que ellos han servido como estrategias en la recuperación y conservación de áreas críticas que por medio del estudio ecológico y el análisis de la distribución espacial que presentan, ayudan a determinar áreas que concentran mayor riqueza y la respuesta que tienen a los impactos ambientales debido a la estrecha relación que presentan con los procesos de cambio de hábitats (Fagundes *et al.*, 2011) y como la transformación de ambientes naturales que generan cambios en la estructura vegetal, puede favorecer la pérdida de la biota o bien la amenaza de especies que presentan especificidad dentro de un hábitat (Santos y Tellería, 2006; Saunders *et al.* 1991; Delgado *et al.*, 2012). Además de que factores bióticos como la temperatura y la humedad también pueden inferir en la vida de estos individuos.

Considerando lo anterior se plantearon los siguientes objetivos.

OBJETIVOS

Objetivo general.

Contribuir al conocimiento de familias del orden Coleoptera presentes en “El Rincón”
Santa Ana Jilotzingo, Estado de México.

Objetivos particulares.

- Elaborar un listado de las familias de coleópteros encontradas en las distintas zonas mediante trampas de caída y colecta manual.
- Determinar la temperatura y humedad en el área de estudio (temporada de lluvias o secas).
- Proporcionar datos sobre la riqueza de familias de coleópteros y su relación con la temperatura y humedad (temporada de lluvias o secas)
- Elaborar una curva de acumulación de familias.
- Proporcionar datos sobre la abundancia de familias de coleópteros y su relación con la temperatura y humedad
- Determinar la localización de las familias de coleópteros capturados en cada zona del área de estudio.
- Calcular la diversidad alfa de las familias de coleópteros por medio del Índice de Simpson.
- Calcular la diversidad beta de las familias de coleópteros por medio del Índice de Jaccard.

MATERIAL Y METODOS

Localización

El municipio de Santa Ana Jilotzingo se encuentra en la parte central del Estado de México, al noroeste de la ciudad de Toluca y hacia el oeste del Distrito Federal, Colinda al norte con los municipios de Isidro Fabela y Atizapán de Zaragoza; al este con los municipios de Atizapán de Zaragoza y Naucalpan de Juárez; al sur con los municipios de Naucalpan de Juárez y Xonacatlán; al oeste con los municipios de Xonacatlán, Oztolotepec e Isidro Fabela, ocupando la parte más alta y agreste de la cadena montañosa de Monte Alto, entre las coordenadas de los paralelos 19° 26' y 19° 34' de latitud norte; los meridianos 99° 19' y 99° 29' de longitud oeste (INEGI, 2009), con una altitud entre 2400 y 3700 m (Figura 1).

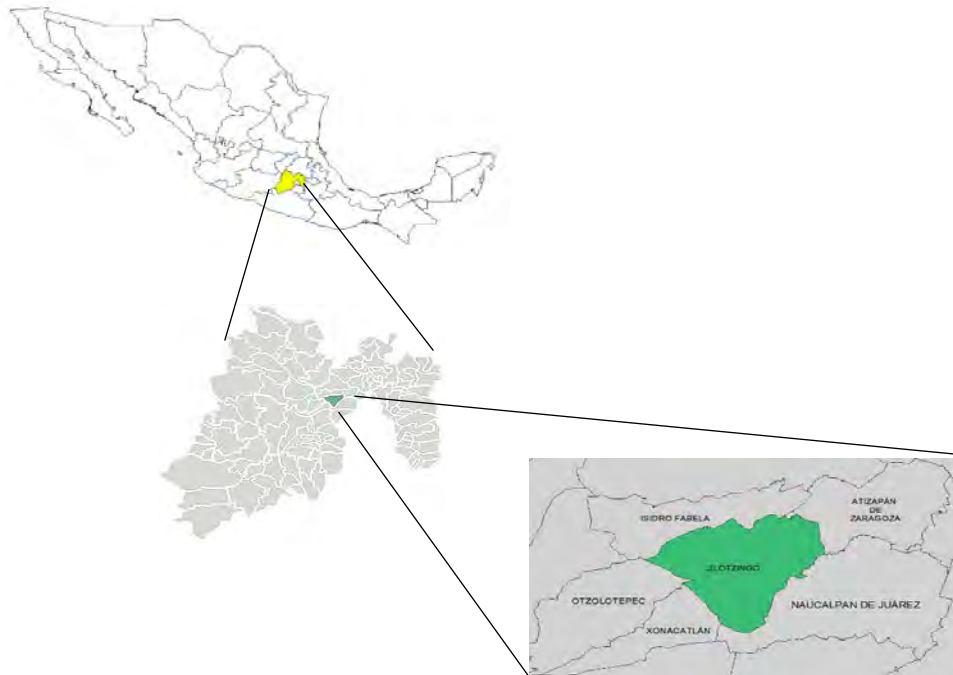


Figura 1. Ubicación del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México.

“El Rincon”, mejor conocido como El Rincón de los Venados en Santa Ana Jilotzingo es una localidad que brinda al público en general servicios turísticos y locales como servicio de acampado, caminata, servicios de motos, bicicleta, cabalgata, cabañas y actividades lúdicas. Se ubica entre las laderas de dos montañas, al suroeste de Santa Ana Jilotzingo, en el km. 53 de la carretera Naucalpan-Ixtlahuaca. Mientras que la comunidad de El Tular

Peña de Lobos que se localiza a 500 metros del Rincón, en el kilómetro 52.5 de la misma carretera (Figura 2).

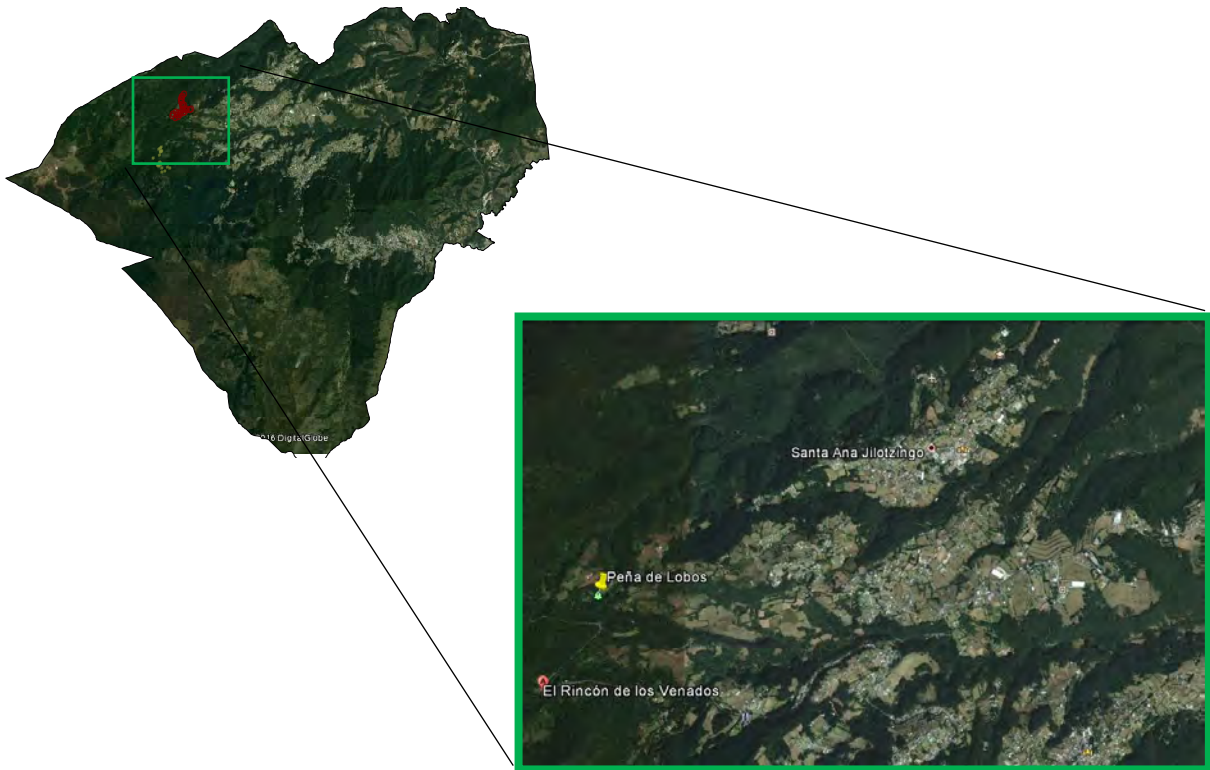


Figura 2. Ubicación del Rincón de los venados y zonas aledañas en Santa Ana Jilotzingo, Estado de México

Extensión

De acuerdo con los límites señalados la superficie municipal es de 13081.84 hectáreas, ocupando aproximadamente el 0.56% de la superficie del estado (Figura 3). Cuenta con 25 localidades y una población total de 29,500 habitantes (Ayuntamiento de Jilotzingo, 2016).

Orografía

El municipio de Jilotzingo se localiza dentro de la Región X del Sistema del Eje Neovolcánico Transversal, concretamente en la subprovincia de los Lagos y Volcanes de Anáhuac. El municipio se ubica entre cadenas montañosas, sierras, cerros y hundimientos, que conforman un sistema de lomeríos y por consiguiente la topografía es muy irregular, lo que se ve reflejado en la presencia de rocas de origen volcánico que se han formado a lo largo del tiempo. Elevaciones como la de Apaxco, Dos Cabezas, Endomi, Gachupin, Geishto, Monte Alto, Ñango, El Órgano, Sehuayan, San Pablo, San Miguel; que forman parte de la Sierra Monte Alto (INAFED, 2016).

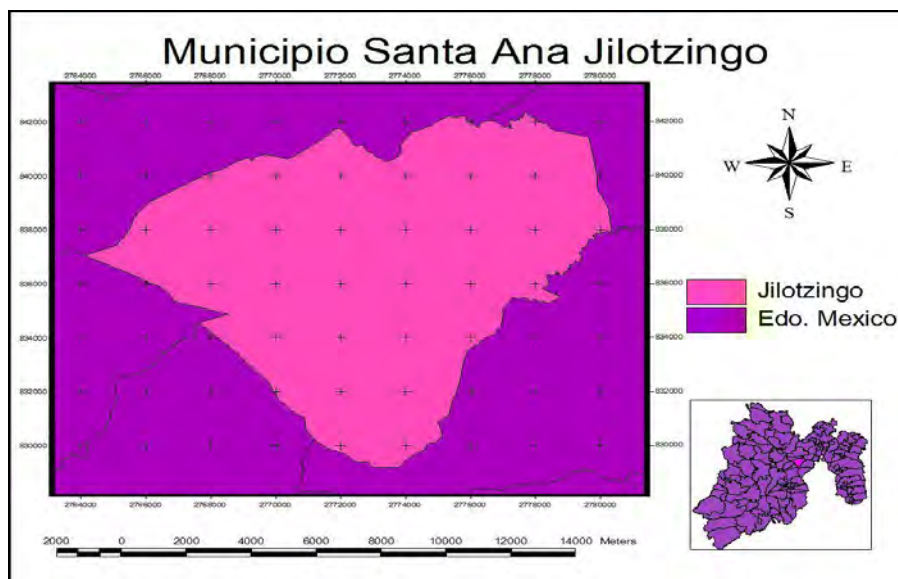


Figura 3. Municipio de Santa Ana Jilotzingo en el Estado de México.

Hidrografía

Debido a la altitud sobre el nivel del mar y por ser un área boscosa, el municipio de Jilotzingo es una zona hidrológica importante, se encuentra en dos cuencas:

La Región hidrológica del Panúco, específicamente en la Cuenca del Río Moctezuma, al mismo tiempo, en el territorio donde se sitúa el municipio, convergen las subcuencas de la Presa de Guadalupe y de la Presa Madín. La parte suroeste del municipio de Jilotzingo, se sitúa en la Región Hidrológica Lerma-Chapala-Santiago (IGECEM, 2014).

Se tienen contabilizados 22 ojos de agua, entre los que destacan: Capoxi, Cutis, El Frutillal, Endeca, El Rincón, El Risco, Gundo, Los Fresnos, Las Tinajas, Jiante, Megoh, Ojo de Agua, Pipilihiasco, Texandeje, Villa Alpina, Xote. De igual forma se tienen al Río Santa Ana, que se convierte en "río" de La Colmena, el cual recorre los municipios de Jilotzingo, Nicolás Romero. Otras corrientes de agua de importancia son los de Navarrete, San Luis, Cañada del Silencio y Los Ranchos.

Debido a las condiciones geográficas y climatológicas de la región, permite que el suelo tenga como característica una alta permeabilidad, por ello existe una gran cantidad de mantos freáticos y cuerpos de agua (Esparza, 1999).

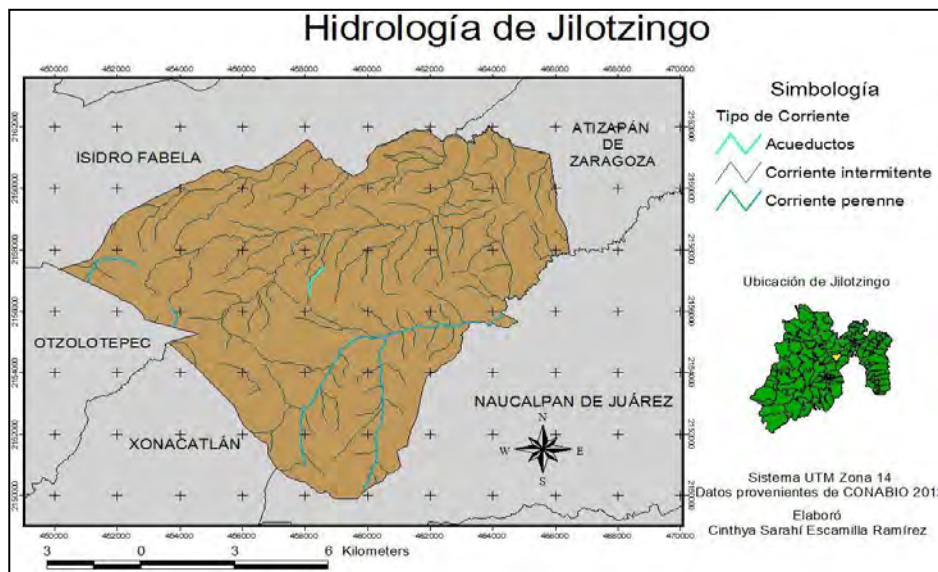


Figura 4. Mapa hidrológico de Jilotzingo, Estado de México.

Clima

El clima predominante en el municipio es de tipo templado húmedo con lluvias en verano C(w), debido a la localización geográfica que presenta al insertarse en la Subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac, por lo cual la convergencia de masas de aire entre el Valle de Toluca y el Valle de México, hacen que la región en donde se localiza, se caracterice por el asentamiento de bancos de niebla tanto en la época de lluvias como en invierno, ello fomentado a su vez por la existencia de mucha vegetación, lo que incide en los niveles de humedad en el ambiente (SEDUR, 2011).

La temperatura promedio anual es de 13.7°C, con una máxima de 29.5° y una mínima de 5.6°. La época de lluvias se encuentra registrada entre los meses de junio a octubre, siendo el mes de septiembre el más lluvioso con 241.2 milímetros de precipitación pluvial, mientras que los meses de noviembre y enero son los más secos con sólo 0.3 y 0.6 milímetros de precipitación pluvial. (INAFED, 2005).

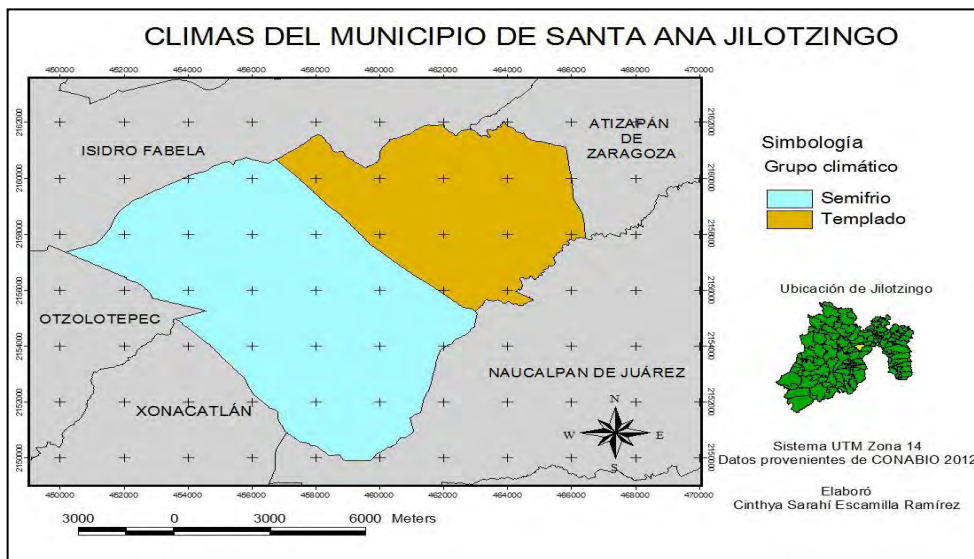


Figura 5. Mapa de climas de Jilotzingo, Estado de México.

Flora

En el municipio de Jilotzingo se encuentran tres variedades de bosque: encinos, abetos y pinos. De los tipos de encino existen cuatro especies dominantes: encino de hoja de laurel, (*Quercus laurina*); encino de hojas crasas, (*Quercus magnolaefolia*), encino mexicano (*Quercus mexicana*) y aile de hoja firme (*Alnus*). En el bosque de abeto predomina *Abies religiosa*, comúnmente conocido como oyamel además el bosque de pinos como *Pinus montezumae*, *Pinus hartwegii* y *Pinus patula*.

Los frutales propios de regiones frías se reproducen y se desarrollan muy bien en este rumbo, de éstos destacan el perón, manzana, tejocote, ciruelo, chabacano y durazno cimarrón.

Dentro de las plantas y hierbas podemos encontrar: maíz, frijol, chícharo, haba, cebada, trébol, berro, nabo, rosas de diversas especies, epazote, palma real, girasol, calabaza, trigo, chilacayote, huauzontle, cebolla, ajo, apio, papa, perejil y cempasúchil (INAFED, 2016).

Fauna

Actualmente la fauna se ve reducida a ciertas especies: como son el conejo, hurón, tuza, cacomixtle, ratón, ardilla, liebre, camaleón, lagartija, serpientes, armadillo, ranas, sapos, acociles, tlacuache y murciélago. Entre las aves podemos citar: lechuza, gavilán, cardenal, paloma y águila. Dentro de los insectos encontrados en la zona se encuentran: libélula, grillo, mariposa, escarabajo, luciérnaga y algunos quelicerados como arañas y alacranes (Esparza, 1999).

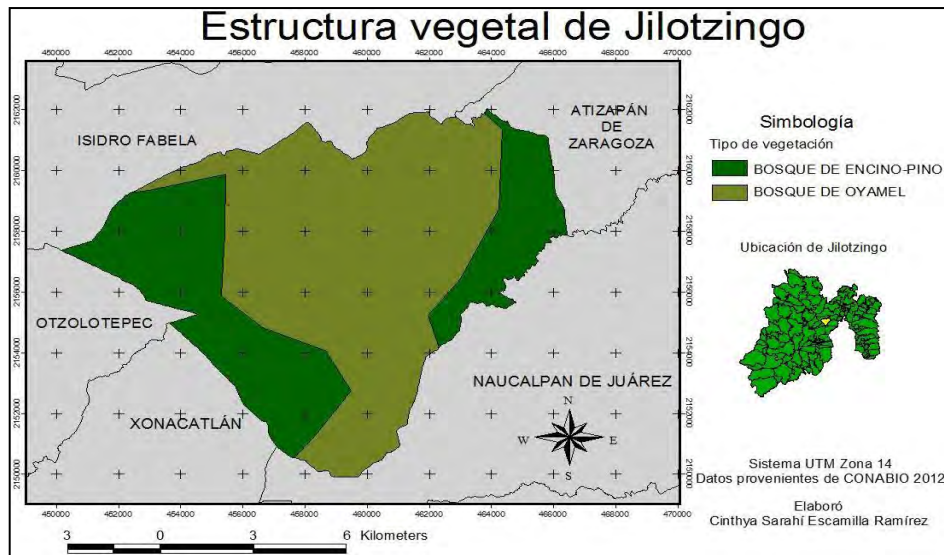


Figura 6. Mapa de la estructura vegetal de Jilotzingo, Estado de México.

Uso de suelo

El suelo del municipio presenta tres unidades edafológicas: Andosol Húmico Ocrico, Luvisol Crómico y Litosol. El suelo que predomina es de tipo luvisol crónico, es un suelo de color pardo intenso rojizo, de buena fertilidad y textura arcillosa que lo hace no recomendable para el desarrollo urbano, si se emplea en labores agrícolas requiere de fertilización, este tipo de suelo se ubica en la parte norte del municipio (SEDUR, 2011).

Como suelo secundario existe el andosol úmbrico, suelo derivado de la ceniza volcánica que tiene como característica la alta capacidad de retención de humedad y fijación de fósforo. Con una alta susceptibilidad a la erosión, recomendado para la explotación forestal (Esparza, 1999).

De las 14,366 hectáreas de la superficie municipal, 11,299.3 (78.65%) se dedican a la explotación forestal, 1,311.2 (9.12%) al uso agrícola de temporal, 724.8 (5.05%) al uso pecuario y 73.1 (0.51%) al uso urbano (INAFED, 2005).

Las tierras erosionadas alcanzan las 23.7% hectáreas que del territorio municipal y 933.9 hectáreas (6.5%) tienen usos no especificados. Casi el 79% de la extensión territorial son bosques (INAFED, 2016).

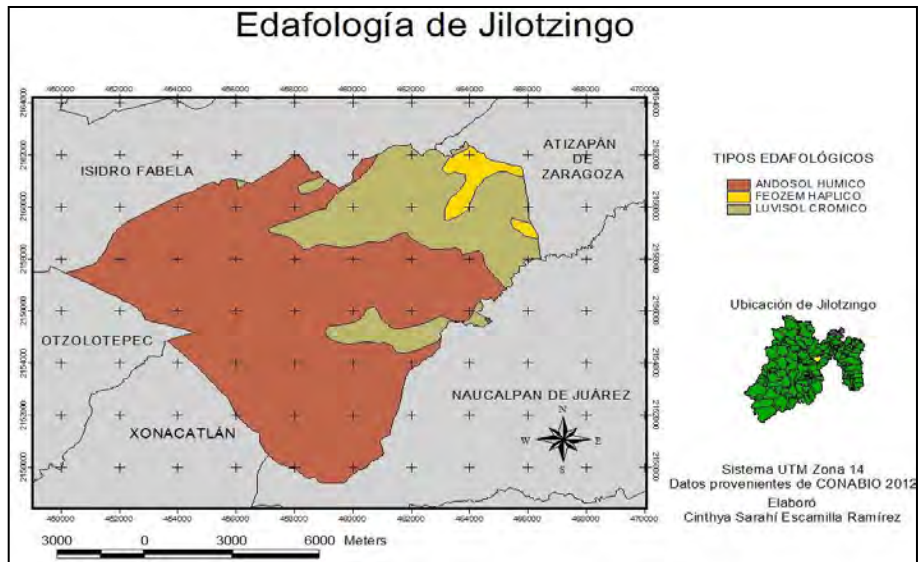


Figura 7. Mapa de la edafología de Jilotzingo, Estado de México.

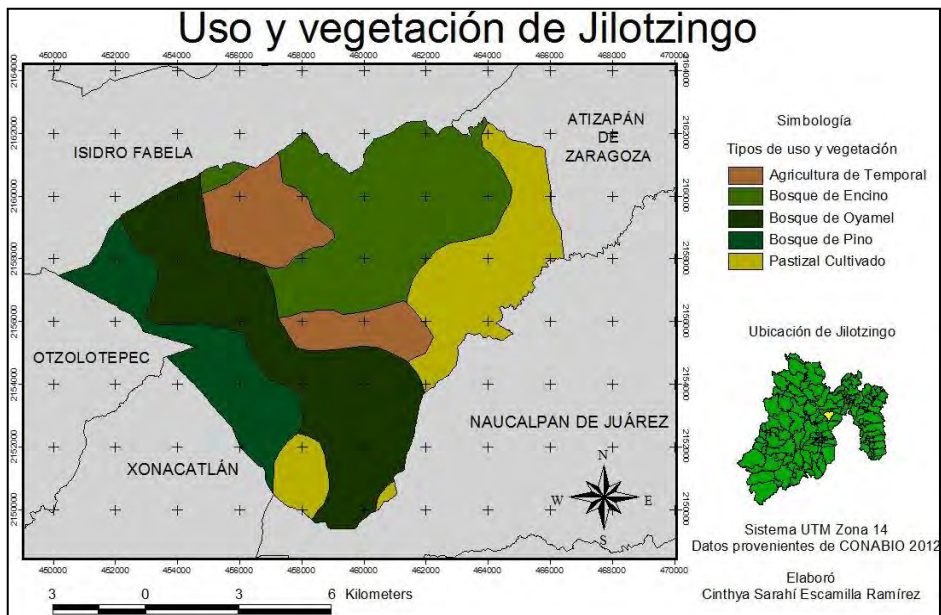


Figura 8. Mapa de uso de vegetación de Jilotzingo, Estado de México.

Trabajo de Campo

En el área de estudio, al igual que Yañez-Gómez y Morón (2010) se buscó que los sitios marcados en el Rincon de Santa Ana Jilotzingo, Estado de Mexico; tuvieran mismo clima y cercanía geográfica, pero diferente tipo de vegetación, y/o uso de suelo y actividades antrópicas que sugirieran algún efecto en la presencia de coleópteros. Por lo que la zona fue dividida en Zona de Humedal, Zona Perturbada y Zona de Bosque Pino-Encino, las cuales van de los 3000 msnm a los 3250 msnm, se marcaron con ayuda de un GPS Modelo Garmín 602sc.

Zona de Humedal (ZH)

Cuenta con un cuerpo de agua que rodea y atraviesa esta parte específica de la zona de estudio, dando así una aparente área conservada donde las únicas prácticas antrópicas conocidas fueron la crianza de trucha y venado cola blanca, su altitud oscila entre los 3000 a 3100 msnm (Figura 9).



Figura 9. Zona de Humedal en “El Rincón” Santa Ana Jilotzingo, Estado de México.

Zona Perturbada (ZP)

Es considerada así, debido a que presentó más actividades antrópicas como ganadería, introducción de cultivos secundarios y temporales, moto y cuatrimoto, paseo a caballo, pastoreo, entre otras. Está a una altitud de 3100 a 3200 msnm (Figura 10).



Figura 10. Zona Perturbada en “El Rincón” Santa Ana Jilotzingo, Estado de México.

Zona de Bosque Pino-Encino (ZBPE)

En esta zona la similitud de las exigencias ecológicas de los pinares y de los encinares dieron como resultado la presencia de un bosque mixto, contando además con caminos y laderas. Se localiza cerca de la carretera a una altitud de 3150 a 3250 msnm (Figura 11).



Figura 11. Zona de Bosque Pino- Encino en “El Rincón” Santa Ana Jilotzingo, Estado de México.

Se realizó un mapa base en la zona de estudio y del municipio de Santa Ana Jilotzingo por medio del programa Arc View GIS Versión 3.1 para marcar las zonas antes referidas (Figura 12).

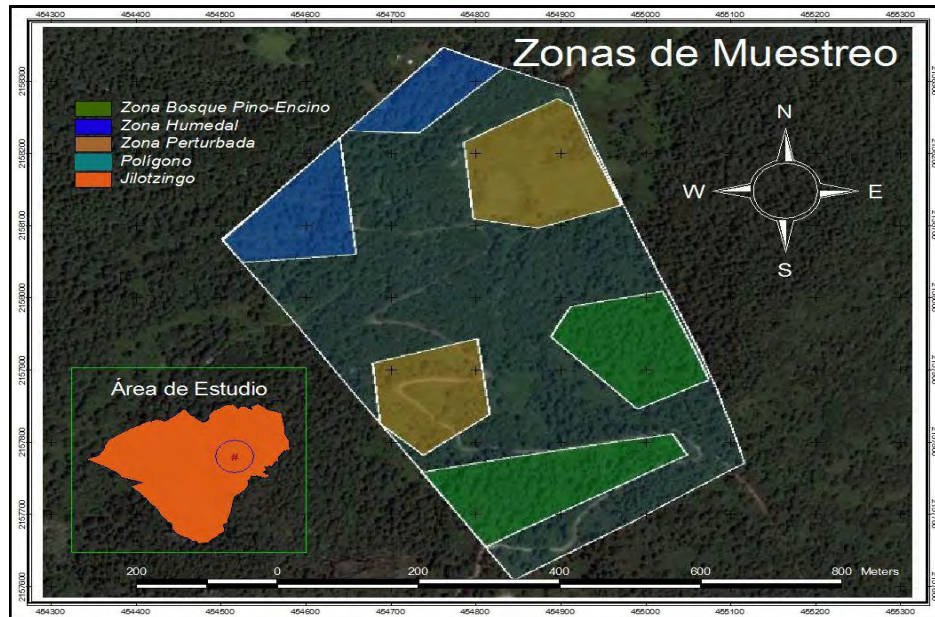


Figura 12. Área de Estudio y las distintas zonas de muestreo de “El Rincón” Santa Ana Jilotzingo, Estado de México.

Los muestreos fueron mensuales entre septiembre del 2014 y agosto del 2015; donde se determinaron 12 puntos distribuidos en las tres diferentes zonas de los cuales 6 puntos fueron viables para la obtención de individuos del orden Coleoptera.

Se consideró apropiada la técnica de colecta por medio de trampas de caída ya que refleja gran parte de la riqueza de coleópteros principalmente epigeos, y ya que de acuerdo a la información dada del área de estudio se considera un sitio con condiciones adversas tanto de clima y perturbación, algunos autores proponen que la trampa puede indicar de manera indirecta la densidad de individuos y el grado de actividad de cada familia en el suelo (Fagundes *et al.*, 2011). Las trampas fueron elaboradas con recipientes de plástico de 15 cm de altura, 18 cm de diámetro superior y 10 cm de diámetro basal, protegidas por un techo circular de plástico. Cada una tuvo 500 ml de una mezcla de anticongelante y alcohol al 70% en proporción 1:2 respectivamente, para preservar y evitar que se escaparan los ejemplares (Cifuentes-Ruíz, 2009), permanecieron por un periodo de 24 horas. Adicionalmente, se invirtió en la búsqueda manual de especímenes en cada uno de los sitios de muestreo, por laderas, sitios aledaños y caminos de acceso a las zonas.

Los organismos obtenidos fueron colocados en frascos de plástico con alcohol al 70%, se etiquetaron, para su posterior determinación mediante el uso de claves taxonómicas de Arnett y colaboradores (2002) y Domínguez (2000) en el Laboratorio de Microscopía y el

Museo de Ciencias Biológicas “Enrique Beltrán” de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

Por medio del Higrometro-Termometro (% , °C) marca Cole Parmer se determinó la humedad y temperatura del área de estudio en los meses de muestreos.

Trabajo de gabinete

Los datos obtenidos fueron capturados en un cuadro realizado en Microsoft Office Professional Plus 2013 Excel donde se describen características principales (Figura 10).

| # de organism | Localidad | Día | Descripción | Humedad-Temperatura | Numerr | Colector | Orden | Familia | ZONA |
|---------------|------------------------|--------------|------------------------|---------------------|--------|---------------|------------|-----------|------|
| 1 | Primera Trampa Pitfall | 27-sep.-2014 | Chiquito negro antenas | 57% y 18°C | 5 | V.J. Diana A. | Coleoptera | carabidae | ZH |

Figura 13. Estructura de los resultados presentados en el estudio.

Se abordaron aspectos ecológicos generales y de comparación faunística. El análisis ecológico incluye riqueza, curva de acumulación de familias, abundancia, diversidad y similitud faunística. El índice de diversidad utilizado es el de Simpson, el cual fue adaptado al conteo de familias y está basado en la dominancia inverso al concepto de uniformidad o equidad, estandarizado a 1, representado de la siguiente manera:

$$D_s = \frac{1 - \sum ni (ni - 1)}{N (N - 1) D_s}$$

Donde:

ni = No. De individuos de la familia i

N = No. De individuos de todas las familias

Los valores que tienden a 0 indican diversidad baja cuando se acercan a 1 la diversidad es mayor.

La diversidad beta fue realizada entre las zonas del área de estudio mediante el coeficiente de similitud de Jaccard y se basa en la presencia-ausencia de familias en las distintas zonas.

$$j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay familias compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando las dos zonas tienen las mismas (Moreno, 2001).

Con los resultados obtenidos, se realizó un dendrograma de similitud espacio-tiempo, por medio de un análisis cluster en el programa Past 2.17.

Los organismos colectados se encuentran depositados en el Museo de las Ciencias Biológicas “Enrique Beltrán” de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI), UNAM, Estado de México, México.

RESULTADOS

Se registraron un total de 1068 coleópteros distribuidos en 11 familias, incluidas en los subordenes Adephaga y Polyphaga (Figura 18). En la Zona Perturbada (ZP) se obtuvo el 44% (451) de los individuos y 8 familias, en la Zona de Humedal (ZH) el 36% (379) y 7 familias, y en la Zona de Bosque Pino-Encino (ZBPE) 22% (238) y 6 familias (Figura 16, Anexo V).

Riqueza

En general, el área de estudio propone una mayor riqueza de familias al 49% y 48% de humedad; con una temperatura de 25°C a 19° C respectivamente durante abril y junio con 8 familias en cada mes, mientras para una menor riqueza la temperatura osciló entre los 18°C y 8° C una humedad de 43% a 72% de noviembre a marzo con 2 y 3 familias (Figura 13).

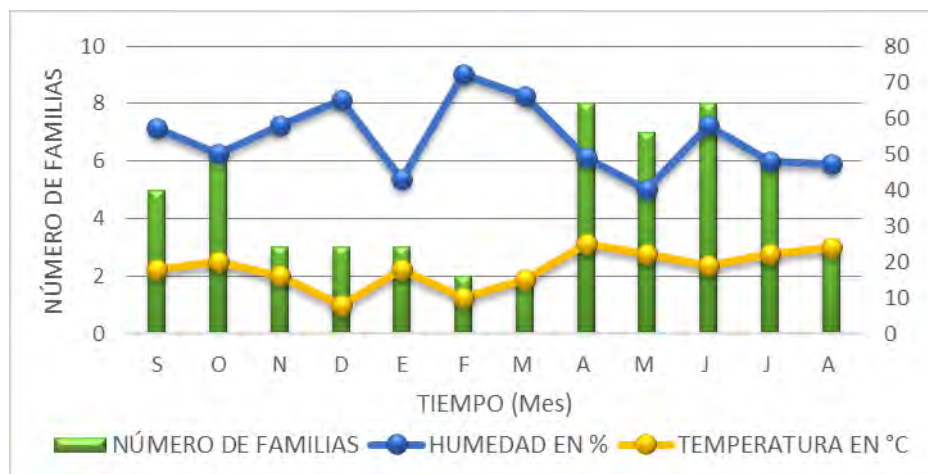


Figura 13. Riqueza de familias de coleópteros en área de estudio y su relación con la temperatura-húmedad.

La mayor riqueza se obtuvo en la ZP con 8 familias, después la Zona de Humedal con 7 familias y por último la ZBPE con 6 familias (Cuadro 1). Las tres zonas de muestreo presentaron a junio como el mes con mayor riqueza lo que corresponde a la época de lluvias mientras que en la época de secas hubo un descenso (Figura 14).

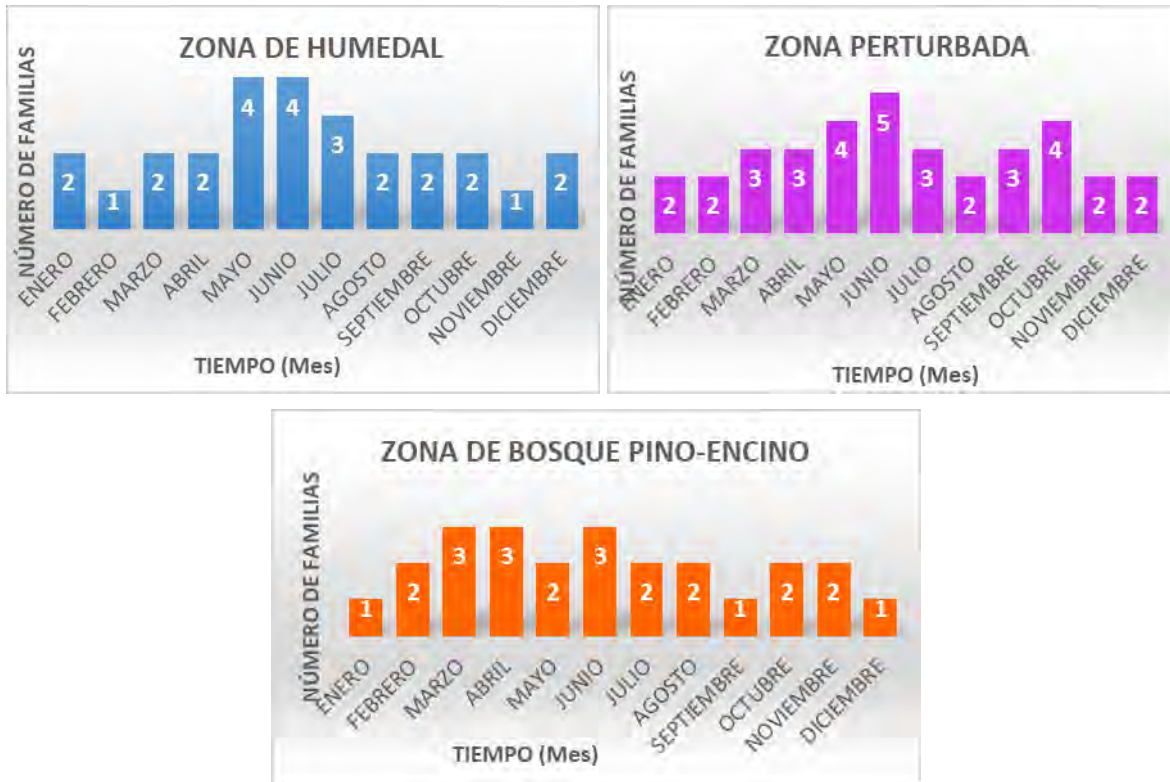


Figura 14. Riqueza de familias de coleópteros presentes en las zonas de muestreo con relación al tiempo en Santa Ana, Jilotzingo, Estado de México.

Curva de acumulación

La curva de acumulación de familias relacionada al tiempo de muestreo sugiere que aun se puede encontrar una cantidad mayor de familias de coleópteros en el área de estudio ya que no mostró una asintota (Figura 15).

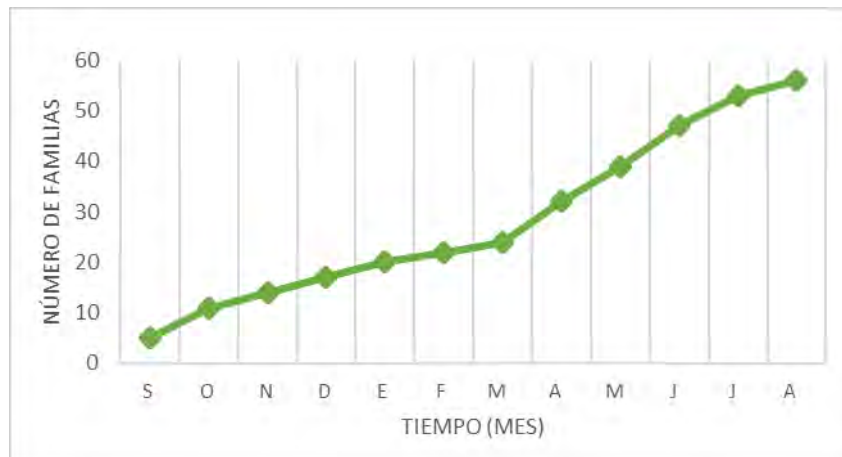


Figura 15. Curva de acumulación de familias de coleópteros presentes en Santa Ana, Jilotzingo, Estado de México.

Abundancia

De acuerdo con los datos obtenidos, la zona que presento mayor abundancia fue la Zona Perturbada con 451 individuos correspondiente a un 44% del total obtenido, seguida de la Zona de Humedal con 379 organismos y por último la Zona de Bosque Pino-Encino con 238 ejemplares los cuales corresponden al 36% y 22% respectivamente (Figura 16).

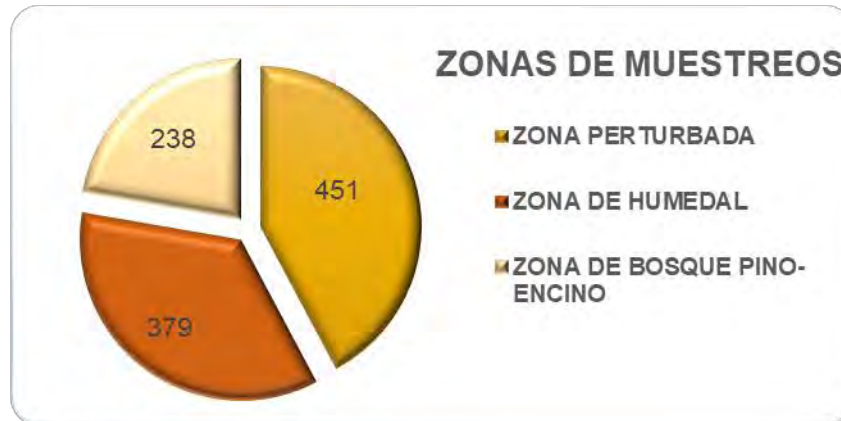


Figura 16. Abundancia de coleópteros registrada en las zonas de muestreo en el Rincón Santa Ana, Jilotzingo, Estado de México.

La mayor abundancia para la Zona Perturbada corresponde al mes de mayo, en la Zona de Humedal en marzo y en la Zona de Bosque Pino-Encino en abril. La menor abundancia fue en noviembre para la Zona Perturbada diciembre para la Zona de Humedal y enero para la Zona de Bosque de Pino-Encino (Figura 17).

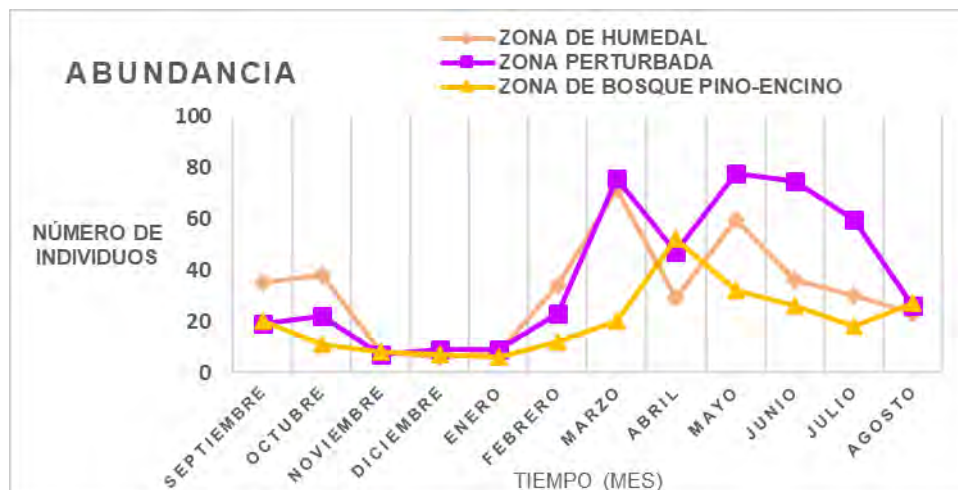


Figura 17. Relación de la abundancia de coleópteros con el tiempo de muestreo en la Zona de Humedal, Zona Perturbada y Zona de Bosque Pino-Encino en el Rincón Santa Ana, Jilotzingo, Estado de México.

Siete familias agruparon el 97.90% de la abundancia total, Carabidae obtuvo la mayor abundancia relativa con 55%, seguida de Tenebrionidae (24%), Chrysomelidae (5%), Scarabaeidae (4%), Coccinellidae (4%), Curculionidae (3%) y Staphylinidae (3%). Las cuatro familias restantes representan el 2% con menos de 13 individuos (Figura 18, Anexo III).

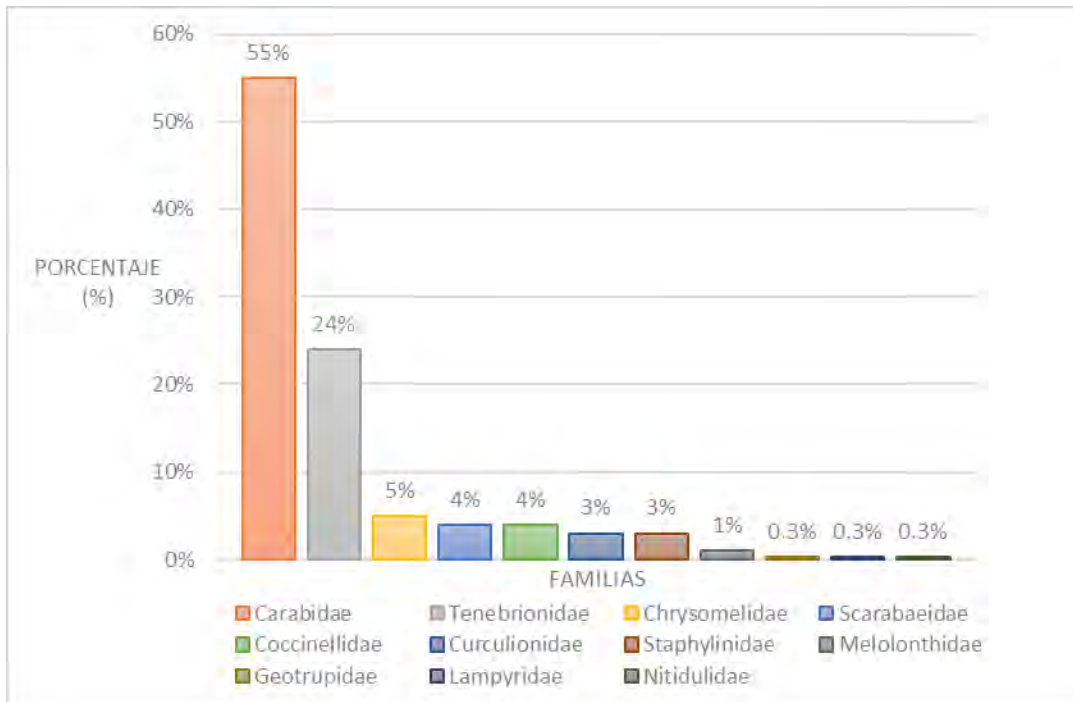


Figura 18. Abundancia relativa de las familias de coleópteros registrados en la Zona de Humedal, Zona Perturbada y la Zona de Bosque Pino-Encino en Santa Ana, Jilotzingo; Estado de México.

Carabidae, Tenebrionidae, Coccinellidae y Curculionidae estuvieron presentes en las tres zonas de muestreo; Chrysomelidae, Scarabaeidae y Melolonthidae en dos, mientras que Staphylinidae, Geotrupidae, Lampyridae y Nitidulidae se encontraron en una sola zona (Anexo V).

La familia que tuvo mayor abundancia fue Carabidae en marzo para la ZH, en mayo para la ZP y en abril para la ZBPE a una temperatura de 15°C a 25°C con humedad de 40% a 66%. La abundancia mínima coincide con la época de secas en las tres zonas de estudio (Figura 19). Tenebrionidae fue la segunda familia más abundante y mostró a marzo también como el mes con mayor abundancia en ZH y en la ZP, ambas con 19°C de temperatura y 65% de humedad, mientras que en la ZBPE el mes con mayor número de individuos fue septiembre con 20°C de temperatura y 55% de humedad. El estudio sugirió

un menor número de tenebriónidos por debajo de los 10°C a una humedad menor del 60% entre noviembre y enero (Figura 20).

En la ZH Chrysomelidae registró su pico máximo de abundancia en marzo con 18°C y 40% de humedad (Figura 21A), mientras que Scarabaeidae y Coccinellidae lo obtuvieron en septiembre y julio respectivamente con 12°C de temperatura y 50% de humedad (Figura 21B y 21C), las tres familias en época de lluvias.

La familia Curculionidae (Figura 22A) en septiembre con 19°C y 58% de humedad y Staphylinidae (Figura 22B) a 22°C y 50% de humedad en octubre, se presentaron en la ZH con 25 y 32 individuos respectivamente, las cuales fueron las abundancias con mayor valor para estas familias. Mientras que Melolonthidae (Figura 22C) tuvo una sola presencia en la ZP en la temporada de lluvias con 20°C y 60% de humedad lo que representó la abundancia más baja, sin embargo en abril y mayo se observó un mayor número de individuos, pero en la ZBPE con 5 y 7 melolóntidos cada mes respectivamente.

Con respecto a las familias menos abundantes Lampyridae y Nitidulidae estuvieron en el mes de noviembre y octubre respectivamente en la ZP con tres ejemplares cada una, a una temperatura de 15°C a 18°C y una humedad 52% a 60% lo que corresponde a la época de secas, mientras que Geotrupidae la encontramos en la ZBPE en el mes de marzo con tres individuos también a una temperatura de 12°C a una humedad del 70%, siendo estas sus únicas apariciones dentro del estudio realizado (Figura 23).

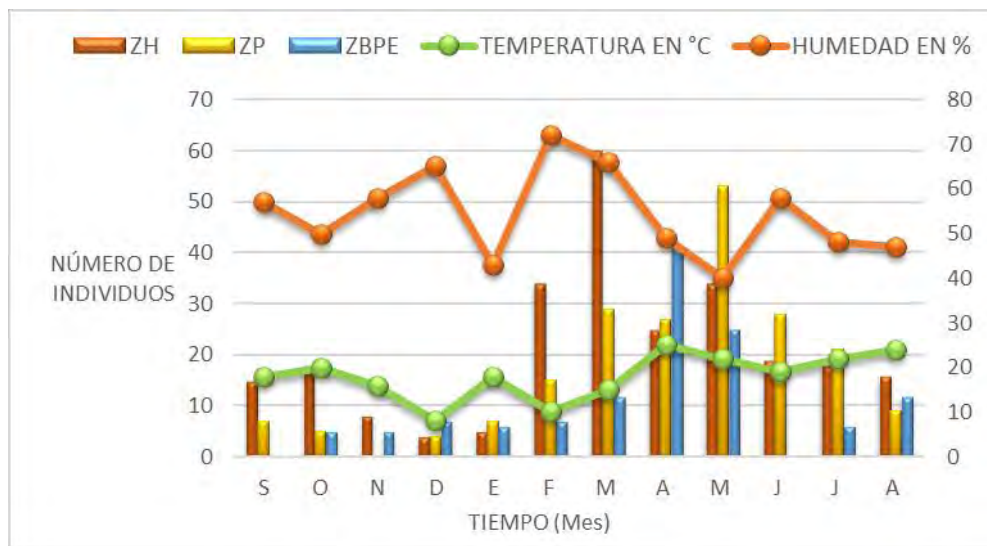


Figura 19. Abundancia mensual de la familia Carabidae en el área de estudio y su relación con la temperatura y humedad presentes en el Rincón Santa Ana, Jilotzingo, Estado de México.

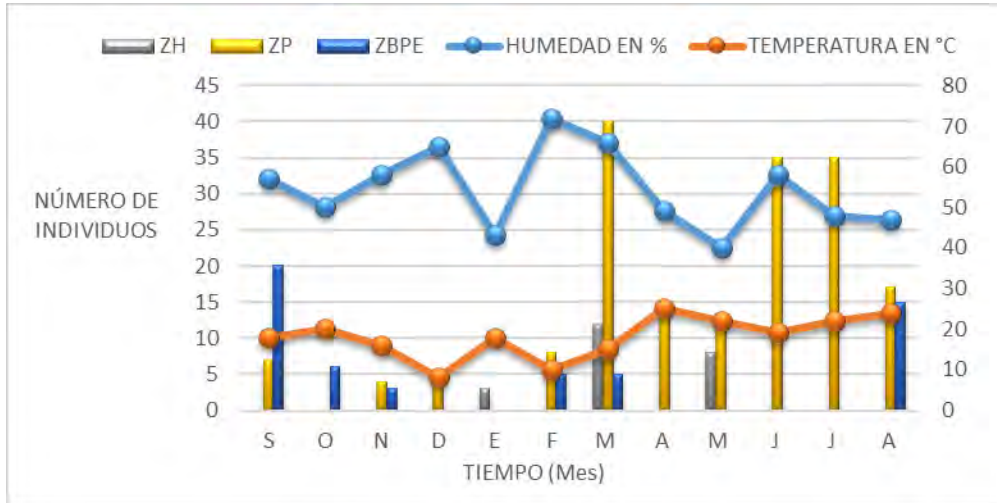
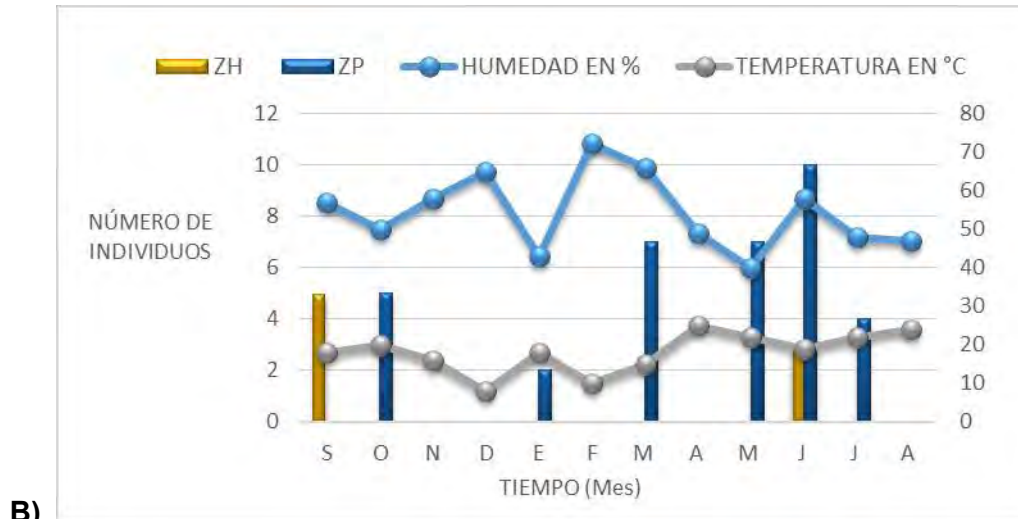
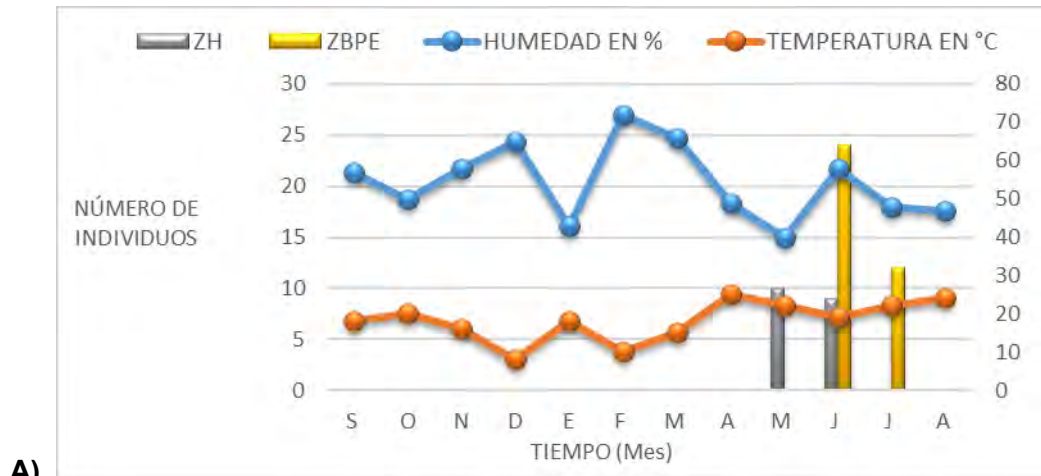


Figura 20. Abundancia mensual de la familia Tenebrionidae en el área de estudio y su relación con la temperatura y humedad presentes en el Rincón Santa Ana, Jilotzingo, Estado de México.



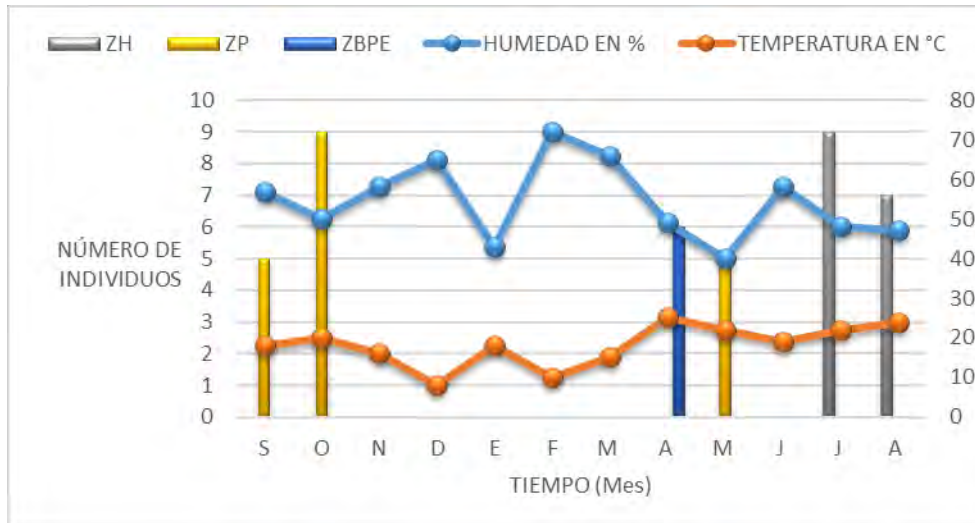
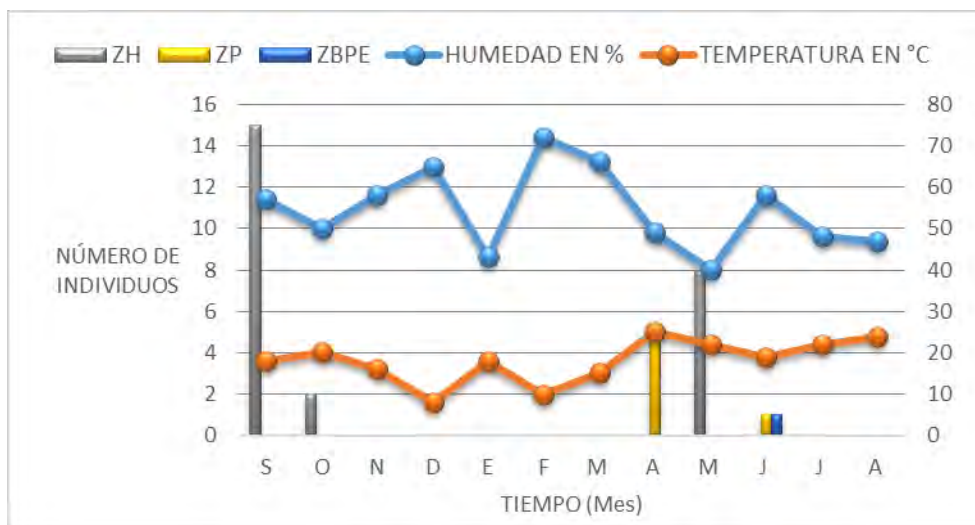
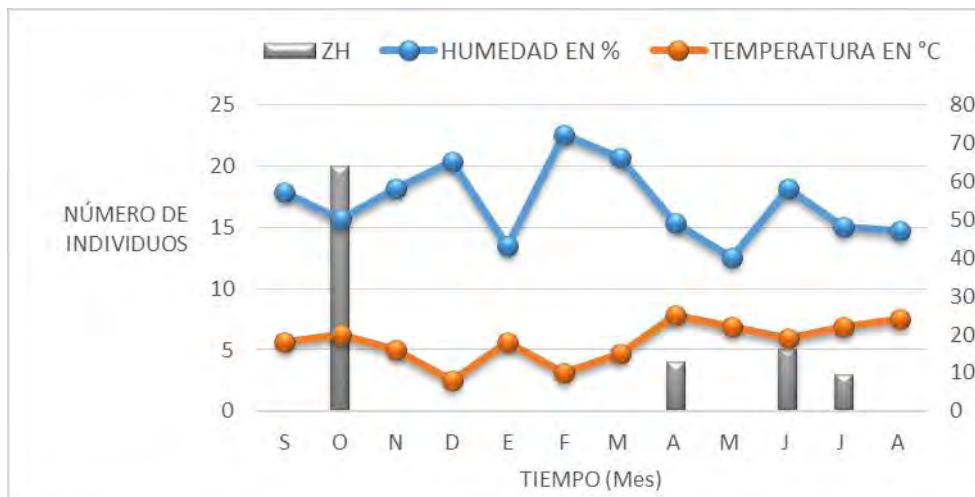


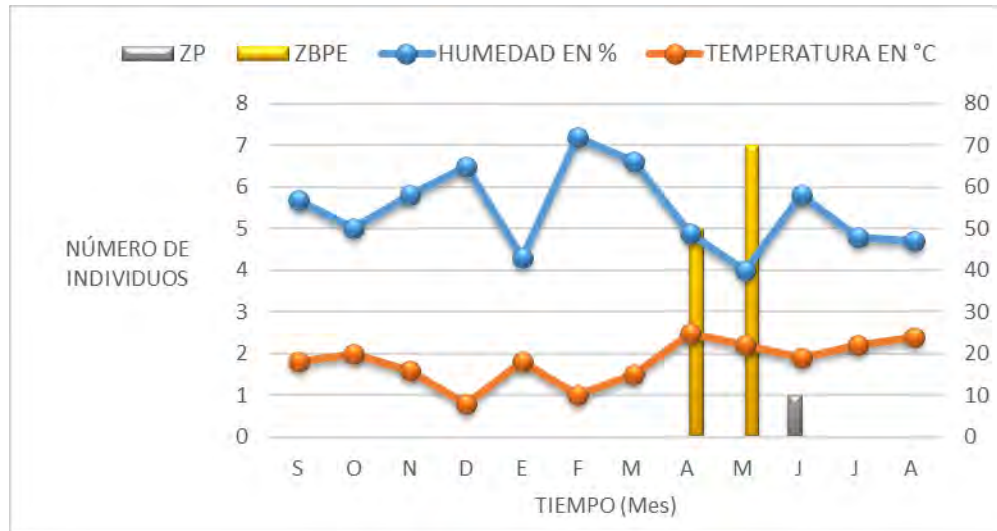
Figura 21. Abundancia mensual y su relación con la temperatura y la humedad de las familias Chrysomelidae (A), Scarabaeidae (B) y Coccinellidae (C) en la zonas de estudio del Rincón Santa Ana, Jilotzingo, Estado de México.



A)



B)



C) **Figura 22. Abundancia mensual y su relación con la temperatura y la humedad de las familias Curculionidae (A), Staphylinidae (B) y Melolonthidae (C) en las zonas de estudio del Rincón Santa Ana, Jilotzingo, Estado de México.**

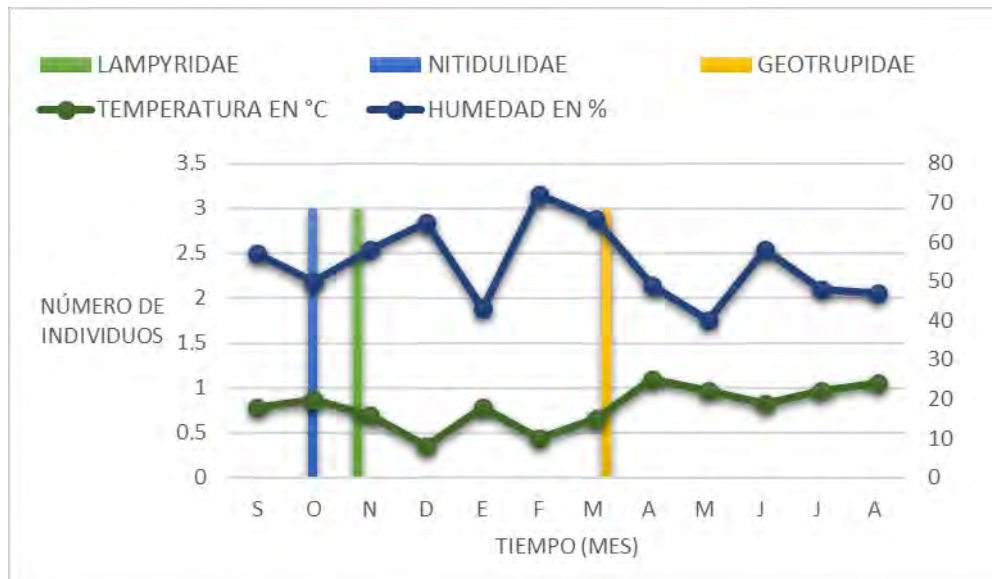


Figura 23. Familias de coleópteros con menor abundancia mensual y su relación temperatura y humedad presentes en el Rincón Santa Ana, Jilotzingo, Estado de México.

Diversidad

- **Diversidad Alfa**

El índice de Simpson sugiere que valores de diversidad son altos, sin embargo la Zona de Bosque Pino-Encino tuvo mayor diversidad mientras que el valor más bajo corresponde a la Zona de Humedal. La dominancia indicó una tendencia inversamente proporcional con

la diversidad marcando a la Zona de humedad como la más dominante y a la Zona de Bosque Pino-Encino como la menos dominante (Cuadro 1).

| PARAMETROS DE DIVERSIDAD | ZONA DE HUMEDAL | ZONA PERTURBADA | ZONA DE BOSQUE PINO-ENCINO |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|
| RIQUEZA | 7 | 8 | 6 |
| ABUNDANCIA | 374 | 451 | 238 |
| DOMINANCIA | 0.4886 | 0.3722 | 0.3582 |
| DIVERSIDAD (ÍNDICE DE SIMPSON) | 0.5114 | 0.6278 | 0.6418 |

Cuadro 1. Parámetros de diversidad de las zonas de muestreo en “El Rincón” Santa Ana, Jilotzingo, Estado de México.

- **Diversidad Beta**

La Zona de Humedal y la Zona Perturbada compartieron 5 familias, la Zona de Humedal y la Zona de Bosque de Pino-Encino 4 familias igual que la Zona Perturbada con la Zona de Bosque Pino-Encino. De acuerdo al Índice de Jaccard, basándose en la ausencia y presencia que hubo de familias en cada zona de muestreo (Anexo IV), las zonas menos similares fueron la Zona Perturbada con la Zona Bosque Pino-Encino con un 36.4% seguidas de las Zonas de Humedal y la de Bosque de Pino-Encino con el 40 % y Zona Perturbada con la Zona de Humedal contó con un 50% similitud (Cuadro 2, Figura 24).

| FAMILIAS COMPARTIDAS | | | |
|----------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|
| ZONAS | ZONA DE HUMEDAL | ZONA PERTURBADA | ZONA DE BOSQUE PINO-ENCINO |
| ZONA DE HUMEDAL | - | 5 | 4 |
| ZONA PERTURBADA | 50 % | - | 4 |
| ZONA DE BOSQUE PINO-ENCINO | 40 % | 36.4 % | - |
| PORCENTAJE DE SIMILITUD | | | |

Cuadro 2. Índice de similitud de Jaccard para las zonas de muestreo.

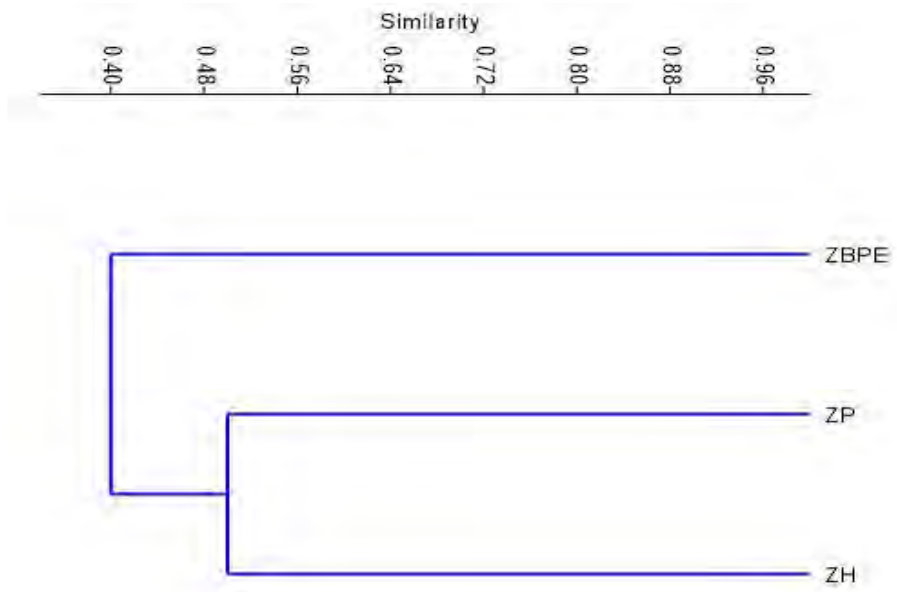


Figura 24. Dendrograma de similitud de familias de coleópteros en las zonas muestreo.

DISCUSIÓN

Riqueza

La riqueza de las familias de escarabajos mencionan Morón y Aragón (2003) dependerá del área de estudio y las variedades ambientales a las que esté relacionada ya que la filiación de los taxos varía dependiendo de la región geográfica donde se encuentre. De acuerdo con los valores obtenidos de los parámetros ambientales registrados, la temperatura es directamente proporcional a la riqueza mientras que la humedad es inversamente proporcional, es decir a mayor humedad y menor temperatura tenemos menos familias presentes; mientras que a menor humedad y más temperatura nuestra riqueza aumenta. Además se relacionó la temporada lluvia con una mayor presencia de familias de coleópteros mientras que en época de seca el número de familias se vio reducido. Flores y colaboradores (2008) mencionan que las características de la localidad como humedad, temperatura, sombras y la cantidad de materia orgánica desprendida, pueden propiciar condiciones que podrían dar pie al desarrollo de las familias de coleópteros, sobre todo en temporada de lluvia como sucedió en el estudio. Zaragoza-Caballero y Ramírez-García (2009) apuntan que aquellas familias que sufren de un aumento durante la época de lluvia son en su mayoría fitófagos, saprófagos y xilófagos, por lo que su presencia sugirió una respuesta al aumento de recursos alimenticios, sin embargo, las familias adaptadas a la época de secas, probablemente son aquellos de hábitos carnívoros, fungívoros, granívoros o dentrícolas que se nutrieron de restos orgánicos al ajustarse al alimento disponible.

Las siguientes familias: Carabidae, Chrysomelidae, Coccinellidae, Curculionidae, Scarabaeidae, Staphylinidae, Tenebrionidae y Nitidulidae han sido estudiadas a nivel nacional con trampas de caída temporales en áreas de bosque templado (Barbosa y Marquet, 2002 y Fagundes *et al.*, 2011) y bosque de pino-encino (García, 2013) reportando menos de 16 familias de coleópteros. Además de algunas regiones en el mundo como las zonas de bosque templado en Namibia, Hungría y Brasil (Kutasi *et al.*, 2001; Vohland *et al.* 2005) con alta heterogeneidad ambiental. Aunque la curva de acumulación de familias no alcanzó la asíntota y pudiera inferirse un bajo nivel de captura de familias de coleópteros probablemente al saqueo de trampas, el tiempo y esfuerzo realizado, el estudio mostró un buen perfil de las familias halladas en Santa Ana, Jilotzingo, Estado de México.

La riqueza de las familias entre las tres zonas de muestreo fue muy similar, lo cual se puede atribuir a que el suelo en ambos periodos pudieron proporcionar microhábitats y recursos suficientes para mantener la presencia de las familias, o bien favorecer una sustitución en el cambio de la época. Es sabido que los coleópteros responden a los impactos ambientales debido a la estrecha relación que hay con los procesos que se presenten específicamente en el cambio de microhábitats y la humedad en los suelos (Fagundes, *et al.*, 2011).

Abundancia

La zona más abundante fue la Zona Perturbada a lo que Spencer *et al.* (1988) señalan que en este tipo de zonas, las actividades antrópicas suelen originar microecosistemas que generan más probabilidades de alimento, refugio, lugares donde establecerse y reproducirse y por lo tanto la presencia de más individuos, además Marquez-Luna (1998) señala que puede ser un indicador del grado de tolerancia o adaptación a condiciones de perturbación por parte de varias familias que posiblemente compensan la existencia de diversos recursos originados por el hombre. También menciona que en una zona de bosque pino-encino que colinde o tenga a lo largo carreteras, propicia la existencia de una serie de condiciones de estrés extremo como son: turbulencias, concentración de contaminantes ambientales, compactación de suelo, escurrimiento, etc; que a su vez originan un suelo poco desarrollado que influye en las comunidades de plantas e insectos y por lo tanto se puede inferir un efecto en la presencia de las familia de coleópteros.

La mayor abundancia se registró en la época de lluvia con más del 90% de los individuos lo que concuerda con Vohland *et al.*, 2005; Cejudo y Deloya, 2005; Jiménez-Sánchez *et al.*, 2009; Pedraza *et al.*, 2010 y Jiménez- Sánchez *et al.*, 2011.

Existen varios factores que pudieron influir en la diferencia de abundancia entre los tres zonas del área de estudio, dentro de los cuales se pueden considerar además de los parámetros ambientales trabajados (temperatura y humedad), el tipo de vegetación, la calidad del muestreo y el grado de perturbación del suelo. Es probable que la degradación física y química del suelo, este relacionada también con la disminución de las poblaciones o la pérdida cuantitativa y/o cualitativa de invertebrados claves de la macrofauna edáfica (Brown *et al.* 2001), por lo que se sugiere tomar en cuenta otros factores que aporten más información de las familias de coleópteros en la zona del “Rincón” Santa Ana, Jilotzingo. Estado de México.

De cinco a siete familias acumularon entre 90% y 98% de la abundancia total del área de estudio, la cual fue similar a lo observado por Marinoni y Ganho (2003), quienes encontraron que la misma cantidad de familias fueron responsables de aproximadamente el 90% de la abundancia total. Este patrón es común en estudios a nivel de familia (Barbosa y Marquet, 2002; Driscoll y Weir, 2005; Vohland *et al.*, 2005; Pedraza *et al.*, 2010, Fagundes *et al.*, 2011).

Carabidae y Tenebrionidae fueron las familias con mayor número de individuos, la primera coincide con lo registrado en zonas templadas de Brasil (Marinoni y Ganho, 2003; Fagundes *et al.*, 2011) y el Estado de México en Bosque de Pino-Encino, Matorral Xerofilo y Bosque Templado Caducifolio. Ambas también fueron las más abundantes en el estudio de Kutasi *et al.* (2001) y Vohland *et al.*, (2005) donde obtuvieron 15 familias con la misma técnica de trapeo pero en un matorral.

La alta abundancia de carábidos en la trampa de caída se debe a que estos son considerados el grupo con el mayor número de coleópteros depredadores después de Staphylinidae (Erwin, 1991), son muy activos en el suelo debido a su conducta no voladora, lo que los obliga a trasladarse con más frecuencia en el suelo para conseguir alimento o refugio (Benest, 1989) posiblemente en rocas, troncos, hojarasca, cortezas para huir o cazar a su presas (Triplehorn & Johnson, 2005). Del mismo modo la familia Tenebrionidae presenta generalmente apterismo lo que limita en gran medida su poder de distribución (Finston *et al.*, 1997).

Las familias Chrysomelidae, Coccinellidae, Nitidulidae, Scarabaeidae y Staphylinidae fueron recolectadas con las trampas de caída en zonas de con clima árido de Australia y Chile (Barbosa y Marquet, 2002; Marinoni y Ganho, 2003; Driscoll y Weir, 2005) o templado como Namibia, Hungría y Brasil (Kutasi *et al.*, 2001, Vohland *et al.*, 2005; Fagundes *et al.*, 2011; García, 2013). Caballero (2003) sugiere que si las trampas de caída se ubican cercanas a rios utilizados como presa y ocasionalmente como zona de pastoreo atraen a los estafilínidos a caer en ellas ya que considera que representan en conjunto un microhábitat donde los individuos de esta familia pueden habitar. En cuanto a las familias menos abundantes Geotrupidae, Lampyridae y Nitidulidae; donde la primera familia es exclusiva de la ZBPE y de acuerdo a García (2013) se consideró rara su presencia y es muy probable que su captura haya sido accidental o bien haya sido atraída por las trampas de manera ocasional como lo dice Méndez (2002) localizando de igual forma pocos ejemplares y Vohland *et al.* (2005) el cual propone que algunas familias

como Nitidulidae, que son consideradas activas voladoras, suelen confundirlas con flores artificiales.

Ordoñez-Reséndiz y colaboradores (2015) mencionan que el aumento de los crisomélidos en un bosque de pino-encino puede deberse a la relación que hay con la diversificación de plantas que se generen, particularmente porque los hospederos de un considerable número de especies de la familia Chrysomelidae pertenecen a las plantas con flores (Clark *et al.*, 2004). Por otro lado, Curculionidae de acuerdo a los individuos observados se alimentan de las hojas de especies vegetativas nativas o inducidas (Salas *et al.*, 1998) como sucede en la zona de muestreo. Mientras que los melolóntidos se encuentran asociados a bosques de coníferas, mixtos con encino u árboles de hoja anchas en localidades situadas entre los 800 y 2500 msnm (Challenger, 1998; Volgermann, 1973).

La poca presencia de la familia Scarabaeidae pudo deberse a que el área de estudio se localiza dentro de zonas montañosas las cuales cuentan con un tipo de vegetación, precipitación y temperatura que propicia un menor número de escarabeidos (Wilson, 1987; Hanski, 1983), además que un bosque mesofilo cuenta con más representantes que un bosque de pino-encino (Delgado & Márquez 2006, Muñoz-Hernández *et al.* 2008, Reyes-Castillo 2000). La familia Staphylinidae por otro lado, la podemos encontrar en gran variedad de hábitats principalmente en aquellos que son húmedos (Navarrete-Heredia *et al.*, 2002) ya que dependen de la humedad para evitar la desecación puesto que no cuentan con características morfológicas que se enfoquen en este tipo de circunstancias (Janzen y Schoener, 1968). Bohac (1999) resalta que hay un elevado número de estafilínidos distribuidos en las cercanías de diversos cuerpos de agua.

Gómez-Pompa *et al.*, (1972) y Connell (1978) sugieren que la constante presencia de ganado podría generar microhábitats a lo que los carábidos, tenebriónidos y escarabeidos recurren, sin embargo la familia Tenebrionidae genera estrategias alimenticias para un reparto en la utilización del hábitat, donde si las condiciones ambientales rigurosas se ven favorecidas, estos individuos sufren de pérdida hídrica, lo que provoca más tiempo en la ingesta de alimentos y por ende un incremento en sus periodos de aparición, mientras que para los escabeidos la constante y abundante aportación de estiércol proporciona una inmensa competencia por el aprovechamiento del excremento en la alimentación del adulto o para la larva (Halffter y Edmonds, 1982). Aunque fue mayor el número de individuos encontrados de otras familias como Carabidae, Tenebrionidae y Chrysomelidae, Morón (1986) Morón., *et al.*, (1988; 1998) y Deloya *et al.*, (1987), reportan que especies

de la familia Scarabaeidae están extensamente representados en zonas perturbadas por actividad humana; quizá la razón más evidente no solo sea la obtención de excretas como vía de alimentación , refugio y nidificación si no que para estos resultados también sea la utilización de diferentes métodos de colecta, los diferentes cebos y la topografía de los lugares donde se colectaron los organismos. La familia Melolonthidae tienen una distribución también adaptada a la expansión de las actividades humanas en el campo (Morón, 2006).

Por otro lado se observo asociaciones con otros organismos que probablemente ayudo al establecimiento de algunas familias en las distintas zonas como nidos o madrigueras de vertebrados o insectos sociales para los tenebriónidos y escarabeideos (Chatzimanolis *et al.*, 2010; Matthews, 2010; Morón, 2003) en la ZP; mientras que para los carábidos la relación se dio con lombrices en la ZH, hormigas y otros coleópteros en la ZP y arañas principalmente en la ZBPE, esto es conocido como carábidos especialistas que incluso tienen un origen ancestral que ha ayudado incluso a la clasificación dentro de la familia y a una mayor distribución como método de sobrevivencia (Martínez, 2005).

La época de lluvia sugieren Delgado y colaboradores (2012) pudo haber puesto a disposición una importante oferta de alimento para algunas familias como Carabidae (Vohland *et al.*, 2005), Curculionidae (Gonzales, 2007) y Scarabaeidae (Morón-Ríos y Morón 2001, Rzedowski 2006) que probablemente ayudaron a su presencia dentro del estudio. Además parece estar relacionada con la emergencia coleópteros adultos (Delgado, 1989) o bien con el periodo en que algunas hembras despiertan de la hibernación, se cruzan y comienzan a oviponer mientras que los imagos buscan un lugar propicio para vivir como sucede con algunos coccinélidos (Gonzales, 2001), mientras que Staphylinidae muestran una afinidad por la época húmeda (Caballero, 2003).

La familia Melolonthidae mostró una marcada estacionalidad, concentrando sus abundancias con la última parte de las secas y el periodo de lluvias como ha resultado en otros estudios faunísticos similares a éste en diferentes localidades de México (Carrillo-Ruiz & Morón 2003, Alcázar- Ruiz *et al.* 2003). Por su parte la familia Chrysomelidae sugiere una presencia marcada antes de las lluvias en temporada de primavera-verano (Nummelin y Borowiec, 1991), mientras que los tenebriónidos responden a una máxima abundancia en la época de sequía (Vohland *et al.*, 2005).

Diversidad

La ZH tuvo una diversidad menor con respecto a las otras zonas debido a que en la ZH resalta la dominancia y es sabido que cuando hay mayor dominancia la diversidad se ve disminuida (Odum, 1985).

La ZP tuvo notables signos de deterioro ambiental por las actividades antrópogenicas, entre las cuales la ganadería aparentemente perjudicaba grandes porciones de la vegetación y la modificación del uso del suelo mientras que la ZBPE estuvo relativamente mejor conservada. Sin embargo, la perturbación parece no afectar la diversidad de ZP, porque aunque este factor probablemente podría influir en el aumento de la abundancia, no parece afectar la riqueza de las familias de coleópteros, resultados similares a los encontrados por García (2013).

Aparentemente no hubo diferencias significativas entre las zonas, sin embargo el índice de Jaccard indicó que la ZH y la ZP fueron las que tuvieron mayor similitud y mayor número de familias compartidas. Lo que se reconoce al evaluar la similitud faunística en el dendrograma con un solo grupo, Méndez (2002) propone que en localidades con la mayor similitud dentro de un estudio puede atribuirse a la cercanía que existe entre las zonas, lo que sugiere que al ser zonas vecinas comparten un mayor número de familias entre ellas.

CONCLUSIONES

- Se capturaron un total de 1068 organismos en 11 familias: Carabidae, Chrysomelidae, Coccinellidae, Curculionidae, Geotrupidae, Lampyridae, Melolonthidae, Nitidulidae, Scarabaeidae, Staphylinidae y Tenebrionidae.
- La temperatura es directamente proporcional a la riqueza mientras que la humedad es inversamente proporcional.
- La temporada lluvia tuvo mayor riqueza de familias de coleópteros mientras que en temporada de seca el número de familias se vio reducido.
- La riqueza de familias de coleópteros no tuvo cambios considerables entre las zonas. Por lo tanto aún se considera conservada dentro de los márgenes del estudio realizado.
- La zona con mayor abundancia fue la Zona Perturbada con 451 organismos, mientras que la zona con menor abundancia fue la Zona de Bosque Pino-Encino con 239 organismos.
- La mayor abundancia en las zonas fue en la temporada de lluvias y la menor en temporada de secas
- La familia más abundante fue Carabidae con 587 organismos.
- Las familias menos abundantes fueron Geotrupidae, Lampyridae y Nitidulidae con 3 organismos cada una.
- Cuatro familias estuvieron presentes en las tres zonas de muestreo; tres familias de coleópteros en dos, mientras que cuatro se encontraron en una sola zona.
- La Zona de Bosque Pino-Encino alcanzó el mayor número de familias exclusivas con tres, mientras que la Zona de Humedal tuvo una sola familia exclusiva.
- La diversidad de alfa considera a la Zona de Bosque Pino-Encino como la que obtuvo mayor valor y la Zona de Humedal como la de menor valor. Sin embargo no hubo un valor considerablemente distinto entre las zonas.
- Las zonas con mayor similitud fueron las Zonas de Humedal y Zona Perturbada.

RECOMENDACIONES Y PROPUESTAS.

- Se recomienda dar continuidad a los muestreos “El Rincón” Santa Ana Jilotzingo, Estado de México, utilizando otros métodos de muestreos para complementar el inventario de familias de coleópteros, así como encontrar lugares estratégicos para la colocación de las trampas de caída que permitan una mayor recolecciones de muestras directas.
- Incluir cebos que ayuden a la identificación de los gremios tróficos establecidos en el área de estudio.
- Realizar talleres y pláticas para el conocimiento de las familias que habitan en la zona para los visitantes, ya que al ser lugares en donde se practican diversas actividades antrópicas, la cantidad de personas que llega a estos lugares es variable.
- Implementar programas de educación ambiental que permitan abordar temas como el impacto ambiental que tiene la deforestación, la contaminación de cuerpos de agua, la caza y la ganadería sobre la zona. Además del efecto que pudiera haber con el paso del tiempo estas actividades en la presencia de las familias de coleópteros.
- Identificar los individuos encontrados a jerarquías más específicas (género, especie).
- Realizar otros estudios como patrones de distribución, fenología en las distintas etapas de cada familia, comparación con otras zonas aledañas, entre otras.

LITERATURA CITADA

- Alcázar-Ruiz, J. A., Morón-Ríos, A. & Morón, M. A. 2003. Fauna de Coleoptera Melolonthidae de Villa las Rosas, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) (88): 59-86.
- Arnett, R. H., JR., M. C. Thomas, P.E. Skelley and J. H. Frank (eds.). 2002. *American Beetles, Vol. 2: Poliphaga: Scarabaeoidea Through Curculionoidea*. CRC Press, Boca Raton. XVI. 861 pp.
- Arriaga C., E. Jimenez-Sanchez y J. Barral. 2011. Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) necrófilos de un bosque de pino-encino en Coatepec Harinas, Estado de México. En: *Entomología Mexicana Vol. 10*. Cruz, S. G., J. Tello, A. Mendoza y A. Morales. (Editores) Sociedad Mexicana de Entomología. Sección estudiantil.
- Ayuntamiento de Jilotzingo. 2016. Banco Municipal de Jilotzingo, Estado de México. pp 54.
- Barbosa, O. y P. A. Marquet. 2002. Effects of forest fragmentation on the beetle assemblage at the relict forest of Fray Jorge, Chile. *Oecologia*. 132:296-306.
- Benest, G. 1989. The sampling of a carabid community. I. The behaviour of a carabid when facing the trap. – *Revue d'écologie et de biologie du sol* 26(2): 205–211.
- Benítez-Díaz, H. y M. Bellot-Rojas. 2003. Biodiversidad: Uso, amenazas y conservación. In: Sánchez, O., E. Vega., E. Peters & O. MonroyVilchis (Eds.). *Conservación de Ecosistemas Templados de Montaña en México*. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). INE, México, pp. 93-106.
- Bohac J. 1999. Staphylinidae beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 357-372.
- Brown, G. G., C. Fragoso, I. Barois, P. Rojas, J. C. Patrón, J. Bueno, A. G. Moreno, P. Lavelle, V. Ordaz y C. Rodriguez. 2001. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales. *Acta Zoológica Mexicana*. 1:79-110 pp.
- Caballero, U. 2003. Staphylinidae necrófilos (Insecta: Coleoptera) de la Sierra de Huautla, Morelos. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, México.

- Camero-R., É., J.E. Díaz, A. Salinas, L. Téllez y D. Agudelo. 2005. Estudio de la artropofauna asociada a suelos de dos tipos de ecosistemas en la cuenca del Rio Cauca, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*. 10(1): 35-44.
- Carrillo-Ruiz, H. & Morón, M. A. 2003. Fauna de Coleoptera Scarabaeoidea de Cuetzalan del Progreso, Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) (88): 87-121.
- Ceballos K. G, Jetz. W. H y Mutke J. 2009. Global associations between terrestrial producer and vertebrate consumer diversity. *Proceedings of the Royal Society B*. 276: 269-278.
- Ceballos, G., E. Collado, G. Garduño, R. List, R. López, M. Muñozcano y J. Elvin (compiladores). 2009a. La diversidad biológica del Estado de México, estudio de Estado. Biblioteca Mexiquense de Bicentenario. México. 527pp.
- Cedujo E., E. y C. Deloya. 2005. Coleoptera necrófilos del bosque de Pinus hartwegii del Nevado de Toluca, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 44(1): 67-73.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Instituto de Biología (UNAM) y Agrupación Sierra Madre, México, D.F.
- Charzimanolis, S., Engel, M. S., Newton, A. F. y Grimaldi, D. A. 2010. New ant-like Stone beetles in mid-Cretaceous amber from Myanmar (Coleoptera) 31: 77-84.
- Cifuentes-Ruiz, P. 2009. Distribución temporal de Tenebrionidae (Insecta: Coleoptera) en una localidad de bosque tropical caducifolio en la reserva de la biosfera Sierra de Huautla, Morelos. Tesis maestría, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 101 pp.
- Clark, S. M., D. G. LeDoux, T. N. Seeno, E. G. Riley, A. L. Gilbert y J. M. Sullivan. 2004. Host List of Leaf Beetle Species Occurring in the United States and Canada. *Coleopterists Society Special Publication No. 2*, 420 p.
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science* 199:1302-1310.
- Delgadillo, L., L. A. Rodríguez, M. del R. Ramírez y E. Jiménez-Sánchez. 1998. Estudio preliminar de Estafilínidos necrófilos (Coleoptera: Staphylinidae) en el centro ecológico de formación "Omeyocan", Atizapan de Zaragoza, Estado de

México, México. 501-505 pp. En Memorias del XXXIII Congreso de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología, México.

- Delgado C, L. L. 1989. Fauna de coleópteros Lamellicornios de Acahuizotla, Guerrero, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, 154 pp.
- Delgado, D. C., Galindo, J., González, R., González, N., Scull, I., Dihigo, L., Cairo, J., Aldama, A. I. y O. Moreira. 2012. Feeding of tropical trees and shrub foliages as a strategy to reduce ruminal methanogenesis: studies conducted in Cuba. *Trop. Anim. Health Prod.*, 44 (5): 1097-1104.
- Delgado, J. M., A. E. Castro-Ramírez, M. Á. Morón y L. Ruiz-Montoya. 2012. Diversidad de Scarabaeoidea (Coleoptera) en las principales condiciones de hábitat de Montebello, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 28(1): 185-210.
- Delgado, L. y J. Márquez. 2006. Estado de conocimiento y conservación de los coleópteros Scarabaeoidea (Insecta) del estado de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*. 22(2): 57–108.
- Deloya, C.; Ruiz-Lizárraga, G.; Morón, M. A. 1987. Análisis de la entomofauna necrófila de Jojutla, Morelos, México. *Folia Entomológica Mexicana* 73: 157-171.
- Domínguez, R. R., 2000, Taxonomía II. Claves y Diagnóstico. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México. 276 pp.
- Driscoll, D. A. & T. Weir. 2005. Beetle Responses to habitat fragmentation depend on ecological traits, habitat condition and remnant size. *Conservation Biology*. 19 (1): 182-194 pp.
- Erwin T. L. 1991. Natural history of the carabid beetles at the BIOLAT Biological Station, Rio Manu, Pakitza, Peru *Revista Peruana de Entomología* 33:1-85.
- Escamilla R. C. S. 2017. Mamíferos silvestres medianos y grandes de las comunidades del Rincón y Peña de Lobos, municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. Estado de México. 9-17 pp.
- Esparza S. I. X. 1999. Jilotzingo, Monografía Municipal. Ayuntamiento Constitucional, Instituto Mexiquense de Cultura. México. 19-25 pp.

- Fagundes, C. K., R.A. Di Mare, C. Wink y D. Manfio. 2011. Diversity of the families of Coleoptera capture with pitfall traps in five different environments in Santa Maria RS Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 71(2): 381-390.
- Finston, T. L.; Peck, S. B. & Perry, R. B. 1997. Population density and dispersal ability in Darwin's darklings: flightless beetles of the Galapagos Islands. *Pan-Pacific Entomol.*, 73(2): 110-121.
- Flores P., L., Escoto, F. J. Flores y A. J. Hernández. 2008. Estudio de la biodiversidad de artrópodos en suelos de alfalfa y maíz con aplicación de biosólidos. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 16(40): 11-18 pp.
- García D. A. 2013. Familias de Coleoptera capturadas con trampa de caída en un bosque de pino-encino, un matorral xerófilo y un bosque tropical caducifolio del Estado de México, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Estado de México. 59 pp.
- Gómez-Pompa, A., C. Vázquez-Yanes & S. Guevara. 1972. The Tropical Rain Forest: A Non Renewable Resource. *Science* 177: 762-765.
- Gonzales J. P. 2007. Insectos folívoros y carpóvoros asociados a *Quercus laeta* (LIEMB.) y *Q. dysophylla* (BENTH.) en Chapa de Mota Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. Estado de México. 42- 49 pp.
- Gonzales, G. 2001. Coccinellidae. Coleoptera. Biodiversidad de Artrópodos Argentinos, Vol. 3. La Reina, Santiago, Chile. 512-515 pp.
- Halffter, G. & Edmonds, W. D. 1982. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): An ecological and evolutionary approach. México D.F., Man and the Biosphere Program UNESCO, 177 pp.
- Hanski, I. 1983. Coexistence of competitors in patchy environment. *Ecology* 64:493-500.
- Hernández M. B. 2014. Distribución altitudinal de coleópteros necrófilos (Coleoptera: Scarabaeoidea y Siphidae) en Cerro de García, Jalisco. Tesis de Maestría. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 25-42 pp.
- IGCEM. 2014. Información para el plan de desarrollo, Jilotzingo. Dirección de Estadística elaborado con información del INEGI. Comisión de Límites del Gobierno del Estado de México. pp 53.

- INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Jilotzingo, México. pp 9.
- INAFED. 2005. Enciclopedia de los Municipios de México. Secretaría de Gobernación. México
- INAFED. 2016. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Secretaría de Gobernación. Estado de México.
- Janzen, D. H. y Schoener, T. W. 1968. Differences in insect abundance and diversity between wetter and drier sites during a tropical dry season. *Ecology* 49:96-110.
- Jiménez-Sánchez, E., G. Labrador, E. López, J.L. Navarrete-Heredia y J. Padilla. 2009. Escarabajos (Coleoptera: Staphylinidae, Silphidae, Scarabaeidae y Trogidae). En: Ceballos, G., E. Collado, G. Garduño, R. List, R. López, M. Muñozcano y J. Elvin (compiladores). *La diversidad biológica del Estado de México, estudio de Estado*. Biblioteca Mexiquense del Bicentenario. México. 527 pp.
- Jiménez-Sánchez, E., J. L. Navarrete-Heredia y J. Padilla-Ramírez, 2000. Estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) necrófilos de la Sierra de Nanchititla, Estado de México, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 108: 53-78.
- Jiménez-Sánchez, E., O. M. Juárez-Gaitán y J. R. Padilla-Ramírez. 2011. Estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) necrófilos de Malinalco, Estado de México. *Dugesiana*. 18(1): 73-84.
- Kutasi, C., A. Balog y V. Markó. 2001. Ground dwelling Coleoptera fauna of comercial Apple orchards. *Integrated Fruit Production*. 24(5): 215-219.
- Labrador, G. 2005. Coleópteros necrófilos de México: Distribución y Diversidad. Tesis de Licenciatura (Biólogo). Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco. México.
- Lobo J M. y Halffter G. 2000. Biogeographical and ecological factors affecting the altitudinal variation of mountainous communities of coprophagous beetles (Coleoptera, Scarabaeoidea): a comparative study. *Ann Entomol Soc Am* 93: 115-126 pp.
- Marinoni, R. C. y N. G. Ganho. 2003. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundancia e riqueza de familias capturadas através de armadilhas de solo. *Revista Brasileira de Zoología*. 20(4): 737-744.

- Márquez-Luna, J. 1998. Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) necrófilos del municipio de Tlayacapan, Morelos. Tesis Maestría, Facultad de Ciencias. UNAM, 166 pp.
- Martínez C. 2005. Introducción a los escarabajos Carabidae (Coleóptera) de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 546 pp.
- Martínez, M. I., M. Cruz, E. Montes de Oca y T. Suárez. 2011. La función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos. Secretaria de Educación Veracruz del Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, Xalapa.
- Matthews H. D. 2010. Committed climate warming. *Nat. Geosci.* 3, 142–143.
- Méndez C. R. 2002 Macro-coleópteros necrófilos (Silphidae, Trogidae, Geotrupidae y Scarabaeidae) de la Sierra de Nanchititla, Estado de México. Tesis Profesional. Los Reyes-Iztacala, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM, 133 pp.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T– Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Morón, M. A. y A. Aragón. 2003. Avances en el estudio de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos. (Eds.). Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Sociedad Mexicana de Entomología. A.C., México.
- Morón, M. A. 1986. El género *Phyllophaga* en México. Morfología, distribución y sistemática supraespecífica (Insecta: Coleoptera). Instituto de Ecología, A.C. México, D. F. 341 pp.
- Morón, M. A. 2006. Patrones de distribución de la familia Melolonthidae (Coleoptera). In Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana, Volumen I, J. J. Morrone y J. Llorente-Bousquets (eds.). Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F. p. 295-331.
- Morón, M. A., Deloya, C. y Delgado, L. 1988. Fauna de Coleópteros Melolonthidae, Scarabaeidae y Trogidae de la región de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* 77: 313-378.
- Morón, M. A. y S. Zaragoza C. 1976. Coleópteros Melolonthidae y Scarabaeidae de Villa de Allende, Estado de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 47(2): 83-118.

- Morón, M.A., C. Deloya, A. Ramírez y S. Hernández-Rodríguez. 1998. Fauna de Coleóptera Lamellicornia de la región de Tepic, Nayarit. *Acta Zool. Mex.* (n.s.) 75: 73-116.
- Morón-Ríos, A y M. A. Morón. 2001. La fauna de Coleoptera Melolonthidae de la Reserva de la Biosfera "El Triunfo" Chiapas, México. *Acta Zool. Mex.* (n.s.) 84: 1-25.
- Morrone J. J y Ruggiero A. 2001. Como planificar un análisis biogeográfico. *Dugesiana* 7: 1-8.
- Muñoz-Hernández, A., Morón, M. A. y Aragón, A. 2008. Coleóptera Scarabaeoidea de la región de Teziutlán, Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 24(3), 55-78.
- Navarrete-Heredia, J. L., C. I. Sainz M., A. L. González-Hernández, G. A. Quiroz R., A. Hernández, M. Vásquez-Bolaños, D. Vega-Romero y B. Hernández M. 2012. Coleópteros necrócolos del Bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, México. *Dugesiana*, 19(2):157:162.
- Navarrete-Heredia, J.L., A.F. Newton, M.K. Thayer, J.S. Ashe y D.S. Chandler. 2002. Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México. Illustrated guide to the genera of Staphylinidae (Coleoptera) of México. Universidad de Guadalajara CONABIO, D.F., México.
- Nummelin M, Borowiec L. 1991. Escarabajos de Cassidinae del bosque de Kibale, Uganda occidental; Comparación entre los bosques vígen y manejado. *Revista Africana de Ecología* 29: 10-17.
- Odum, E. P. 1985. *Ecología*. Interamericana. Barcelona. España. 434 pp.
- Ordoñez-Reséndiz M. M., Serrano-Reséndiz V. y Hernández-Sosa L. 2015. Riqueza de la familia Chrysomelidae (Coleoptera) en comunidades vegetales de la Sierra de Taxco-Huautla. Colección Coleopterológica, Museo de Zoología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. *Entomología Mexicana* Vol. 2: 601-607 (2015). México.
- Ordoñez, B. M. 2009. La importancia de conservar los coleópteros coprófagos en Colombia. *Momentos de Ciencia*. Universidad de la Amazonia, Vol. 6, fasc. 1, 55-59 pp.
- Pedraza, M. C., J. Márquez y J. A. Gómez-Anaya. 2010. Estructura y composición de los ensambles estacionales de coleópteros (Insecta: Coleoptera) del bosque

mesófilo de montaña en Tlanchinol, Hidalgo, México, recolectados con trampas de interceptación de vuelo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 81:437-456.

- Pérez-Villamares, J. C., E. Jiménez-Sánchez y J. R. Padilla-Ramírez. 2012. Coleópteros necrófilos (Scarabaeidae, Geotrupidae, Ceratocanthidae y Silphidae) de Coatepec Harinas, Estado de México, México [1098-1103]. En: Equihua, A. E. G. Estrada, J. A. Acuña, M. P. Chaires y G. Durán (Editores). *Entomología Mexicana*. 11 (2): 6 pp.
- Reyes-Castillo, P. 2000. Coleoptera Passalidae de México. *Pp.171-182*. En: F. Martín-Piera, J.J. Morrone y A. Melic (Editores). *Hacia un proyecto Cyted para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica Pribes 2000*. m3m: Monografías Tercer Milenio, vol. 1, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, 2000. España.
- Rivera-Cervantes, L. E. y García-Real, E. 1998. Análisis preliminar sobre la composición de los escarabajos necrófilos (Coleoptera: Silphidae y Scarabaeidae) presentes en dos bosques de pino (uno dañado por fuego), en la estación científica Las Joyas, sierra de Manantlán, Jalisco, México. *Dugesiana*, 5, 11–22.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México.
- Rzedowski, J., 2006. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Salas, A. M. D., Romero N J., Equihua M. A., González H. H. y Carrillo S. J. L. 1998. Curculionoides (Coleoptera: Curculionidae) asociados a los encinos en el Estado de Guanajuato, México. *Folia Entomológica Mexicana* 103: 81-95.
- Santos T. y Tellería J.L. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*. 2006/2 3-12
- Saunders D. A; Hobbs R. J; Margules C. R. 1991. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. *Conservation Biology*. Vol. 5, N° 1. 18-32 pp.
- SEDUR. 2011. Plan municipal de Desarrollo Urbano de Jilotzingo Estado de México. México. pp 267.
- Spencer H. J., Scott N. E., Port G. R., Davison A. W. 1988. Effects of roadside conditions on plants and insects. I. Atmospheric conditions. *J Appl Ecol* 25: 699-707.
- Trevilla-Rebollar, A., C. Deloya y J. Padilla-Ramírez. 2010. Coleópteros Necrófilos (Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae) de Malinalco, Estado de México, México. *Neotropical Entomology*. 39(4):486-495.

- Triplehorn, A.C & N.F. Johnson. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the study of insects. Thompson Brooks/Cole. California. USA. 881 pp.
- Verdú, J. R. & E. Galante 2002. Climatic stress, food availability and human activity as determinants of endemicity patterns in the Mediterranean Region: the case of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea) in the Iberian Peninsula. *Diversity and Distributions*, 8: 259-274.
- Vergara O. E., Jerez V. y Parra L. E. 2006. Diversidad y patrones de distribución de coleópteros en la Región del Biobío, Chile: una aproximación preliminar para la conservación de la diversidad. *Revista chilena de historia natural*. Vol.79 N. 3. Santiago.
- Vohland, K., M. Uhlig, E. Mariais, A. Hoffmann y U. Zeller. 2005. Impact of different grazing systems on diversity, abundance and biomass of beetles (Coleoptera), a study from southern Namibia. *Mitteilungen Aus Dem Museum Fur Naturkunde in Berlin. Zoologisches*. 81 (2): 131-143.
- Volgemann, H.B. 1973. Fog precipitation in the cloud forest of eastern Mexico. *Bioscience*, 23: 96- 100.
- Werenkraut V. 2010. Patrones altitudinales en la diversidad de coleópteros y hormigas epigeos del noroeste de la Patagonia Argentina. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Capítulo II. Variación altitudinal en la composición de ensambles de coleópteros y hormigas, y su relación con variables ambientales. Biblioteca Digital FCEN-UBA. Páginas 56-63.
- Wilson, E. O. 1987. The little things that run the world (the important and conservation of invertebrates). *Conservation Biology* 1: 344-346.
- Yañez-Gómez y M. A. Morón. 2010. Fauna de coleópteros Scarabaeoidea de Santo Domingo Huehuetlán, Puebla, México. Su potencial como indicadores ecológicos. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 26(1): 123-145.
- Yeates D. K, P Bouchard y G. B Monteith. 2002. Patterns and levels of endemism in the Australian wet tropics rainforest: evidence from flightless insects. *Invertebrate Systematics* 16: 605-619.
- Zaragoza-Caballero, S. y E. Ramirez-Garcia. 2009. Diversidad de Cantharidae, Lampyridae, Lycidae, Phengodidae y Telegeusidae (Coleoptera: Elateroidea) en bosque tropical caducifolio de la sierra de San Javier, Sonora, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. N° 80. 675-686 pp.

- Zhang, Z. 2011. Animal biodiversity: An introduction to higher-level classification and taxonomic richness. Zootaxa. 3148: 7-12.

ANEXOS.

Anexo I. Fotografías de individuos pertenecientes a las familias del orden Coleoptera encontrados en “El Rincón” Santa Ana, Jilotzingo, Estado de México.



a)



b)

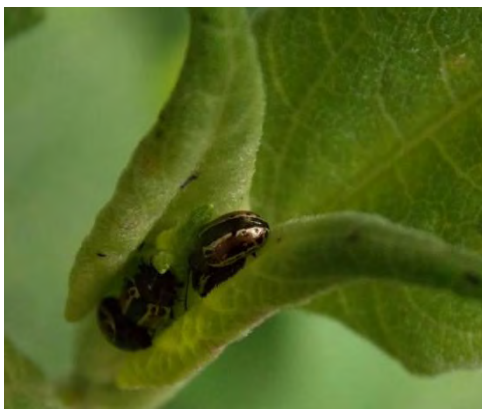


c)

a) Carábidos encontrados en la Zona de Humedal (ZH); b) Zona de Bosque Pino Encino (ZBPE) y c) Fotografía tomada a microscopio (Vargas J. D. A., 2015)



Tenebrionidos en la Zona Perturbada (Vargas J. D. A., 2015).



a)



b)

a) Crisomélido encontrado en la Zona de Bosque Pino-Encino y b) tomado a microscopio (Vargas J. D. A., 2015).



Escarabeidos tomados a microscopio (Vargas J. D. A., 2015).



a)



b)

Coccinélido (a) y estafilínido (b) tomados a microscopio (Vargas J. D. A., 2015).



a)



b)

Curculiónidos encontrados en la Zona Perturbada (a) y la Zona de Bosque Pino Encino (b) (Vargas J. D. A., 2015).



Melolóntidos (Vargas J. D. A., 2015).



Geotrupidae en la Zona de Bosque Pino-Encino y Lampyridae en la Zona Perturbada (Vargas J. D. A., 2015).



Individuo de la familia Nitidulidae tomado a microscopio (Vargas J. D. A., 2015).

Anexo II. Actividades antrópicas en “El Rincón” Santa Ana, Jilotzingo. Estado de México.

Ganadería.



Ciclismo



Motos.

Caza.



Anexo III. Número de individuos registrados para cada familia y porcentaje.

| Familia | N° de organismos | % de especies |
|---------------|------------------|---------------|
| Carabidae | 587 | 54.96% |
| Tenebrionidae | 256 | 23.97% |
| Chrysomelidae | 55 | 5.14% |
| Scarabaeidae | 43 | 4.02% |
| Coccinellidae | 41 | 3.83% |
| Curculionidae | 32 | 2.99% |
| Staphylinidae | 32 | 2.99% |
| Melolonthidae | 13 | 1.21% |
| Geotrupidae | 3 | 0.28% |
| Lampyridae | 3 | 0.28% |
| Nitidulidae | 3 | 0.28% |
| Total | 1068 | 99.95% |

Anexo IV. Distribución mensual del numero de organismos registradas en cada familia de coleópteros presente en “El Rincon” Santa Ana Jilotzingo Estado de México.

| Familia | Mes | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----|----|-----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| Carabidae | 18 | 56 | 101 | 93 | 112 | 47 | 45 | 37 | 22 | 28 | 13 | 15 |
| Chrysomelidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 33 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Coccinellidae | 0 | 0 | 0 | 6 | 5 | 0 | 9 | 7 | 5 | 9 | 0 | 0 |
| Curculionidae | 0 | 0 | 0 | 5 | 8 | 2 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 2 |
| Geotrupidae | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Melolonthidae | 0 | 0 | 0 | 5 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|
| Lampyridae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| Nitidulidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| Scarabaeidae | 2 | 0 | 0 | 7 | 7 | 13 | 4 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 |
| Staphylinidae | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| Tenebrionidae | 0 | 13 | 57 | 15 | 21 | 35 | 35 | 32 | 27 | 6 | 7 | 5 |

Anexo V. Presencia y ausencia por familias de cada zona de muestreo.

| FAMILIA | ZONA DE HUMEDAL | ZONA PERTURBADA | ZONA DE BOSQUE PINO-ENCINO |
|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| Carabidae | 1 | 1 | 1 |
| Chrysomelidae | 1 | 0 | 1 |
| Coccinellidae | 1 | 1 | 1 |
| Curculionidae | 1 | 1 | 0 |
| Geotrupidae | 0 | 0 | 1 |
| Melolonthidae | 0 | 1 | 1 |
| Lampyridae | 0 | 1 | 0 |
| Nitidulidae | 0 | 1 | 0 |
| Scarabaeidae | 1 | 1 | 0 |
| Staphylinidae | 1 | 0 | 0 |
| Tenebrionidae | 1 | 1 | 1 |