



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE MAESTRIA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ÁREA TEMÁTICA EN ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN  
FACULTAD DE BIOLOGIA

---

**FAUNA Y DIVERSIDAD DE SCARABAEOIDEA (INSECTA:  
COLEOPTERA) DEL CERRO "EL ÁGUILA", MUNICIPIO DE  
MORELIA, MICHOACÁN.**

# **TESIS**

Que presenta

**Biol. María Cristina Zamora Vuelvas**

requisito parcial para obtener el grado de  
**Maestra en Ciencias Biológicas**



*Phanaeus (Phanaeus) adonis* Harold, 1863

**Director: Doctor en Ciencias Biológicas: Javier Ponce Saavedra**

**Co-Director: Dr. Aristeo Cuauhtémoc Deloya López**

*Morelia, Michoacán.*

*Febrero de 2015*

## AGRADECIMIENTOS

*Al Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por brindarme la oportunidad, el espacio y los recursos necesarios para la realización de mi proyecto de investigación.*

*Al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada durante mis estudios de maestría.*

*Con gran respeto y admiración quiero agradecer a mi Director Dr. Javier Ponce Saavedra por creer en mí y abrir las puertas de su laboratorio y conocimiento, para formarme en el mundo maravilloso de los insectos y arácnidos. Por ser ese padre académico que día a día me exigió, me apoyo y motivo aún en esos días en que me inundaba el silencio y la desesperación. ¡Infinitas gracias por esas sinceras charlas! Por recordarme infinitas veces que todo lleva un proceso.*

*A papá académico dos :) mi Codirector el Dr. Aristeo Cuauhtémoc Deloya López, por asumir la responsabilidad de formarme en el mundo de los escarabajos, un mundo desconocido para mí. Por enseñarme a vivir la emoción que se genera al atrapar escarabajos y observarlos en el microscopio. Pero sobre todo, por enseñarme que los logros se obtienen trabajando y solamente trabajando.*

*A la Dra. Yvonne Herrerías por esa paciencia y dedicación en las clases extras de Ecología. Por ese entusiasmo en los resultados de éste trabajo. Porque después de escuchar mis angustias con mucha atención, me dabas rumbo y al igual que Dr. Ponce y Dr. Deloya no me permitías parar.*

*Al Dr. Samuel Pineda y al Dr. Isaac Figueroa por el tiempo concedido en sus revisiones, sus sugerencias y aportaciones en éste trabajo, ¡Gracias!*

*Agradezco al Instituto de Ecología (INECOL) por todas las facilidades otorgadas durante mis estancias de investigación en sus instalaciones. Especialmente a todo el personal que cálida y amablemente me proporcionó dichas facilidades, al M.C. Gustavo Aguirre, M.C. Hector Gasca, Don Delfino, Maru Rivas, Marichuy y Francisco Dzul.*

*Agradezco a Doña Jovita y Don Antelmo, a su familia, los Ortiz Ortiz, por abrirnos las puertas de su casa, compartirnos sus alimentos, sus alegrías y su calor de hogar. A la localidad de Cuanajillo por permitirnos trabajar en sus predios en total libertad.*

*Mi especial agradecimiento a Ana Quijano y al Dr. Ponce quienes me enteraron del programa de posgrado y me hicieron volver los ojos a mi Alma Mater para continuar con mi formación académica.*

*Con cariño agradezco a los amigos y compañeros de laboratorio Denisse Sánchez, Olga Hernández, Ana Quijano, Ilse Solís, Jezabel Báez, Mariana Coss, Lizbeth Gaona, Ma. Elena Castillo, Víctor Guzmán, Memo Nájera, Andrés Pineda, Hugo Camino y Roque Vásquez por su apoyo en mis colectas en horas de calor y de frío, en horas de calma o de miedo,*

*por su constancia y dedicación en días abundantes o vacíos, sin ustedes mis esfuerzos hubieran quedado cortos en la captura de los escarabajos. Mis amigos, ¡Muchas gracias!*

*Infinitas gracias al entusiasta Biólogo por naturaleza y de corazón Ernestor Oliveros, mi estimado amigo no hay palabras para agradecer toda la energía, tiempo y conocimiento que me has concedido durante todo este proceso de formación. Gracias por recordarme que en el "check list", al empacar llevar siempre conmigo el espíritu "aventurero".*

*No hay que olvidar agradecer a dos lindas personas, Liliana Cerritos y Ana Ledezma quienes amablemente semestre a semestre me apoyaban con la documentación necesaria.*

*A todos ustedes que en este recorrido me acompañaron, me enseñaron, me escucharon y me aconsejaron, a todos ustedes ¡muchísimas gracias!*

*C. Zamora*



*Cotinis mutabilis* (Gory & Percheron, 1833)

# CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN GENERAL</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>7</b>
INVENTARIO TAXONÓMICO DE SCARABAEOIDEA DEL CERRO “EL ÁGUILA”, MUNICIPIO DE MORELIA, MICHUACÁN, MÉXICO.....	7
<i>Resumen</i> .....	7
<i>Abstract</i> .....	7
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	8
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	10
Área de estudio.....	10
Muestreo.....	11
<b>RESULTADOS</b> .....	12
Lista comentada de las especies de Scarabaeoidea del cerro del Águila, Morelia, Michoacán (indicando mes y tipo de colecta utilizado).....	12
<b>DISCUSIÓN</b> .....	23
<i>Literatura citada</i> .....	25
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>33</b>
RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE SCARABAEOIDEA (INSECTA: COLEOPTERA) DEL CERRO “EL ÁGUILA”, MORELIA, MICHUACÁN, MÉXICO.....	33
<i>Resumen</i> .....	33
<i>Abstract</i> .....	33
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	34
<b>MATERIALES Y MÉTODO</b> .....	36
Ubicación del área de estudio.....	36
Muestreo.....	37
<b>RESULTADOS</b> .....	40
<b>DISCUSIÓN</b> .....	43
<i>Literatura citada</i> .....	46
<b>DISCUSIÓN GENERAL</b> .....	<b>63</b>
<b>LITERATURA CITADA GENERAL</b> .....	<b>69</b>
<b>ANEXO</b> .....	<b>73</b>
FOTOGRAFÍAS DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN EL CERRO DEL ÁGUILA, MUNICIPIO DE MORELIA, MICHUACÁN, MÉXICO.....	73
<b>GEOTRUPIDAE</b> .....	73
<b>OCHODAEIDAE</b> .....	73
<b>PASSALIDAE</b> .....	73
<b>SCARABAEIDAE</b> .....	73

## INTRODUCCIÓN GENERAL

De todas las especies animales descritas el 70% corresponde a los insectos, lo que la coloca como la clase más grande del reino y por supuesto de los artrópodos, tanto en riqueza como abundancia (Curtis *et al.*, 2008). De lo insectos, el orden Coleoptera es el mejor representados en la naturaleza (aproximadamente el 40%) (Borror *et al.*, 1981; Costa, 2000). Es tan diverso el grupo que por ejemplo, hay ejemplares que miden escasamente un milímetro hasta otros que alcanzan más de 10 cm (Ponce, 2005a). Son capaces de explotar diversos recursos como semillas, plantas, animales, desechos animales entre otros. Debido a esto tienen una gran importancia, biológica (i.e. como reguladores poblacionales), económica (i.e. plagas de cultivos y granos), entre otras (Borror y White, 1970; Morón y Terrón, 1988).

La característica más distintiva de los coleópteros son los élitros, que son el primer par de alas endurecido y que a diferencia de las alas en otros grupos de insectos, los élitros no tienen venas (Fierros-López, s/f). Dicha modificación en su primer par de alas forma un estuche protector para las alas membranosas y las partes blandas del dorso del abdomen, de donde deriva el nombre de “COLEOPTERO”, que en griego significa “alas con estuche” (gr. *coleos*, estuche; *pteron*, alas) (Morón, 2004; Gibb y Oseto, 2006). Generalmente los élitros cubren completamente el abdomen, pero ciertas familias se caracterizan por tener los élitros truncados (Fierros-López, s/f) como los miembros de las familias Histeridae, Silphidae o Staphylinidae; aunque normalmente la consistencia de los élitros es dura, hay familias que se caracterizan por presentar élitros blandos, ejemplo de ello son los miembros de las familias Lycidae, Lampyridae o Meloidae (Borror y White, 1970; Fierros-López, s/f; Gibb y Oseto, 2006)

El término latino *Lamellicornia* (y su equivalente con raíces griegas *Petalocera*) fue propuesto por Dumeril en 1800, para referirse a los coleópteros cuyas antenas o “cuernos” (lat. *cornia*, gr. *ceras*) terminan en varios artejos comprimidos y alargados en forma de laminilla u hoja (lat. *lamella*, gr. *petalos*), término que ha sido sustituido por el de Scarabaeoidea porque alude al conjunto taxonómico de nivel superfamilia para aquellos

coleópteros cuyas especies tienen semejanza o parentesco cercano con el género *Scarabaeus* L. género tipo del conjunto (Morón, 2003).

Los coleópteros lamelicornios o escarabeoideos, son uno de los grupos de insectos más diversificados en cuanto a forma, coloración, tamaño y hábitos; pueden vivir en casi cualquier ecosistema terrestre, desde zonas desérticas hasta bosques tropicales, pasando por todo tipo de vegetación silvestre o cultivada y hasta los límites de nieve en las montañas a más de 4,000m de altitud (Morón, 2004). Gran parte de los adultos se alimentan de tejidos y secreciones vegetales, otros aprovechan distintos tipos de restos vegetales y unas pocas especies pueden depredar a otros insectos. Las larvas pueden alimentarse de raíces, tejidos xilosos en distintas etapas de descomposición, hojarasca y *humus* contribuyendo con sus excrementos a la formación de suelo (Morón *et al.*, 1997; Morón, 2004).

En los inicios de la taxonomía los Scarabaeoidea fue un grupo muy trabajado y consentido por la mayoría de los grandes taxónomos y posteriormente han sido intensa y continuamente estudiados por naturalistas, taxónomos, y entomólogos aficionados o profesionales y por ello la clasificación de los escarabajos tiene una larga historia de cambios y ajustes (Kohlmann y Morón, 2003; Morón, 2006). A nivel mundial se manejan varias clasificaciones supragenéricas para los Scarabaeoidea (Morón *et al.*, 1997). En este trabajo se sigue la propuesta de Lawrence y Newton (1995) quienes indicaron que la superfamilia Scarabaeoidea está integrada por 13 familias: Lucanidae, Passalidae, Trogidae, Hybosoridae, Scarabaeidae, Ochodaeidae, Ceratocanthidae, Geotrupidae, Glarecidae, Pleocomidae, Diphylostomatidae, Belohinidae y Glaphyridae. Las primeras ocho se encuentran registradas para México.

La lista de los Scarabaeoidea registrados para Michoacán actualmente está representada por 209 especies, que pertenecen a 67 géneros y siete familias. Su distribución en el Estado desde el punto de vista fisiográfico de acuerdo con Antaramián y Correa (2003) es de la siguiente manera:

1) Geotrupidae. Se registra con seis géneros y 10 especies (Padilla *et al.*, 1992, Howden, 2003b; Ayala, 2005): *Bolbelasmus variabilis* Howden, 1964, *Bolborhombus nitidus* Howden, 1964, *Bolborhombus sallei sallei* (Bates, 1887), *Eucanthus mexicanus* Howden, 1964, *Ceratotrupes bolivari* Halffter & Martínez, 1962, *Ceratotrupes fronticornis*

(Erichson, 1847), *Geotrupes (Halffterius) rufoclavatus* Jekel, 1865, *Geotrupes (Megatrupes) cavicollis* Bates, 1887, *Geotrupes (Megatrupes) fischeri* Howden, 1964, *Neoathyreus granulicollis* Howden, 1964; de las cuales las localidades de nueve especies pertenecen a la provincia fisiográfica del Sistema Volcánico Transversal y sólo *Bolborhombus nitidus* (Howden) tiene registro en Apatzingán, municipio ubicado en las provincias fisiográficas de la Sierra Madre del Sur y Depresión del Balsas – Tepalcatepec.

2) Hybosoridae. Se registra con una especie, *Hybosorus illigeri* Reiche la cual está reportada para los municipios de Aquila y Coalcomán (Morón y Márquez, 2012), ubicados en la Sierra Madre del Sur y Planicies costeras.

3) Lucanidae. Registro conformado por un género y dos especies: *Aesalus trogoides* Albers, 1883 y *Aesalus* spp.; con registro en Pátzcuaro y Morelia (Reyes-Castillo y Boucher, 2003), municipios ubicados en la región del Sistema Volcánico Transversal.

4) Ochodaeidae. Familia reportada con el género *Ochodaeus* y dos morfoespecies en la tesis de licenciatura de Ayala (2005), ambas registradas para el municipio de Quiroga.

5) Passalidae. Se registra con seis géneros y ocho especies (Reyes-Castillo, 2003): *Passalus punctatostrigatus* (Percheron), *Passalus interstitialis* (Eschscholtz), *Passalus punctiger* (Lepelletier&Serville) y *Verres corticicola* (Truqui) especies consideradas de amplia distribución; *Spurius depressifrons* (Bates), *Petrejoides michoacanae* (Schuster), *Odontotaenius cuspidatus* (Truqui), especies reportadas como rara, muy rara y endémica, respectivamente y *Ptichopus angulatus* (Percheron) que a diferencia de otros pasálidos vive y se reproduce únicamente en detritos de hormigas del género *Atta* (Reyes-Castillo, 1970; Deloya, 1988 y Morón, 2004). A la fecha los registros para esta familia pertenecen a las provincias fisiográficas de las Planicies Costeras, Sierra Madre del Sur, Depresión del Balsas – Tepalcatepec y al Sistema Volcánico Transversal.

6) Scarabaeidae. Por ser la familia más heterogénea y representada por especies de hábitos fitófagos, saprófagos y coprófagos, su registro está conformado por 51 géneros y 184 especies (Bates 1886-1890, Morón *et al.* 1997, Morón 2003, Padilla *et al.* 1992, Godínez 1988, Díaz 1991, Jurado 1994, Ayala 2005, Pérez 2007, Cruz 2007, Ponce 2005a, Ponce 2005b, 2009a, 2010, Pérez-Agis *et al.* 2008, Ponce 2009b, Morón y Márquez 2012) pertenecientes a las seis subfamilias Aphodiinae, Cetoniinae, Dynastinae, Melolonthinae,

Rutelinae y Scarabaeinae. La subfamilia Melolonthinae representa el 38% de las especies registradas (70 especies), pues en ella se ubican dos de los géneros con mayor diversidad específica, *Diplotaxis* y *Phyllophaga*. La siguiente subfamilia con mayor riqueza específica es Scarabaeinae con 44 especies (24%) y 12 géneros. La menor representatividad genérica (4) y específica (7) corresponde a la subfamilia Aphodiinae, lo que representa el 3.8% de la riqueza específica hasta ahora conocida para el Estado. La familia Scarabaeidae del total de los registros para el Estado posee el mayor número de registros genéricos (74%) y específicos (87%) de la superfamilia; sin embargo, aún no ha sido reportada para la porción que corresponde a la provincia fisiográfica del Altiplano ubicada en 18 de los municipios de Michoacán.

7) Trogidae. Para el estado de Michoacán su registro está conformado por dos géneros y tres especies (Deloya, 2003 y Ayala, 2005): *Omorgus suberosus* (Fabricius) registrado solo para Coahuayana, localidad ubicada en la región fisiográfica de las Planicies Costeras; *Trox plicatus* (Robinson) reportada para Quiroga, localidad perteneciente a la provincia fisiográfica del Sistema Volcánico Transversal y *Trox spinulosus dentibius* (Robinson) especie con registro no definido ya que solo se reporta con presencia en Michoacán.

Por la diversidad que presenta la superfamilia, la diversidad de hábitat, heterogeneidad de sus hábitos de alimentación y abundancia en la que se pueden encontrar, es de esperarse que en casi en cualquier lugar estén presentes miembros de la superfamilia Scarabaeoidea; y en consecuencia su importancia ecológica es muy significativa en el funcionamiento de los biomas terrestres (Morón, 2004).

En cuanto a la función que los escarabajos cumplen en los ecosistemas, la superfamilia Lamellicornia está integrada por especies que son consumidores primarios ya que se alimentan de tejidos vegetales vivos (hojas, raíces, frutos, tallos y en algunos casos de hongos vivos o descompuestos) (Morón y Terrón, 1988; Navarrete-Heredia y Galindo-Miranda, 1997) y por especies saprófagas que se alimentan de una gran variedad de materia orgánica en descomposición como excremento, humus, madera, carroña de vertebrados e invertebrados, pieles, pelos, plumas y escamas de aves y mamíferos (Morón, 2004).

En la subfamilia Melolonthinae se encuentran las larvas rizófagas estrictas como muchas de las especies de los géneros *Phyllophaga*, *Macrodactylus* y *Anomala* que pueden

causar serios daños a los cultivos agrícolas o en los viveros forestales. Los adultos de estas especies se alimentan de follaje tierno de diversos árboles silvestres o cultivados (encinos, pinos, tejocotes, manzanos, duraznos, perales, etc.) cuando sus poblaciones aumentan a causa del desequilibrio ecológico causado por la tala, los incendios, la cacería y desplazamiento de enemigos naturales (sobre todo aves y pequeños mamíferos entomófagos), pueden consumir todo el follaje de la mayoría de los árboles de dichos bosques perturbados (Morón, 2004).

Otras larvas por sus hábitos saprófagos estrictos no son nocivas para las plantas cultivadas y se desarrollan principalmente en suelos muy humificados o abonados con estiércol como la mayor parte de las especies de *Cyclocephala*, *Tomarus*, *Cotinis* y *Euphoria* (Morón, 2004). Adultos pertenecientes a los géneros *Strategus*, *Golofa*, *Podischnus*, *Oryctes*, *Chalcosoma* y *Eutheola* de la subfamilia Dinastynae se han citado como barrenadoras de tallos y meristemos de plantas de plátano, palma de coco, henequén, maguey, caña de azúcar y piña (Morón, 2004).

Los escarabajos que procesan la madera depositada en el piso de los bosques son un factor muy importante para acelerar la circulación de la energía almacenada durante años en los troncos y sin su participación el proceso podría tardar diez veces más en completarse, contribuyendo con sus excrementos a la formación del suelo negro (*humus*) favorable para el crecimiento de los vegetales y los hongos (Morón, 2004).

Los escarabajos coprófagos son benéficos para las actividades ganaderas porque eliminan las masas de estiércol que impiden el crecimiento del pasto, evitan el exceso de moscas, abonan el suelo al enterrar los compuesto nitrogenados del estiércol y al construir sus túneles contribuyen a la mejora de la aireación del terreno y la infiltración del agua, debido a la estructura especializada de sus mandíbulas durante la masticación del estiércol destruyen los huevecillos y quistes de muchos parásitos intestinales del ganado; pero también pueden ser perjudiciales porque sirven de dispersores de huevecillos de algunos parásitos intestinales de bovinos, caballos, cerdos, borregos y aves de corral, que pueden ser transportados en el contenido intestinal del insecto o que quedan simplemente adheridos temporalmente sobre su cuerpo (Morón, 2004).

Debido a su diversidad, abundancia y valor nutritivo, los escarabajos lamelicornios son una fuente importante de alimento para muchos animales silvestres, como murciélagos, tecolotes, pájaros, mapaches, zorras, tejones, cacomixtles, zorrillos, tlacuaches, lagartijas, sapos y otros artrópodos (Morón, 2004).

El hecho de que los escarabajos en estado larvario aprovechan diferentes recursos alimenticios a los aprovechados por los escarabajos en estado adultos los ha posicionado en diferentes gremios. Morón y Deloya (1991) proporcionan una lista de siete gremios tróficos aludiendo al hábito alimenticio de larva-adulto como Filo-rizófagos para las especies cuyas larvas se alimentan con raíces y los adultos consumen follaje, caso de los géneros *Phyllophaga*, *Diplotaxis*, *Macroductylus*, *Anomala*, *Cyclocephala*, entre otros; Sapro-melífagos para las especies que sus larvas se alimentan de materia humificada y los adultos consumen secreciones vegetales o azucaradas como los géneros *Euphoria*, *Cotinis* y *Gymnetina*; o como Copro-necrófagos para aquellos cuyas larvas se desarrollan en nidos provisionados por los adultos con excremento de diversos tipos y donde los adultos se caracterizan por el consumo de estiércol, carroña, hongos y material vegetal en descomposición, como los géneros *Copris*, *Phanaeus*, *Sisyphus* y *Onthophagus*. Y a partir de la anterior propuesta basada en la alimentación de larvas/adultos para los Coleoptera Scarabaeoidea Deloya *et al.* (2007) modifican a los gremios tróficos y realizan una nueva propuesta de grupos funcionales para esta superfamilia: saprófagos, sapro-fitófagos, fitófagos y depredadores.

Este trabajo tiene como objetivo caracterizar la estructura y la composición de la comunidad de Scarabaeoidea presente en cuatro tipos de vegetación (Matorral Subtropical, Bosque Tropical Caducifolio, Bosque de Encino y Bosque de Pino-Encino) en el cerro “El Águila”, localidad cercana a la ciudad de Morelia y que representa un área verde de importancia para la población y refugio potencial para muchos organismos ante el crecimiento cada vez mayor de la mancha urbana. Está dividido en dos capítulos. El Capítulo I tiene como objetivos elaborar un inventario de los coleópteros de la superfamilia Scarabaeoidea asociados a cuatro tipos de vegetación presentes en el cerro “El Águila” y establecer su fenología durante un ciclo anual. El Capítulo II, está enfocado en presentar un análisis de la riqueza y diversidad de los Scarabaeoidea registrados en la localidad de forma general, por tipo de vegetación y durante las épocas estacionales.

## Capítulo I

### INVENTARIO TAXONÓMICO DE SCARABAEOIDEA DEL CERRO “EL ÁGUILA”, MUNICIPIO DE MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

*Taxonomic list of Scarabaeoidea from "Cerro El Aguila", Municipality of Morelia,  
Michoacan, Mexico*

María Cristina Zamora-Vuelvas<sup>1</sup>, Javier Ponce-Saavedra<sup>1</sup> y Aristeo Cuauhtémoc Deloya-López<sup>2</sup>. <sup>1</sup> Laboratorio de Entomología, “Sócrates Cisneros Paz” Facultad de Biología. UMSNH. Edif B4 2o. Piso. Ciudad Universitaria. Morelia, Michoacán, México. <sup>2</sup> Red de Interacciones Multitróficas, Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Veracruz, México. [quelsonia@gmail.com](mailto:quelsonia@gmail.com); [javierpon@gmail.com](mailto:javierpon@gmail.com); [cuauhtemoc.deloya@inecol.mx](mailto:cuauhtemoc.deloya@inecol.mx)

**Resumen.** En un trabajo en campo durante un año con recolectas mensuales de 16 necro-trampas permanentes (NTP) del tipo NTP-80 cebadas con calamar fresco y 16 copro-trampas (CoTP) cebadas con excremento humano, enterradas a nivel del suelo y capturas cada dos semanas en 16 carpo-trampas (CaTP) cebadas con fruta fermentada, colocadas a tres metros de altura, se obtuvieron 88 especies y 32 géneros correspondientes a las familias Geotrupidae, Ochodaeidae, Passalidae, Scarabaeidae y Trogidae. Se obtuvo información correspondiente a cuatro tipos de vegetación: Bosque de Pino-Encino, Bosque de Encino, Bosque Tropical Caducifolio y Matorral Subtropical.

**Palabras clave:** Taxocenosis, listado faunístico, tipos de vegetación.

**Abstract.** During a year of field work with monthly samples we catch 88 species and 32 genera corresponding to five families of Scarabaeoidea: Geotrupidae, Ochodaeidae, Passalidae, Scarabaeidae and Trogidae. Were used 16 NTP-80 permanent necro-traps baited with fresh squid and 16 CoTP baited with human excrement both buried at ground level. Also were used 16 CaTP with fermented fruit sampled every two weeks. Information about four types of vegetation was obtained: pine-oak forest, oak forest, Tropical deciduous forest and Subtropical scrubland.

**Key words.** Taxocenosis, faunistic list, vegetation types.

## INTRODUCCIÓN

Los coleópteros son conocidos popularmente como “escarabajos”, “picudos”, “mayates”, “gorgojos”, “chimayates”, “pipioles”, “temoles”, “sanjuaneros”, “escarabajo de mayo”, “rodacacas”, “vaqueros”, “catarinitas”, “chochos”, “pinacates”, “ronroneros”, “brocas”, “barrenecillos”, “trenecitos”, “luciérnagas”, etc., y sus larvas son conocidas como “gallina ciega”, “gusanos de alambre”, “nixticuil”, “gusano blanco”, “chisa”, “yupos”, etc. (Morón y Terrón, 1988; Morón *et al.*, 1997; Morón, 2004; Ponce, 2009).

Son insectos que se caracterizan por tener un aparato bucal de tipo masticador bien desarrollado, ojos compuestos en estado adulto y ocelos en estado larval; el primer par de alas, generalmente, está muy endurecido y cuando están en reposo cubre a las alas membranosas y al dorso del abdomen (Deloya, 1997); de allí deriva el nombre de “Coleóptero”, que en griego significa “alas con estuche” (Morón, 2004).

Los escarabajos incluidos en la Superfamilia Scarabaeoidea, han llamado fuertemente la atención del hombre por sus múltiples formas, colores y tamaños. También han sido parte importante de algunas culturas desde la antigüedad, por ejemplo, en Egipto se adoraba al escarabajo pelotero (*Scarabaeus sacer*) por ver en él la personificación de Khépri, el Dios del Sol-Escarabajo (Cambefort 1994, en Kohlmann y Morón 2003).

En México, los mayas representan la leyenda de amor entre el joven “Chalpol” y la princesa “Cuzán” con los especímenes *Zopherus chilensis* (Gray) (Coleoptera: Zopheridae). El joven “Chalpol”, que en un principio fuera condenado a la muerte por la osadía de enamorarse de la princesa, y que finalmente se le conservará con vida, pero convertido en “maquech” por las suplicas de la princesa (Al interior del estado, 2013).

Los aztecas se alimentaban con diversos insectos como libélulas, saltamontes y hormigas, y también se alimentaban de larvas de coleópteros, particularmente de las familias: Cerambycidae, Scarabaeidae y Passalidae, cuyos nombres vernáculos son "gusanos de los palos", "escarabajo rinoceronte" y "gallina ciega" (Arellano *et al.* 2012), y entre ellos existía la Diosa de la caca: “Tlazolteotl”, quien además era diosa de la fertilidad y del amor (Arellano *et al.* 2012); también consideraban al escarabajo anaranjado-rojizo “*pinauiztli*”, literalmente el escarabajo “*avergüenzo a alguien*”, aunque no son venenosos, se consideraban mortales porque su presencia se interpretaba como un agujero de la muerte (Wake, 2005).

De acuerdo con Lawrence y Newton (1995) la superfamilia Scarabaeoidea está integrada por 13 familias: Lucanidae, Passalidae, Trogidae, Hybosoridae, Scarabaeidae, Ochodaeidae, Ceratocanthidae y Geotrupidae, Glarecidae, Pleocomidae, Diphyllostomatidae, Belohinidae y Glaphyridae, las primeras ocho registradas para México.

Los Scarabaeoidea son uno de los taxa dentro de Coleoptera mejor conocidos. Se han descrito aproximadamente 33,000 especies en el mundo (Lawrence y Newton 1995) y

1,713 en México (Morón 2003); aunque la cifra puede ser mucho mayor, debido a que los Scarabaeidae fitófagos representan casi el 69% en el país (Morón *et al.* 2014). Los escarabajos viven en casi todos los ecosistemas terrestres, desde zonas desérticas hasta bosques tropicales siempre verdes, en todo tipo de vegetación silvestre o cultivada, desde el nivel del mar hasta más de 4,000 metros de altitud (Morón 2004).

Para Michoacán se han registrado 209 especies distribuidas en 68 géneros y siete familias (Bates 1886-1890, Morón *et al.* 1997, Morón 2003, Padilla *et al.* 1992, Godínez 1988, Díaz 1991, Jurado 1994, Ayala 2005, Pérez 2007, Cruz 2007, Ponce 2005a, Ponce 2005b, 2009a, 2010, Pérez-Agis *et al.* 2008, Ponce 2009b, Morón y Márquez 2012).

Los inventarios de especies son una herramienta básica para conocer la biodiversidad, y para detectar sitios de interés para la conservación y manejo de las poblaciones biológicas, así como para evaluar el cambio en la riqueza de especies debido a perturbaciones locales o globales, y para realizar análisis biogeográficos, taxonómicos y evolutivos.

Al considerar la diversidad altitudinal, climática y ecosistémica de Michoacán, en sus 58,667 km<sup>2</sup> (Correa-Pérez, 2003), se hace evidente la falta de estudios faunísticos detallados que muestren la diversidad de los Scarabaeoidea que habitan en el estado, por lo cual es importante realizar estudios regionales para generar los inventarios de especies.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** El cerro “El Águila” se ubica en los municipios de Morelia y Lagunillas [19°32'30''- 19°40'30'' N; 101°16'39''-101°26'16'' W], con un rango altitudinal de 1900 a 3080 m (INEGI 2007). El estudio se realizó en la vertiente Este del cerro [19°38'37''- 19°38'48'' N; 101°20'18''-101°20'35'' W], accediendo por la localidad de Cuanajillo del municipio de Morelia, Michoacán (Figura 1).

El paisaje geomorfológico está conformado por planicies, pie de monte (bajo, medio, superior) y laderas con pendientes suaves, inclinadas y escarpadas (Zacarías-Eslava *et al.*, 2011). El área presenta rocas ígneas con suelo principalmente del tipo andosol, suelos jóvenes derivados de cenizas volcánicas, que sustentan bosques de pino y bosques de pino-encino; en menor proporción se encuentran los suelos de tipo acrisol, feozem, luvisol y vertisol (Bocco *et al.*, 1999; Cabrera-González *et al.*, 2005).

Las cuatro comunidades vegetales presentes son: a) Bosque de *Pinus-Quercus* (BPQ), representadas por *Pinus michoacana* Martínez, *Pinus pseudostrabus* Lindl., *Quercus laurina* Bonpl. *Quercus rugosa* Née, *Arbutus* sp (madroño) y *Crataegus mexicana* Moc. & Sesse ex DC (tejocote), b) Bosque de Encino (BE), con especies de *Q. deserticola* Trel., *Q. castanea* Née y *Q. rugosa* Née, además de la presencia de *Forestiera phillyreoides* (granjeno), *Opuntia tomentosa* (Salm-Dyck) y *Bursera fagaroides*, c) Bosque Tropical Caducifolio (BTC) con elementos de *Ipomea murucoides*, *Bursera fagaroides*, *Bursera cuneata*, *Celtis reticulata*, *Heliocarpus terebinthinaceus*, *Forestiera phillyreoides* y *Condalia velutina* (abrojo), d) Matorral Subtropical (MST), caracterizado por copales y papelillos (*Bursera* spp.), cahuahuate (*Ipomea murucoides*), huizache (*Acacia farnesiana*), pochote (*Ceiba aesculifolia*) y granjeno (*Condalia velutina*).

En dichas comunidades vegetales y alrededores, las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería extensiva, extracción de leña de encino y extracción de roca para elaborar molcajetes; en menor escala extraen suelo forestal, orquídeas y ocasionalmente plantas alimenticias como nopales, camote de cerro y verdolagas.

De acuerdo con los datos de la estación meteorológica Cointzio y con la clasificación climática de Köppen, modificada por García (2004), la zona de estudio presenta un clima templado con verano fresco largo, sub-húmedo [Cb(w1)(w)] con una estación húmeda de junio a septiembre (Zacarías *et al.*, 2011).

El climograma elaborado con los datos de la Estación Meteorológica Automatizada (EMA Cointzio, 2024 msnm, 101°15'35" W y 19°37'42" N) para el periodo 2008 a 2012, muestra una temperatura media de 17.2° C y precipitación anual de 414 mm (Figura 2). La época de lluvias inicia en mayo y termina en octubre, las mayores precipitaciones mensuales se observan son de 45.6 mm a 107.4 mm, y temperatura promedio registrada

mayor a 19° C (18°C a 20.8°C). La época de secas se establece de noviembre a abril, con un aumento considerable de precipitación en el mes de febrero (45.2 mm); la temperatura promedio osciló en los 13.6° C y 19.6° C.

**Muestreo.** Las colectas sistemáticas mensuales se realizaron de septiembre 2012 a septiembre 2013, mediante el uso de 16 necro-trampas permanentes (NTP) del tipo NTP-80 (Morón y Terrón 1984), cebadas con calamar fresco y 16 copro-trampas (CoTP) cebadas con excremento humano, enterradas a nivel del suelo. Además, y con una periodicidad quincenal, se colocaron 16 carpo-trampas (CaTP) cebadas con fruta fermentada, colocadas a tres metros de altura. Las trampas se ubicaron en los cuatro tipos de vegetación (BPE, BE, BTC, MST), en un cuadrante de 50 m X 50 m (Cuauhtémoc Deloya<sup>1</sup>, com pers.) y en cada extremo se colocó un juego de trampas para tener 12 trampas por cuadrante (N= 48 trampas por fecha, Figura 3).

Adicional y mensualmente, se colectó en la vegetación, hojarasca, excremento (vacuno, de fauna silvestre y humano), detritos de la hormiga *Atta mexicana* (Smith), cortezas de árboles y troncos en descomposición. El esfuerzo de muestreo fue de 6 hrs/hombre por tipo de vegetación (2 personas: 11:30 a 13:00 hrs y 17:00 a 18:30 hrs).

En el laboratorio de Entomología “Biol. Socrates Cisneros Paz” (Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo), el material colectado se limpió, separó, etiquetó y conservó en alcohol al 75%. Una colección representativa fue montada en alfiler entomológico para su identificación taxonómica y parte de los especímenes trabajados se encuentran en la Colección de Insectos de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (CIFBUM) y en la colección del Dr. Cuauhtémoc Deloya (C. Deloya).

Para la determinación genérica y específica de los adultos, se utilizaon los criterios de Carlson (1975), Delgado y Navarrete (1993), Delgado *et al.* (2000), Edmonds (1994), Fall (1909), Halfter (1961), Halfter y Halfter (2003), Howden (1964), Howden y Cartwright (1963), Howden y Génier (2004), Morón (1986), Morón (2003), Morón *et al.* (1997), Morón y Nogueira (1998), Orozco (2012), Paulsen (2007), Ratcliffe *et al.* (2013), Vaurie (1955, 1958 y 1960), y Zunino y Halfter (1988).

---

<sup>1</sup> Dr. A. Cuauhtémoc Deloya López. Red de Interacciones Multitróficas. INECOL, A. C., Xalapa, Veracruz.

## RESULTADOS

Se registraron 5 familias, 32 géneros y 88 especies de Scarabaeoidea. El 50% fue determinado a nivel específico, el 21.60 % se asoció con alguna especie ya descrita (etiquetadas como “afin a”), y el 28.40 % se reconocieron como morfo-especies (Lista comentada).

Los Scarabaeidae obtuvieron la mayor riqueza específica, seguida por Trogidae y Geotrupidae (Cuadro 1).

### *Lista comentada de las especies de Scarabaeoidea del cerro del Águila, Morelia, Michoacán (indicando mes y tipo de colecta utilizado)*

---

#### FAMILIA GEOTRUPIDAE

Subfamilia Bolboceratinae

Tribu Bolboceratini

##### ***Bolbelasmus variabilis* Howden, 1964**

Se colectó en el mes de septiembre, un ejemplar en el BPE en colecta directa.

Subfamilia Geotrupinae

Tribu Geotrupini

##### ***Ceratotrupes fronticornis* (Erichson, 1847)**

Se le observó de junio a noviembre, en los cuatro tipos de vegetación, con mayor presencia en el BTC. Se colectaron 522 individuos.

#### FAMILIA OCHODAEIDAE

Subfamilia Ochodaeinae

##### ***Parochodaeus inarmatus* (Schaeffer, 1906)**

Se encontró de julio a noviembre en los cuatro tipos de vegetación, se capturaron 4 individuos en NPT-80 y 17 en CoTP. **Primer registro de la especie en el estado de Michoacán.**

##### ***Parochodaeus* sp. aff. *luridus* Westwood, 1852**

Se colectó sólo un ejemplar en el mes de noviembre en el MST. De confirmarse su identidad, será primer registro de esta especie en el estado.

## FAMILIA PASSALIDAE

Subfamilia Passalinae

Tribu Passalini

### *Ptichopus angulatus* (Percheron, 1835)

Se colectaron de marzo a mayo, sólo en MST. 20 ejemplares fueron colectados en los detritos de hormiga *A. mexicana* en marzo, y dos en captura directa, uno en el mes de abril y otro en el mes de mayo de 2013.

## FAMILIA SCARABAEIDAE

Subfamilia Aphodiinae

Tribu Aphodiini

### *Aphodius* sp. aff. *fimetarius* Linnaeus, 1758

Se le encontró todo el año en los cuatro tipos de vegetación. 250 ejemplares en colecta directa. De confirmarse su identidad, será primer registro de esta especie en el estado.

### *Aphodius fuliginosus* Dejean, 1833

Se le observó de junio a noviembre en los cuatro tipos de vegetación. Se colectaron 164 individuos de manera directa. **Primer registro para el estado.**

### *Aphodius opisthius* Bates, 1887

Se le capturó de junio a marzo en todos los tipos de vegetación. De un total de 1900, 1834 especímenes se colectaron directamente. **Primer registro para el estado.**

### *Aphodius* sp.

De este género 490 ejemplares no se determinaron hasta especie, se les agrupó en tres morfotipos distintos, que se enumeran a continuación.

### *Aphodius* sp. 1

Presente de junio a septiembre, en los cuatro tipos de vegetación. Se encontraron 24 ejemplares en colecta directa.

### *Aphodius* sp. 2

Se colectó de abril a diciembre, en los cuatro tipos de vegetación. De los 425 ejemplares, se colectaron 421 en colecta directa.

***Aphodius* sp. 3**

Se colectó en enero, febrero, julio, agosto. Se le encontró en el BTC, BE y en el BPE. Todos los ejemplares (41) se obtuvieron en los recorridos de colecta directa.  
Tribu Eupariini

***Ataenius* sp.**

Se le colectó la mayor parte del año (excepto abril y mayo) en los cuatro tipos de vegetación. De los 88 ejemplares se capturaron 84 de forma directa.

***Ataeniopsis* sp.**

Presente de enero a febrero y de junio a agosto, en los cuatro tipos de vegetación. Un total de 24 ejemplares fueron capturados de manera directa. **El género representa un nuevo registro para el Estado.**

Subfamilia Cetoniinae

Tribu Cetiniini

***Euphoria basalis* (Gory & Percheron, 1833)**

Presente en septiembre y octubre en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 21 ejemplares, 19 en colecta directa y 2 en NTP-80.

***Euphoria biguttata* (Gory & Percheron, 1833)**

En el mes de marzo, se extrajeron larvas de Cetoniinae en un basurero de *A. mexicana* en el MST. Los cuatro adultos que se obtuvieron pertenecieron a esta especie. **Primer registro para el estado.**

***Euphoria dimidiata* (Gory & Percheron, 1833)**

Se colectó un ejemplar en septiembre en el MST en colecta directa.

***Euphoria leucographa* (Gory & Percheron, 1833)**

Presente de junio a octubre en los cuatro tipos de vegetación. De los 91 ejemplares, 84 se capturaron con CaTP.

***Euphoria* sp. aff. *paradisiaca* Orozco, 2012**

Se colectó de mayo a agosto en todos los tipos de vegetación. Se capturaron 104 ejemplares, 102 con las CaTP. De confirmarse su identidad, será primer registro de esta especie en el estado.

***Euphoria* sp. aff. *weatermanni* (Gory & Percheron, 1833)**

Se colectó un ejemplar en julio en el BTC durante la colecta directa. De confirmarse su identidad, será primer registro de esta especie en el estado.

Tribu Cremastocheilini

***Lissomelas flohri* Bates, 1889**

**Primer registro para el estado.** Se le colectó en julio y en octubre en el BTC y en el BE. Se capturaron 2 ejemplares, uno en CoTP y otro en colecta directa.

Tribu Goliathini

***Ischnoscellis hoepfneri* (Gory & Percheron, 1833)**

Presente de octubre a diciembre en los cuatro tipos de vegetación. De los 25 ejemplares, 17 se capturaron en los recorridos de colecta directa con red entomológica y 8 en las CaTP. **Primer registro para el estado.**

Tribu Gymnetini

***Cotinis antonii* Duges, 1878**

Se capturó un ejemplar, en el mes de junio de manera directa. **Primer registro para el estado.**

***Cotinis laticornis* Bates, 1889**

Se le colectó de julio a enero en todos los tipos de vegetación. De 80 ejemplares, 71 se colectaron con CaTP.

***Cotinis mutabilis* (Gory & Percheron, 1833)**

Se le colectó de junio a agosto en todos los tipos de vegetación. De 200, 199 especímenes se capturaron con CaTP.

***Hologymnetis cinerea* (Gory & Percheron, 1833)**

Se presentó en el mes de marzo y de junio a noviembre en todos los tipos de vegetación. Se colectaron 15 individuos en las CaTP y dos de forma directa. **Primer registro para el estado.**

***Paragymnetis hebraica difficilis* Burmeister, 1842**

Presente en el mes de enero, de marzo y de junio a octubre en todos los tipos de vegetación. Los 76 ejemplares se colectaron en las CaTP.

Subfamilia Dynastinae

Tribu Dynastini

***Golofa pizarro* Hope, 1837**

Se colectaron, de agosto a noviembre en el BPE, 3 ejemplares durante los recorridos de colecta directa.

***Golofa* sp.**

Se colectó un individuo en enero en BPE en colecta directa.

Tribu Oryctini

***Xyloryctes thestalus* Bates, 1888**

Se colectaron tres ejemplares en septiembre, en el BPE, de forma directa.

***Xyloryctes lobicollis* Bates, 1888**

Se colectó de julio a octubre en MST, BTC y en BPE. Se capturaron 10 ejemplares en colecta directa. **Primer registro para el estado.**

Tribu Pentodontini

***Orizabus epithecus* Ratcliffe & Cave, 2010**

Se capturó un ejemplar en noviembre en el BPE en la CoTP. **Primer registro para el estado.**

***Orizabus isodonoides* Fairmaire, 1878**

Se colectó un espécimen en agosto, en el BPE, de forma directa.

Subfamilia Melolonthinae

Tribu Chasmatopterini

***Chnaunanthus discolor* Burmeister, 1884**

Se capturó un ejemplar en el mes de septiembre en el MST en colecta directa.

Tribu Macroductylini

***Isonychus arizonensis* Howden, 1959**

Presente de julio a agosto en los cuatro tipos de vegetación. 31 ejemplares capturados con CaTP.

***Macroductylus mexicanus* Burmeister, 1845**

Se le colectó de unió a septiembre en los cuatro tipos de vegetación. De un total de 174 ejemplares, 163 se capturaron de forma directa.

Tribu Melolonthinni

***Diplotaxis* sp. aff. *corrosa* Bates, 1888**

Presente de mayo a septiembre en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 33 ejemplares en todos los tipos de trampas, 15 en las CoTP.

***Diplotaxis* sp. aff. *muricata* Schaeffer, 1907**

Se capturaron tres ejemplares en julio y septiembre, en MST y BPE, en las CoTP.

***Diplotaxis sp. aff. nigriventris* Bates, 1887**

Se colectaron dos ejemplares en junio y en octubre en el BTC y BE en CaTP y en NTP-80.

***Diplotaxis sp. aff. subangutata* LeConte, 1856**

Presente de abril a septiembre en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 30 ejemplares, 17 de ellos en colecta directa y el resto en CaTP (2), NTP-80 (5) y CoTP (6).

***Diplotaxis sp. aff. tarsalis* Schaeffer, 1907**

Presente de mayo a agosto en MST, BE y BPE. Se colectaron 12 ejemplares, 6 en CoTP, 4 en CaTP y 2 en NTP-80.

***Diplotaxis sp.***

De este género 10 ejemplares no se determinaron hasta especie, se les agrupó en cinco morfotipos distintos, que se enumeran a continuación.

***Diplotaxis sp. 1***

Presente de junio a agosto en MST, BTC y BPE. Se capturaron cinco ejemplares con CoTP (2), NTP-80 (2) y con CaTP (1).

***Diplotaxis sp. 2***

Se capturó un ejemplar en el mes de mayo en BTC con CoTP.

***Diplotaxis sp. 3***

Se capturaron 2 ejemplares en los meses de junio y julio, en MST y en BTC con CaTP.

***Diplotaxis sp. 4***

Se colectó un ejemplar en junio en el BPE con una CoTP.

***Diplotaxis sp. 5***

Se colectó un ejemplar en el mes de mayo en el BTC con CoTP.

***Phyllophaga sp. aff. leonilae* Morón, 1995**

Se capturaron 3 individuos en julio y septiembre en BE y BPE, en colecta directa (2) y con CoTP (1).

***Phyllophaga sp. aff. pubicauda* (Bates, 1888)**

Capturado de junio a octubre en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 24 especímenes, en colecta directa (20), en CoTP (3) y en CaTP (1).

***Phyllophaga* sp. aff. *tzintzontliana* Morón, 1992**

Presente de julio a septiembre en los cuatro tipos de vegetación. Se colectaron 17 ejemplares, en colecta directa (14) y en CoTP (3).

***Phyllophaga vetula* (Horn, 1887)**

Presente de abril a septiembre en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 43 individuos, con colecta directa (28), CoTP (8), NTP-80 (4) y en CaTP (3).

***Phyllophaga* spp.**

De este género 91 ejemplares no se determinaron hasta especie, se les agrupó en doce morfotipos:

***Phyllophaga* sp. 1**

Presente en mayo, junio y septiembre en los cuatro tipos de vegetación. Se colectaron nueve individuos, 3 con colecta directa, 3 CoTP, 2 en CaTP y 1 en NTP-80.

***Phyllophaga* sp. 2**

Presente en junio y julio en el BE. Se colectaron dos ejemplares, uno a través de las CaTP y otro por medio de la colecta directa.

***Phyllophaga* sp. 3**

Se encontró en abril y de junio a agosto en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 32 ejemplares, de los cuales 23 fueron a través de la colecta directa, seis con las CoTP, dos con las CaTP y uno con las NTP.

***Phyllophaga* sp. 4**

Presente en mayo y junio en BTC, BE y BPE. Se capturaron cuatro ejemplares, dos por medio de las CaTP, uno con NTP y uno más con CoTP.

***Phyllophaga* sp. 5**

Se encontró presente de julio a septiembre en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron seis ejemplares, dos por medio de colecta directa, dos con CoTP, uno con NTP y uno con CaTP.

***Phyllophaga* sp. 6**

Se encontró en mayo y julio en el BTC y en el BE, con tres ejemplares capturados dos por medio de CoTP y uno por medio de CaTP.

***Phyllophaga* sp. 7**

Presente de mayo a agosto en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron cinco ejemplares, dos con las CaTP, una con NTP-80, una con CoTP y una a través de la colecta directa.

***Phyllophaga* sp. 8**

Presente en junio y julio solo en el BPE, capturando cinco ejemplares, cuatro por medio de la colecta directa y uno a través de NTP-80.

***Phyllophaga* sp. 9**

Presente de junio a agosto y en los cuatro tipos de vegetación, con la mayor abundancia en el BE. Se capturaron 20 ejemplares, de los cuales 18 fueron a través de la colecta directa, uno con CoTP y otro más con CaTP.

***Phyllophaga* sp. 10**

Presente en junio y julio en MST, BE y BPE. Se capturaron solo tres ejemplares, dos por medio de las CoTP y uno por medio de la colecta directa.

***Phyllophaga* sp. 11**

Se colectó solo un ejemplar durante el mes de julio en el BPE por medio de la colecta directa.

***Phyllophaga* sp. 12**

Se colectó solo un ejemplar durante el mes de julio en el BE por medio de la colecta directa.

Subfamilia Rutelinae

Tribu Anomalini

***Paranomala* sp. aff. *denticollis* Bates, 1888**

Presente de mayo a agosto en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 34 ejemplares, 29 con CaTP, tres con colecta directa y dos con NTP-80.

***Paranomala* sp. aff. *flavilla* Bates, 1888**

Presente en agosto y octubre en BTC y BE. Se colectaron dos ejemplares, ambos en CaTP.

***Paranomala* sp. aff. *inconstans* Burmeister, 1847**

Presente de mayo a septiembre en MST, BTC y BE. Se capturaron nueve ejemplares, cinco en CaTP, tres en colecta directa y uno en CoTP.

***Paranomala sp. aff. sejuncta* Bates, 1888**

Presente en julio, agosto y octubre en MST, BTC y BE. Se capturaron 14 ejemplares, 12 de ellos en las CaTP, uno en NTP-80 y otro más en CoTP.

***Paranomala undulata* Melsheimer, 1844**

Presente de junio a agosto en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 60 ejemplares, de los cuales, 59 se capturaron con las CaTP y solo una con CoTP. Además se capturaron otros 14 especímenes de *Paranomala* que fueron agrupados en dos morfotipos distintos:

***Paranomala sp. 1***

Presente de junio a agosto en MST, BTC y BE. Se capturaron 11 ejemplares, seis con CaTP y cinco con CoTP.

***Paranomala sp. 2***

Presente en junio y agosto en MST y BE. Se capturaron tres ejemplares, dos a través de CaTP y uno a través de CoTP.

***Strigoderma sulcipennis* Burmeister, 1844**

En el mes de junio se capturaron dos ejemplares a través de la colecta directa, uno en el BTC y otro en el BE.

Subfamilia Scarabaeinae

Tribu Coprini

***Dichotomius colonicus* Say, 1835**

Presentes en enero, marzo y de junio a diciembre en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 73 ejemplares, de los cuales 46 se capturaron a través de la colecta directa y 27 en CoTP.

Tribu Onitecellini

***Liatongus rhinocerulus* Bates, 1889**

Presente de julio a octubre y en diciembre en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 222 ejemplares, 215 con NTP-80 y siete ejemplares con CoTP.

***Euoniticellus intermedius* Reiche, 1848**

Presente en enero, marzo-mayo, julio-agosto y de octubre a diciembre en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 122 ejemplares, todos en la colecta directa.

Tribu Onthophagini

***Onthophagus batesi* Howden y Cakrtwright, 1963**

**Primer registro para el estado.** Presente de junio a diciembre en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 365 ejemplares, 361 en las colectas directas y cuatro con las NTP-80.

***Onthophagus fuscus canescens* Zunino y Halffter, 1988**

Presente en noviembre en MST, BE y BPE. Se capturaron 29 ejemplares, 28 con las NTP-80 y uno con las CoTP.

***Onthophagus lecontei* Harold, 1871**

Presente de julio a octubre y en diciembre en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 38 ejemplares, 25 a través de la colecta directa, 11 con las NTP-80 y dos con las CoTP.

***Onthophagus mariozuninoi* Delgado, Navarrete y Blackaller-Bages, 1993**

Presente de junio a diciembre en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 929 ejemplares, 608 en las NTP-80, 320 en las CoTP y 11 en la colecta directa.

***Onthophagus mexicanus* Bates, 1887**

Presente en enero y de junio a diciembre en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 731 ejemplares, 719 con las colectas directas, 10 con las NTP-80 y dos con las CoTP.

Tribu Phanaeini

***Coprophanaeus (Coprophanaeus) pluto* Harold, 1863**

Presente en junio y julio en el MST y BE. Se capturaron dos ejemplares, uno a través de NTP-80 y otro a través de las colectas directas.

***Phanaeus (Phanaeus) adonis* Harold, 1863**

Presente de junio a septiembre en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 70 ejemplares, 68 a través de las colectas directas, uno en NTP-80 y otro más a través de CoTP.

***Phanaeus (Phanaeus) amithaon* Harold, 1875**

Presente de junio a diciembre en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 156 ejemplares, 152 a través de la colecta directa, dos con NTP-80 y dos con CoTP.

***Phanaeus (Phanaeus) daphnis* Harold, 1863**

Presente en enero y de junio a diciembre en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 39 ejemplares, 38 de ellos en las colectas directas y uno en NTP-80.

***Phanaeus (Phanaeus) furiosus* Bates, 1887**

Presente de junio a noviembre en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 34 ejemplares, 21 a través de la colecta directa, ocho en NTP-80 y cinco en CoTP.

Tribu Scarabaeini

***Canthon (Canthon) humectus* sp. aff. *blumei* Halffter y Halffter, 2003**

En el mes de julio se capturaron dos ejemplares en el MST durante la colecta directa.

***Canthon (Canthon) humectus humectus* (Say, 1832)**

Presente en enero y de abril a diciembre en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 3,622 ejemplares, de los cuales 3,155 fueron a través de la colecta directa, 304 con NTP-80, 162 con CoTP y uno con CaTP.

***Sisyphus submonticolus* Howden, 1965**

Presente en enero-febrero y de junio a diciembre en los cuatro tipos de vegetación. Se capturaron 3,864 ejemplares, de los cuales 2,505 se capturaron con las NTP-80, 1,226 con CoTP y 133 en colecta directa.

## **FAMILIA TROGIDAE**

***Trox plicatus* Robinson, 1940**

A la fecha, este es el segundo registro para el estado de Michoacán con localidad precisa (Deloya 2003, Ayala 2005). Se encontró de junio a septiembre, en los cuatro tipos de vegetación (MST, BTS, BPE, BE). El mayor número de ejemplares (41) se capturaron con las NTP-80 y solo 1 ejemplar se capturó con CoTP.

***Trox spinulosus dentibius* Robinson, 1940**

Especie presente en los cuatro tipos de vegetación de junio a octubre. Se capturaron en los cuatro tipos de vegetación (MST, BTC, BE BPE). De los 80 ejemplares registrados 59 se capturaron con las NTP-80 y 21 con las CoTP.

***Trox variolatus* Melsheimer, 1846**

Esta especie solo se registró en el mes de junio con un ejemplar capturado en por NTP-80 en bosque de pino-encino. **Primer registro para el Estado.**

## DISCUSIÓN

Los Scarabaeoidea estuvieron presentes todo el año en tres tipos de vegetación (MST, BTC, BPE). La mayor riqueza específica y abundancia se presentó de junio a octubre, meses donde la cubierta en el estrato herbáceo es mayor, al igual que la acumulación de agua en pozas naturales y rudimentarias, condiciones que son aprovechadas por los pobladores para llevar a su ganado a pastar, y con ello contribuyen al aumento de la deposición de heces fecales del ganado vacuno y equino principalmente en las zonas abiertas en los alrededores de la vegetación. En el BE, no se registraron escarabajos durante marzo y abril, tal vez debido a que la mayoría de los encinos han perdido sus hojas, por lo cual el paisaje es aún más seco que en el BPE, BTC y MST, donde una parte de la vegetación aún conserva sus hojas (*Pinus* sp., *Acacia farnesiana*, *Condalia velutina*) (Figura 4).

El diseño de muestreo empleado, ayudó al registro de especies con hábitos diversos, que no se hubieran registrado de limitarse solo a la colecta con trampas permanentes; por ejemplo, *Euphoria bigutata*, *Ptichopus angulatus* y *Cotinis antonii* son especies provenientes de los detritos de hormigas cortadoras de hojas del género *Atta*; y las especies de los géneros *Strigoderma*, *Golofa*, *Lissomelas*, *Parochodaeus* y *Xyloryctes*, entre otras, que solo se capturaron durante las exploraciones en la vegetación. También resalta el caso de varias especies coprófagas incluidas en *Euoniticellus*, *Ataeniopsis* y *Aphodius* que no fueron atraídas por copro-trampas y/o necro-trampas permanentes, pero que fueron capturadas directamente en excremento bovino.

La riqueza genérica y específica fue muy similar en cada tipo de vegetación del cerro “El Águila” (Cuadro 2), pero muy distinta e incluso mayor a la registrada en otras localidades de la República Mexicana como se puede apreciar al comparar este estudio en el que se registraron 27 géneros y 65 especies sólo en el BPE, número significativamente mayor a lo registrado para Villa de Allende (Estado de México) por Morón y Zaragoza (1976) en un tipo de vegetación similar pero alterada por la tala y la agricultura, donde registraron 17 géneros y 42 especies, factores que influyen en esa menor riqueza registrada.

Para el caso de la fauna copro-necrófila del BTC, se capturaron 12 especies (*C. fronticornis*, *A. opisthius*, *Ataenius* sp., *C. h. humectus*, *S. submonticolus*, *P. furiosus*, *L. rhinocerulus*, *O. lecontei*, *O. mariozuninoi*, *O. batesi*, *T. plicatus*, *T. spinulosus dentibius*). Representan una comunidad completamente diferente con su equivalente del BTC establecido en la región de Jojutla, Morelos (Deloya *et al.*, 1987) donde se registraron 13 especies (*Deltochilum gibbosum sublaeve*, *Cahtnon indigaceus chevrolati*, *C. cyanellus cyanellus*, *C. viridis corporali*, *Coprophanaeus pluto*, *Pseudocanthon perplexus*, *Ateuchus rodriguezi*, *Onthophagus igualensis*, *O. hoepfneri*, *Onthophagus* sp., *O. rostratus*, *Dichotomius amplicollis*, *Omorgus suberosus*). Por el contrario en el BTC de Tepexco (Puebla), Deloya (1992) registró una riqueza de escarabajos copro-necrófagos mayor (12

géneros y 21 especies) a la obtenida en el cerro “El Águila”. Estas diferencias podrían deberse a la altitud en que se encuentran cada bosque, la estructura de las comunidades vegetales y a las actividades agrícolas que rodean los manchones de vegetación.

En el caso de los escarabajos fitófagos registrados en el cerro “El Águila”, la riqueza está conformada por 53 especies de Cetoniinae, Dynastinae, Melolonthinae y Rutelinae.

Los géneros *Phyllophaga* (S= 16) y *Diplotaxis* (S=10) presentan la mayor riqueza específica. Las especies de estos géneros pueden tener importancia agrícola, debido a que algunas de ellas producen pérdidas en los cultivos, sin embargo ninguna presentó abundancias considerables (1-30 ejemplares); además son necesarios los datos obtenidos con otras técnicas de colecta, como la trampa de luz, para comparar las abundancias de estas especies con trabajos encaminados al conocimiento de las abundancias de escarabajos fitófagos en las zonas agrícolas como los realizados por Aragón *et al.* (2001), Lugo-García *et al.* (2011) y Reyes y Morón (2005) y en donde los melolontinos con larvas edafícolas son abundantes y el predominio del género *Phyllophaga* sugiere un desequilibrio en la comunidad de escarabajos edafícolas.

La fauna de Scarabaeoidea del cerro “El Águila” (32 géneros, 88 especies), es cercanamente similar a la registrada por Morón y Deloya (1991) en la Reserva de la Biosfera “La Michilía”, Durango (30 géneros y 78 especies), y con vegetación muy diferente a la observada en los bosque mesófilos de montaña, de pino y encino de la sierra norte de Oaxaca en donde se registraron 36 géneros y 74 especies (Ramírez-Ponce *et al.* 2009).

Al inventario estatal se anexa un género (*Ataeniopsis*) y 10 especies (*T. variolatus*, *P. inarmatus*, *A. fuliginosus*, *A. opisthius*, *C. antonii*, *H. cinerea*, *I. hoepfneri*, *L. flohri*, *X. lobicollis*, *O. batesi*) y de corroborarse las identidades específicas determinadas por el momento a alguna afinidad, se agregarían seis especies más, y que colocaría al estado de Michoacán con 224 especies, de acuerdo con los datos proporcionados por Morón y Márquez (2012), Michoacán ascendería al octavo lugar de diversidad de Scarabaeoidea en México, antecedidos por Chiapas (466), Veracruz (432), Oaxaca (395), Jalisco (322), Guerrero (319), Hidalgo (276), Puebla (260), Michoacán (224) (Deloya 2014).

Sin considerar los nuevos registros estatales obtenidos del presente trabajo, las restantes 77 especies obtenidas representan el 37% de las 209 especies registradas hasta la fecha para el estado de Michoacán, porcentaje de riqueza considerablemente elevado para una sola localidad.

## Literatura citada

- Al interior del estado. 2014. El Maquech encierra una historia de amor. Mitos, cuentos y leyendas. <http://www.alinteriordelestado.com/mitos-cuentos-y-leyendas/el-maquech-encierra-una-historia-de-amor/> Consultada el 1 de agosto de 2014.
- Aragón, A., M. A. Morón, A. M. Tapia-Rojas, R. Rojas-García. 2001. Fauna de Coleoptera Melolonthidae en el Rancho “La Joya”, Atlixco, Puebla, México. *Acta Zool. Mex.* (n. s.) 83: 143-164.
- Arellano, L., P. Balbanera y L. Solís. 2012. A rodar se ha dicho. La historia de un escarabajo y su bolita. Centro de Investigación en Ecosistemas, UNAM Campus Morelia, Instituto de Ecología A. C. Red de Ecoetología ECORED-CONACYT. 47 pp
- Ayala, V. M. 2005. Estudio faunístico de Coleoptera: Lamellicornia (Trogidae- Scarabaeidae) del gradiente altitudinal Santa Fe de la Laguna-Cerro Tzirate, Municipio de Quiroga, Michoacán. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 79 pp.
- Bates, H. W. 1886-1890. *Insecta. Coleoptera. Pectinicornia y Lamellicornia. Biología Centrali-Americana. Vol. II, Part2*, [London: published for the editors by R.H. Porter]. <http://biodiversitylibrary.org/page/42603494#page/33/mode/1up>
- Bocco, G., M. E. Mendoza, A. Velázquez y A. Torres. 1999. La regionalización geomorfológica como una alternativa de regionalización ecológica en México. El caso de Michoacán de Ocampo. *Investigaciones Geográficas* 40:7-22.
- Borror, D. J., D. M. De Long y C. A. Triplehorn. 1981. *An introduction to the study of insects*. 5ta ed. CBS College Publishing, Philadelphia, Pa. Saunders College. 827 pp
- Cabrera-González, A., J. C. González-Cortés y J. M. Ayala-Gómez. 2005. Los suelos. En: Villaseñor, G., L. E. (Ed). *La biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.* 29-31 pp.
- Carlson, D. C. 1975. Taxonomic characters of the genus *Ochodaeus* Serville with descriptions of two new species in the *O. pectoralis* LeConte species complex (Coleoptera: Scarabaeidae). *Bulletin of the California Academy of Sciences. United States of America.* Vol 74, No. 2. 49-65 pp
- Cruz, C. M. G. 2007. Plagas rizófagas del maíz en la región de Coeneo, Michoacán. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 60 pp
- Correa, P. G. 2003. Situación Geografía. En: SEP-UMSNH. *Atlas geográfico del estado de Michoacán.* Editora y distribuidora EDDISA, México. 29-32 pp.

- Delgado-Castillo, L. y J. L. Navarrete-Heredia. 1993. A new mexican species of *Onthophagus* with mycophagous habits (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *The Coleopterists Bulletin*, 47 (2): 121-126.
- Delgado, L., A. Pérez y J. Blackaller. 2000. Claves para determinar a los taxones genéricos y supragenericos de Scarabaeoidea Latreille, 1802 (Coleoptera) de México. *Folia Entomol. Mex.* 110: 33-87.
- Deloya, C. 1992. *Necrophilus* Scarabaeidae and Trogidae beetles of Tropical Deciduous Forest in Tepexco, Puebla, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 52: 1-13.
- Deloya, C. 1997. Importancia económica, agrícola, medica, veterinaria, pecuaria y forestal de los escarabajos y su uso potencial en medicina legal en: *Manual sobre Entomología y Acarología aplicadas*. Sociedad Mexicana de Entomología. 14 pp.
- Deloya, C. 2003. Familia Trogidae. En: Morón, M. A. (Ed.). *Atlas de los Escarabajos de México*. Vol. II. Argania Editio, Barcelona. 125-133 pp.
- Deloya, C. 2014. Estado actual del conocimiento: Diversidad, importancia y grupos funcionales, pp. 1-23. En: *Escarabajos del Estado de Guerrero* (Coleoptera: Scarabaeoidea), Cuauhtémoc Deloya y Dante Covarrubias Melgar, Eds. Sy G Editores, México, 230 pp
- Deloya, C., G. Ruiz-Lizarraga y M. A. Morón. 1987. Análisis de la entomofauna necrófila en la región de Jojutla, Morelos, México. *Folia Entomol. Mex.* 73: 157-171.
- Díaz F. S. 1991. Fluctuación poblacional de la entomofauna presente en trigo de temporal en la "Posta" municipio de Tarímbaro Michoacán. Tesis Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 119 pp.
- Edmonds, D. W. 1994. Revision of *Phanaeus* Macleay, a new world genus of Scarabaeine dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Contributions in Science*. Natural History Museum of Los Angeles County. Number 443, 1-105.
- Fall, A. C. 1909. A short sinopsis of the species of *Ochodaeus* inhabiting the United States. *Journal New York Entomological Society*. Vol. XVII. 30-38.
- Godínez D. Río. R. 1988. Estudio comparativo de la dinámica poblacional y evaluación de daños de las principales plagas del sorgo en condiciones de riego y temporal en el municipio de Villamar, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 63 pp.
- Halffter G. 1961. Monografía de las especies norteamericanas del genero *Canthon*. *Ciencia (México)* 20(9-12):225-320.
- Halffter, G. y V. Halffter. 2003. Nuevas subespecies de *Canthon hunectus* (Say) (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomol. Mex.* 42 (3): 329-340.

- Howden, H. F. 1964. The Geotrupinae of North and Central America. Memoirs of the Entomological Society of Canada. No. 39. 91 pp.
- Howden, H. y O. Cartwright. 1963. Scarab beetles of the genus *Onthophagus* Latreille North of Mexico (Coleoptera: Scarabaeidae). 1963. Proceeding of the United States National Museum. Smithsonian Institution, Washington, D. C. Vol. 114, No. 3467. 145 pp.
- Howden, H. F. y F. Génier. 2004. Seven new species of *Onthophagus* Latreille from Mexico and the United States (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Faberies*, Vol. 29, No. 1, 53-76 pp
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2007. Carta fisiográfica del estado de Michoacán. Escala 1:1000000. Aguascalientes, Aguascalientes.
- Jurado V. N. G. 1994. Coleópteros de dos localidades de la rivera este del Lago de Cuitzeo. Morelia, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 60 pp.
- Kolmann B. y M. A. Morón. 2003. Análisis histórico de los coleóptera Scarabaeoidea o Lamellicornia. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 90: 175-280.
- Lawrence, J. F. y A. F. Newton, Jr. 1995. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names). pp. 779-1006 En: J. Pakaluk and S.A. Slipinski (eds.): *Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera: Papers Celebrating the 80th Birthday of Roy A. Crowson*. Museum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa.
- Lugo-García, G. A., L. D. Ortega-Arenas, H. González-Hernández, J. Romero-Nápoles, R. Rubio-Cortés y M. A. Morón. 2011. Melolonthidae nocturnos (Coleoptera) recolectados en la zona agrícola agavera de Jalisco, México. *Acta Zool. Mex.* (n. s.) 27(2): 341-357.
- Morón, M. A. 1986. El género *Phyllophaga* en México. Morfología, distribución y sistemática supraespecífica. (Insecta: Coleoptera). Instituto de Ecología, México, D. F. 341 pp.
- Morón, M. A. 2003. Antecedentes. En: Morón, M. A. (Ed.). *Atlas de los Escarabajos de México*. Vol. II. Argania Editio, Barcelona. 11-18 pp.
- Morón, M. A. 2004. Escarabajos, 200 millones de años de evolución. Instituto de Ecología, A.C. 204 pp.
- Morón, M. A. y S. Zaragoza C. 1976. Coleópteros Melolonthidae y Scarabaeidae de Villa de Allende, Estado de México. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México. Ser. Zoología* (2): 83-118 pp.
- Morón, M.A. y C. Deloya. 1991. Los Coleópteros Lamellicornios de la Reserva de la Biosfera "La Michilia", Durango, México. *Folia Entomol. Mex.* 81: 209-283.

- Morón, M. A. y J. Márquez. 2012. Nuevos registros estatales y nacionales de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) y comentarios sobre su distribución. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. (83): 698-711 DOI:10.7550/rmb.28386
- Morón, M. A. y G. Nogueira. 1998. Adiciones y actualizaciones en los Anomalini (Coleoptera: Melolonthidae, Rutelinae) de la zona de transición mexicana (I). *Folia Entomolo. Mex.* 103: 15-54.
- Morón, M. A. y R. A. Terrón. 1988. *Entomología Práctica*. Instituto de Ecología, A. C. México, D. F. 504 pp.
- Morón, M. A., B. C. Ratcliffe. y C. Deloya. 1997. Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia. Vol I Familia Melolonthidae. CONABIO y Sociedad Mexicana de Entomología, A. C. México. 280 pp.
- Morón, M. A., G. Nogueira, C. V. Rojas-Gómez y R. Arce-Pérez. 2014. Biodiversidad de Melolonthidae (Coleoptera) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 298-302. DOI: 10.7550/rmb.31834
- Orozco, J. 2012. Monographic revision of the American genus *Euphoria* Burmeister, 1842 (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae). *The Coleopterists Society Monograph Number 11*, 1–182.
- Padilla, R. J, A. Morales M. y R. G. Sanchez G. 1992. Los coleópteros Sacarabaeidae necrófagos de dos localidades del estado de Michoacán, México. *Memorias del XXVII Congreso Nacional de Entomología*. San Luis Potosí. Pp 77
- Paulsen, M J. 2007. Nomenclatural changes in the Nearctic Ochodaeinae and description of two new genera (Coleoptera: Scarabaeoidea: Ochodaeidae). *Insecta Mundi* 21:1-13.
- Pérez-Agis, S. E., M. A. Morón, M. B. Nájera-Rincón, E. López-Barbosa y M. Vázquez-García. 2008. Análisis de la diversidad del complejo “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae) en dos sistemas de producción tradicional de maíz en la región Purhépecha, Michoacán. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 24 (1): 221-235.
- Pérez, V. M. A. 2007. Estudio faunístico de Coleoptera: Lamellicornia (Melolonthidae) del gradiente altitudinal Santa Fe de la Laguna-Cerro Tzirate, Municipio de Quiroga, Michoacán. Tesis de licenciatura. UMSNH. 75 pp.
- Ponce, S. J. 2005a. Insectos y Arácnidos. En Villaseñor, G. L.E. La biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 266 pp.
- Ponce, S. J. 2005b. Inventario de Insectos y Arácnidos. En: Huacuz E. D. y J. Ponce, S. (Eds) Biodiversidad en la Región Norte de la Costa del Estado de Michoacán. 307 pp.

- Ponce, S. J. 2009a. Flora y Fauna presente en diversos hábitats: Insectos y Arácnidos. En: Huacuz E. D. y Lizana A. M (eds.). Hábitats de Chorros del Varal. Criterios del modelo español. Morevallado Eds. 344 pp.
- Ponce, S. J. 2009b. OET Ordenamiento ecológico territorial. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Laboratorio de Entomología "Biol. Sócrates Cisneros Paz".
- Ponce, S. J. 2010. Inventario de Insectos y Arácnidos (Cupatitzio, Uruapan, Michoacán). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Laboratorio de Entomología "Biol. Sócrates Cisneros Paz".
- Ratcliffe, B. C., R. D. Cave y E. B. Cano. 2013. The Dynastine Scarab Beetles of Mexico, Guatemala and Belize (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). Bulletin of the University of Nebraska State Museum. Vol. 27. 666 pp
- Reyes-Novelo, E. y M. A. Morón. 2005. Fauna de Coleoptera Melolonthidae y Passalidae de Tzucacaby Conkal, Yucatán, México. Acta Zool. Mex. (n. s.) 21 (2): 15-49.
- Vaurie, P. 1955. A revision of the Genus *Trox* in North America (Coleoptera, Scarabaeidae). Bulletin of the American Museum of the Natural History. New York. Vol 106. Article 1. 89 pp.
- Vaurie, P. 1958. A revision of the Genus *Diplotaxis* (Coleoptera, Scarabaeidae, Melolonthinae). Part 1 Bulletin of the American Museum of the Natural History. New York. Vol 115. Article 5. 263-396 pp.
- Vaurie, P. 1960. A revision of the Genus *Diplotaxis* (Coleoptera, Scarabaeidae, Melolonthinae). Part 2 Bulletin of the American Museum of the Natural History. New York. Vol 120. Article 2. 161-434 pp.
- Wake, E. 2005. ¿Cuál fue el insecto más letal en el país en tiempos de los aztecas? <http://www.mexicolore.co.uk/aztecs/ask-experts/which-was-the-worst-most-deadly-insect-in-the-country-in-aztec-times> Última consulta: 1 de agosto de 2014.
- Zacarías-Eslava, L. E., G. Cornejo-Tenorio, J. Cortés-Flores, N. González-Castañeda y G. Ibarra-Manriquez. 2011. Composición, estructura y diversidad del cerro El Águila, Michoacán, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 854-869.
- Zunino, M. y G. Halfpter. 1988. Análisis taxonómico, ecológico y biogeográfico de un grupo americano de *Onthophagus* (Coleoptera: Scarabaeidae). Monografía IX. Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino. 213 pp

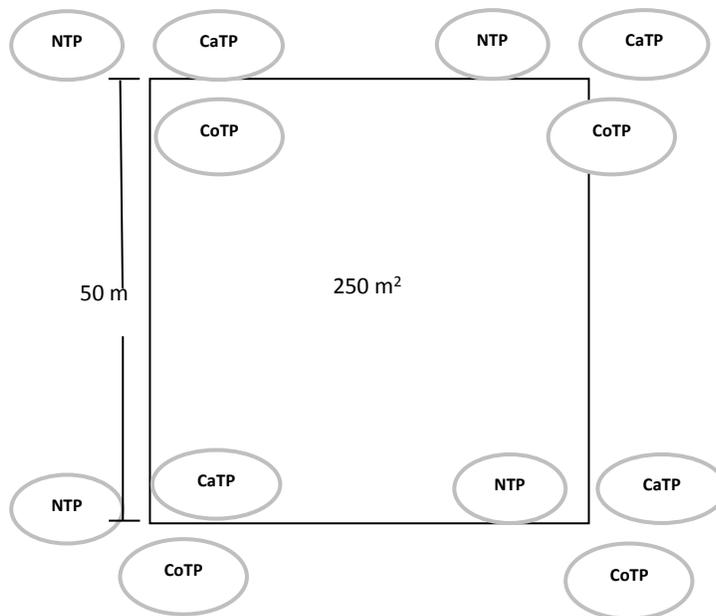
**Cuadro 1.** Riqueza específica registrada para las familias de Scarabaeoidea, cerro “El Águila”, Morelia, Michoacán, México.

Familia	No. de géneros	No. de especies determinadas	No. Especies con afinidad	No. de morfoespecies
Geotrupidae	2	2	0	0
Ochodaeidae	1	1	1	0
Passalidae	1	1	0	0
Scarabaeidae	27	37	18	25
Trogidae	1	3	0	0

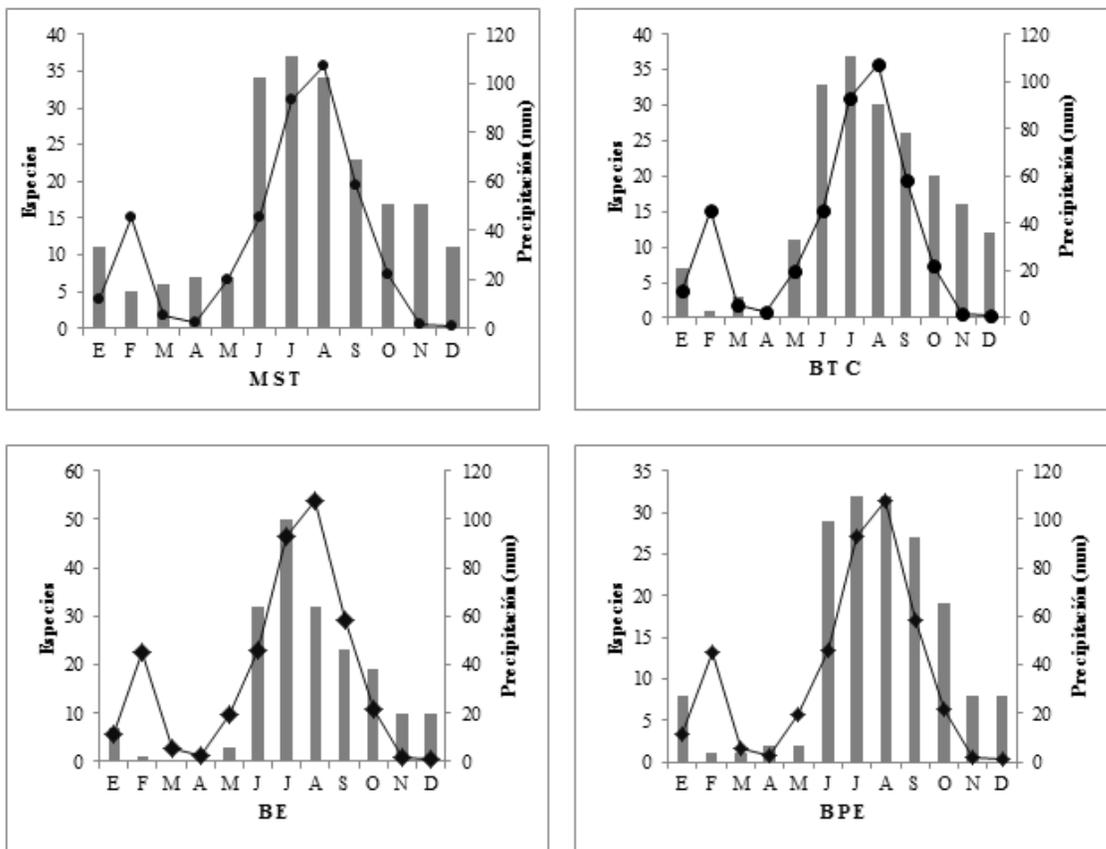
**Cuadro 2.** Riqueza genérica y específica de Scarabaeoidea, cerro “El Águila”, Morelia, Michoacán (entre paréntesis riqueza específica). MST=Matorral subtropical, BTC=Bosque Tropical caducifolio, BE=Bosque de Encino y BPE=Bosque de Pino-Encino.

<b>Familia</b>	<b>MST</b>	<b>BTC</b>	<b>BE</b>	<b>BPE</b>
Scarabaeidae	23 (59)	23 (58)	23 (60)	23 (59)
Geotrupidae	1 (1)	1 (1)	1 (1)	2 (2)
Trogidae	1 (2)	1 (2)	1 (2)	1 (3)
Ochodaeidae	1 (2)	1 (1)	1 (1)	1 (1)
Passalidae	1(1)	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>27 (65)</b>	<b>25 (62)</b>	<b>26 (64)</b>	<b>27 (65)</b>





**Figura 3.** Distribución de las trampas en el cuadrante trazado en cada tipo de vegetación.



**Figura 4.** Riqueza de Scarabaeidae con relación a la precipitación media mensual (línea) y fluctuación anual de las especies de Scarabaeidae (barras), presentes en el Matorral Subtropical (MST), Bosque Tropical Caducifolio (BTC), Bosque de encino (BE) y Bosque de Pino-Encino (BPE), cerro “El Águila”, Morelia, Michoacán.

## Capítulo II

### **Riqueza y Diversidad de Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) del Cerro “El Águila”, Morelia, Michoacán, México.**

Richness and diversity of Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) from "Cerro El Águila", municipality of Morelia, Michoacan, Mexico.

María Cristina Zamora-Vuelvas<sup>1</sup>, Javier Ponce-Saavedra<sup>1</sup> y Aristeo Cuauhtémoc Deloya-López<sup>2</sup>. <sup>1</sup> Laboratorio de Entomología, “Sócrates Cisneros Paz” Facultad de Biología. UMSNH. Edif B4 2o. Piso. Ciudad Universitaria. Morelia, Michoacán, México. <sup>2</sup> Red de Interacciones Multitróficas, Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Veracruz, México. [quelsonia@gmail.com](mailto:quelsonia@gmail.com); [javierpon@gmail.com](mailto:javierpon@gmail.com); [cuauhtemoc.deloya@inecol.mx](mailto:cuauhtemoc.deloya@inecol.mx)

#### **Resumen**

En cuatro tipos de vegetación (Bosque Tropical Caducifolio, Matorral Subtropical, Bosque de Encino y Bosque de Pino-Encino) del cerro “El Águila” en Morelia, Michoacán, se obtuvieron 15,239 ejemplares de la superfamilia Scarabaeoidea que representan a 32 géneros y 88 especies de las familias Geotrupidae, Ochodaeidae, Passalidae, Scarabaeidae y Trogidae. La familia Scarabaeidae obtuvo la mayor riqueza específica ( $S=80$ ) y la mayor abundancia (95.45 %). La familia Passalidae estuvo representada solo por una especie, *Ptichopus angulatus*. *Canthon h. humectus* y *Sisyphus submonticolus* obtuvieron la mayor abundancia (49.28%). Los géneros con mayor riqueza específica fueron: *Phyllophaga*, *Diplotaxis*, *Paranomala*, *Euphoria*, *Aphodius* y *Onthophagus* con 16, 10, 7, 6, 6, y 5 especies respectivamente. Los valores más altos de riqueza específica se obtuvieron en el Matorral Subtropical y en el Bosque de Pino-Encino ( $S=65$ ). En el Bosque de Encino se registraron 64 especies y en el Bosque Tropical Caducifolio 63. Los valores de diversidad y equitatividad de Shannon fueron mayores en el Matorral ( $H'=2.70$ ,  $J=0.64$ ) y en el Bosque de Pino-Encino ( $H'=2.47$ ,  $J=0.59$ ). La composición de especies de Scarabaeoidea obtenida con el índice de Bray-Curtis para cada tipo de vegetación, mostró valores altos de similitud (59% al 73%) y diferencias importantes entre épocas (81% a 98%) y menores diferencias entre tipos de vegetación reflejadas en valores bajos de complementariedad desde 18% entre Bosque Tropical Caducifolio y el Bosque de Encino hasta 35% entre las faunas registradas en Matorral Subtropical y Bosque de Pino-Encino.

**Palabras Clave.** Análisis de diversidad, estimaciones de riqueza, trampas

#### **Abstract**

In four types of vegetation (Tropical Deciduous forest, Subtropical scrubland, oak forest and Pine-oak forest) on the "Cerro del Águila", municipality of Morelia, Michoacan, Mexico, 15,239 individuals of superfamily Scarabaeoidea were collected. 32

genera and 88 species corresponding to the families Geotrupidae, Ochodaeidae, Passalidae, Scarabaeidae and Trogidae were identified. The Scarabaeidae family had the greater species richness ( $S = 80$ ) and the greater abundance (95.45%). Family Passalidae had only one species, *Ptychopus angulatus*. *Canthon humectus humectus* and *Sisyphus submonticolus* were the highest relative abundance (49.28%). The remaining abundances (50.72%) were partitioned in the 86 remaining species. The genera with the greatest species richness were *Phyllophaga* (16), *Diplotaxis* (10), *Paranomala* (7) *Euphoria* (6), likewise *Aphodius* (6) and *Onthophagus* (5). The highest species richness values were obtained in the Subtropical scrubland and the pine-oak forest ( $S = 65$ ), 64 species were recorded in the oak forest and for the Tropical Deciduous Forest 63. The values of diversity and evenness of Shannon were higher in the scrubland ( $H' = 2.70$ ,  $J = 0.64$ ) and the oak forest ( $H' = 2.47$ ,  $J = 0.59$ ). The species composition of Scarabaeoidea obtained with the index of Bray-Curtis for each vegetation type, showed high similarity values (59% to 73%) and important differences between seasons (81% a 98%) and minor differences between types of vegetation reflected in low levels of complementarity from 18% between Tropical Deciduous Forest and oak forest up to 35% among Subtropical scrubland and the pine-oak forest.

**Key words:** Diversity analysis, richness estimation, traps

## INTRODUCCIÓN

El concepto de diversidad biológica se refiere al total de la variación y de la variabilidad de todos los organismos vivos y de las comunidades bióticas que integran los ambientes terrestres y acuáticos del mundo; en esencia se agrupa en tres niveles: 1) variación genética intraespecífica, 2) variedad de especies dentro de los ecosistemas, y 3) variedad de ecosistemas en la biosfera. La diversidad de ecosistemas abarca la variedad de biomas, paisajes ecológicos, ecosistemas, hábitats y nichos, junto con procesos ecológicos que los sustentan, mismos que las comunidades bióticas han adquirido mediante su evolución en respuesta al ambiente físico (Challenger, 1998).

Entre los países conocidos como megadiversos, se considera que México ocupa el cuarto lugar ya que se presentan casi todos los climas del planeta, lo que aunado a su accidentada topografía y compleja geología permite que se desarrollen prácticamente todos los ecosistemas terrestres presentes en el mundo, concentrados en poco menos de dos millones de kilómetros cuadrados (Sarukhán *et al.*, 2009).

Los ecosistemas no solo son reservorios de la diversidad biológica, sino que, de manera más relevante, proporcionan servicios y bienes de valor inestimable y que son fundamentales para la sobrevivencia y bienestar como son: la captura de agua de lluvia, la captura el bióxido de carbono de la atmósfera, alojamiento de polinizadores indispensables para la fertilización de las plantas, así como de los agentes que funcionan como control

biológico de plagas agrícolas; además, ofrecen sitios de recreación e inspiración (Sarukhán *et al.*, 2009).

Los insectos constituyen la clase más grande de los artrópodos (el 70 % de todas las especies animales descritas corresponden a insectos), únicos invertebrados capaces de volar. En términos de riqueza y abundancia son los animales terrestres dominantes del planeta (Curtis *et al.*, 2008).

El orden Coleoptera es el grupo de insectos más grande, aproximadamente el 40% de los insectos son escarabajos (Borror *et al.*, 1989). Es tan diverso el grupo que hay ejemplares que miden escasamente un milímetro hasta otros que alcanzan más de 10 cm (Ponce, 2005).

Los escarabajos se han encontrado en casi todos los ambientes continentales e insulares del país, desde el nivel del mar hasta los 3,800 msnm (Morón *et al.*, 1997). Gran parte de los adultos se alimentan con tejidos y secreciones vegetales, otros aprovechan distintos tipos de restos vegetales y unas pocas especies pueden depredar a otros insectos. Las larvas pueden alimentarse con raíces, tejidos xilosos en distintas etapas de descomposición, hojarasca y humus contribuyendo con sus excrementos a la formación de suelo (Morón *et al.*, 1997, Morón, 2004).

Esta gran diversidad está siendo impactada por las modificaciones en los ecosistemas (degradación y pérdida de hábitat), derivadas de la expansión de las fronteras agropecuarias y urbanas, los asentamientos humanos, las grandes obras para la comunicación y el abastecimiento de materia prima y combustible (Morón *et al.*, 1997).

Si se considera la importancia ecológica que tienen y las muy diversas interacciones en que se encuentran involucrados la mayoría de los insectos, es evidente que su existencia tiene importancia en la conservación de los ecosistemas en que habitan y que podrían ser buenos “aliados” para conocer el efecto de las alteraciones ambientales, en algún grado prevenir daños mayores e incluso normar el manejo de las áreas no sujetas a protección y que sirven de hábitat natural a muchas poblaciones de insectos (Ponce, 2005).

En este trabajo se determinó la estructura de las comunidades de Scarabaeoidea en cuatro tipos de vegetación diferentes en el cerro “El Águila” en el municipio de Morelia, analizando los cambios en diversidad y composición de los Scarabaeoidea entre los diferentes tipos de vegetación y entre la época de secas y la de lluvias

## MATERIALES Y MÉTODO

### *Ubicación del área de estudio*

El cerro “El Águila” se ubica en los municipios de Morelia y Lagunillas entre los 19°32’30’’-19°40’30’’ N y los 101°16’39’’-101°26’16’’ W, con un intervalo altitudinal de 1900 a 3080 msnm (INEGI 2007). El muestreo se realizó en el lado Este del cerro entre los 19°38’37’’-19°38’48’’ N y los 101°20’18’’-101°20’35’’ W, accediendo por la localidad de Cuanajillo perteneciente al municipio de Morelia, Michoacán (Figura 1).

El paisaje geomorfológico está conformado por planicies, pie de monte bajo, medio y superior y laderas con pendientes suaves, inclinadas y escarpadas (Zacarías-Eslava *et al.*, 2011); el área presenta rocas ígneas con suelo principalmente del tipo andosol, suelos jóvenes derivados de cenizas volcánicas, que sustentan bosques de pino y bosques de pino-encino, en menor proporción se encuentran los suelos de tipo acrisol, feozem, luvisol y vertisol (Bocco *et al.*, 1999; Cabrera-González *et al.*, 2005).

Las comunidades vegetales presentes en la zona de estudio son: **bosque de pino-encino**, con especies como *Pinus michoacana* Martínez, *Pinus pseudostrobus* Lindl., *Quercus laurina* Bonpl. *Quercus rugosa* Née, con especies acompañantes como *Arbutus xalapensis*. (madroño) y *Crataegus mexicana* Moc. & Sesse ex DC (tejocote); el **bosque de encino** está formado por una comunidad más o menos abierta, con alturas de aproximadamente 5 metros, caducifolio durante una corta temporada (Marzo-Mayo) y está conformado por especies como *Q. deserticola* Trel., *Q. castanea* Née *Q. rugosa* Née, por lo general constituyen la transición entre comunidades templadas y tropicales (Carranza-González, 2005) por lo que en los claros y en sus alrededores se observaron como especies acompañantes como *Quercus frutex* Trel. (encino chaparro) y *Forestiera phillyreoides* (granjeno), *Opuntia tomentosa* (Salm-Dyck) y *Bursera fagaroides*; **bosque tropical caducifolio**, comunidad constituida por árboles de 5 a 12 metros de altura, Báez-Santacruz (2013) identificó como especies comunes de esta comunidad a *Ipomea murucoides* (cazahuate), *Bursera fagaroides*, *Bursera cuneata*, *Ceiba aesculifolia* (pochote) así como elementos del bosque de encino (*Quercus castanea* y *Q. deserticola*) y el estrato arbustivo representado principalmente por leguminosas como *Eysenhardtia polistachia*, *Acacia pennatula*, *Mimosa biuncifera*, *Forestiera phillyreoides* (granjeno) y *Condalia velutina* (abrojo); **matorral subtropical**, comunidad considerada como etapa sucesional estable del bosque tropical caducifolio, de árboles de entre 5 y 10 metros de altura que en su mayoría pierden las hojas durante la época seca del año (Carranza-González, 2005), y algunos de los árboles encontrados en esta vegetación son *Bursera* spp. (copales y papelillos), *Ipomea murucoides* (cazahuate), *Acacia farnesiana* (huizache), *Ceiba aesculifolia* (pochote), *Condalia velutina* (granjeno). Sin embargo la zona se encuentra afectada por diversas prácticas antropogénicas como son la agricultura, ganadería extensiva, extracción de leña de encino y extracción de roca para molcajetes; en menor escala y con fines de ornato y

alimenticios, extraen tierra de encino, orquídeas y ocasionalmente plantas alimenticias como nopales, camote de cerro y verdolagas.

De acuerdo con los datos de la estación meteorológica Cointzio y con la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1988), la zona de estudio presenta un clima templado con verano fresco largo, sub-húmedo (Cb(w1)(w)) con una estación húmeda de junio a septiembre (Zacarías *et al.*, 2011). El climograma elaborado con los datos de la estación meteorológica automatizada (EMA) de Cointzio, ubicada a los 2024 m de altitud y en 101°15'35" de longitud W y 19°37'42" de latitud N, para el periodo de 2008 a 2012 muestra que la temperatura media es de 17.2°C y la precipitación de 414 mm anuales (Figura 2). La época de lluvias comienza a partir del mes de mayo y se prolonga hasta el mes de octubre, con los niveles más elevados de precipitación de 45.6 a 107.4 mm mensuales, y temperatura registrada mayor a 19°C en promedio (18°C a 20.8°C). La época de secas se establece de noviembre a abril, con un aumento atípico de precipitación en el mes de febrero (45.2 mm) para el periodo comprendido en estos cuatro años; la temperatura promedio osciló en los 13.7°C y los 19.6°C, y debido a la variación existente en temperatura y humedad durante esta época, se proponen dividirla en dos momentos: 1) Época seca y fría, con inicio del descenso de temperatura y precipitación, comprendida de noviembre a enero con una precipitación promedio de 14.1 mm y temperatura promedio de 14.1 °C y 2) Época seca y cálida, con aumento de temperatura promedio a 17.3°C y precipitación promedio de 17.7 mm quedando comprendida de febrero a abril.

### **Muestreo**

Se realizó un muestreo sistemático con colectas mensuales desde septiembre de 2012 hasta septiembre de 2013 en cuatro sitios, ubicados cada uno en un tipo de vegetación diferente: bosque de pino-encino (BPE), bosque de encino (BE), bosque tropical caducifolio (BTC) y matorral subtropical (MST). Se emplearon diferentes técnicas de muestreo con la finalidad de coleccionar las especies de escarabajos independientemente de sus hábitos de vida.

Se utilizaron 16 necro-trampas (NTP-80) cebadas con calamar fresco (Morón y Terrón 1984) y 16 copro-trampas (CoTP) cebadas con excremento humano, ambos tipos de trampas enterradas a nivel del suelo. Adicionalmente se colocaron 16 carpo-trampas (CaTP) cebadas con fruta fermentada y colocadas a tres metros de altura. De las NTP-80 y CoTP fueron tomadas las muestras cada treinta días y de las CaTP cada quince días, esto con la finalidad de mantener el cebo fresco y que no disminuyera su eficacia de atracción.

Las trampas se distribuyeron en un cuadrante ubicado dentro de cada uno de los diferentes parches de vegetación. En cada sitio se trazó un cuadrante de 250 m<sup>2</sup> y en cada

extremo del cuadrante se colocó una trampa de cada tipo hasta tener 12 trampas por cuadrante, en total 48 trampas por fecha (Figura 3).

Adicionalmente, cada mes se efectuaron colectas directas, revisando la vegetación, hojarasca, excremento (de ganado, fauna silvestre y humano), detritos de la hormiga *Atta mexicana* (Smith), cortezas de árboles y troncos en descomposición. El esfuerzo de muestreo aplicado fue de 6 hrs/hombre por tipo de vegetación, esto es, dos personas trabajando tres horas de 11:30 a 13:00 horas y de 17:00 a 18:30.

Para determinar la estructura de la comunidad de Scarabaeoidea en cuatro tipos de vegetación del cerro “El Águila”, se realizó durante un año un esfuerzo de muestreo de 1432 días/trampa de carpó trampa permanente, 1432 días/trampa de necro trampa permanente y 1432 días/trampa de copro trampa permanente, 288 hrs/hombre colecta directa.

En el laboratorio de Entomología “Biol. Sócrates Cisneros Paz”, el material colectado se limpió, separó por órdenes y etiquetó para ser posteriormente trabajado. Todos los insectos fueron fijados en alcohol al 75%. Los Scarabaeoidea fueron separados del resto de insectos para su determinación a nivel de familia, género y especie. Se agregó información sobre día y horario de colecta cuando fue pertinente y se mantuvo separado el material por tipo de vegetación.

La identificación se hizo con ejemplares en estado adulto, utilizando la literatura especializada disponible: Carlson (1975), Delgado y Navarrete (1993), Delgado *et al.* (2000), Edmonds (1994), Fall (1909), Halfpter (1961), Halfter y Halfter (2003), Howden (1964), Howden y Cartwright (1963), Howden y Génier (2004), Morón (1986), Morón (2003), Morón *et al.* (1997), Morón y Nogueira (1998), Orozco (2012), Paulsen (2007), Ratcliffe *et al.* (2013), Vaurie (1955, 1958 y 1960), y Zunino y Halfter (1988). La determinación específica se realizó con la ayuda del Dr. Aristeo Cuauhtémoc Deloya López del Instituto de Ecología, A. C. (INECOL) en Xalapa, Veracruz.

Parte de los especímenes trabajados se encuentran en la Colección de Insectos de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (CIFBUM) y en la colección personal del Dr. Cuauhtémoc Deloya (C. Deloya).

Para estimar la riqueza esperada y evaluar el esfuerzo de muestreo en cada tipo de vegetación, en cada época y en general, se utilizaron los estimadores no paramétricos Chao 1, Jackknife, Bootstrap. Con los datos aleatorizados de Mao-Tau se elaboraron las curvas de acumulación de especies junto con las curvas de estimación de riqueza obtenidas con el estimador Chao 2 para cada vegetación, tipo de trampa y época. Todos los estimadores se obtuvieron mediante el programa EstimateS versión 8.2.0 (Colwell, 2006).

Para medir la diversidad alfa en términos de riqueza de familias se utilizó: la riqueza específica (S) y el número total de especímenes (N); para cada tipo de vegetación y se estimó la diversidad alfa con el índice de Shannon-Wiener ( $H' = -\sum p_i \ln p_i$ ) y Simpson ( $D = \sum p_i^2$ ) (Magurran, 1988).

En el caso del índice de Shannon, se probó la hipótesis de igualdad entre sitios y épocas, mediante la prueba de  $\chi^2$  modificada por Hutcheson (Zar, 2005). La similitud se estimó mediante el índice de Bray-Curtis (Magurran, 2004). Y para probar estadísticamente diferencia en similitud de Scarabaeoidea cada tipo de vegetación, épocas y la combinación de ambas, se realizó un análisis de similitudes (ANOSIM) utilizando PAST v 2.17.

Se estimó la complementariedad entre pares de vegetación, utilizando la propuesta de índice de Colwell y Coddington (1994) y que refiere al grado de disimilitud en la composición de especies entre pares de biotas, y varía desde cero cuando ambos sitios son idénticos en composición de especies, hasta uno cuando las especies de ambos sitios son completamente distintas.

## RESULTADOS

Se capturaron 15,239 ejemplares de la superfamilia Scarabaeoidea pertenecientes a cinco familias, 32 géneros y 88 especies (Cuadro 1). Para la familia Geotrupidae se registraron 526 ejemplares, Ochodaeidae 22, Passalidae 22, Scarabaeidae 14,546 y Trogidae 123. La familia Passalidae estuvo representada sólo por una especie, *Ptichopus angulatus* (Percheron, 1835).

La curva de acumulación de especies ajustada por el estimador Mao Tau y la curva de estimación de riqueza del estimador no paramétrico de Chao 2, para todos los tipos de vegetación tienden a la asíntota; sin embargo, hubo diferencias de 30.7% en el sitio de Bosque Tropical Caducifolio y de 22.6% en el de Bosque de Pino-encino, apreciable en la gráfica por la falta de traslape en los límites de confianza (Figura 4, B y D). En el caso de las épocas, las tres estimaciones son muy cercanas a lo observado y por tanto reflejan un buen trabajo de muestreo en este nivel (Figura 5).

Con otros estimadores no-paramétricos de riqueza esperada Jackknife 1 y Bootstrap, se encontró que el muestreo realizado logró la captura de Scarabaeoidea superior al 70% en los cuatro tipos de vegetación (Cuadro 2).

Para el caso de las distintas técnicas de colecta, aunque todas las curvas de acumulación de especies tienden a la asíntota (Figura 6), sólo las carpo-trampas permanentes (CaTP) capturaron un porcentaje elevado de especies de Scarabaeoidea (89%) con 34 especies capturadas de 38 especies estimadas de acuerdo a Chao 2, y aparentemente sin diferencia significativa debido al traslape de los límites de confianza.

La curva de rarefacción para cada tipos de vegetación junto con sus límites de confianza se muestran traslapadas por lo que no existe diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre la riqueza obtenida en cada sitio (Figura 7).

La rarefacción para épocas muestra diferencia significativa entre épocas (Figura 8), no debida a un efecto de muestreo; de igual manera ocurrió para las diferentes técnicas de colecta (Figura 9) excepto en las carpo-trampas y la colecta directa para las que fue necesario un mayor esfuerzo de muestreo para reflejar la menor riqueza específica capturada con estas técnicas.

Los valores más altos de riqueza específica se obtuvieron en el Matorral Subtropical y en el Bosque de Pino-Encino ( $S= 65$ ); sin embargo los valores de diversidad y equitatividad de Shannon fueron mayores en el Matorral ( $H'= 2.70$ ,  $J= 0.64$ ), y el Bosque de Pino-Encino como el segundo sitio con mayor diversidad y equitatividad ( $H'= 2.47$ ,  $J= 0.59$ ). El Bosque Tropical Caducifolio ( $H'= 2.45$ ,  $J= 0.59$ ) y el Bosque de Encino ( $H'= 2.16$ ,  $J= 0.51$ ) siguieron en orden descendente (Cuadro 5). El valor más alto en dominancia ( $D= 0.24$ ) se registró para el Bosque de Encino, a pesar de la gran cantidad de ejemplares capturados ( $n= 4,452$ ), debido a que la especie *Sisyphus submonticolus* Howden, 1965 tuvo el 43.5% de los individuos capturados, afectando directamente el valor de dominancia.

Aplicando la prueba de  $t$  modificada por Hutchenson para valores de biodiversidad de Shannon, se encontraron diferencias significativas entre la diversidad registrada en el Matorral Subtropical, el Bosque Tropical Caducifolio, el Bosque de Encino y el Bosque de Pino-Encino, siendo la excepción solo el caso de los valores de diversidad obtenidos para Bosque Tropical Caducifolio y el Bosque de Pino-Encino (Cuadro 6).

En los cuatro parches de vegetación la familia Scarabaeidae presentó el mayor de número de especies y abundancias (Matorral Subtropical 59 especies con el 96%, Bosque Tropical Caducifolio 59 especies con el 93 %, Bosque de Encino 60 especies con el 97 % y Bosque de Pino-Encino 59 especies con el 95 %), mientras que la familia Ochodaeidae registró las menores abundancias (Cuadro 7).

En el Matorral Subtropical el 62 % de las abundancias estuvo repartido entre *Canthon h. humectus* (Say, 1832), *Aphodius opisthius* Bates, 1887, *Sisyphus submonticolus* Howden, 1965 y *Onthophagus mariozuninoi* Delgado, Navarrete y Blackaller-Bages, 1993; mientras que el 38% restante estuvo repartido entre las otras 61 especies. En el Bosque Tropical Caducifolio el mayor porcentaje de abundancia (75.5 %) estuvo repartido entre *C. humectus*, *S. submonticolus*, *A. opisthius*, *Onthophagus mexicanus* Bates, 1887 y *Ceratotrupes fronticornis* (Erichson, 1847), las otras 50 especies, representaron juntas sólo el 24.5 % de la abundancia de dicho sitio.

En el Bosque de Encino se observó una gran dominancia de la especie coprocófila *S. submonticolus* que registró el 43.5 % del total de la abundancia, seguida de *C. humectus* (21.7 %) y *A. opisthius* (7.8 %) y el restante 28.6% de las abundancias estuvo repartido entre 62 especies; mientras que en el Bosque Pino-Encino el 69.5 % de la abundancia nuevamente estuvo repartida entre cuatro especies (*C. humectus*, *S. submonticolus*, *A. opisthius* y *O. mariozuninoi*) y el 30.45% restante de la abundancia estuvo repartido entre 61 especies.

En todos los sitios el mayor porcentaje de abundancias estuvo repartido en una a cinco especies, que representan menos del 10% de total registrado. Este patrón de distribución de abundancias se ajustó ( $p > 0.05$ ) tanto al modelo Logarítmico (Matorral Subtropical:  $X^2= 10.13$ , g.l.= 9; Bosque Tropical Caducifolio:  $X^2= 8.55$ , g.l.= 10; Bosque de Encino:  $X^2= 12.8$ , g.l.= 10 y Bosque de Pino-Encino:  $X^2= 15.89$ , g.l.= 10) como a la Log Normal (Matorral Subtropical:  $X^2= 5.22$ , g.l.= 9; Bosque Tropical Caducifolio:  $X^2= 5.1$ , g.l.= 10; Bosque de Encino:  $X^2= 12.08$ , g.l.= 10 y Bosque de Pino-Encino:  $X^2= 3.37$ , g.l.= 10). El comportamiento de la curva con el logaritmo de la distribución de las abundancias, tiene mucho mayor parecido con el comportamiento del modelo logarítmico (Figura 10).

En lo que refiere a la riqueza y composición de especies en los diferentes tipos de vegetación y épocas, durante la época de lluvias, las cinco familias de Scarabaeoidea estuvieron presentes y se obtuvo la mayor riqueza específica ( $S= 84$ ) y la mayor abundancia relativa (92 %,  $n= 14,088$ ), aunque para la mayoría de las especies sus mayores

abundancias se presentaron en dicha época, los copro-necrófagos fueron las especies dominantes.

Para la época seca y fría, con el descenso de la temperatura promedio mensual de 17.2°C a 14.9°C (2.3 °C) y de la precipitación promedio de 22 mm a 1.76mm, se observó una disminución drástica en riqueza y abundancia (S=30, n= 1,010).

Al igual que en la comparación de la diversidad de Shannon entre cada tipo de vegetación, la comparación entre épocas de acuerdo a la  $t$  modificada por Hutchenson para todos los casos mostró que existe diferencia significativa (Cuadro 8).

La composición de Scarabaeoidea obtenida en cada tipo de vegetación, con base en el la comparación por medio de ANOSIM y el índice de Bray- Curtis como medida de similitud, muestra valores altos de similitud (59 % al 73 %) (Cuadro 9 matriz superior), similitud que estadísticamente no es diferente en ningún caso ( $p > 0.05$ ) (Cuadro 9 matriz inferior). En el análisis de la vegetación por época, dichos valores de similitud se desvanecen (Cuadro 10 matriz superior) y sólo se mantienen elevados (59 % al 76 %) entre los sitios durante las lluvias; en esa condición la mayor similitud se presentó entre el Bosque Tropical Caducifolio y el Bosque de Pino-Encino (76.74 %). Para las secas frías el mayor porcentaje de similitud se observó entre el Bosque Tropical Caducifolio y el Bosque de Encino (54.72 %). Durante las secas cálidas la similitud más alta se registró entre el Bosque Tropical Caducifolio y el Bosque de Pino-Encino (46.66 %).

En la composición de Scarabaeoidea presente en cada vegetación durante las diferentes condiciones climáticas, lluvias, secas frías y secas cálidas, se obtuvieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la mayoría de las combinaciones (Cuadro 10 matriz inferior).

En cada tipo de vegetación se registraron especies exclusivas como *Ptichopus angulatus*, *Parochodaeus* sp. aff. *luridus* Westwood, 1852, *Euphoria biguttata* (Gory y Percheron, 1833), *Euphoria dimidiata* (Gory y Percheron, 1833), *Cotinis antonii* Dugés, 1878, *Chnaunanthus discolor* Burmeister, 1884 y *Canthon humectus* aff. *blumei* Halffter y Halffter, 2003; para el Matorral Subtropical, *Euphoria* sp. aff. *westermanni* (Gory y Percheron, 1833), *Diplotaxis* sp. 2 y *Diplotaxis* sp. 5 para el Bosque Tropical Caducifolio, *Phyllophaga* sp. 2 y *Phyllophaga* sp. 12 para el Bosque de Encino y *Trox variolatus* Melsheimer, 1846, *Bolbelasmus variabilis* Howden, 1964, *Golofa pizarro* Hope, 1837, *Golofa* sp., *Orizabus* sp. aff. *epithecus* Ratcliffe & Cave, 2010, *Orizabus isodonoides* Fairmaire, 1878, *Xyloryctes thestalus* Bates, 1888, *Diplotaxis* sp. 4, *Phyllophaga* sp. 8 y *Phyllophaga* sp. 11 como especies exclusivas del Bosque de Pino-Encino.

De manera general, las especies de Scarabaeoidea presentes en los diferentes tipos de vegetación en el cerro “El Águila” son complementarias en un 30%; el porcentaje más elevado se presentó entre las biotas del Matorral Subtropical y el Bosque de Pino-Encino

(35.44 %), correspondiendo al Bosque Tropical Caducifolio y al Bosque de Encino el menor porcentaje de complementariedad entre sus especies (18.57 %) (Cuadro 11).

Durante las épocas las faunas de escarabajos son altamente complementarias, en el análisis se obtuvieron valores superiores al 60% (Cuadro 12) y en el análisis de la combinación de vegetación por épocas, la complementariedad se mantiene baja entre las vegetaciones en la condición de lluvias y elevada en el resto de los casos. Entre el Bosque de Encino y Bosque de Pino-Encino la complementariedad fue total durante las Secas Cálidas (Cuadro 13).

## DISCUSIÓN

En este trabajo se registró mayor riqueza específica que en otros trabajos similares como los que a continuación se mencionan y comparan.

En el presente estudio se registraron 13 especies representantes de la subfamilia Cetoniinae, que no fue encontrada por Morón y Zaragoza (1976) en los *Pinetum* y *Quercetum* estudiados en Villa de Allende, Estado de México; situación que ellos consideraron se debió a que estos escarabajos no invadieron la zona de estudio debido a la elevada altitud y condiciones un tanto extremas de la localidad, quedando limitados hasta los 2100-2200 m de altitud, lo que en nuestra área se corrobora, ya que los Cetoniinae se colectaron en una altitud de 2187 msnm a los 2112 msnm.

La composición faunística de Scarabaeoidea del el cerro “El Águila” además de distinta es superior a las 62 especies y 30 géneros reportados por Ayala (2005) y Pérez (2007) para el gradiente altitudinal de Santa Fe de la Laguna-Cerro Tzirate también ubicado en el Cinturón Volcánico Transversal.

En el presente trabajo las especies fitófagas no alcanzaron altas abundancias y fueron los coprófagos y necrófagos los más abundantes, a diferencia del Cerro Tzirate en el que las mayores abundancias la obtuvieron los fitófagos. En cuanto a la riqueza, se registró al género *Diplotaxis* con cinco especies afines y cinco morfoespecies, género ausente en el trabajo de Pérez (2007) en el cerro “El Tzirate” en Michoacán.

La riqueza de escarabajos fitófagos del cerro “El Águila”, estuvo conformada por 16 géneros y 56 especies representantes de las subfamilias Melolonthinae, Rutelinae, Dynastinae y Cetoniinae. Dentro de este grupo, los géneros con mayor riqueza específica fueron *Phyllophaga* (16), *Diplotaxis* (10), *Paranomala* (7) y *Euphoria* (6); sin embargo las especies más abundantes fueron *Cotinis mutabilis* (1.31% del total de la muestra), *Macroductylus mexicanus* (1.14%) y *Euphoria* sp. aff. *paradisiaca* (0.68%). La riqueza específica por sitio fue de 12 a 13 géneros y de 36 a 37 especies en cada asociación vegetal; con lo que resulta muy parecida a la riqueza reportada por Morón (1981) para comunidades vegetales de Bosque de Pino-Encino y de Encino-Pino de la reserva de la biósfera “La

Michilía", Durango, comunidades donde registró a las mismas subfamilias de escarabajos fitófagos, pero conformadas por 38 especies incluidas en 15 géneros de los cuales *Phyllophaga* (12), *Diplotaxis* (6) y *Anomala* (4) fueron los de mayor riqueza específica. En este trabajo *Phyllophaga cribicollis* fue la especie predominante durante el período junio-agosto, llegándose a capturar 307 individuos por hora en la trampa de luz con diferencia importante con la segunda especie más abundante (*P. longipilosa*) de la cual no se capturaron más de 41 individuos por hora. Estas especies no fueron capturadas en el cerro "El Águila". Estas diferencias entre ambos trabajos son debidas a las diferentes técnicas de colectas utilizadas, ya que en nuestro caso se utilizaron carpo-trampas cebadas con fruta fermentada y colecta directa, mientras que Morón (1981) usó como técnicas de colecta inspecciones en la vegetación, muestreos por unidad de suelo y colectas nocturnas con trampa de luz tipo pantalla.

Otro estudio de diversidad de escarabajos fitófagos en el que se reporta mayor diversidad a la obtenida en el Bosque de Encino (12 géneros y 37 especies) y a la del Bosque de Pino-encino (13 géneros y 37 especies) del cerro "El Águila" es la obtenida por Deloya y Ramírez-Espíritu (2010) en los bosques de *Pinus*, *Quercus* y bosque mixto de *Quercus-Pinus* de El Ocotito, Guerrero, donde obtuvieron 221 especímenes representantes de 17 géneros y 46 especies, de las cuales 30 especies se capturaron en la trampa de luz y el alumbrado público.

Si a la lista de escarabajos del cerro "El Águila" se adicionara la riqueza asociada al alumbrado público y la captura con trampas de luz, muy probablemente la lista se incrementaría hasta un 75% si la proporción encontrada por Deloya y Ramírez-Espíritu (2010) fuera extensiva a otros sistemas.

Con el empleo de las necro-trampas permanentes se capturaron 39 especies de escarabeidos, de las cuales 18 se ubican en el gremio de las especies fitófagas (Morón *et al.*, 1997), pero se asume que su captura en este tipo de trampas fue incidental debido al funcionamiento como trampas de caída y no por efecto de atracción al cebo en ellas colocado.

En cuanto a los escarabajos copro-necrófagos, las necro-trampas permanentes capturaron 21 especies de las familias Geotrupidae, Ochodaeidae, Scarabaeidae y Trogidae, con los géneros *Aphodius*, *Onthophagus* y *Phanaeus* agrupando la mayor riqueza específica (6, 5 y 4, respectivamente). Con respecto al trabajo de Ayala (2005) en el transecto Santa Fe-Tzirate la principal diferencia radica en la riqueza de la familia Geotrupidae, de la cual en el cerro "El Águila" estuvo representada por sólo dos especies mientras que en el transecto Sta. Fé-Tzirate se registraron cinco especies; efecto atribuible a las actividades de pastoreo y agricultura que se llevan a cabo y la relativa poca actividad que en este sentido ocurre en "El Águila"; además debe considerarse el alto grado de deterioro que ocurre en el transecto mencionado en comparación con el buen estado de conservación de la ladera NE

del cerro “El Águila”, objeto de este trabajo. De este gremio las especies más abundantes fueron *Canthon humectus* y *Sisyphus submonticolus* mientras que en el transecto se registraron cinco especies abundantes *Ceratotrupes fronticornis*, *Phanaeus amithaon*, *Phanaeus palliatus*, *Phanaeus quadridens* y *Canthon humectus* (Ayala 2005).

La riqueza específica es muy similar a la obtenida por Deloya (1996) en el estudio de los macro-coleópteros de Tepoztlan en asociaciones vegetales de Bosque Tropical Caducifolio, Bosque de Pino-Encino y ecotono, de las cuales registró 330 ejemplares representantes de 12 géneros y 19 especies de Scarabaeidae y Trogidae. En el cerro “El Águila” hubo mayor registro de especies y mayores abundancias, lo que refleja el mayor esfuerzo de captura, ya que Deloya (1996) usó una necrotrampa permanente NTP-80 por sitio y en este estudio se emplearon cuatro necrotrampas en cada tipo de vegetación; sin embargo si se analiza la relación entre número de especímenes capturados por trampa, la diferencia no es tan evidente.

Mayores valores de riqueza específica a las obtenidas en el presente estudio, se obtuvieron en la vegetación derivada del Bosque Mesófilo de Montaña como acahuals y cafetales con sombra especializada del centro de Veracruz, por Deloya (2006) y Deloya *et al.* (2007), donde registraron 88 especies y 31 géneros de escarabajos fitófagos y 50 especies y 21 géneros de especies copro-necrófagas. En dicho estudio la mayor riqueza se registró en las comunidades con mayor grado de perturbación como acahual, cafetal bajo monte (S=47 Scarabaeidae fitófagos), cafetal con sombra especializada (S=38 Scarabaeidae fitófagos), cafetal bajo monte (S=30 copro-necrófagos) y pastizal de Las Cañadas (S=21 copro-necrófagos), lo que refleja un efecto positivo de la perturbación sobre la riqueza de estos escarabajos, lo que de alguna forma se corrobora con este estudio, ya que en el cerro “El Águila” el grado de perturbación es de ligero a moderado en el área de estudio y se observó menor riqueza. Otra explicación alterna a la diferencia en riqueza deberá buscarse en las importantes diferencias ambientales que hay entre el bosque mesófilo y otros tipos de vegetación de altura.

La distribución de las abundancias se ajustó al modelo logarítmico, que indica la existencia de pocas especies abundantes y muchas especies con pocos especímenes, como ha sido documentado por Deloya *et al.* (2007) en Veracruz y Trevilla-Rebollar *et al.* (2010) en el Estado de México. Este patrón de distribución de abundancias puede ser resultado del arribo azaroso de las especies a los sistemas o áreas que aún no se han saturado (May, 1975 en Magurran, 2004) y el pequeño número de especies muy abundantes y el gran número de especies “raras” o con abundancias muy pequeñas, puede estar reflejando el efecto de uno o pocos factores ecológicos sobre las especies (Magurran, 2004); en este caso pudiera ser la mayor disponibilidad de alimento durante todo el año para los coprófagos como *Canthon h. humectus* y los necrófagos como *Sisyphus submonticolus*, debido a la presencia continua de ganado en la zona y la apertura de áreas por el corte que para extracción de leña se hace por los habitantes del lugar, permitiendo mayores espacios de alimentación para el ganado.

El recambio de especies entre los parches de vegetación fue bajo (valores de complementariedad de 18 % al 35 %) y los valores más altos se obtuvieron con el análisis de las faunas de escarabajos registradas en el Bosque de Pino-Encino con los demás tipos de vegetación (Cuadro 11) efecto de la mayor riqueza en este tipo de vegetación y la especialización de los animales que habitan en este tipo de bosque, reflejada en la mayor cantidad de especies exclusivas (10). En el trabajo realizados por Trevilla-Rebollar *et al.* (2010) los valores de complementariedad que obtuvieron oscilaron entre el 50% y el 100%, por efecto de un área de trabajo mucho mayor con cinco localidades diferentes distribuidas en un gradiente altitudinal; mientras que en nuestro trabajo sólo fue una localidad la que se trabajó.

En este trabajo se puede observar que la biodiversidad de escarabajos de la localidad estudiada, al ser un grupo taxonómico conformado por especies fitófagas y saprófagas principalmente y que de acuerdo con la información obtenida, el grado de similitud y complementariedad existente entre los parhes de vegetación y la temporalidad en cada uno de ellos, resulta una herramienta útil en evaluaciones que documenten los cambios en los sistemas estudiados y fundamenten la protección de áreas boscosas, que como en este caso, son cercanas a una mancha urbana importante y que requiere de conservación.

#### Literatura citada

- Ayala, V. M. 2005. Estudio faunístico de Coleoptera: Lamellicornia (Trogidae, Scarabaeidae) del gradiente altitudinal Santa Fe de la Laguna-Cerro Tzirate, Municipio de Quiroga, Michoacán. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 79 pp.
- Báez-Santacruz, J. 2013. Comunidades de Hemiptera: Heteroptera como indicadores de perturbación en Bosque Tropical Caducifolio de la cuenca de Cuitzeo. Tesis de Maestría, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 107 pp.
- Bocco, G., M. E. Mendoza, A. Velázquez y A. Torres. 1999. La regionalización geomorfológica como una alternativa de regionalización ecológica en México. El caso de Michoacán de Ocampo. *Investigaciones Geográficas* 40:7-22.
- Borror, D., C. Triplehorn y N. Johnson. 1989. An introduction to the study of insects. 6a ed. Thomson Learning, Inc. United States of American. 875 pp.
- Cabrera-González, A., J. C. González-Cortés y J. M. Ayala-Gómez. 2005. Los suelos. En: Villaseñor, G., L. E. (Ed). La biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 29-31 pp.
- Carlson, D. C. 1975. Taxonomic characters of the genus *Ochodaeus* Serville with descriptions of two new species in the *O. pectoralis* LeConte species complex (Coleoptera: Scarabaeidae). *Bulletin of the California Academy of Sciences*. United States of America. Vol 74, No. 2. 49-65 pp

- Carranza-González, E. 2005. Vegetación. En: Villaseñor, G., L. E. (Ed). La biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 38-45 pp.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO. IBUNAM. Agrupación Sierra A. C. 847 pp.
- Colwell, R. K. 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. Persistent URL <purl.oclc.org/estimates>.
- Colwell, R. K. y J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, 345: 101-118.
- Curtis, H, N. S. Barnes, A. Schnek y A. Massarini. 2008. Biología. 7a ed. Buenos Aires: Médica Panamericana. 1160 pp.
- Delgado-Castillo, L. y J. L. Navarrete-Heredia. 1993. A new mexican species of *Onthophagus* with mycophagous habits (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *The Coleopterists Bulletin*, 47 (2): 121-126.
- Delgado, L., A. Pérez y J. Blackaller. 2000. Claves para determinar a los taxones genéricos y supragenericos de Scarabaeoidea Latreille, 1802 (Coleoptera) de México. *Folia Entomol. Mex.* 110: 33-87.
- Deloya, C. 1996. Los macro-coleópteros necrófilos de Tepoztlan, Morelos, México (Scarabaeidae, Trogidae y Silphidae). *Folia Entomol. Mex.* 97: 39-54.
- Deloya, C. 2006. Escarabajos fitófagos del Bosque Mesófilo de Montaña y comunidades derivadas en el centro de Veracruz, México (Coleoptera: Scarabaeoidea). En: Diversidad, importancia y manejo de escarabajos edafícolas. Castro-Ramírez, A. E., M. A. Morón y A. Aragón (Eds.). Publicación especial de El Colegio de la Frontera Sur, la Fundación PRODUCE Chiapas, A. C. y la Benemérita Universidad Autónoma de Ouebla, México. 81-98 pp
- Deloya, C., V. Parra-Tabla y H. Delfín-González. 2007. Fauna de Coleópteros Scarabaeidae Laparosticti y Trogidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) Asociados al Bosque Mesófilo de Montaña, Cafetales bajo Sombra y Comunidades Derivadas en el Centro de Veracruz, México. *Neotropical Entomology* 36(1): 5-21.
- Deloya, C. y E. Ramírez-Espíritu. 2010. Diversidad de escarabajos fitófagos de El Ocotito, Chilpancingo, Guerrero, México (Scarabaeidae: Melolonthinae, Dynastinae, Rutelinae, Cetoniinae), pp 35-47. En: Rodríguez del Bosque, L. A. y M. A. Morón (eds.), *Ecología y Control de Plagas Edafícolas*. Publicación especial del Instituto de Ecología, A. C. México. 339 p.
- 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.
- Edmonds, D. W. 1994. Revision of *Phanaeus* Macleay, a new world genus of Scarabaeine dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Contributions in Science. Natural History Museum of Los Angeles County*. Number 443, 1-105.
- Fall, A. C. 1909. A short sinopsis of the species of *Ochodaeus* inhabiting the United States. *Journal New York Entomological Society*. Vol. XVII. 30-38.

- Halffter G. 1961. Monografía de las especies norteamericanas del genero *Canthon*. Ciencia (México) 20(9-12):225-320.
- Halfter, V. y G. Halfter. 2003. Nuevas subespecies de *Canthon humectus* (Say) (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). Folia Entomol. Mexicana. 42 (3): 329-340 pp.
- Hammer, Ø., D. A. T Harper and P. D Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Paleontologia Electronica 4(1): 9pp.
- Howden, H. F. 1964. The Geotrupinae of North and Central America. Memoirs of the Entomological Society of Canada. No. 39. 91 pp.
- Howden, H. y O. Cartwright. 1963. Scarab beetles of the genus *Onthophagus* Latreille North of Mexico (Coleoptera: Scarabaeidae). 1963. Proceeding of the United States National Museum. Smithsonian Institution, Washington, D. C. Vol. 114, No. 3467. 145 pp.
- Howden, H. F. y F. Génier. 2004. Seven new species of *Onthophagus* Latreille from Mexico and the United States (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). Faberies, Vol. 29, No. 1, 53-76 pp
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2007. Carta fisiográfica del estado de Michoacán. Escala 1:1000000. Aguascalientes, Aguascalientes.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princenton University Press. Princenton, New Jersey. 179 pp.
- Magurran, A.E. 2004. Measuring Biological Diversity, 2nd Ed. Blackwell, Oxford.
- Morón, M. A. 1981. Fauna de coleópteros Melolonthidae de la Reserva de la Biosfera “La Michilia”, Durango, México. Folia Entomol. Mex. 50: 3-69 pp.
- Morón, M. A. 1986. El género *Phyllophaga* en México. Morfología, distribución y sistemática supraespecífica. (Insecta: Coleoptera). Instituto de Ecología, México, D. F. 341 pp
- Morón, M. A. 2003. Atlas de los Escarabajos de México. Vol. II. Argania Editio, Barcelona. 227 pp.
- Morón, M. A. 2004. Escarabajos, 200 millones de años de evolución. Instituto de Ecología, A.C. 204 pp.
- Morón, M. A. y S. Zaragoza C. 1976. Coleópteros Melolonthidae y Scarabaeidae de Villa de Allende, Estado de México. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México. Ser. Zoología (2): 83-118 pp.
- Morón, M. A. y G. Nogueira. 1998. Adiciones y actualizaciones en los Anomalini (Coleoptera: Melolothidae, Rutelinae) de la zona de transición mexicana (I). Folia Entomol. Mex. 103: 15-54.
- Morón, M. A., B. C. Ratcliffe. y C. Deloya. 1997. Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia. Vol I Familia Melolonthidae. CONABIO y Sociedad Mexicana de Entomología, A. C. México. 280 pp.
- Orozco, J. 2012. Monographic revision of the American genus *Euphoria* Burmeister, 1842 (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae). The Coleopterists Society Monograph Number 11, 1-182.
- Paulsen, M J. 2007. Nomenclatural changes in the Nearctic Ochodaeinae and description of two new genera (Coleoptera: Scarabaeoidea: Ochodaeidae). Insecta Mundi 21:1-13.

- Pérez, V. M. A. 2007. Estudio faunístico de Coleoptera: Lamellicornia (Melolonthidae) del gradiente altitudinal Santa Fe de la Laguna-Cerro Tzirate, Municipio de Quiroga, Michoacán. Tesis de licenciatura. UMSNH. 75 pp.
- Ponce, S. J. 2005. Inventario de Insectos y Arácnidos. En: Huacuz E. D. y J. Ponce, S. (Eds) Biodiversidad en la Región Norte de la Costa del Estado de Michoacán. 307 pp.
- Ratcliffe, B. C., R. D. Cave y E. B. Cano. 2013. The Dynastine Scarab Beetles of Mexico, Guatemala and Belize (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). Bulletin of the University of Nebraska State Museum. Vol. 27. 666 pp
- Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo, J. Llorente-Bousquets, G. Halffter, R. González, I. March, A. Mohar, S. Anta y J. de la Maza. 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 100 pp.
- Vaurie, P. 1955. A revision of the Genus *Trox* in North America (Coleoptera, Scarabaeidae). Bulletin of the American Museum of the Natural History. New York. Vol 106. Article 1. 89 pp.
- Vaurie, P. 1958. A revision of the Genus *Diplotaxis* (Coleoptera, Scarabaeidae, Melolonthinae). Part 1 Bulletin of the American Museum of the Natural History. New York. Vol 115. Article 5. 263-396 pp.
- Vaurie, P. 1960. A revision of the Genus *Diplotaxis* (Coleoptera, Scarabaeidae, Melolonthinae). Part 2 Bulletin of the American Museum of the Natural History. New York. Vol 120. Article 2. 161-434 pp.
- Zacarías-Eslava, L. E., G. Cornejo-Tenorio, J. Cortés-Flores, N. González-Castañeda y G. Ibarra-Manriquez. 2011. Composición, estructura y diversidad del cerro El Águila, Michoacán, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 854-869.
- Zar J. H. 2010. Biostatistical Analysis. 5th Edition. Prentice Hall. 952 pp.
- Zunino, M. y G. Halffter. 1988. Análisis taxonómico, ecológico y biogeográfico de un grupo americano de *Onthophagus* (Coleoptera: Scarabaeidae). Monografía IX. Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino. 213 pp.

**Cuadro 1.** Abundancia de los Scarabaeoidea capturados en cuatro tipos de vegetación del cerro “El Águila”, Morelia, Michoacán, México; MST=Matorral subtropical, BTC=Bosque Tropical caducifolio, BE=Bosque de Encino y BPE=Bosque de pino-encino.

Familia/Subfamilia	Tribu	Especie	MST	BTC	BE	BPE	Total	
<b>Geotrupidae</b>								
Bolboceratinae	Bolboceratini	<i>Bolbelasmus variabilis</i>	0	0	0	1	<b>1</b>	
Geotrupinae	Geotrupini	<i>Ceratotrupes fronticornis</i>	54	246	80	145	<b>525</b>	
<b>Ochodaeidae</b>								
Ochodaeinae	Ochodaeini	<i>Parochodaeus inarmatus</i>	7	4	6	4	<b>21</b>	
		<i>Parochodaeus aff. luridus</i>	1	0	0	0	<b>1</b>	
<b>Passalidae</b>								
Passalinae	Passalini	<i>Ptichopus angulatus</i>	22	0	0	0	<b>22</b>	
<b>Scarabaeidae</b>								
Aphodiinae	Aphodiini	<i>Aphodius aff. fimetarius</i>	103	41	57	49	<b>250</b>	
		<i>Aphodius fuliginosus</i>	1	66	13	84	<b>164</b>	
		<i>Aphodius opisthius</i>	532	458	348	574	<b>1912</b>	
		<i>Aphodius</i> sp. 1	2	11	7	6	<b>26</b>	
		<i>Aphodius</i> sp. 2	63	108	145	120	<b>436</b>	
		<i>Aphodius</i> sp. 3	0	16	24	1	<b>41</b>	
	Eupariini	<i>Ataenius</i> sp.	22	15	14	37	<b>88</b>	
		<i>Ataeniopsis</i> sp.	7	9	6	2	<b>24</b>	
	Cetoniinae	Cetoniini	<i>Euphoria basalis</i>	25	7	3	5	<b>40</b>
			<i>Euphoria biguttata</i>	4	0	0	0	<b>4</b>
			<i>Euphoria dimidiata</i>	1	0	0	0	<b>1</b>
			<i>Euphoria leucographa</i>	43	14	24	10	<b>91</b>
			<i>Euphoria aff. paradisiaca</i>	33	30	36	5	<b>104</b>
			<i>Euphoria aff. weatermanni</i>	0	1	0	0	<b>1</b>
Cremastocheilini		<i>Lissomelas flohri</i>	0	1	1	0	<b>2</b>	
Goliathini		<i>Ischnoscellis hoepfneri</i>	7	3	13	2	<b>25</b>	
		<i>Cotinis laticornis</i>	25	30	21	5	<b>81</b>	
		<i>Cotinis mutabilis</i>	85	47	54	14	<b>200</b>	
	<i>Cotinis antonii</i>	1	0	0	0	<b>1</b>		
Dynastinae	Dynastini	<i>Hologymnetis cinerea</i>	6	4	6	2	<b>18</b>	
		<i>Paragymnetis hebraica difficilis</i>	14	8	18	36	<b>76</b>	
	Oryctini	<i>Golofa pizarro</i>	0	0	0	3	<b>3</b>	
		<i>Golofa</i> sp.	0	0	0	1	<b>1</b>	
	Pentodontini	<i>Xyloryctes lobicollis</i>	5	1	0	4	<b>10</b>	
		<i>Xyloryctes thestalus</i>	0	0	0	3	<b>3</b>	
Melolonthinae	Chasmatopterini	<i>Orizabus aff. epithecus</i>	0	0	0	1	<b>1</b>	
		<i>Orizabus isodonoides</i>	0	0	0	1	<b>1</b>	
	Macroductylini	<i>Chnaumanthus discolor</i>	1	0	0	0	<b>1</b>	
		<i>Isonychus arizonensis</i>	14	5	7	5	<b>31</b>	
	Melolonthinni	<i>Macroductylus mexicanus</i>	115	52	6	1	<b>174</b>	
		<i>Diplotaxis aff. corrosa</i>	5	7	14	7	<b>33</b>	

**Cuadro 1. Cont.** Abundancia de los Scarabaeoidea capturados en cuatro tipos de vegetación del cerro “El Águila”, Morelia, Michoacán, México; MST=Matorral subtropical, BTC=Bosque Tropical caducifolio, BE=Bosque de Encino y BPE=Bosque de pino-encino.

Familia/Subfamilia	Tribu	Especie	MST	BTC	BE	BPE	Total
Melolonthinae	Melolonthinni	<i>Diplotaxis</i> aff. <i>muricata</i>	1	0	0	2	<b>3</b>
		<i>Diplotaxis</i> aff. <i>nigriventris</i>	0	1	1	0	<b>2</b>
		<i>Diplotaxis</i> aff. <i>subangulata</i>	8	8	7	7	<b>30</b>
		<i>Diplotaxis</i> aff. <i>tarsalis</i>	1	0	7	4	<b>12</b>
		<i>Diplotaxis</i> sp. 1	3	1	0	1	<b>5</b>
		<i>Diplotaxis</i> sp. 2	0	1	0	0	<b>1</b>
		<i>Diplotaxis</i> sp. 3	1	1	0	0	<b>2</b>
		<i>Diplotaxis</i> sp. 4	0	0	0	1	<b>1</b>
		<i>Diplotaxis</i> sp. 5	0	1	0	0	<b>1</b>
		<i>Phyllophaga</i> aff. <i>leonilae</i>	0	0	2	1	<b>3</b>
		<i>Phyllophaga</i> aff. <i>pubicauda</i>	4	5	3	12	<b>24</b>
		<i>Phyllophaga</i> aff. <i>tzintzontliana</i>	2	8	2	5	<b>17</b>
		<i>Phyllophaga</i> <i>vetula</i>	3	2	8	30	<b>43</b>
		<i>Phyllophaga</i> sp. 1	2	2	4	1	<b>9</b>
		<i>Phyllophaga</i> sp. 2	0	0	2	0	<b>2</b>
		<i>Phyllophaga</i> sp. 3	4	1	9	18	<b>32</b>
		<i>Phyllophaga</i> sp. 4	0	2	1	1	<b>4</b>
		<i>Phyllophaga</i> sp. 5	2	1	2	1	<b>6</b>
		<i>Phyllophaga</i> sp. 6	0	2	1	0	<b>3</b>
		<i>Phyllophaga</i> sp. 7	2	1	1	1	<b>5</b>
		<i>Phyllophaga</i> sp. 8	0	0	0	5	<b>5</b>
		<i>Phyllophaga</i> sp. 9	1	1	16	2	<b>20</b>
<i>Phyllophaga</i> sp. 10	1	0	1	1	<b>3</b>		
<i>Phyllophaga</i> sp. 11	0	0	0	1	<b>1</b>		
<i>Phyllophaga</i> sp. 12	0	0	1	0	<b>1</b>		
Rutelinae	Anomalini	<i>Paranomala</i> aff. <i>denticollis</i>	9	3	19	3	<b>34</b>
		<i>Paranomala</i> aff. <i>flavilla</i>	0	1	1	0	<b>2</b>
		<i>Paranomala</i> aff. <i>inconstans</i>	3	2	4	0	<b>9</b>
		<i>Paranomala</i> aff. <i>sejuncta</i>	2	1	11	0	<b>14</b>
		<i>Paranomala</i> <i>undulata</i>	4	10	44	2	<b>60</b>
		<i>Paranomala</i> sp. 1	2	3	6	0	<b>11</b>
		<i>Paranomala</i> sp. 2	1	0	2	0	<b>3</b>
		<i>Strigoderma</i> <i>sulcipennis</i>	0	1	1	0	<b>2</b>

**Cuadro 1. Cont.** Abundancia de los Scarabaeoidea capturados en cuatro tipos de vegetación del cerro “El Águila”, Morelia, Michoacán, México; MST=Matorral subtropical, BTC=Bosque Tropical caducifolio, BE=Bosque de Encino y BPE=Bosque de pino-encino.

Familia/Subfamilia	Tribu	Especie	MST	BTC	BE	BPE	Total	
Scarabaeinae	Scarabaeini	<i>Canthon (Canthon) humectus</i> aff. <i>blumei</i>	2	0	0	0	2	
		<i>Canthon (Canthon) humectus humectus</i>	696	1131	970	849	3646	
			<i>Sisypus submonticolus</i>	338	937	1937	653	3865
	Coprini		<i>Dichotomius colonicus</i>	11	24	37	1	73
	Phanaeini		<i>Coprophanaeus (Coprophanaeus) pluto</i>	1	0	1	0	2
			<i>Phanaeus (Phanaeus) adonis</i>	8	29	29	4	70
			<i>Phanaeus (Phanaeus) amithaon</i>	31	61	35	29	156
			<i>Phanaeus (Phanaeus) daphnis</i>	2	19	12	6	39
			<i>Phanaeus (Phanaeus) furiosus</i>	12	9	9	4	34
	Onitecellini		<i>Liatongus rhinocerulus</i>	31	4	50	137	222
			<i>Euoniticeilus intermedius</i>	58	58	5	2	123
	Onthophagini		<i>Onthophagus lecontei</i>	9	15	3	11	38
			<i>Onthophagus mariozuninoi</i>	275	114	84	459	932
			<i>Onthophagus mexicanus</i>	99	390	106	138	733
			<i>Onthophagus batesi</i>	103	111	64	87	365
			<i>Onthophagus fuscus canescens</i>	1	4	19	9	33
	Trogidae		<i>Trox plicatus</i>	5	14	10	13	42
		<i>Trox spinulosus dentibius</i>	18	25	22	15	80	
		<i>Trox variolatus</i>	0	0	0	1	1	
TOTAL			2954	4188	4452	3645	15239	

**Cuadro 2.** Porcentajes de escarabajos capturados de acuerdo a dos estimadores de riqueza esperada para cada tipo de vegetación monitoreada en el cerro El Águila. MST=Matorral subtropical, BTC=Bosque Tropical caducifolio, BE=Bosque de Encino y BPE=Bosque de pino-encino.

Sitio	Estimador	Estimación Esperada	Especies Observadas	% Registrado
MST	Jackknife 1	80.93	65	80
	Bootstrap	72.76	65	89
BTC	Jackknife 1	81.91	63	77
	Bootstrap	71.05	63	87
BE	Jackknife 1	77.94	64	82
	Bootstrap	70.54	64	91
BPE	Jackknife 1	83.91	65	77
	Bootstrap	73.62	65	88

**Cuadro 3.** Porcentajes de escarabajos capturados de acuerdo a dos estimadores de riqueza esperada para cada época.

Época	Estimador	Estimación Esperada	Especies Observadas	% Registrado
Lluvias	Jacknife 1	98.97	84	85
	Bootstrap	91.18	84	92
Secas Frías	Jacknife 1	37.96	30	79
	Bootstrap	33.86	30	87
Secas Cálidas	Jacknife 1	22.96	15	65
	Bootstrap	18.44	15	81

**Cuadro 4.** Porcentajes de escarabajos capturados de acuerdo a dos estimadores de riqueza esperada para cada tipo de colecta. CaTP=Carpotrampa permanente, NTP-80=Necrotrampa permanente, CoTP=Coprotrampa permanente y Directa=Colecta Directa.

	Estimador	Estimación Esperada	Especies Observadas	% Registrado
CaTP	Jacknife 1	42.98	34	79
	Bootstrap	38.2	34	88
NTP-80	Jacknife 1	56.91	39	68
	Bootstrap	46.38	39	84
CoTP	Jacknife 1	66.89	46	69
	Bootstrap	54.76	46	84
Directa	Jacknife 1	98.57	64	65
	Bootstrap	72.33	64	88

**Cuadro 5.** Riqueza y Diversidad de la vegetación del cerro “El Águila” y de las épocas. MST = Matorral subtropical, BTC = Bosque Tropical Caducifolio, BE = Bosque de Encino y BPE = Bosque de Pino-Encino.

	MST	BTC	BE	BPE	LLUVIAS	SECAS FRIAS	SECAS CALIDAS
Riqueza (S)	65	63	64	65	84	30	15
Individuos (N)	2954	4188	4452	3645	14088	1010	141
Dominancia (D)	0.1178	0.1506	0.2464	0.1343	0.1556	0.1197	0.2573
Diversidad (H')	2.7050	2.4530	2.1610	2.4710	2.4760	2.4130	1.7500
Equitatividad (J)	0.6480	0.5920	0.5197	0.5918	0.5587	0.7096	0.6463

**Cuadro 6.** Valores de **p** al comparar la diversidad alfa mediante el índice de Shannon–Wiener con la prueba de t modificada por Hutchenson. MST = Matorral subtropical, BTC = Bosque Tropical Caducifolio, BE = Bosque de Encino y BPE = Bosque de Pino-Encino.

	MST	BTC	BE	BPE
MST	1	<b>1.29E-13</b>	<b>4.48E-50</b>	<b>4.80E-12</b>
BTC		1	<b>7.15E-18</b>	0.59816
BE			1	<b>1.06E-19</b>
BPE				1

**Cuadro 7.** Abundancias y riqueza específica de cada familia de Scarabaeoidea encontrada en el cerro El Águila por tipo de vegetación. Entre paréntesis se indica el número de especies registradas en cada familia. MST=Matorral subtropical, BTC=Bosque Tropical caducifolio, BE=Bosque de Encino y BPE=Bosque de pino-encino.

<b>Familia</b>	<b>MST</b>	<b>BTC</b>	<b>BE</b>	<b>BPE</b>
Geotrupidae	1.83 (1)	5.87 (1)	1.80 (1)	4.00 (2)
Ochodaeidae	0.27 (2)	0.10 (1)	0.13 (1)	0.11 (1)
Passalidae	0.74 (1)	0	0	0
Scarabaeidae	96.38 (59)	93.1 (59)	97.35 (60)	95.09 (59)
Trogidae	0.78 (2)	0.93 (2)	0.72 (2)	0.80 (3)

**Cuadro 8.** Valores de **probabilidad** ( $t >$ ) al comparar la diversidad alfa de las épocas con la prueba de t modificada por Hutchenson y el índice de Shannon–Wiener. LL=Lluvias; SF=Secas frías y SC=Secas cálidas.

	<b>LL</b>	<b>SF</b>	<b>SC</b>
LL	1	0.0308	1.48E-12
SF		1	2.46E-10
SC			1

**Cuadro 9.** Similitud entre tipos de vegetación considerando todo el año, mediante el índice de Bray-Curtis (matriz superior), y probabilidad asociada a la prueba de ANOSIM en la matriz inferior. MST=Matorral subtropical, BTC=Bosque Tropical caducifolio, BE=Bosque de Encino y BPE=Bosque de pino-encino.

	<b>MST</b>	<b>BTC</b>	<b>BE</b>	<b>BPE</b>
<b>MST</b>	<b>1</b>	0.6687	0.5900	0.7370
<b>BTC</b>	0.7456	<b>1</b>	0.7287	0.7343
<b>BE</b>	0.0598	0.7241	<b>1</b>	0.6530
<b>BPE</b>	0.4780	0.7248	0.4255	<b>1</b>

**Cuadro 10.** Similitud entre tipos de vegetación y épocas mediante el índice de Bray-Curtis (matriz superior) y probabilidad asociada a la prueba de ANOSIM en la matriz inferior. En negritas las similitudes con diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ) y subrayado en diferencia marginal ( $p \approx 0.05$ )

	MST_LL	MST_SF	MST_SC	BTC_LL	BTC_SF	BTC_SC	BE_LL	BE_SF	BE_SC	BPE_LL	BPE_SF	BPE_SC
MST_LL	<b>1</b>	0.1701	0.0366	<b>0.6850</b>	0.2338	0.0077	<b>0.5993</b>	0.1178	0.0007	<b>0.7241</b>	0.0834	0.0147
MST_SF	0.1677	<b>1</b>	0.2799	0.1117	0.3729	0.0682	0.1033	0.4467	0.0070	0.1189	0.3488	0.1320
MST_SC	0.0588	0.1030	<b>1</b>	0.0169	0.2598	0.1333	0.0188	0.2476	0.0180	0.0227	0.1111	0.3076
BTC_LL	0.5841	<u><b>0.0489</b></u>	<b>0.0347</b>	<b>1</b>	0.1594	0.0052	<b>0.7236</b>	0.0797	0.0005	<b>0.7674</b>	0.0594	0.0057
BTC_SF	0.3788	0.9016	0.4018	0.0818	<b>1</b>	0.0490	0.1464	0.5472	0.0050	0.1703	0.1647	0.0956
BTC_SC	0.0606	0.5998	0.4979	<b>0.0268</b>	0.8023	<b>1</b>	0.0046	0.0837	0.1818	0.0056	0.1044	0.4666
BE_LL	0.5697	0.0509	<b>0.0120</b>	0.5301	0.1359	<b>0.0332</b>	<b>1</b>	0.0759	0.0004	<b>0.6562</b>	0.0549	0.0084
BE_SF	0.0906	0.5026	0.1959	<b>0.0369</b>	0.4978	0.6915	0.0846	<b>1</b>	0.0097	0.0917	0.2614	0.1688
BE_SC	<b>0.0124</b>	0.0929	0.0997	<b>0.0254</b>	0.0937	0.6044	<b>0.0130</b>	0.1030	<b>1</b>	0.0005	0.0160	<b>0</b>
BPE_LL	0.8693	0.1270	<b>0.0122</b>	0.3497	0.2008	<b>0.0359</b>	0.5583	0.1069	<b>0.0129</b>	<b>1</b>	0.0595	0.0113
BPE_SF	0.0833	0.8988	0.0962	<b>0.0380</b>	0.0953	0.6009	<b>0.0348</b>	0.3027	0.1014	0.0799	<b>1</b>	0.0694
BPE_SC	<b>0.0107</b>	0.1030	0.2010	<b>0.0118</b>	0.0989	0.2013	<b>0.0105</b>	0.1007	0.1023	<b>0.0122</b>	0.0956	<b>1</b>

MST\_LL= Matorral subtropical en lluvias; MST\_SF= Matorral subtropical en secas frías; MST\_SC=Matorral subtropical en secas cálidas; BTC\_LL=Bosque tropical caducifolio en lluvias; BTC\_SF=Bosque tropical caducifolio en secas frías; BTC\_SC=Bosque tropical caducifolio en secas cálidas; BE\_LL=Bosque de encino en lluvias; BE\_SF=Bosque de encino en secas frías; BE\_SC=Bosque de encino en secas cálidas; BPE\_LL=Bosque de pino-encino en lluvias; BPE\_SF=Bosque de pino-encino en secas frías y BPE\_SC=Bosque de pino-encino en secas cálidas.

**Cuadro 11.** Complementariedad (Colwell y Coddington, 1994) obtenida entre los tipos de vegetación. MST=Matorral subtropical, BTC=Bosque Tropical caducifolio, BE=Bosque de Encino y BPE=Bosque de Pino-Encino.

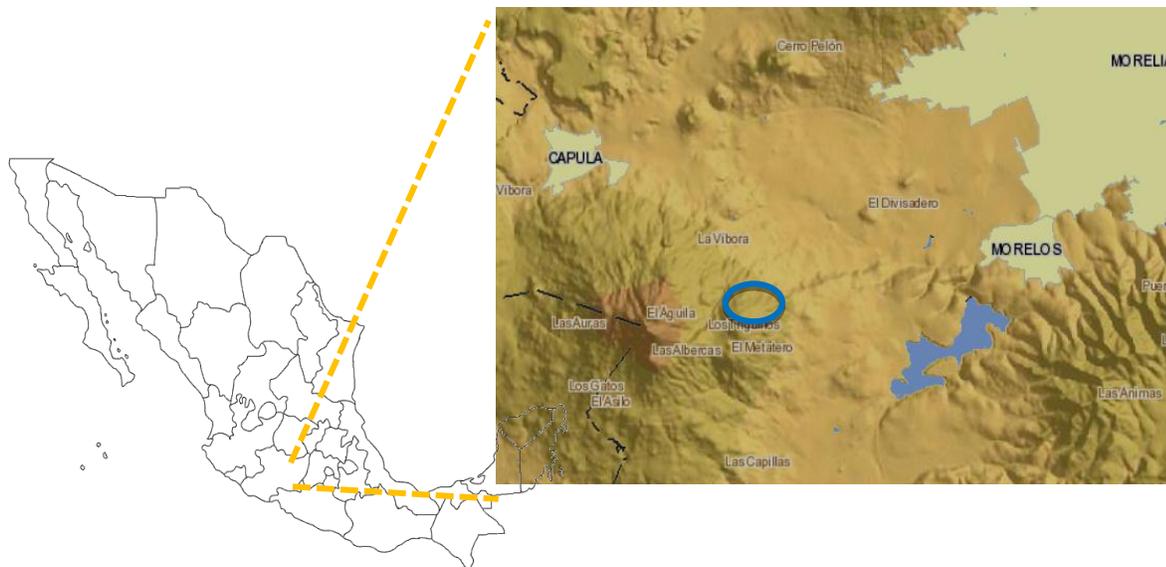
	MST	BTC	BE	BPE
MST	<b>1</b>	0.3157	0.2800	<b>0.3544</b>
BTC		<b>1</b>	<b>0.1857</b>	0.3376
BE			<b>1</b>	0.3246
BPE				<b>1</b>

**Cuadro 12.** Complementariedad (Colwell y Coddington, 1994) obtenida entre épocas. LL=Lluvias, SF=Secas frías y SC=Secas cálidas.

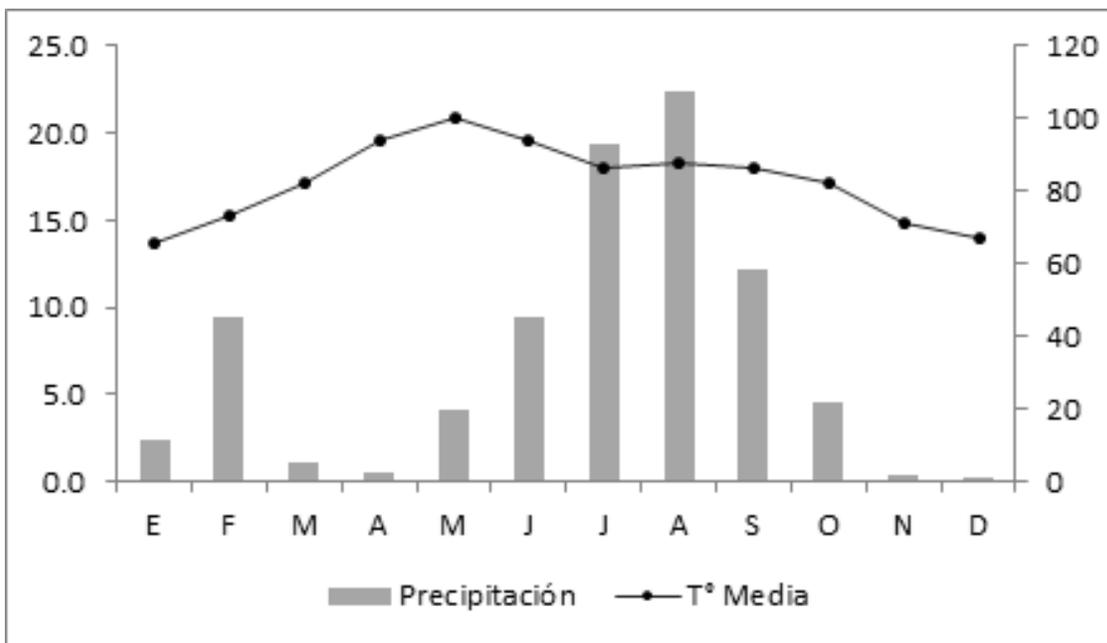
	LL	SF	SC
LL	<b>1</b>	0.6897	0.8488
SF		<b>1</b>	0.7143
SC			<b>1</b>

**Cuadro 13.** Complementariedad (Colwell y Coddington, 1994) obtenida de la combinación de vegetación y épocas. MST=Matorral subtropical, BTC=Bosque Tropical caducifolio, BE=Bosque de Encino y BPE=Bosque de pino-encino. LL=Lluvias, SF=Secas frías y SC=Secas cálidas.

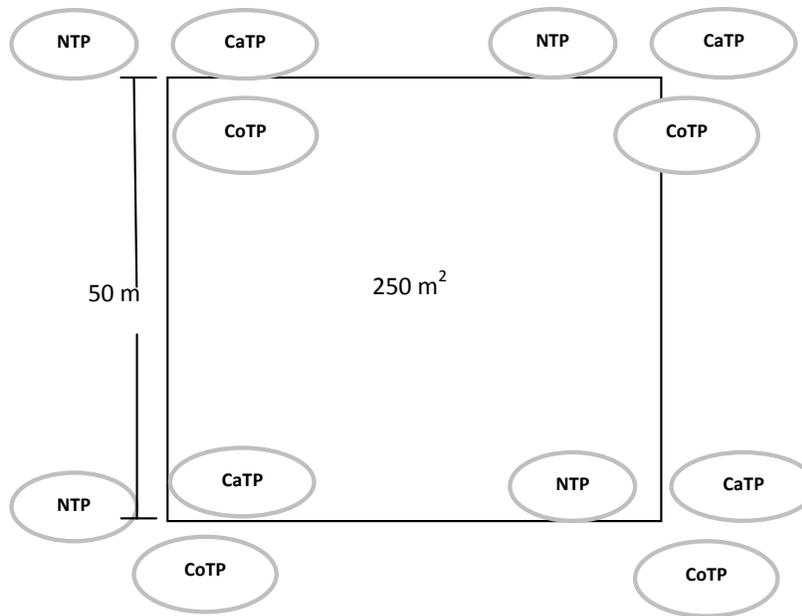
	MST_LL	MST_SF	MST_SC	BTC_LL	BTC_SF	BTC_SC	BE_LL	BE_SF	BE_SC	BPE_LL	BPE_SF	BPE_SC
MST_LL	1	0.6875	0.8095	<b>0.2877</b>	0.7097	0.9194	<b>0.2639</b>	0.7619	0.9839	<b>0.3151</b>	0.8182	0.9677
MST_SF		1	0.7037	0.6719	<b>0.4615</b>	0.7727	0.6825	0.5385	0.9545	0.7031	0.5385	0.9091
MST_SC			1	0.8308	0.8077	0.8000	0.8485	0.8846	0.9231	0.8615	0.8400	0.8462
BTC_LL				1	0.7143	0.9206	<b>0.2000</b>	0.7460	0.9841	<b>0.3684</b>	0.8209	0.9683
BTC_SF					1	0.7222	0.7538	<b>0.3810</b>	0.9444	0.7049	0.5833	0.8889
BTC_SC						1	0.9206	0.7647	0.8000	0.9180	0.8333	0.6000
BE_LL							1	0.7656	0.9841	<b>0.3467</b>	0.8551	0.9683
BE_SF								1	0.9375	0.7581	0.6087	0.9412
BE_SC									1	0.9836	0.9375	<b>1</b>
BPE_LL										1	0.8154	0.9672
BPE_SF											1	0.9412
BPE_SC												1



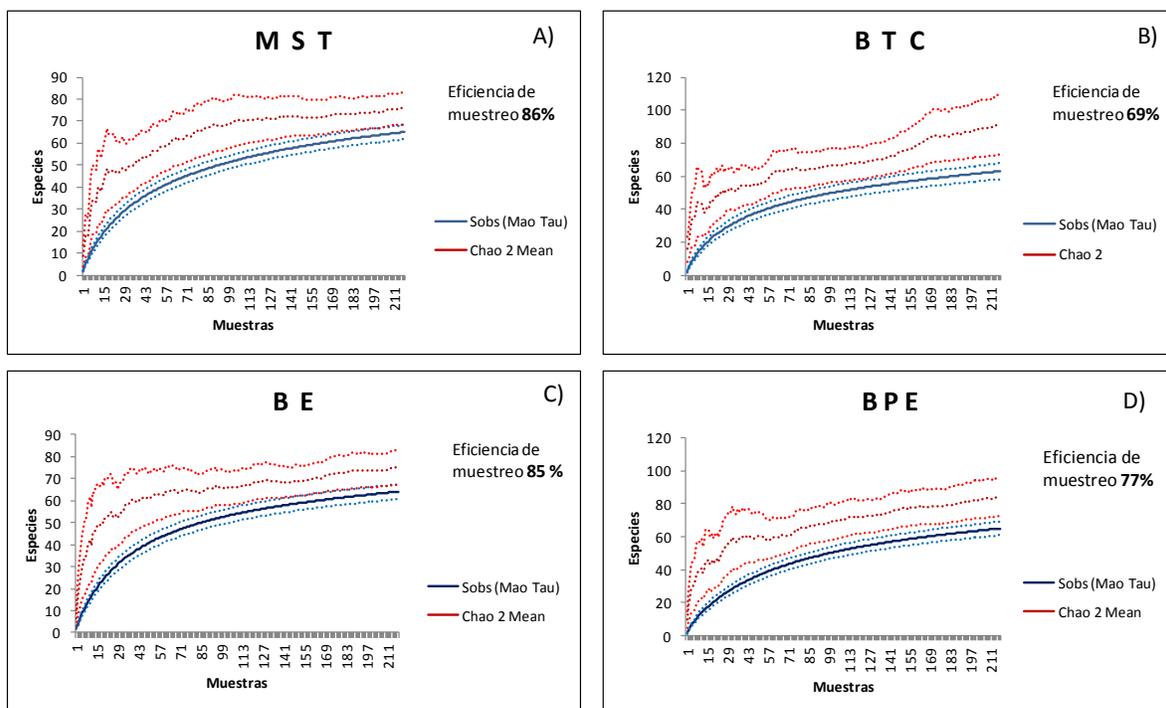
**Figura 1.** Ubicación del área de estudio. Modificado de Google Earth ®



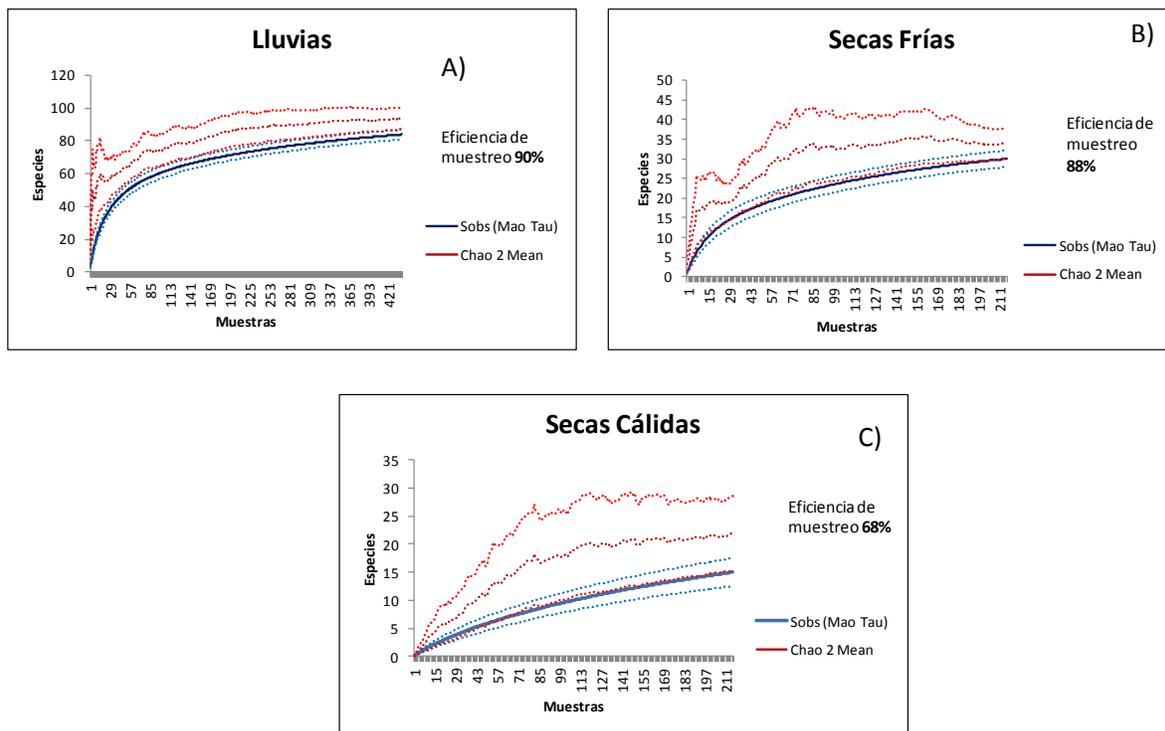
**Figura 2.** Climograma con los datos de la estación EMA de Cointzio para un periodo de cinco años (2008-2012), datos proporcionados por la CONAGUA.



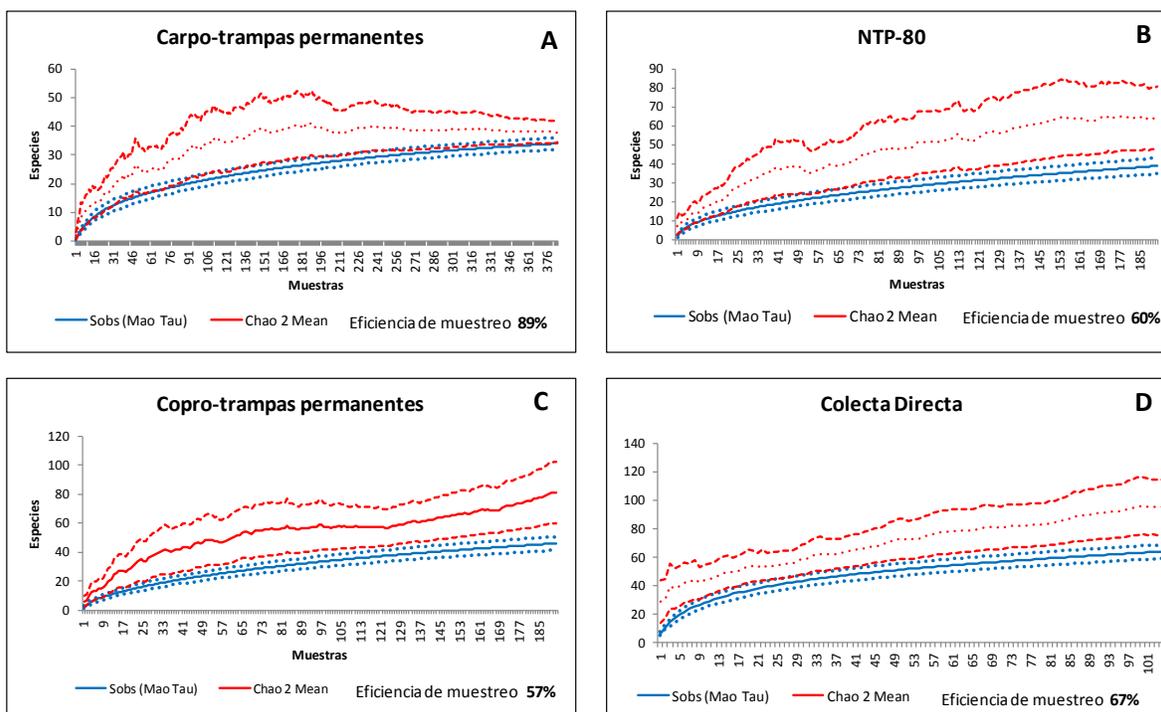
**Figura 3.** Distribución de las trampas en el cuadrante trazado en cada tipo de vegetación.



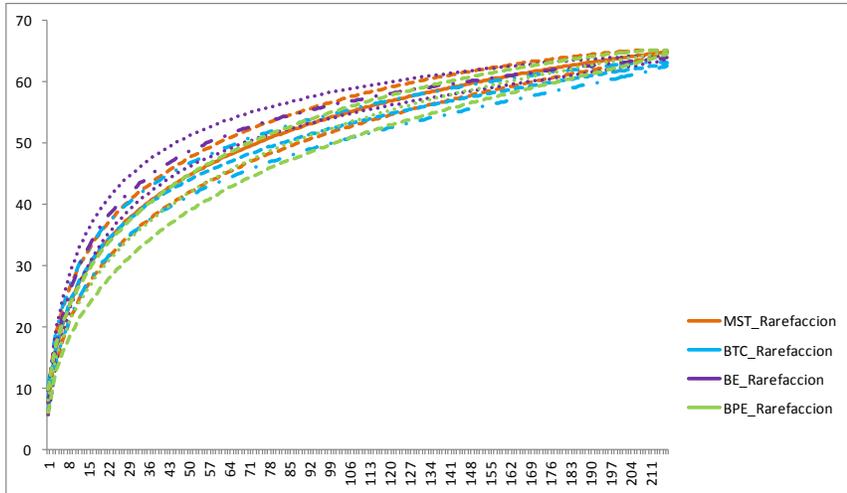
**Figura 4.** Curvas de acumulación de especies para Matorral Subtropical, Bosque Tropical Caducifolio, Bosque de Encino y Bosque de Pino-Encino. La riqueza observada rarefactada de acuerdo al estimador Mao-Tau (líneas en color azul) y el estimador Chao 2 (líneas en color rojo). Líneas punteadas representan los límites de confianza de cada estimador.



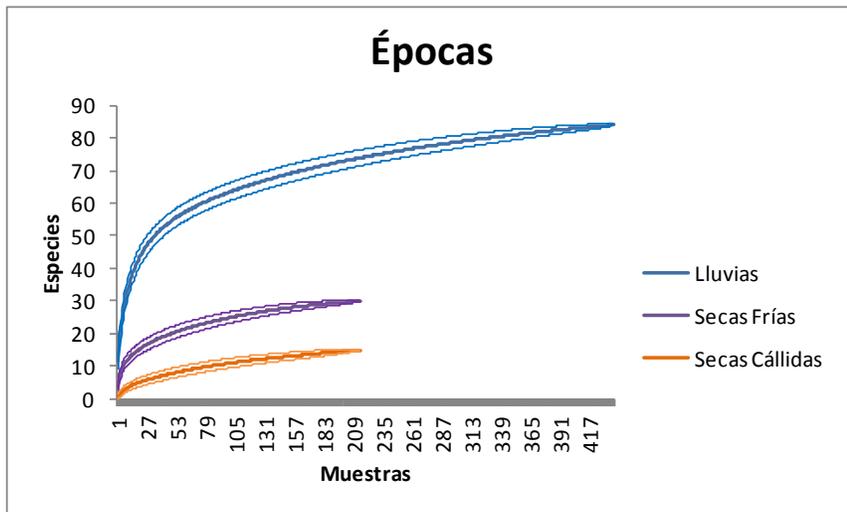
**Figura 5.** Curva de acumulación de especies por épocas (lluvias, secas frías y secas cálidas) de acuerdo a los estimadores Mao-Tau (líneas en color azul) y Chao 2 (líneas en color rojo). Líneas punteadas representan los límites de confianza de cada estimador.



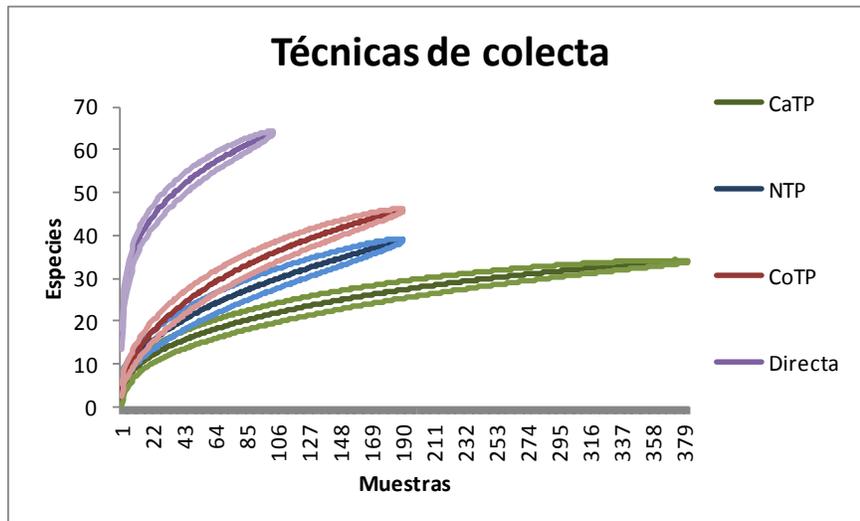
**Figura 6.** Curva de acumulación de especies por tipo de colecta, carpotrampas, necrotrampas, coprotrampas y coleta directa, de acuerdo a los estimadores Mao-Tau (líneas en color azul) y Chao 2 (líneas en color rojo). Líneas punteadas representan los límites de confianza de cada estimador.



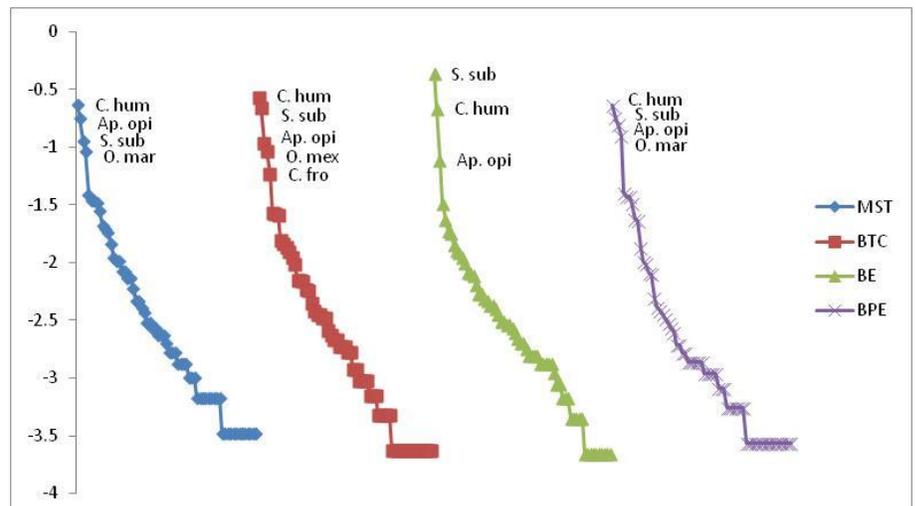
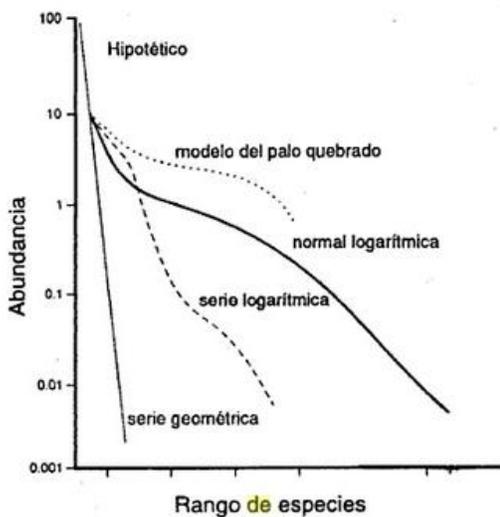
**Figura 7.** Curvas de rarefacción de especies esperadas para cada tipo de vegetación: MST=Matorral subtropical, BTC=Bosque Tropical caducifolio, BE=Bosque de Encino y BPE=Bosque de pino-encino. Líneas punteadas representan los límites de confianza del estimador.



**Figura 8.** Curvas de rarefacción de especies esperadas para cada época: Lluvias, Secas Frías y Secas Cálidas. Líneas en color más tenue representan la desviación estándar del estimador.



**Figura 9.** Curvas de rarefacción de especies esperadas para cada tipo de colecta empleada en el muestreo. Líneas en color más tenue representan los límites de confianza del estimador del estimador.



**Figura 10.** Distribución de abundancias de especies ( $\text{Log}_{10} P_i$ ) con base al modelo dominancia/diversidad de Whittaker. Izq. Representación de los principales modelos (Magurran, 2004). Abreviaturas: *Aphodius opisthius* (Ap opi), *Canthon humectus* (C. hum), *Ceratotrupes fronticornis* (C. fro), *Onthophagus mariozuninoi* (O. mar), *Onthophagus mexicanus* (O. mex) y *Sisyphus submonticolus* (S. sub).

## DISCUSIÓN GENERAL

La riqueza de especies hasta ahora conocida para Michoacán representa el 11% de la diversidad nacional y con la adición de los 11 nuevos registros obtenidos en este trabajo, el porcentaje se eleva cercanamente al 12%. Sin embargo, es de esperar que dicha diversidad aumente si se amplían las zonas de monitoreo, porque en el presente estudio la zona de estudio se estableció en los manchones de Matorral Subtropical, Bosque Tropical Caducifolio, Bosque de Encino y de Pino-Encino presente de los 1800 hasta los 2212 msnm, sin embargo el cerro “El Águila” se eleva hasta los 3080 msnm, con una extensión aproximada de 163.2 km<sup>2</sup> (Zacarias-Eslava *et al.*, 2011) y en el cual podrían encontrarse especies del género *Aesalus* (Lucanidae), escarabajos que para su desarrollo dependen de madera en estado de descomposición y que se han registrado en bosques de pino, de pino-encino y mesófilos de montaña situados entre los 1200 a 3000 m de la Sierra Madre Oriental, el Sistema Volcánico Transversal y el Macizo Central de Chiapas (Reyes-Castillo y Boucher, 2003); o especies del género *Ceratocanthus* (Ceratocanthidae), género reportado por Deloya (1988) con dos morfoespecies como habitante estricto de los detritos de *Atta mexicana* (Smith) en el sur del estado de Morelos y que en este trabajo solo se encontró un basurero de dicha hormiga, al cual faltó hacerle un seguimiento para registrar la fauna de Scarabaeoidea que allí se pueda desarrollar durante todo el año.

Es importante señalar, que la riqueza obtenida se considera elevada al provenir de una sola localidad, pues sin considerar los nuevos registros estatales obtenidos del presente trabajo, las restantes 77 especies representan el 37% de las 209 especies registradas hasta la fecha para el estado de Michoacán, Estado con una superficie de 58,643.38 km<sup>2</sup> (2.99 % del territorio nacional), con un relieve fisiográfico ligado a la Sierra Madre del Sur; a las costas del Pacífico y al Cinturón Volcánico Transmexicano y que por tanto es poseedor de una diversidad altitudinal, climática y ecosistémica (Correa-Pérez, 2003, Garduño-Monroy, 2005) pero que a la fecha más del 50% de los registros se ubican en la región del Cinturón Volcánico y las otras cuatro provincias fisiográficas poseen solo del 4% al 9% de los registros, resultando obvia la necesidad de trabajo en otras partes del Estado.

Al igual que en los trabajos de Morón y Zaragoza, 1976; Morón, 1981; Deloya *et al.*, 1995, 1996, 2007; Ayala, 2005; Pérez, 2007; Trevilla-Rebollar *et al.*, 2010; Lugo *et al.*,

2011, los Scarabaeoidea comenzaron a aparecer en mayo con el inicio de las lluvias y presentaron la mayor riqueza específica y abundancias de junio a octubre, meses en que se observa la regeneración de la cubierta vegetal y la capa de materia orgánica acumulada alcanza, por la constante humedad y la elevada temperatura, un nivel alto de putrefacción (Morón y Zaragoza, 1976), ambas condiciones propicias para la alimentación de las especies fitófagas y/o saprófagas; a su vez, con la regeneración vegetal aumentan los días de pastoreo en los manchones de vegetación y sus alrededores lo que conlleva un aumento en la deposición de materia fecal que es aprovechada rápidamente por los escarabajos coprófagos.

La riqueza genérica y específica fue muy similar en los cuatro tipos de vegetación (MST, BTC, BE y BPE) y como se mencionó anteriormente, la riqueza se disparó al inicio de las lluvias y permaneció elevada hasta el mes de Octubre; pues con el descenso de la precipitación y la temperatura que se presentó en Noviembre la riqueza y abundancia descendieron drásticamente permaneciendo baja el resto de los meses, o totalmente ausente como es el caso del Bosque de Encino, en los meses de Marzo y Abril, cuando los árboles han perdido completamente su cubierta vegetal no se registraron Scarabaeoidea.

La riqueza de los coleópteros Scarabaeoidea estuvo mayormente representada por los fitófagos y las mayores abundancias estuvieron representadas por los copro-necrófagos, sin embargo para hacer un mejor análisis de los Scarabaeoidea de la región, a este trabajo faltaría anexarse la colecta con trampa de luz, que permite la captura de especies con hábitos crepusculares y que en su mayoría corresponden a especies fitófagas. Morón (1981) llegó a capturar de Junio a Agosto 307 individuos por hora en la trampa de luz de *Phyllophaga cribicollis* y en cultivos con caña de azúcar rodeados por remanentes de bosque tropical caducifolio y encinares establecidos de los 850m y los 1 200 m de altitud de la región de Tepic Nayarit, Morón *et al.* (1998) registraron una alta abundancia de lamelicornios (en promedio 1,660 ejemplares por noche de trampeo).

En correspondencia con la riqueza de Scarabaeoidea obtenida en cada tipo de vegetación, el grado de similitud entre los sitios fue muy alto debido a que la composición de especies no fue muy diferente, llegando a compartir más del 70% de las especies y a su vez esto se vio reflejado en un porcentaje bajo de complementariedad entre los pares de

biotas cuando se considera todo el año de muestreo. Sin embargo, es importante notar que cuando se analizan por separado a las épocas, se obtuvieron porcentajes bajos de similitud (11% al 19%) y porcentajes altos de complementariedad (68% al 84%), esto debido a que la composición de escarabajos cambio notoriamente al cambiar las condiciones climáticas, persistiendo, aunque con menores abundancias, durante las secas frías solo las especies copro- necrófagas que hacen un uso del excremento vacuno depositado en los espacios abiertos del Matorral Subtropical y del Bosque Tropical Caducifolio; y durante las secas cálidas la composición estuvo representada por 15 especies, de las cuales solo tres por sus abundancias pueden ser consideradas con presencia durante todo el año: *Aphodius* aff. *fimetarius*, *Euoniticellus intermedius* y *Ptichopus angulatus*, las dos primeras haciendo uso eficiente del alimento disponible, ya que se les encontró en las boñigas secas y *Ptichopus angulatus* que es un habitante estricto de los detritos de la hormiga *Atta mexicana* (Smith) llegando a presentar en estado adulto el 62% de los habitantes de dicho hábitat (Deloya, 1988).

El resultado de la competencia suele consistir en la sustitución de una especie por otra, pero en la naturaleza este cambio es relativamente lento y coincide con ciertos cambios generales del ecosistema (Margalef, 2005). Así por ejemplo, de entre los fitófagos que se registraron de la subfamilia Cetoniidae las especies del género *Euphoria* surgieron al inicio de las lluvias visitando para su alimentación diversas inflorescencias de asteráceas; del género *Cotinis* se registraron dos especies en diferente momento: *Cotinis mutabilis* (G & P, 1833) surgió al inicio de la temporada de lluvias, alcanza su pico de abundancia en Junio y permaneció hasta Agosto, se le observó sobrevolando y alimentándose de los árboles de guayabo, de zapote blanco, de casahuates y nopales; *Cotinis laticornis* Bates, 1889 surgió en septiembre, esto es cuatro meses después, y se le observó sobrevolando sobre el follaje de diversos encinos. Otro Cetonino que se segrega del resto de las especies fitófagas es *Ischnoscelis hoepfneri* (G & P, 1833) que se le observó con mayor abundancia en noviembre sobrevolando sobre inflorescencias de Bromelias, de las flores de una enredadera que crece en los encinos y en los encinos de la especie *Quercus deserticola* Trel.

Otras especies que se observó que coexisten y que por su afinidad taxonómica o semejanza de vida en general pudieran suponerse competidoras, y que tampoco llegaron al

límite extremo de la exclusión son los escarabajos del grupo copro-necrófagos que por su organización pueden utilizar el recurso común excremento, que gracias a la influencia del hombre ha llegado a ser muy abundante en los sitios monitoreados, y porque gran parte del sustento o de las condiciones de vida son más o menos diferentes (Margalef, 2005), se registraron escarabajos de diferentes estrategias alimenticias como, telecópridos (los rodadores) de las especies *Canthon humectus*, *Sisyphus submonticolus*, paracópridos (los excavadores) como *Ceratotrupes fronticornis*, *Dichotomius colonicus* y varias especies de *Phanaeus*; y los endocópridos (o moradores) como las especies de *Onthophagus* y *Aphodius*.

En los estudios faunísticos realizados en México para los Scarabaeoidea, debido a la variedad de gremios tróficos que la superfamilia presenta (Deloya *et al.*, 2007), se emplean diversas técnicas de colecta para el monitoreo de algún grupo en particular o de la totalidad de la comunidad en el sitio de interés, como copro-trampas, necro-trampas, carpo-trampas, revisión directa de la vegetación, de la hojarasca, excremento, troncos y tocones en descomposición, detritos de hormiga arriera, trampas de luz y revisión del alumbrado público entre otras técnicas de muestreo de las cuales para la realización de este trabajo se emplearon las carpo-trampas, necro-trampas y copro-trampas permanentes, todas ellas apeándose al diseño de las NTP-80 (Morón y Terrón, 1984); además se utilizó la colecta directa, que en conjunto permitieron la captura superior al 70% de la riqueza estimada para cada tipo de vegetación del cerro “El Águila”.

Con la “colecta directa” se obtuvo la mayor riqueza y abundancia (64 especies y 8,306 ejemplares), sin embargo el uso de las carpotrampas, necrotrampas (NTP-80) y coprotrampas permanentes ayudó a obtener una mejor representatividad de los Scarabaeoidea del cerro “El Águila” y permitió analizar su estructura y composición; así por ejemplo, la mayor abundancia de Cetoniinae se obtuvo con las carpotrampas permanentes; y especies necrófagas como *Onthophagus fuscus canescens* Zunino & Halffter, 1988, *Onthophagus mariozuninoi* Delgado, Navarrete & Blackaller-Bages, 1993, *Liatongus rhinocerulus* Bates, 1889, *Sisyphus submonticolus* Howden, 1965, *Ceratotrupes fronticornis* (Erichson, 1847), *Trox spinulosus dentibius* Robinson, 1940 y *Trox plicatus* Robinson, 1940 se capturaron con mayor representatividad en las necrotrampas permanentes (NTP-80). Por su parte las coprotrampas capturaron mayores abundancias que

la colecta directa para especies como *S. submonticolus*, *O. mariozuninoi* y *Trox spinulosus dentibius*, además contribuyeron en la captura de varias especies raras como *Lissomelas flohri* Bates, 1889 y *Orizabus epithecus* Ratcliffe&Cave, 2010, *Diploptaxis* sp. y *Phyllophaga* sp.

De las técnicas indirectas de colecta utilizadas, en las copro-trampas permanentes (CoTP) se obtuvo la mayor riqueza (S=46) seguida de las NTP-80 (S=39) y de las carpo-trampas permanentes (CaTP) (S=34). De las especies capturadas en las CaTP solo dos de ellas no pertenecen a especies fitófagas (*Canthon humetus* (Say) y *Aphodius opisthius* Bates), capturas que pudieron ser fortuitas pues dichas trampas fueron colocadas de 2.5 m a 3 m de altura y la captura de estas especies sólo estuvo representada por tres ejemplares. Tanto en las NTP-80 como en las CoTP se capturaron especies de hábitos fitófagos, 17 y 28 respectivamente, ya que este modelo de trampa funciona como una trampa pitfall y captura diversos taxones, no sólo necrófagos y saprófagos sino también taxones epiedafícolos y errantes no afines a la materia en descomposición de origen animal colocado como cebo en dichas trampas (Morón y Terrón, 1984; Trevilla-Rebollar *et al.*, 2008).

El muestreo empleando 12 trampas por sitio modelo NTP-80 y con diferente tipo de cebo (fruta fermentada, excremento humano y calamar) además de la colecta directa, fue eficiente al permitirnos registrar 88 especies de cinco familias Scarabaeoidea no sólo de hábitos necrófilos; además de una gran cantidad de especímenes CaTP (n=742), NTP-80 (n=4163), CoTP (n=2028) y Col. Directa (n=8,306) con menor esfuerzo de muestreo comparado con el empleado para capturar únicamente escarabajos copro-necrófagos por Deloya, *et al.* (2007) en el Bosque Mesófilo de Montaña y comunidades derivadas del centro de Veracruz, donde los autores con el empleo de 10 copro-trampas, 10 necro-trampas temporales y 2 NTP-80 obtuvieron 9,982 ejemplares de nueve comunidades monitoreadas, o el esfuerzo de muestreo empleado por Trevilla-Rebollar *et al.* (2008) con siete trampas “pitfall” en cada uno de los cinco sitios explorados en Malinalco, estado de México; y también se obtuvo mayor número de especies y ejemplares a diferencia de los trabajos dónde se emplearon de una a dos NTP-80 por sitio (Morón y Terrón, 1984; Deloya, 1992; Deloya, 2003).

Este trabajo resalta la abundancia que presentó *Sisyphus submonticolus* Howden, 1965 en los cuatro tipos de vegetación MST (n=338), BTC (n=937), BE (n=1937) y BPE (n=653), abundancias que la ubicaron como una de las tres especies dominantes en el Matorral Subtropical, Bosque Tropical Caducifolio y Bosque de Pino-Encino. Como la especie dominante en el Bosque de encino; su distribución temporal es amplia y abarca junio (757), julio (1690), agosto (499), septiembre (511), octubre (179), noviembre (140), diciembre (76), enero (10) y febrero (3). Derivado de este trabajo se corrobora su presencia en diversos tipos de vegetación (MST, BTC, BE y BPE) con marcada preferencia hacia los bosques de encino, como lo muestran los datos a la fecha registrados (Morón & Deloya, 1991; Morón *et al.* 2000, Ayala, 2005; Trevilla-Rebollar *et al.* 2008; Trevilla-Rebollar *et al.* 2010), teniéndose como una especie poco abundante (se han registrado de uno a 15 ejemplares), que habita en bosques tropicales y subtropicales caducifolios, encinares y pinares poco húmedos, así como en matorrales xerófilos establecidos entre los 1600 y 2500 m de altitud (Morón, 2003b).

Finalmente, este trabajo generó información para conocer la biodiversidad de escarabajos de una localidad muy cercana a la zona urbana de Morelia, un grupo taxonómico conformado por especies fitófagas y saprófagas, con relevancia ecológica y económica para el hombre y que de acuerdo con la información obtenida, resulta útil en evaluaciones que documenten los cambios en los sistemas estudiados y por la alta complementariedad temporal y espacial, fundamenten la protección de áreas boscosas.

## LITERATURA CITADA GENERAL

- Antaramián, H. E. y G. Correa P. 2003. Fisiografía. En: SEP-UMSNH. Atlas geográfico del estado de Michoacán. Editora y distribuidora EDDISA, México. 42-46 pp.
- Ayala, V. M. 2005. Estudio faunístico de Coleoptera: Lamellicornia (Trogidae- Scarabaeidae) del gradiente altitudinal Santa Fe de la Laguna-Cerro Tzirate, Municipio de Quiroga, Michoacán. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 79 pp.
- Bates, H. W. 1886-1890. Insecta. Coleoptera. Pectinicornia y Lamellicornia. Biología Centrali-Americana. Vol. II, Part2, [London: published for the editors by R.H. Porter]. <http://biodiversitylibrary.org/page/42603494#page/33/mode/1up>
- Borror, D. J. y R. E. White. 1970. A field guide to the Insects of America North of Mexico. The Peterson field guide series. Houghton Mifflin Company Boston. 404 pp.
- Borror, D. J., D. M. De Long y C. A. Triplehorn. 1981. An introduction to the study of insects. 5ta ed. CBS College Publishing, Philadelphia, Pa. Saunders College. 827 pp
- Colwell, R. K. y J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, 345: 101-118.
- Costa, C. 2000. Estado del conocimiento de los Coleoptera Neotropicales. En: Martín-Piera, F., J.J. Morrone & A. Melic (Eds.) Hacia un Proyecto Cyted para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PrIBES-2000. Martín-Piera, F., J.J. Morrone & A. Melic (Eds.) ISBN: 84-922495-1-X. m3m: Monografías Tercer Milenio, vol. 1, SEA, Zaragoza 99-114.
- Deloya, C. 1988. Coleopteros Lamellicornios asociados a depósitos de detritos de *Atta mexicana* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) en el sur del estado de Morelos, México. *Folia Entomológica Mexicana*. No. 75:77-91 pp.
- Deloya, C. 1996. Los macro-coleópteros necrófilos de Tepoztlan, Morelos, México (Scarabaeidae, Trogidae y Silphidae). *Folia Entomol. Mex.* 97: 39-54.
- Deloya, C. 2003. Familia Trogidae. En: Morón, M. A. (Ed.). Atlas de los Escarabajos de México. Vol. II. Argania Editio, Barcelona. 125-133 pp.
- Deloya, C. 2006. Escarabajos fitófagos del Bosque Mesófilo de Montaña y comunidades derivadas en el centro de Veracruz, México (Coleoptera: Scarabaeoidea). En: Diversidad, importancia y manejo de escarabajos edafícolas. Castro-Ramírez, A. E., M. A. Morón y A. Aragón (Eds.). Publicación especial de El Colegio de la Frontera Sur, la Fundación PRODUCE Chiapas, A. C. y la Benemérita Universidad Autónoma de Ouebla, México. 81-98 pp

- Deloya, C., M. A. Morón y J. M. Lobo. 1995. Coleoptera Lamellicornia (Macleay, 1819) del sur del estado de Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana*. (n.s.) 65: 1- 42
- Deloya, C., V. Parra-Tabla y H. Delfín-González. 2007. Fauna de Coleópteros Scarabaeidae Laparosticti y Trogidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) Asociados al Bosque Mesófilo de Montaña, Cafetales bajo Sombra y Comunidades Derivadas en el Centro de Veracruz, México. *Neotropical Entomology* 36(1): 5-21.
- Deloya, C. y E. Ramírez-Espíritu. 2010. Diversidad de escarabajos fitófagos de El Ocotito, Chilpancingo, Guerrero, México (Scarabaeidae: Melolonthinae, Dynastinae, Rutelinae, Cetoniinae), pp 35-47. En: Rodríguez del Bosque, L. A. y M. A. Morón (eds.), *Ecología y Control de Plagas Edafícolas*. Publicación especial del Instituto de Ecología, A. C. México. 339 p.
- Díaz F. S. 1991. Fluctuación poblacional de la entomofauna presente en trigo de temporal en la "Posta" municipio de Tarímbaro Michoacán. Tesis Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 119 pp.
- Fierros-López, H. E. s/f. Guía para las familias comunes de Coleoptera de México. 41 pp.
- Garduño, M. V. H. 2005. El relieve. En: Villaseñor, G., L. E. (Ed). *La biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 21-24 pp.
- Gibb, T. J. y C. Y. Oseto. 2006. *Arthropod Collection and Identification: Field and Laboratory Techniques*. Entomologists Purdue University. Elsevier Inc. 311 pp.
- Godínez D. Río, R. 1988. Estudio comparativo de la dinámica poblacional y evaluación de daños de las principales plagas del sorgo en condiciones de riego y temporal en el municipio de Villamar, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 63 pp.
- Howden, H. F. 2003a. Subfamilia Ceratocanthinae. En: Morón, M. A. (Ed.). *Atlas de los Escarabajos de México*. Vol. II. ArganiaEditio, Barcelona. 114-121 pp.
- Howden, H. F. 2003b. Subfamilia Geotrupinae. En: Morón, M. A. (Ed.). *Atlas de los Escarabajos de México*. Vol. II. ArganiaEditio, Barcelona. 95-106 pp.
- Jurado V. N. G. 1994. Coleópteros de dos localidades de la rivera este del Lago de Cuitzeo. Morelia, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 60 pp.
- Kolmann B. y M. A. Morón. 2003. Análisis histórico de los coleóptera Scarabaeoidea o Lamellicornia. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 90: 175-280.
- Lawrence, J. F. y A. F. Newton, Jr. 1995. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names). pp. 779-1006 En: J.

- Pakaluk and S.A. Slipinski (eds.): *Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera: Papers Celebrating the 80th Birthday of Roy A. Crowson*. Museum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa.
- Lugo-García, G. E., L. D. Ortega-Arenas, H. González-Hernández, A. Aragón-García, J. Romero-Nápoles, R. Rubio-Cortés y M. A. Morón. 2011. Melolonthidae nocturnos (Coleoptera) recolectados en la zona agrícola agavera de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*. (n.s.) 27 (2): 341-357.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princenton University Press. Princenton, New Jersey. 179 pp.
- Margalef, R. 2005. *Ecología*. Ediciones Omega. Barcelona. 951 p.
- Morón, M. A. 2003. Antecedentes. En: Morón, M. A. (Ed.). *Atlas de los Escarabajos de México*. Vol. II. Argania Editio, Barcelona. 11-18 pp.
- Morón, M.A. 2004. *Escarabajos, 200 millones de años de evolución*. Instituto de Ecología, A.C. 204 pp.
- Morón, M. A. 2006. Patrones de distribución de la familia Scarabaeidae (Coleoptera). En: Morrone, J. J. y J. Llorente B. (eds.). *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*. Vol. I. Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. 271-293 pp.
- Morón, M. A. y R. A. Terrón. 1988. *Entomología Práctica. Una guía para el estudio de los insectos con importancia agropecuaria, médica, forestal y ecológica de México*. Instituto de Ecología, A. C. 502 pp.
- Morón, M. A. y J. Márquez. 2012. Nuevos registros estatales y nacionales de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) y comentarios sobre su distribución. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. (83): 698-711 DOI:10.7550/rmb.28386
- Morón, M. A., B. C. Ratcliffe. y C. Deloya. 1997. *Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia. Vol I Familia Melolonthidae*. CONABIO y Sociedad Mexicana de Entomología, A. C. México. 280 pp.
- Navarrete- Heredia, J. L. y N. E. Galindo-Miranda. 1997. Escarabajos asociados a Basidiomycetes en San José de los Laureles, Morelos, México (Coleoptera: Scarabaeidae). *Folia Entomologica Mexicana* 99: 1-16 p.
- Padilla, R. J, A. Morales M. y R. G. Sanchez G. 1992. Los coleópteros Sacarabaeidae necrófagos de dos localidades del estado de Michoacán, México. *Memorias del XXVII Congreso Nacional de Entomología*. San Luis Potosí. Pp 77
- Pérez, V. M. A. 2007. *Estudio faunístico de Coleoptera: Lamellicornia (Melolonthidae) del gradiente altitudinal Santa Fe de la Laguna-Cerro Tzirate, Municipio de Quiroga, Michoacán*. Tesis de licenciatura. UMSNH. 75 pp.

- Pérez-Agis, S. E., M. A. Morón, M. B. Nájera-Rincón, E. López-Barbosa y M. Vázquez-García. 2008. Análisis de la diversidad del complejo "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) en dos sistemas de producción tradicional de maíz en la región Purhépecha, Michoacán. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 24 (1): 221-235.
- Ponce, S. J. 2005a. Insectos y Arácnidos. En Villaseñor, G. L.E. La biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 266 pp.
- Ponce, S. J. 2005b. Inventario de Insectos y Arácnidos. En: Huacuz E. D. y J. Ponce, S. (Eds) Biodiversidad en la Región Norte de la Costa del Estado de Michoacán. 307 pp.
- Ponce, S. J. 2009a. Flora y Fauna presente en diversos hábitats: Insectos y Arácnidos. En: Huacuz E. D. y Lizana A. M (eds.). Hábitats de Chorros del Varal. Criterios del modelo español. Morevallado Eds. 344 pp.
- Ponce, S. J. 2009b. OET Ordenamiento ecológico territorial. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Laboratorio de Entomología "Biol. Sócrates Cisneros Paz".
- Ponce, S. J. 2010. Inventario de Insectos y Arácnidos (Cupatitzio, Uruapan, Michoacán). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Laboratorio de Entomología "Biol. Sócrates Cisneros Paz".
- Reyes-Castillo. 2003. Familia Passalidae. En: Morón, M. A. (Ed.). Atlas de los Escarabajos de México. Vol. II. Argania Editio, Barcelona. 135-168 pp.
- Reyes-Castillo, P. y S. Boucher. 2003. Familia Lucanidae. En: Morón, M. A. (Ed.). Atlas de los Escarabajos de México. Vol. II. Argania Editio, Barcelona. 169-174 pp.
- 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.

## ANEXO

---

### FOTOGRAFÍAS DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN EL CERRO DEL ÁGUILA, MUNICIPIO DE MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

*Los números se corresponden con la numeración en las láminas*

---

#### GEOTRUPIDAE

1. *Bolbelasmus variabilis* Howden, 1964
2. *Ceratotrupes fronticornis* (Erichson, 1847)

#### OCHODAEIDAE

- 3- *Parochodaeus inarmatus* (Schaeffer, 1906)
4. *Parochodaeus* sp. aff. *luridus* Westwood, 1852

#### PASSALIDAE

5. *Ptichopus angulatus* (Percheron, 1835)

#### SCARABAEIDAE

6. *Aphodius* sp. aff. *fimetarius* Linnaeus, 1758
7. *Aphodius fuliginosus* Dejean, 1833
8. *Aphodius opisthius* Bates, 1887
9. *Aphodius* sp. 1
10. *Aphodius* sp. 2
11. *Aphodius* sp. 3
12. *Ataenius* sp.
13. *Ataeniopsis* sp.
14. *Euphoria basalis* (Gory & Percheron, 1833)
15. *Euphoria biguttata* (Gory & Percheron, 1833)

16. *Euphoria dimidiata* (Gory & Percheron, 1833)
17. *Euphoria leucographa* (Gory & Percheron, 1833)
18. *Euphoria* sp. aff. *paradisiaca* Orozco, 2012
19. *Euphoria* sp. aff. *weatermanni* (Gory & Percheron, 1833)
20. *Lissomelas flohri* Bates, 1889
21. *Ischnoscellis hoepfneri* (Gory & Percheron, 1833)
22. *Cotinis antonii* Duges, 1878
23. *Cotinis laticornis* Bates, 1889
24. *Cotinis mutabilis* (Gory & Percheron, 1833)
25. *Hologymnetis cinerea* (Gory & Percheron, 1833)
26. *Paragymnetis hebraica difficilis* Burmeister, 1842
27. *Golofa pizarro* Hope, 1837 macho
28. *Golofa pizarro* Hope, 1837 hembra
29. *Golofa* sp.
30. *Xyloryctes lobicollis* Bates, 1888
31. *Xyloryctes thestalus* Bates, 1888
32. *Orizabus epithecus* Ratcliffe & Cave, 2010
33. *Orizabus isodonoides* Fairmaire, 1878
34. *Chnaunanthus discolor* Burmeister, 1884
35. *Isonychus arizonensis* Howden, 1959
36. *Macroductylus mexicanus* Burmeister, 1845
37. *Diploaxis* sp. aff. *corrosa* Bates, 1888

38. *Diplotaxis* sp. aff. *muricata* Schaeffer, 1907
39. *Diplotaxis* sp. aff. *nigriventris* Bates, 1887
40. *Diplotaxis* sp. aff. *subangutata* LeConte, 1856
41. *Diplotaxis* sp. aff. *tarsalis* Schaeffer, 1907
42. *Diplotaxis* sp.1
43. *Diplotaxis* sp. 2
44. *Diplotaxis* sp. 3
45. *Diplotaxis* sp. 4
46. *Diplotaxis* sp. 5
47. *Phyllophaga* sp. aff. *leonilae* Morón, 1995
48. *Phyllophaga* sp. aff. *pubicauda* (Bates, 1888)
49. *Phyllophaga* sp. aff. *tzintzontliana* Morón, 1992
50. *Phyllophaga vetula* (Horn, 1887)
51. *Phyllophaga* sp. 1
52. *Phyllophaga* sp. 2
53. *Phyllophaga* sp. 3
54. *Phyllophaga* sp. 4
55. *Phyllophaga* sp. 5
56. *Phyllophaga* sp. 6
57. *Phyllophaga* sp. 7
58. *Phyllophaga* sp. 8
59. *Phyllophaga* sp. 9

60. *Phyllophaga* sp. 10
61. *Phyllophaga* sp. 11
62. *Phyllophaga* sp. 12
63. *Paranomala* sp. aff. *denticollis* Bates, 1888
64. *Paranomala* sp. aff. *flavilla* Bates, 1888
65. *Paranomala* sp. aff. *inconstans* Burmeister, 1847
66. *Paranomala* sp. aff. *sejuncta* Bates, 1888
67. *Paranomala undulata* Melsheimer, 1844
68. *Paranomala* sp. 1
69. *Paranomala* sp. 2
70. *Strigoderma sulcipennis* Burmeister, 1844
71. *Dichotomius colonicus* Say, 1835
- 72 y 73. (hembra). *Liatongus rhinocerulus* Bates, 1889
- 74 y 75. (hembra) *Euoniticellus intermedius* Reiche, 1848
- 76 y 77. (hembra) *Onthophagus batesi* Howden y Cakrtwright, 1963
- 78 y 79. (hembra) *Onthophagus fuscus canescens* Zunino y Halffter, 1988
80. *Onthophagus mariozuninoi* Delgado, Navarrete y Blackaller-Bages, 1993
- 81 y 82. (hembra) *Onthophagus mexicanus* Bates, 1887
83. *Coprophanæus* (*Coprophanæus*) *pluto* Harold, 1863
84. *Phanaeus* (*Phanaeus*) *adonis* Harold, 1863
85. *Phanaeus* (*Phanaeus*) *amithaon* Harold, 1875
86. *Phanaeus* (*Phanaeus*) *daphnis* Harold, 1863

87. *Phanaeus (Phanaeus) furiosus* Bates, 1887

88. *Canthon (Canthon) humectus* sp. aff. *blumei* Halffter y Halffter, 2003

89. *Canthon (Canthon) humectus humectus* (Say, 1832)

90. *Sisyphus submonticolus* Howden, 1965

## **TROGIDAE**

91. *Trox plicatus* Robinson, 1940

92. *Trox spinulosus dentibius* Robinson, 1940

93, 94. *Trox variolatus* Melsheimer, 1846

---

LÁMINA I.

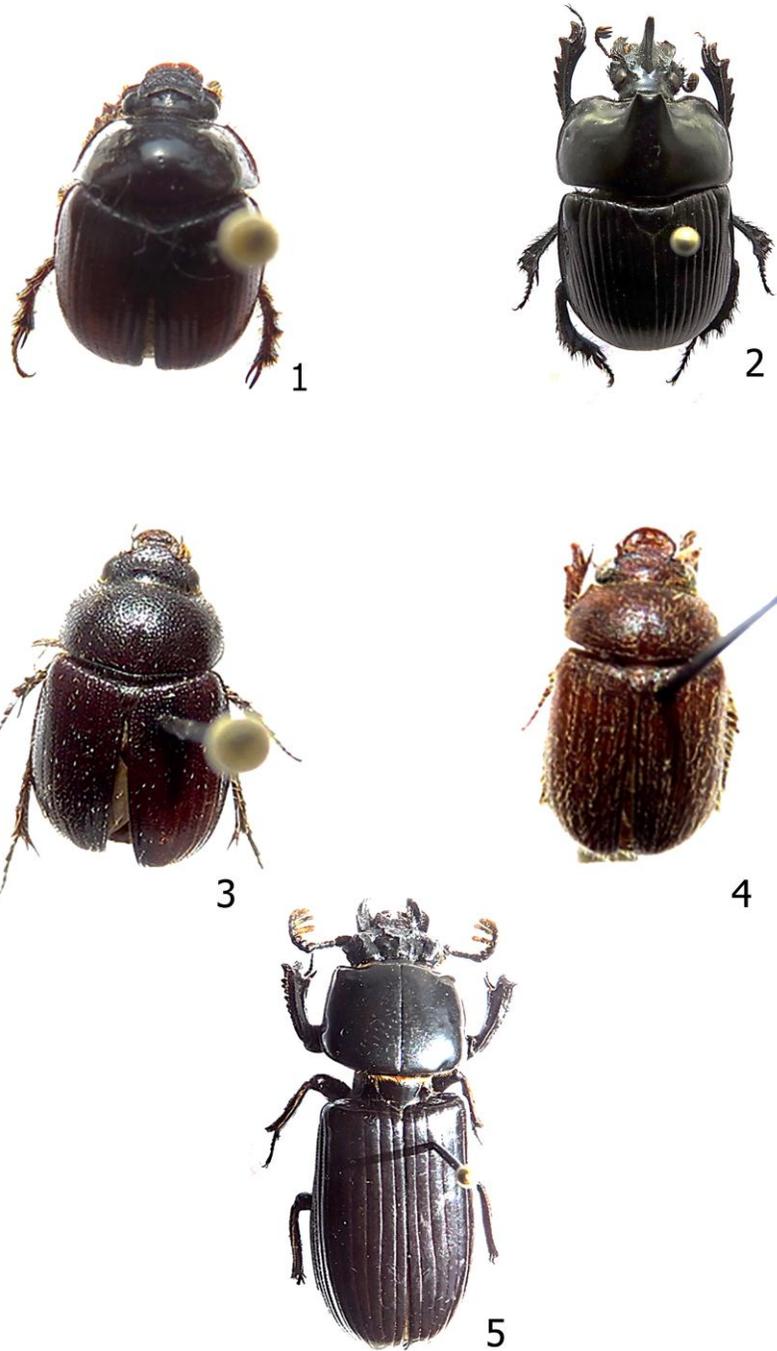


LÁMINA II.



LÁMINA III.



LÁMINA IV.



24



25



26



27



28



29

LÁMINA V.



LÁMINA VI.



39



40



41



42



43



44



45



46



47

LÁMINA VII.



48



49



50



51



52



53



54



55



56

LÁMINA VIII.



LÁMINA IX.



LÁMINA X.



74



75



76



77



78



79



80



81



82

LÁMINA XI.



83



84



85



86



87



88



89



90

LÁMINA XII.



91



92



93



94