



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

**Estructura del Ensamble de
Escarabajos Necrócolos (Coleoptera:
Geotrupidae, Nosodendridae,
Scarabaeidae y Silphidae) de un
Bosque Relictual de Arce en Talpa
de Allende, Jalisco, México**

Tesis

que para obtener el grado de

**Maestro en Ciencias en Biosistemática
y Manejo de Recursos Naturales y
Agrícolas**

Presenta

Pablo Antonio Martínez Rodríguez

Zapopan, Jalisco

Diciembre de 2018



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

**Estructura del Ensamble de Escarabajos
Necrócolos (Coleoptera: Geotrupidae,
Nosodendridae, Scarabaeidae y Silphidae) de
un Bosque Relictual de Arce en Talpa de
Allende, Jalisco, México**

Tesis

que para obtener el grado de

**Maestro en Ciencias en Biosistemática y Manejo de
Recursos Naturales y Agrícolas**

Presenta

Pablo Antonio Martínez Rodríguez

Director

José Luis Navarrete Heredia

Zapopan, Jalisco

Diciembre de 2018



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

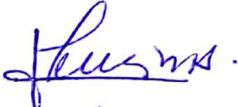
Estructura del ensamble de escarabajos necrócolos
(Coleoptera: Geotrupidae, Nosodendridae, Scarabaeidae y
Silphidae) de un bosque relictual de arce en Talpa de Allende,
Jalisco, México

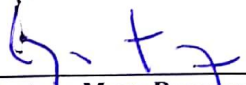
Por

Biol. Pablo Antonio Martínez Rodríguez

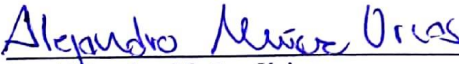
Maestría en Ciencias en Biosistemática y Manejo de Recursos
Naturales y Agrícolas

Aprobado por:


José Luis Navarrete Heredia 24/oct/2018
Dr. José Luis Navarrete Heredia Fecha
Director de Tesis e integrante del jurado


Dr. Gustavo Moya Raygoza 29/oct/2018
Dr. Gustavo Moya Raygoza Fecha
Asesor del Comité Particular e integrante del jurado


Dr. Miguel Vásquez Bolaños 24 octubre 2018
Dr. Miguel Vásquez Bolaños Fecha
Asesor del Comité Particular e integrante del jurado


Dr. Alejandro Muñoz Urias 26-oct-2018
Dr. Alejandro Muñoz Urias Fecha
Sinodal e integrante del jurado


Dra. Georgina Adriana Quiroz Rocha 29-Oct-2018
Dra. Georgina Adriana Quiroz Rocha Fecha
Sinodal e integrante del jurado

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Entomología del Centro de Estudios en Zoología de la Universidad de Guadalajara, bajo la dirección del Dr. José Luis Navarrete Heredia.



DEDICATORIAS

A mis padres Rosa Elena y Pablo, por todo lo que me han enseñado y el gran apoyo que me han brindado en la vida. Me faltan palabras para expresar adecuadamente todo mi agradecimiento.

¡Gracias por todo!

A Jorge Emanuel Cruz, por haber creído en mí, por impulsarme a estudiar la maestría, por tu constante apoyo, comprensión y cariño, por todo lo que hemos vivido y aprendido juntos, por todos los lugares que hemos visitado y que nos han marcado; por todo lo que tiene significado solo cuando estás conmigo.

¡TE AMO!

*A la memoria de mi amigo Isidro Molina
con quien siempre tuve interesantes y afectuosas charlas.*



AGRADECIMIENTOS

A mis hermanos Sergio, Ramón, Mary y Lola, a mis cuñados Rebeca, Leticia, Hilario, Ángel y sobrinos Diana, Fernando, Nicolás, Jinelli, Diego, Javier, Jorge, Isaac, William, Isabella y a mis sobrinas nietas Alexa y Melissa, por compartir tantos momentos y recuerdos; por sus preguntas, chistes, comentarios y demás ocurrencias. Aunque a veces sea de lo más gruñón saben que los quiero y aprecio.

Al Dr. José Luis Navarrete Heredia, no solo por haber dirigido este trabajo y haberme apoyado en campo y laboratorio; también por su apoyo, consejos, chistes, por compartirme su alegría, entusiasmo y por todo lo que he aprendido de él a lo largo de todos estos años.

A mis asesores y sinodales, los Dres. Miguel Vásquez, Gustavo Moya, Alejandro Muños y Georgina Quiroz por sus comentarios y aportaciones al presente trabajo.

A mis amigas y compañeras de trabajo Laura González y Martha Anguiano, por todos estos años de amistad, por apoyarme, por compartir su tiempo, “cubículo”, conocimiento, cariño, alegrías, tristezas, por todas esas horas de estrés, de largas pláticas, por esas comidas amenas, etc. ¡Mil gracias!

Al Dr. Miguel Vásquez, M. C. Hugo Fierros y Dra. Georgina Quiroz, por su amistad, por la pasión hacia los insectos y los conocimientos que han compartido conmigo desde que los conozco. Aunque a veces no lo demuestro siempre estaré agradecido por todo lo que he aprendido de ustedes.

A Teresita Carrillo y Adrián Bonilla por su amistad, los chistes, el tiempo en campo, por ayudar a bosquejar el “Bestiario Fantástico del Bosque de Arce”, y por su invaluable apoyo en laboratorio disfrutando de separar, contabilizar y montar bichos. ¡Muchas gracias!

A la familia Vásquez Alcalá: Miguel, Irene y Xichú y todos los que me apoyaron con su amistad y en campo por lo menos una vez: Andrea Pérez, Benjamín Hernández, Carlos Alatorre, César Magaña, Elisa Margarita y José Alfredo Navarrete, Emanuel Arriaga, Javier Reynoso y Sonia Prieto, Jessica López, Joaquín Langarica, José Luis Barragán, Laura González, Margarito Mora, Víctor Hugo Gómez, William Rodríguez y a todos los que directa e indirectamente ayudaron en la realización de este trabajo.

A mis compañeros de generación, que aunque no pudimos convivir mucho, les agradezco por su tiempo, ayuda y lo que aprendí de ellos durante las clases y charlas que tuvimos.

A la Dra. Patricia Zarazúa Villaseñor, coordinadora de la maestría, y a su asistente Juri Mercado García, por su amabilidad y constante disposición a ayudarnos en todo lo referente a cuestiones administrativas y académicas.

Por último, y no por eso menos importante, al pueblo de Talpa de Allende por su hospitalidad.



ÍNDICE

ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	5
HIPÓTESIS.....	7
OBJETIVOS.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS	9
RESULTADOS	13
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	26
LISTA COMENTADA DE ESPECIES	30
LITERATURA CITADA	36
ANEXOS.....	46



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Riquezas y abundancia mensual y total por especie	17
Cuadro 2. Abundancia de especies por trampa	18
Cuadro 3. Abundancias por vegetación y totales	18
Cuadro 4. Temperatura media en °C y Humedad Relativa (%) mensual comparado con las abundancias por familia durante el periodo de muestreo	19
Cuadro 5. Valores de Correlación de Pearson para Temperatura Media Mensual, Humedad Relativa y Abundancia	20
Cuadro 6. Valores de diversidad (H) y equitatividad (J) para los tipos de vegetación y la localidad	23
Cuadro 7. Prueba de t modificada de Hutcheson al Índice de Shannon	23



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución del Bosque Mesófilo de Montaña y Arce en México.	4
Figura 2. Ubicación del municipio de Talpa de Allende en Jalisco y del Parque Estatal Bosque de Arce	10
Figura 3. Ubicación de las NTP dentro del <i>Parque Estatal Bosque de Arce</i> y en el BPE	12
Figura 4. Curva de acumulación de especies para el muestreo general.....	14
Figura 5. Curva de acumulación de especies para el bosque de arce.	15
Figura 6. Curva de acumulación de especies para el BPE.....	15
Figura 7. Relación de la abundancia, riqueza, temperatura media mensual y humedad relativa mensual durante el periodo de muestreo	20
Figura 8. Relación de la abundancia mensual por tipo de vegetación con la temperatura media y la humedad relativa.	21
Figura 9. Relación de las abundancias mensuales de Geotrupidae y Nosodendridae con la temperatura media y la humedad relativa durante el periodo de muestreo	21
Figura 10. Relación de las abundancias mensuales de Scarabaeidae y la temperatura media y la humedad relativa durante el periodo de muestreo	22
Figura 11. Relación de las abundancias de Silphidae y la temperatura media mensual y humedad relativa mensual durante el periodo de muestreo	22
Figura 12. Clúster del coeficiente de similitud de Bray-Curtis para las trampas	24

RESUMEN

El bosque mesófilo de montaña con arce azucarero de Talpa de Allende, es una comunidad de gran importancia por ser un relictos del Pleistoceno, por lo cual ha sido muy estudiado desde el punto de vista botánico, sin embargo no se han hecho estudios sobre su fauna. Este es el primer trabajo que estudia los escarabajos necrócolos de la localidad, para lo cual se realizó un muestreo sistemático de julio de 2015 a junio de 2016, colocando dentro del bosque de arce cinco necrotrampas modificadas modelo NTP-80, cebadas con calamar, y se recolectaron los ejemplares mensualmente. También se colocaron dos necrotrampas en el bosque de pino-encino que bordea la localidad, con la finalidad de asociar la presencia de especies exclusivas a algún tipo de vegetación. Se recolectaron 2,775 especímenes de trece especies de las familias Geotrupidae, Nosodendridae, Scarabaeidae y Silphidae. En las trampas colocadas en el BPE se presentó la mayor riqueza con doce especies, siendo cuatro exclusivas de este tipo de vegetación: *Copris armatus*, *Coprophanaeus pluto*, *Oniticellus rhinocerulus* y *Phanaeus flohri*; mientras que en el bosque de arce se recolectaron nueve especies de las cuales *Ceratotrupes fronticornis* fue exclusiva. La mayor riqueza se registró en agosto (12) y la menor en enero (3). De acuerdo a los estimadores de riqueza no paramétricos Chao 1 y Chao 2 el inventario estuvo prácticamente completo ya que los valores de riqueza esperada fueron similares a la riqueza observada (98%). El Coeficiente de Trabajo Taxonómico (CTT) para el total del muestreo fue de 0.85 y para las familias fue de 1 para Geotrupidae, Nosodendridae y Silphidae, mientras que para Scarabaeidae fue de 0.75. La correlación de Pearson para humedad relativa y abundancia fue de 0.4392452 ($p = 0.1531$); y para la temperatura y abundancia fue de 0.723416 ($p = 0.007834$). El índice de Shannon para el bosque de arce fue $H = 1.043$ y para BPE $H = 1.236$; en cuanto a la equitatividad el BPE tuvo $J = 0.4976$ y el bosque de arce $J = 0.4747$. El índice de complementariedad dio un 38.46% de recambio de especies entre los bosques.

ABSTRACT

The mountain cloud forest with sugar maple from Talpa de Allende is an important community because it's a Pleistocene relict, and there are many studies about its flora. However, there aren't formal studies about its fauna. This is the first work with necrophilous beetles in the community. That's why a systematical sampling was made between July 2015 and June 2016. Five carrion traps model NTP-80 baited with squid were placed in the maple forest, while the specimens were collected monthly. Two tramps were also placed in the pine-oak forest that surrounds the maple forest, in order to associate the presence of exclusive species with some type of vegetation. 2,775 specimens of thirteen species of the families Geotrupidae, Nosodendridae, Scarabaeidae and Silphidae were collected. Regarding the traps placed in the pine-oak forest, the greatest richness was presented with twelve species, four of which are exclusive to this type of vegetation: *Copris armatus*, *Coprophanaeus pluto*, *Oniticellus rhinocerulus* and *Phanaeus flohri*, whereas nine species were collected in the maple forest of which *Ceratotrupes fronticornis* was exclusive. The highest richness was recorded in August (12 spp) and the lowest in January (3 spp). According to the non-parametric species richness estimator Chao 1 and Chao 2, the inventory was practically complete since the expected species richness values were very similar to the observed species richness (98%). The Coefficient of Taxonomical Work (CTT) for the total sampling was 0.85, whereas the CTT for families was 1 for Geotrupidae, Nosodendridae, and Silphidae, and 0.75 for Scarabaeidae. The Pearson's correlation for relative humidity and abundance was 0.4392452 ($p = 0.1531$); and 0.723416 ($p = 0.007834$) for temperature and abundance. The Shannon index for the maple forest was $H = 1.043$ and $H = 1.236$ for the pine-oak forest. Speaking of equity, the pine-oak forest has $J = 0.4976$ and the maple forest $J = 0.4747$. The complementarity index gave 38.46% of species replacement among forests.

INTRODUCCIÓN

Los escarabajos son el grupo de seres vivos más diverso del planeta, teniéndose registro de 392 415 especies (Zhang, 2013). Explotan infinidad de recursos como alimento y contribuyen en procesos como depredación, herbivoría, polinización, zoocoria y la reintegración de la materia orgánica, para lo cual actúan como saprófagos: xilófagos, necrófagos, micófagos y coprófagos (Andresen, 2012; Morón, 2004; Navarrete-Heredia, 2009; Navarrete-Heredia y Fierros-López, 1998; Quiroz Rocha, 2008; Quiroz-Rocha *et al.* 2008; Quesada *et al.* 2012; Young, 2015).

Los coleópteros asociados a materia animal en descomposición (carroña), han sido objeto de múltiples investigaciones, principalmente ecológicas, estudiándose aspectos de su diversidad, abundancia, distribución e interacciones. Al estar tan especializados en sus hábitos alimentarios son muy sensibles a las perturbaciones naturales y antropogénicas en su medio; por lo que algunas familias con estos hábitos han sido propuestas como grupos bioindicadores del grado de perturbación o conservación de distintos ecosistemas terrestres (Noriega y Fagua, 2009; Otavo *et al.* 2013; Scholtz *et al.* 2009; Spector, 2006).

Para abordar el estudio de los escarabajos carroñeros se han propuesto diversas clasificaciones de los mismos, de las cuáles una de las más completas es la presentada por Labrador (2005), la cual los designa como necrócolos. Así tenemos dentro de los coleópteros **necrócolos** a todas las especies asociadas o que habitan en la materia animal en descomposición o carroña; se encuentran directamente en cadáveres o se recolectan con necrotrampas. A su vez se pueden dividir en tres categorías:

1. **NECROBIOS**: aquellos con dependencia por la carroña, ya que las larvas y adultos la utilizan como alimento. Se incluyen aquí las especies necrófagas.
2. **NECRÓFILOS**: especies que se encuentran en la carroña para alimentarse de otros insectos o bien cuando la carroña se encuentra invadida por microorganismos; y generalmente el cadáver se encuentra licuefacto. Se dividen en dos subcategorías: **necrófilos saprófagos**: especies que aunque se alimentan de carroña, en general consumen materia orgánica en descomposición cuyo origen puede ser animal, vegetal o fúngico. Se incluyen aquí las especies copronecrófagas, y en general todas aquellas que se alimentan de materia orgánica en

descomposición. **necrófilos depredadores**: especies que aprovechan la presencia de presas (necrobios o necrófilos saprófagos) en la carroña para alimentarse.

3. **NECROXENOS**: Especies que se encuentran en la carroña de manera accidental. Sus hábitos y hábitats son diferentes a la carroña, aunque cercanos a la misma, por ejemplo, hojarasca, flores, hongos o bien son atraídos por el alcohol

Dentro de los escarabajos necrócolos existen algunas familias que cumplen con las características que debe presentar un taxón para ser considerado un organismo bioindicador, por ejemplo Scarabaeidae y Silphidae. Según Favila (2004); Halfpter y Favila (1993); Scholtz *et al.* (2009) y Spector (2006); dichas características son las siguientes:

- Estar representado por un gremio rico y bien definido, y ser importante para la estructura y función de la comunidad.
- Responder sensible y gradualmente a los cambios y alteraciones en la comunidad estudiada.
- Ser de fácil captura y con métodos estandarizados para establecer programas de monitoreo a corto, mediano y largo plazo.
- Los datos de captura deben proporcionar información ecológica suficiente para determinar la composición y estructura del gremio y sus interacciones, y permitan extrapolar los resultados a la comunidad entera.
- Debe ser un grupo relativamente bien conocido taxonómica y funcionalmente, de tal manera que permita la delimitación y determinación de especies y la interpretación ecológica.
- Ser resiliente para que la recolecta de individuos u otras actividades necesarias para su estudio, no pongan en peligro su conservación y uso como bioindicador; y finalmente
- El grupo debe representar una medida directa del estado de la comunidad así como de cualquier reducción de su biodiversidad.

Bosque mesófilo de montaña y bosque de arce en México y Jalisco. El bosque mesófilo de montaña (BMM) en México ha sido designado con distintos nombres, entre ellos el de Bosque de Niebla, Bosque Nuboso, etc. Se distribuye en ambientes montañosos muy específicos, generalmente en cañadas con alta humedad, y generalmente rodeado de bosque de pino (BP), bosque de encino (BE) y bosque de pino-encino (BPE). Es uno de los ecosistemas forestales más amenazados y que más

reducción ha sufrido en los últimos años, principalmente por el cambio de uso de suelo al que han sido sometidas sus poblaciones (Cuevas *et al.* 2010; Rzedowski, 2006) (Fig. 1).

Por su parte el bosque mesófilo de montaña de la Sierra Madre del Sur en Jalisco, se distribuye de forma discontinua y fragmentada por la vertiente del Pacífico, restringido a lugares donde la topografía o el aislamiento lo han protegido de las actividades humanas. Tienen una estación seca prolongada, por lo cual estos bosques son menos húmedos que otros bosques mesófilos del país. Las serranías donde se presenta tienen diversos orígenes geológicos y un amplio gradiente altitudinal (650 a 2,600 m). Todas estas características, además de estar en una zona de transición biogeográfica, dan a estos bosques, una alta diversidad regional en la composición, por lo que generalmente presentan altas tasas de endemismo en muchos taxa de plantas y animales (Cuevas *et al.* 2010).

El bosque de arce sólo se encuentra en cañadas con fragmentos de bosques angostos a lo largo de arroyos permanentes; inmersos en diversos tipos de vegetación (principalmente bosques mesófilos de montaña, de pino-encino y de oyamel) (Vargas-Rodríguez, 2011; Vargas-Rodríguez *et al.* 2010a). Las poblaciones de arce azucarero de Jalisco habían sido catalogadas tradicionalmente como pertenecientes a la especie *Acer saccharum* subsp. *skutchii* (Rehder) Murray; sin embargo recientemente, basándose en caracteres morfológicos y moleculares, Vargas-Rodríguez *et al.* (2017), han llegado a la conclusión de que éstas poblaciones pertenecen a una nueva especie, la cual ha sido denominada *Acer binzayedii* Vargas-Rodríguez [In: Vargas-Rodríguez *et al.* 2017]. *A. binzayedii* es una especie relictiva, de afinidad holártica, distribución limitada y que ha entrado directamente a Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN y deberá seguir siendo protegida por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) para su protección (SEMARNAT, 2010; Vargas-Rodríguez, 2011; Vargas-Rodríguez, 2017; Vargas-Rodríguez *et al.* 2010a; Vargas-Rodríguez *et al.* 2017).

Con base en el registro paleobotánico, se considera que la distribución actual de las especies con esta afinidad en nuestro país, es el resultado de eventos geológicos y climáticos ocurridos durante el Terciario y el Pleistoceno, que restringen su distribución a las barrancas húmedas ubicadas entre los 1,200 y 2,500 metros de altitud (Jardel *et al.* 1996; Vargas-Rodríguez, 2005 y 2011; Vázquez-García *et al.* 2000). En Jalisco se han registrado sólo dos localidades con presencia de arce: una en el municipio de Autlán de Navarro, Cañada La Moza, Reserva de la Biosfera “Sierra de Manantlán”, 18° 11’ N y 101°

24' W, 1,850 m de altitud y la segunda en Talpa de Allende, Cañada Ojo de Agua del Cuervo, 20° 11' N y 105° 16' W, 1,800 m s. n. m. Una característica peculiar de ambas cañadas es la presencia de arroyos permanentes. El bosque mesófilo de montaña con arce, de Talpa de Allende, ha prosperado gracias al suministro continuo de humedad que aporta, además del arroyo permanente, la incidencia de niebla durante la mayor parte del año, lo cual fomenta la estabilidad climática de la cañada donde se desarrolla (Jardel *et al.* 1996; Vargas-Rodríguez, 2005; Vargas-Rodríguez, *et al.* 2004; Vargas-Rodríguez, *et al.* 2010; Vázquez-García *et al.* 2000).



Figura 1. Distribución del Bosque Mesófilo de Montaña (color verde) y Arce en México. Sitios con arce: 1. El Cielo, Tamaulipas, 2. Talpa De Allende, Jalisco, 3. Manantlán, Jalisco, 4. El Silencio, Guerrero, 5. Tenejapa, Chiapas.

Las otras tres poblaciones mexicanas de arce azucarero pertenecen a la especie *Acer saccharum subsp. skutchii* [(Rehder) Murray] y se encuentran en Tamaulipas, municipio de Gómez Farías, La Colmena-Agua Escondida-Agua del Indio, Reserva de la Biosfera “El Cielo”, 23° 03' N y 99° 12' W, 1,481 m s. n. m.; Guerrero, Coahuayutla de José María Izazaga, barranca de El Silencio, 18°11' N y 101°24' W, 2,110 m s. n. m. Y la más sureña en Chiapas, Tenejapa, Cañada Grande, 16° 49' N y 92° 30' W, 1,750 m s. n. m, (Jardel *et al.* 1996; Vargas-Rodríguez, 2005 y 2011; Vargas-Rodríguez *et al.* 2004; Vargas-Rodríguez *et al.* 2010a; Vázquez-García *et al.* 2000) (Fig. 1).

ANTECEDENTES

En México en particular el estudio de los escarabajos necrócolos repuntó a partir del trabajo de Morón y Terrón (1984), a partir del cual se establece una metodología exitosa para la captura de estos insectos, la reconocida necrotrampa permanente modelo 1980, mejor conocida como NTP-80. A partir de este diseño se han elaborado varias modificaciones que han sido utilizadas ampliamente para el estudio de las comunidades de coleópteros necrócolos en múltiples ecosistemas terrestres en varias regiones del país; gracias a lo cual se ha podido conocer mejor la distribución, biología y diversidad de las especies necrócolas en México.

En los bosques mesófilos de México, incluidos los de Jalisco, se han realizado diversos estudios enfocados principalmente a listados florísticos y descripciones de las comunidades vegetales y microbiota, así como estudios de borde o ecotono; y en menor grado, se ha estudiado la afinidad biogeográfica, diversos aspectos ecológicos y la afinidad florística entre las distintas comunidades de este tipo de bosque en el país (Herrera *et al.* 2002; Santiago-Pérez *et al.* 2009; Ruíz-Jiménez *et al.* 2012; Williams-Linera, 2015).

La fauna de estos bosques se ha estudiado en menor grado y se han hecho descripciones de comunidades muy específicas de vertebrados en la vertiente del golfo, actualizaciones de la distribución de algunas familias de insectos que incluyen bosque mesófilo de montaña, descripciones de especies que han sido colectadas en estos bosques y otras comunidades vegetales, etc., aunque se han enfocado principalmente a vertebrados (Morón y Rivera-Cervantes, 1992; Aranda *et al.* 2012; Monteagudo y Luis, 2013; Gual-Díaz y Rendón-Correa, 2014).

Para el caso del bosque mesófilo de montaña con arce de Talpa de Allende, se han realizado estudios botánicos que van desde la caracterización de la comunidad vegetal y el listado de especies, hasta análisis de los procesos de reclutamiento de nuevos individuos de arce (Vargas-Rodríguez, 2005; Vázquez-García *et al.* 2000; Vargas-Rodríguez *et al.* 2004); aunque en áreas cercanas y con vegetaciones similares (BMM y BPE) se han realizado algunos estudios sobre las comunidades de escarabajos necrócolos y saprófagos (Quiroz Rocha, 2008; Quiroz-Rocha *et al.* 2008).

El bosque mesófilo de montaña con presencia de arce, del municipio de Talpa de Allende, ha sido descrito y analizado desde el punto de vista florístico, lo que ha permitido determinar su estatus como sitio relictivo del Pleistoceno (Vargas-Rodríguez *et al.* 2010b); sin embargo se conoce poco de la fauna que habita el bosque. En este sentido cabe resaltar que el estudio de las especies de coleópteros necrócolos nos permite conocer más de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas terrestres, en particular de un sitio que no ha sido estudiado en cuanto a su composición entomofaunística.

Este trabajo pretende ser el primer estudio de la comunidad de escarabajos necrócolos de la localidad con el fin de conocer la diversidad y estructura del ensamble de escarabajos necrócolos, dando elementos para entender mejor el funcionamiento del bosque, así como ser un factor más para el desarrollo de estrategias que contribuyan a la protección y conservación de esta importante comunidad vegetal, recientemente declarada Parque Estatal.

HIPÓTESIS

Debido al origen y ubicación del bosque de arce de Talpa de Allende, y la distribución espacial del bosque mesófilo en México, se espera que las especies colectadas tengan una mayor afinidad neártica y/o montana, lo cual hará que su composición y estructura sea diferente en cuanto a riqueza de lo ya conocido en otros bosques similares en Jalisco y en México.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la composición y estructura de la comunidad de escarabajos necrócolos de las familias Geotrupidae, Nosodendridae, Scarabaeidae y Silphidae en el bosque de arce de Talpa de Allende, Jalisco

OBJETIVOS PARTICULARES

- Describir la composición de coleópteros necrócolos de las familias Geotrupidae, Nosodendridae, Scarabaeidae y Silphidae en la localidad.
- Describir la diversidad y abundancia de las especies de escarabajos necrócolos a lo largo del periodo de muestreo.
- Describir la variación estacional del ensamble de escarabajos necrócolos.
- Generar una lista comentada de las especies recolectadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la zona de estudio. El municipio de Talpa de Allende se localiza en el estado de Jalisco, en el centro-occidente de México, entre las coordenadas: 20° 31' N y al sur 20° 05' N al norte; 104° 42' O al este y 105° 14' O al oeste; con una altitud promedio de 1,409 m. Posee una superficie de 1,739 km², muy accidentada por su ubicación en la Sierra de Cacoma (H. Ayuntamiento Constitucional de Talpa de Allende, 2013). Se encuentra en la parte más norteña y occidental de la Sierra Madre del Sur, la cual se extiende desde Jalisco y Colima, al norte, hasta Chiapas, al sur, a la vez cruza regiones de Michoacán, Guerrero, Oaxaca y parte del Estado de México (Hernández *et al.* 1995); no forma parte de la Sierra Madre Occidental, ya que la misma termina en la barranca del Río Santiago (Barrera, 2002; González-Elizondo *et al.* 2012; Rzedowski, 2006; Vargas-Rodríguez *et al.* 2010a;). La mayor parte del municipio (50.1%) tiene clima semicálido - semihúmedo y una temperatura media anual de 19.7 °C. El régimen de lluvias se registra de junio a septiembre con una precipitación media anual de 1,333 mm. El tipo de roca predominante es toba ácida (49.8%), de origen explosivo formado por material volcánico suelto o consolidado (H. Ayuntamiento Constitucional de Talpa de Allende, 2013; SIEG, 2012) (Fig. 2).

El bosque de arce o arce azucarero se ubica al oeste de La Cumbre de Guadalupe o Cumbre de los Arrastrados; a una altitud promedio de 1800 m., dentro del recientemente decretado “Parque Estatal Bosque de arce” (Gobierno del Estado de Jalisco, 2016), cuyo polígono está entre las coordenadas: A) 20°13'05.5” N, 104°45'50.4” O; B) 20°12'55.9” N, 104°45'41.4” O; C) 20°12'39.2” N, 104°45'31.5” O; D) 20°12'38.3” N, 104°45'17.8” O; E) 20°12'37.5” N, 104°45'11.3” O; F) 20°12'47.0” N, 104°44'44.2” O y G) 20°13'13.4” N, 104°44'41.5” O (Fig. 2).

Se encuentra en la cañada “Ojo de Agua del Cuervo”, y junto con los ecosistemas adyacentes, forma la cabecera de cuenca o zona de captación, o lo que es lo mismo, el origen del río Talpa-Mascota; cuenca hidrológica que desemboca en Puerto Vallarta (Cotler *et al.* 2013; Vargas-Rodríguez *et al.* 2010a).



Figura 2. Ubicación del municipio de Talpa de Allende en Jalisco y del Parque Estatal Bosque de Arce (punto amarillo).

Las especies vegetales presentes incluyen, además del arce, especies arbóreas de los géneros *Podocarpus*, *Abies*, *Pinus*, *Alnus*, *Magnolia*, *Matudaea*, *Prunus*, *Cornus*, *Tilia*, *Ostrya*, *Carpinus*, *Symplocos*, *Zinowiewia*, *Clusia*, *Quercus* y un helecho arborecente: *Cyathea costaricensis* (Vargas-Rodríguez, 2005; Vargas-Rodríguez *et al.* 2004; Vázquez-García *et al.* 2000). Es un buen representante del bosque mesófilo de montaña del occidente de México, con un estrato arbóreo que presenta una mezcla de elementos de afinidad boreal (32%), pantropical (24%) neotropical (18%), asiático americano (12%), subcosmopolita (6%), austral (4%) y endémica (2%) (Vargas-Rodríguez, 2005).

Trabajo de campo y laboratorio. Dentro del Bosque de arce se colocaron cinco necrotrampas (NTP-80) modificadas, cebadas con calamar, con alcohol etílico al 70% como líquido fijador. Las coordenadas y altitud de cada una es la siguiente: **ARCE1:** 20°12'43.3" N, 104°45'28.7" O, 1,725 m.; **ARCE2:** 20°12'48" N, 104°45'24.9" O, 1,732 m.; **ARCE3:** 20°12'58.1" N, 104°45'24.3" O, 1741 m.; **ARCE4:** 20°12'58.6" N, 104°45'21.2" O, 1,750 m., y **ARCE5:** 20°12'53.2" N, 104°45'16.9" O, 1,786 m. A la par, y con la finalidad de poder asociar especies exclusivas al bosque de arce en la localidad, fueron colocadas dos necrotrampas más en un Bosque de Pino-Encino (BPE) que rodea a la comunidad de

BMM y a una distancia de aproximadamente 500 metros del límite del Bosque de arce, con las siguientes coordenadas y altitud: **BPE1**: 20°12'43.8" N, 104°45'41.2" O, 1,746 m., y **BPE2**: 20°12'43.4" N, 104°45'42.5" O, 1,744 m. (Fig. 3). Las trampas estuvieron en campo un año, de julio de 2015 a junio de 2016, y fueron revisadas cada mes. Los individuos recolectados fueron colocados en frascos de plástico con alcohol al 70% y acompañados de una etiqueta con los datos de recolecta; de ser necesario se cambió en campo el alcohol. El material obtenido fue trasladado al Laboratorio de Entomología, de la Colección Entomológica del Centro de Estudios en Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), de la Universidad de Guadalajara; donde se lavó, se cambió el alcohol y se separó a morfoespecie, se contó el número de individuos y se montaron algunos en alfiler entomológico para su determinación.

Las especies fueron determinadas siguiendo los criterios y claves de distintos autores, para Geotrupidae, Howden (1964); Nosodendridae, Reichardt (1976); Scarabaeidae (Scarabaeinae), Delgado *et al.* (2000), Vaz-De-Mello *et al.* (2011); y para Silphidae, Navarrete-Heredia (2009). Las determinaciones fueron realizadas y/o confirmadas por el Dr. José Luis Navarrete-Heredia. Además para los individuos de los géneros *Copris* y *Onthophagus* se contó con la determinación efectuada por los maestros en ciencias Benjamín Hernández (Universidad de Guadalajara), Víctor Moctezuma y José Luis Sánchez Huerta (Instituto de Ecología, A.C.). Los individuos se encuentran depositados en la colección del Centro de Estudios en Zoología, Universidad de Guadalajara (CZUG), Zapopan, Jalisco.

Se registró el número de especies (S) y su abundancia (N) por trampa, mes y para el total del muestreo. Se obtuvieron curvas de acumulación de especies para la localidad y los dos tipos de vegetación tomando como base los estimadores no paramétricos Chao 1 y Chao 2, para lo cual se utilizó el programa *Minitab 17 Statistical Software* (2010). También se calculó, para cada una de las familias y el muestreo en general, el Coeficiente de Trabajo Taxonómico (CTT) como fue sugerido por Navarrete-Heredia y Zaragoza-Caballero (2006).

Para determinar el grado de similitud entre trampas se elaboró un análisis de clúster utilizando el coeficiente de similitud de Bray-Curtis. Se calculó el índice de diversidad de Shannon (H') para las localidades, al cual se le aplicó una prueba de *t* modificada de Hutcheson, para corroborar los resultados; también se obtuvo el índice de Equidad (J) para los tipos de vegetación y para el muestreo general y, por

último, el índice de complementariedad propuesto por Colwell and Coddington, 1994; y Moreno, 2001, para comparar ambos tipos de vegetación. Los análisis de diversidad se realizaron con el paquete estadístico *Past* (Hammer *et al.* 2001). A su vez se obtuvieron datos de temperatura media mensual (TMM°C) y humedad relativa mensual (HR%) para el periodo de muestreo de la Red Nacional de Estaciones Agrometeorológicas Automatizadas del INIFAP (2018) para contrastar con la riqueza y abundancia encontradas. Se utilizó el programa *R 3.5.1 (Feather Spray)* para ejecutar una prueba de normalidad para los datos de abundancia, así como la correlación de Pearson entre los datos de humedad relativa, temperatura media y abundancia mensuales (R Core Team, 2018).

Por último se analizaron algunos trabajos realizados en México con vegetación similar a los de nuestro sitio de muestreo, en especial BMM y BPE; con la finalidad de poder hacer una comparación con el nuestro; los trabajos analizados fueron los de: Cancino-López *et al.* (2014), Deloya *et al.* (2007), Pérez-Villamares *et al.* (2016) y Quiroz-Rocha *et al.* (2008). Los cuales fueron realizados entre 2007 y 2016 en los estados de Chiapas, Veracruz, Estado de México y Jalisco respectivamente. Por lo que además están representando trabajos realizados en distintas regiones de distribución del BMM en México.

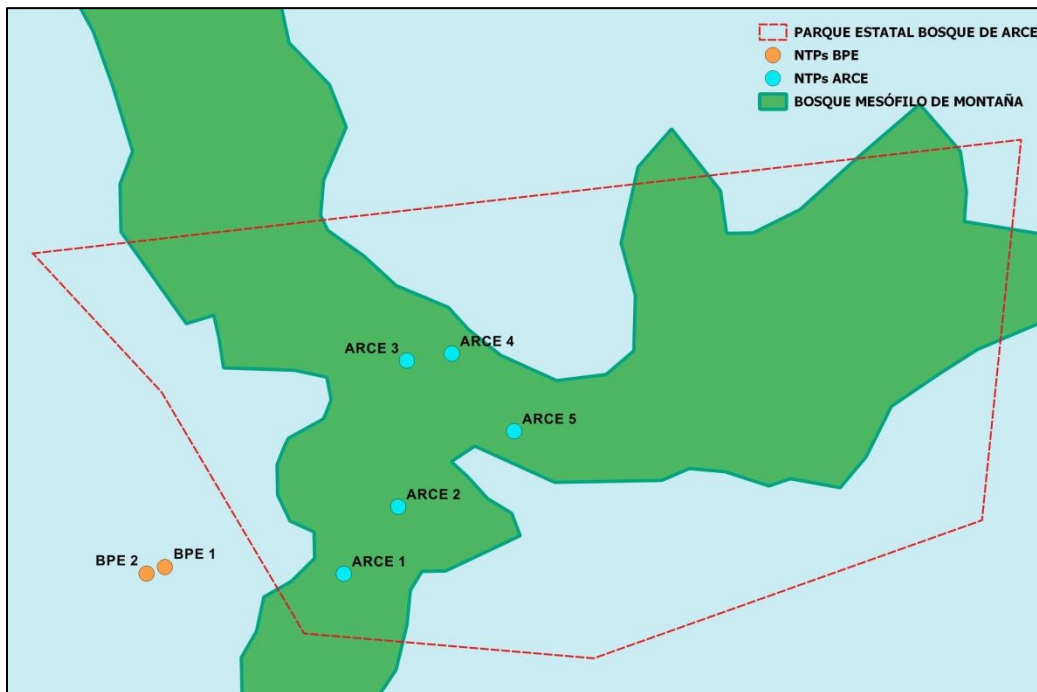


Figura 3. Ubicación de las NTP dentro del *Parque Estatal Bosque de Arce* (puntos azules) y en el BPE (puntos naranja).

RESULTADOS

Riqueza. Se recolectaron en total 84 necrotrampas de las cuales se obtuvieron 13 especies pertenecientes a las familias Geotrupidae, Nosodendridae, Scarabaeidae y Silphidae, siendo Scarabaeidae la de mayor riqueza específica con ocho especies. En las trampas colocadas en el BPE se presentó la mayor riqueza con 12 especies, siendo cuatro exclusivas de este tipo de vegetación: *Copris armatus*, *Coprophanaeus pluto*, *Oniticellus rhinocerulus* y *Phanaeus flohri*; mientras que en las del bosque de arce se presentaron nueve especies con sólo una exclusiva: *Ceratotrupes fronticornis*. El mayor número de especies se registró en el mes de agosto (12) y la menor en enero (3). El género mejor representado es *Onthophagus* con tres especies, dos de las cuales son nuevas; seguido de *Phanaeus* y *Nicrophorus* ambos con dos especies; los otros seis géneros están representados por una especie cada uno (Cuadro 1 y 2).

Se calcularon los estimadores no paramétricos Chao 1 y Chao 2 para el muestreo general y para arce y BPE; obteniéndose que para el muestreo general ambos estimadores calculan 13 especies esperadas, lo cual coincide con las observadas (13); en el caso del bosque de arce pasa lo mismo obteniéndose con ambos estimadores nueve especies esperadas y se tienen igual número de especies observadas. Por su parte en el BPE Chao 1 estima 12 especies, mientras que Chao 2 estima 12.23, y se recolectaron 12 especies (Figs. 4, 5 y 6).

Con los resultados obtenidos con ambos estimadores para el muestreo en general así como individualmente para el bosque de arce y el BPE, el número de especies estimadas coincide con el número de especies observadas, con la única excepción de Chao 2 para BPE que estima 12.23 especies en comparación con las 12 observadas (98.12%).

El CTT para el total del muestreo es 0.85 lo cual es un buen nivel de trabajo taxonómico; y para Geotrupidae, Nosodendridae y Silphidae se obtuvo un CTT de 1, ya que las dos primeras presentaron solo una especie la cual se determinó a nivel específico; para el caso de Silphidae se conoce su diversidad en México y se cuenta con el trabajo sinóptico de Navarrete-Heredia (2009), que permite determinar fácilmente las especies. Para Scarabaeidae el CTT es de 0.75, lo cual lo sitúa por debajo del promedio manejado por Navarrete-Heredia y Zaragoza-Caballero (2006) para Scarabaeoidea, esto

debido a la presencia de las dos especies nuevas de *Onthophagus*; sin embargo considerando que aunque no se tiene el nombre específico, se determinó que ambas pertenecen a especies nuevas, visto así, puede asumirse que el valor real del CTT es de 1, y por ende el CTT del muestreo total también sería de 1.

Abundancia. Se obtuvieron 2,775 especímenes repartidos entre las cuatro familias generando las siguientes abundancias relativas: Geotrupidae con 338 especímenes de una especie (12.18%), Nosodendridae con 77 especímenes de una especie (2.77%), Scarabaeidae (Scarabaeinae) con 497 especímenes de ocho especies, (17.91%) y Silphidae con 1,863 especímenes de tres especies (67.14%). Mientras que para las especies la abundancia relativa total, de mayor a menor, fue: *Nicrophorus olidus* con 1,821 especímenes (65.62%); *Ceratotrupes fronticornis* con 338 especímenes (12.18%); *Phanaeus huichol* con 186 especímenes (6.70%); *Onthophagus sp. nov. 1* con 112 especímenes (4.04%); *Onthophagus guatemalensis* con 101 especímenes (3.64%); *Nosodendron testudinum* con especímenes 77 (2.77%); *Onthophagus sp. nov. 2* con 63 especímenes (2.27%); *Oxelytrum discicolle* con 34 especímenes (1.23%); *Copris armatus* con 18 especímenes (0.65%); *Oniticellus rhinocerulus* con 10 especímenes (0.36%); *Nicrophorus mexicanus* con 8 especímenes (0.29%); *Phanaeus flohri* con 6 especímenes (0.22%) y *Coprophanaeus pluto* con un espécimen (0.04%) (Cuadro 1).

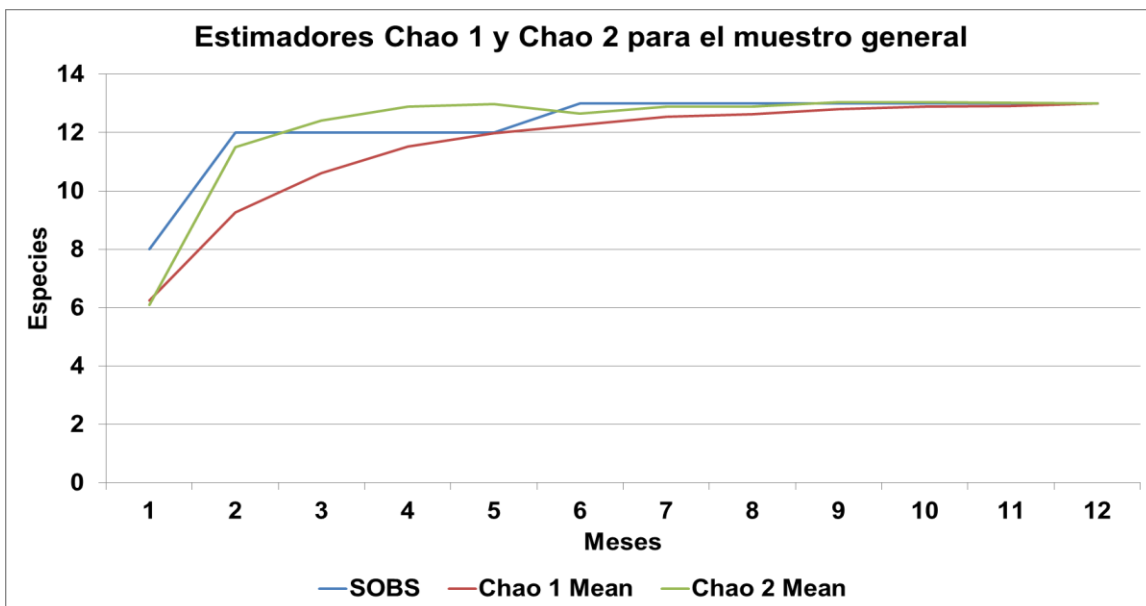


Figura 4. Curva de acumulación de especies para el muestreo general. La línea azul representa las especies observadas (13), la línea roja al estimador Chao 1 con un estimado de 13 especies y la línea verde al estimador Chao 2 con un estimado de 13 especies.

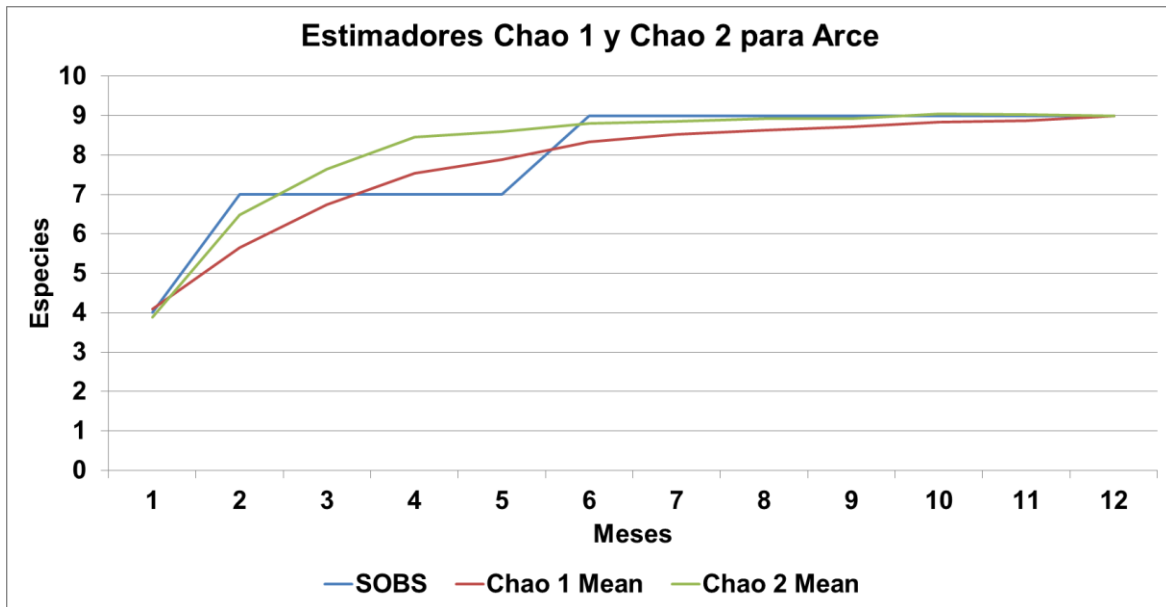


Figura 5. Curva de acumulación de especies para el bosque de arce. La línea azul representa las especies observadas (9), la línea roja al estimador Chao 1 con un estimado de 9 especies y la línea verde al estimador Chao 2 con un estimado de 9 especies.

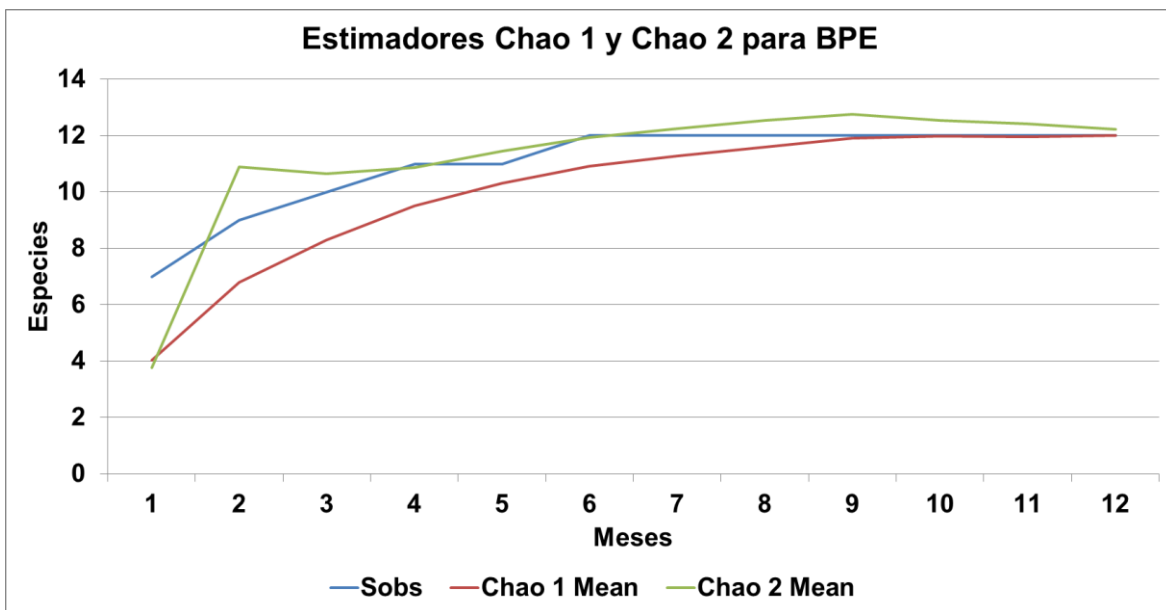


Figura 6. Curva de acumulación de especies para el BPE. La línea azul representa las especies observadas (12), la línea roja al estimador Chao 1 con un estimado de 12 especies y la línea verde al estimador Chao 2 con un estimado de 12.23 especies.

La mayor cantidad de ejemplares se presentó en las trampas ubicadas dentro del bosque de arce con 1,883 especímenes y en las ubicadas en el BPE se recolectaron 892 especímenes. En general la mayor abundancia se presentó en junio con 610 especímenes y la menor en enero con 17. En conjunto la

trampa con mayor número de especímenes recolectados es la ARCE#1 con 596, mientras la más diversa es BPE#2 con diez especies de siete géneros. En promedio se recolectaron 231.25 especímenes por mes y 396.43 por necrotrampa (Cuadros 1, 2 y 3).

Composición. *Ceratotrupes fronticornis* (Geotrupidae) y *Nosodendron testudinum* (Nosodendridae) se recolectaron durante los meses de junio a diciembre y presentaron su mayor abundancia en agosto (126 y 31 respectivamente); la primera se recolectó sólo en las trampas inmersas en bosque de arce, mientras que también se obtuvieron algunos ejemplares de *N. testudinum* en BPE. En lo que concierne a Scarabaeidae y Silphidae ambas se presentaron en todas las trampas durante todo el año de muestreo, pero con mayores abundancias entre junio y diciembre; para Scarabaeidae la mayor abundancia se registró en septiembre con 149 individuos y para Silphidae en junio con 565.

Silphidae presentó sus mayores abundancias de junio a diciembre, aunque con un evidente predominio de *Nicrophorus olidus* que aparte se recolectó de manera más equitativa en todas las trampas, mientras que *Nicrophorus mexicanus* se presentó de manera esporádica y con abundancias muy bajas; en el caso de *Oxelytrum discicolle* presentó predilección por las trampas que quedaron dentro del bosque de arce.

Para Scarabaeidae (Scarabaeinae) sus mayores abundancias se presentaron de agosto a octubre, aunque se le puede encontrar todo el año. Seis de las ocho especies de Scarabaeinae, *Copris armatus*, *Coprophanaeus pluto*, *Phanaeus huichol*, *Phanaeus flohri*, *Oniticellus rhinocerulus* y *Onthophagus sp. nov. 1* se presentaron entre junio y diciembre; mientras que las dos restantes *Onthophagus guatemalensis* y *Onthophagus sp. nov. 2* se presentaron prácticamente durante todo el año. Aunque la mayor abundancia la tiene *Phanaeus huichol*, con 186 especímenes, sólo se presentó de julio a diciembre y prácticamente solo en las trampas del BPE; mientras que *Onthophagus guatemalensis* tuvo menor abundancia global (101) pero se recolectó prácticamente todo el año y de forma más equitativa entre las trampas (Cuadros 1 y 2).

Contrastando gráficamente las abundancias de las familias con la temperatura media y humedad relativa mensuales, se puede ver que Geotrupidae y Nosodendridae sólo se presentan en la localidad en

los meses con mayores valores de humedad y temperatura, mientras que Scarabaeidae y Silphidae presentan sus picos poblacionales durante dichos meses (Cuadro 4 y Figuras 9 a 13).

Cuadro 1. Riquezas y abundancia mensual y total por especie.

Familia	Especie	2015						2016						Abundancia total por especie
		VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	
Geotrupidae	<i>Ceratotrupes fronticornis</i>	48	126	50	58	23	10	0	0	0	0	0	23	338
Nosodendridae	<i>Nosodendron testudinum</i>	27	31	0	2	0	0	0	0	0	0	0	17	77
Scarabaeidae	<i>Copris armatus</i>	1	3	4	3	4	1	0	0	0	0	0	2	18
	<i>Coprophanæus pluto</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Phanaeus huichol</i>	21	35	60	49	17	4	0	0	0	0	0	0	186
	<i>Phanaeus flohri</i>	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	6
	<i>Oniticellus rhinocerulus</i>	2	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	<i>Onthophagus guatemalensis</i>	12	2	7	3	0	1	0	4	18	35	16	3	101
	<i>Onthophagus sp. nov. 1</i>	1	9	72	25	5	0	0	0	0	0	0	0	112
<i>Onthophagus sp. nov. 2</i>	0	2	5	0	4	1	3	15	27	6	0	0	63	
Silphidae	<i>Nicrophorus olidus</i>	200	250	171	116	202	138	11	65	16	16	91	545	1821
	<i>Nicrophorus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	2	3	0	1	1	1	0	8
	<i>Oxelytrum discicolle</i>	0	3	2	0	1	0	0	4	0	0	4	20	34
	Abundancia mensual	312	472	372	256	259	157	17	88	62	58	112	610	2775
	Riqueza mensual	8	12	9	7	8	7	3	4	4	4	4	6	13

Cuadro 2. Abundancia de especies por trampa.

Familia	Especie	ARCE#1	ARCE#2	ARCE#3	ARCE#4	ARCE#5	BPE#1	BPE#2
Geotrupidae	<i>Ceratotrupes fronticornis</i>	111	61	80	52	34	0	0
Nosodendridae	<i>Nosodendron testudinum</i>	5	16	12	14	25	0	5
Scarabaeidae	<i>Copris armatus</i>	0	0	0	0	0	10	8
	<i>Coprophanaeus pluto</i>	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Oniticellus rhinocerulus</i>	0	0	0	0	0	5	5
	<i>Onthophagus guatemalensis</i>	4	6	22	11	35	12	11
	<i>Onthophagus sp. nov. 1</i>	0	0	0	0	8	21	83
	<i>Onthophagus sp. nov. 2</i>	1	5	9	12	34	0	2
	<i>Phanaeus flohri</i>	0	0	0	0	0	6	0
	<i>Phanaeus huichol</i>	1	0	0	0	0	104	81
Silphidae	<i>Nicrophorus mexicanus</i>	0	0	1	2	1	1	3
	<i>Nicrophorus olidus</i>	472	120	138	294	266	226	305
	<i>Oxelytrum discicolle</i>	2	7	11	1	10	0	3
		596	215	273	386	413	386	506

Cuadro 3. Abundancias por vegetación y totales

Familia	Especie	ARCE	BPE	Suma
Geotrupidae	<i>Ceratotrupes fronticornis</i>	338	0	338
Nosodendridae	<i>Nosodendron testudinum</i>	72	5	77
Scarabaeidae	<i>Copris armatus</i>	0	18	18
	<i>Coprophanaeus pluto</i>	0	1	1
	<i>Oniticellus rhinocerulus</i>	0	10	10
	<i>Onthophagus guatemalensis</i>	78	23	101
	<i>Onthophagus sp. nov. 1</i>	8	104	112
	<i>Onthophagus sp. nov. 2</i>	61	2	63
	<i>Phanaeus flohri</i>	0	6	6
	<i>Phanaeus huichol</i>	1	185	186
Silphidae	<i>Nicrophorus mexicanus</i>	4	4	8
	<i>Nicrophorus olidus</i>	1290	531	1821
	<i>Oxelytrum discicolle</i>	31	3	34
	Abundancia total	1883	892	2775

Cuadro 4. Temperatura media en °C y Humedad Relativa (%) mensual comparado con las abundancias por familia durante el periodo de muestreo.

año	mes	Temperatura Media en °C	Humedad Relativa %	Geotrupidae	Nosodendridae	Scarabaeidae	Silphidae
2016	enero	13.10	73.20	0	0	3	14
	febrero	15.89	65.08	0	0	19	69
	marzo	16.47	58.40	0	0	45	17
	abril	18.93	44.91	0	0	41	17
	mayo	22.22	53.72	0	0	16	96
	junio	22.48	64.94	23	17	5	565
2015	julio	21.75	81.94	48	27	37	200
	agosto	21.96	85.08	126	31	62	253
	septiembre	21.41	90.17	50	0	149	173
	octubre	20.97	89.32	58	2	80	116
	noviembre	19.86	86.27	23	0	33	203
	diciembre	16.72	84.77	10	0	7	140

La correlación de Pearson para humedad relativa (HR%) y abundancia fue de 0.4392452 ($p=0.1531$); para la temperatura media mensual (TMM°C) y abundancia fue de 0.723416 ($p=0.007834$). Ésta misma correlación para la temperatura media mensual (TMM°C) y la Humedad Relativa (HR%) fue de 0.2058551 ($p=0.521$), por lo que no es estadísticamente significativa y se concluye que no hay una correlación entre dichas variables ambientales. De los valores obtenidos para las correlaciones de abundancia vs HR% y abundancia vs TMM°C sólo ésta última presenta un valor p menor al nivel de significancia de 0.05, por lo cual se concluye que hay una correlación positiva entre la TMM°C y la abundancia, aumentando el número de individuos mientras mayor es la temperatura (Cuadro 5).

Cuadro 5. Valores de Correlación de Pearson para Temperatura Media Mensual (TMM°C), Humedad Relativa (HR%) y Abundancia, obtenidos con R 3.5.1 (*Feather Spray*).

Correlación: Abundancia, TMM°C, HR%

	Abundancia	TMM°C
TMM°C	0.723416	
<i>p</i>	0.007834	
HR%	0.4392452	0.2058551
<i>p</i>	0.1531	0.521

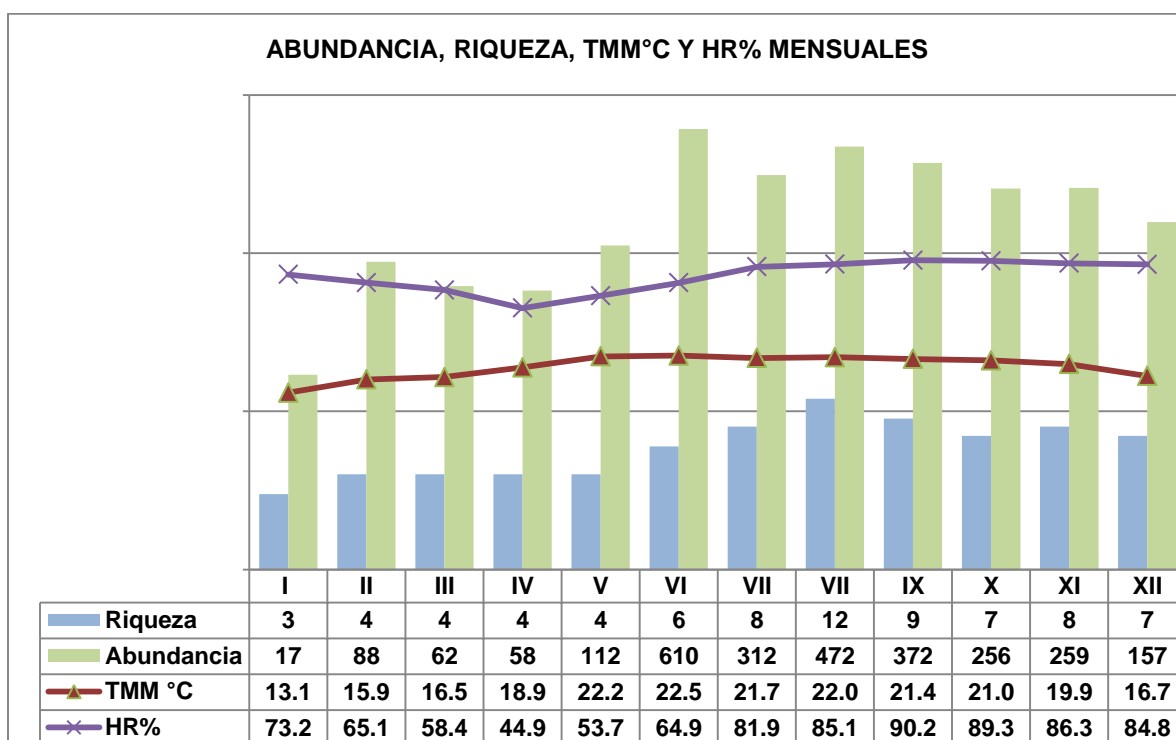


Figura 7. Relación de la abundancia, riqueza, temperatura media mensual (TMM°C) y humedad relativa mensual (HR%) durante el periodo de muestreo.

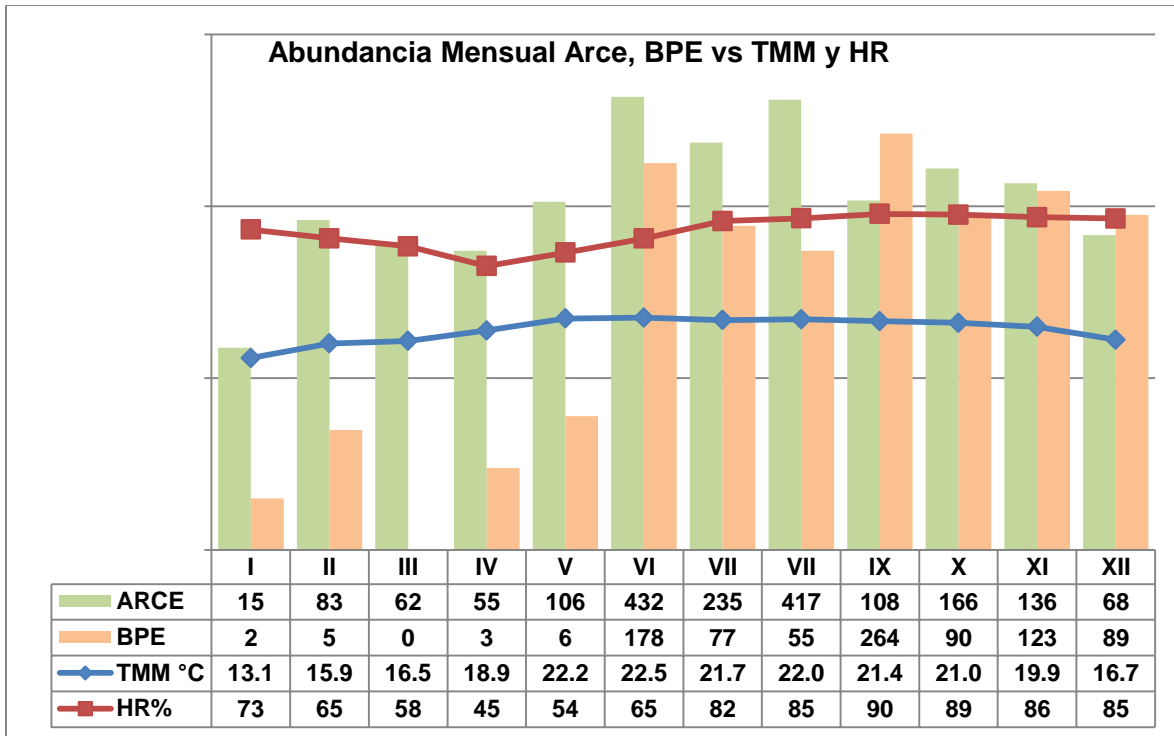


Figura 8. Relación de la abundancia mensual por tipo de vegetación con la temperatura media (TMM°C) y la humedad relativa (HR%).

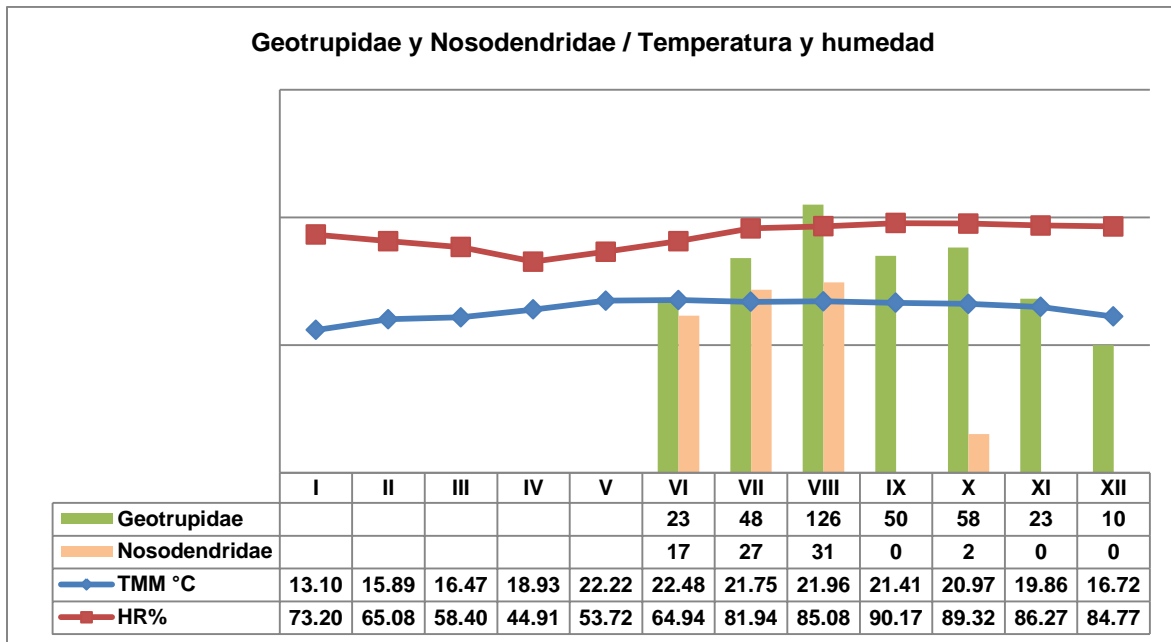


Figura 9. Relación de las abundancias mensuales de Geotrupidae y Nosodendridae con la temperatura media (TMM°C) y la humedad relativa (HR%) durante el periodo de muestreo.

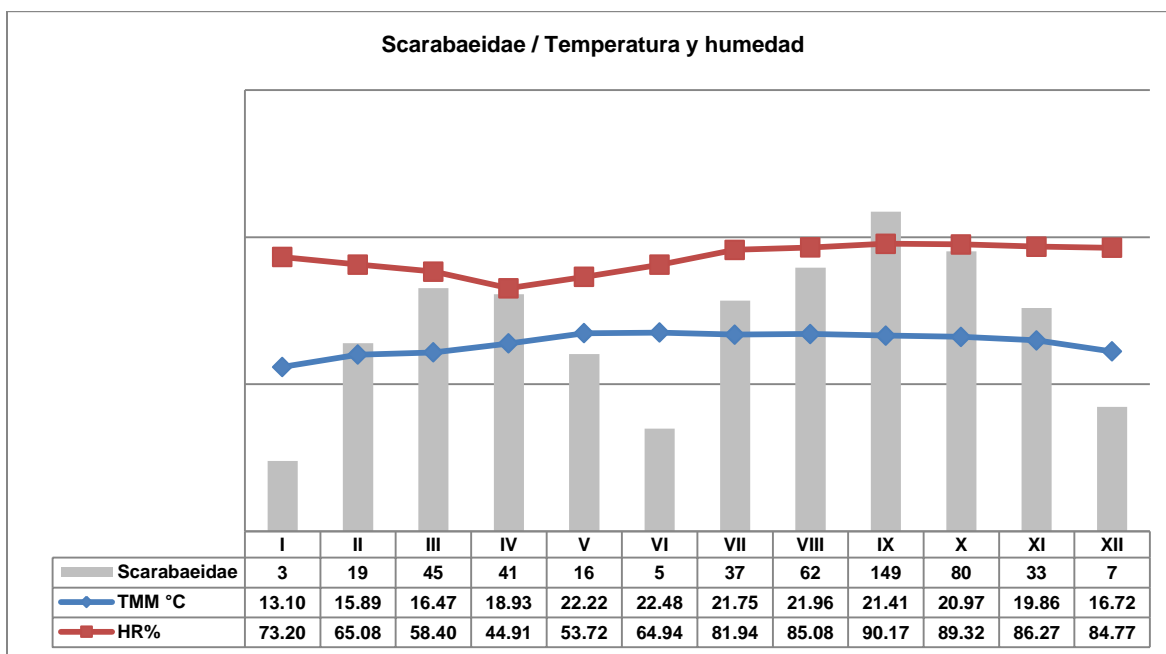


Figura 10. Relación de las abundancias mensuales de Scarabaeidae y la temperatura media (TMM°C) y la humedad relativa (HR%) durante el periodo de muestreo.

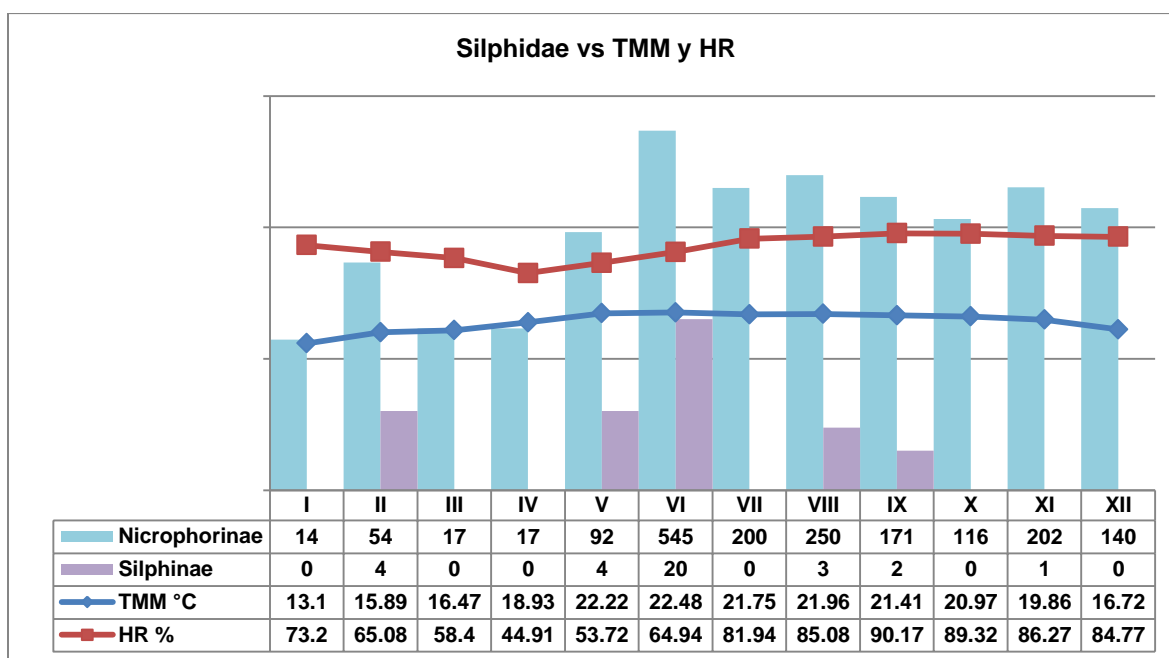


Figura 11. Relación de las abundancias de Silphidae y la temperatura media mensual (TMM°C) y humedad relativa mensual (HR%) durante el periodo de muestreo.

Diversidad. Se calculó el índice de Shannon para conocer la diversidad de la localidad y de los dos tipos de vegetación, obteniéndose para el muestreo general un valor de $H= 1.289$, mientras que para arce $H= 1.043$ y para BPE $H= 1.236$, pudiéndose ver que en general se presenta una diversidad similar entre los dos tipos de vegetación siendo un poco más diverso el BPE. La prueba de t modificada de Hutcheson mostró una t calculada (4.2322) mayor a la de tablas (2.4345), por lo que se confirma la diferencia de diversidad entre los bosques (Cuadro 7). En cuanto a la equitatividad el BPE fue un poco más equitativo ($J= 0.4976$) que el arce ($J= 0.4747$), mientras que el muestreo general ($J= 0.5027$) (Cuadro 6). Por su parte el índice de complementariedad nos da un 38.46% de recambio entre los bosques.

Cuadro 6. Valores de diversidad (H) y equitatividad (J) para vegetación y la localidad obtenidos con *Past*.

	ARCE	BPE	General
Taxa_S	9	12	13
Individuals	1883	892	2775
Shannon_H	1.043	1.236	1.289
Equitability_J	0.475	0.498	0.503

Cuadro 7. Prueba de t modificada de Hutcheson al Índice de Shannon realizada con *Past*

ARCE		BPE	
H:	1.0431	H:	1.2364
Variance:	0.00067177	Variance:	0.0014149
t:	4.2322		
df:	1752.9		
p(same):	2.43E-05		

El agrupamiento de las trampas con el coeficiente de similitud de Bray-Curtis forma dos grupos con 52% de similitud que corresponden a las trampas del bosque de arce y las de BPE; ambas trampas de BPE son similares en un 79%. De las trampas del bosque de arce la que presenta más disimilitud es la trampa 1 (59% de similitud) separándose de las otras cuatro trampas, que a su vez forman dos grupos con un 65% de similitud, agrupándose la trampa 4 y 5 con un 84% y las trampas 2 y 3 con un 86%; estas similitudes tienen que ver, aparte de la similitud en composición con la abundancia de las especies recolectadas en cada trampa (Fig. 12).

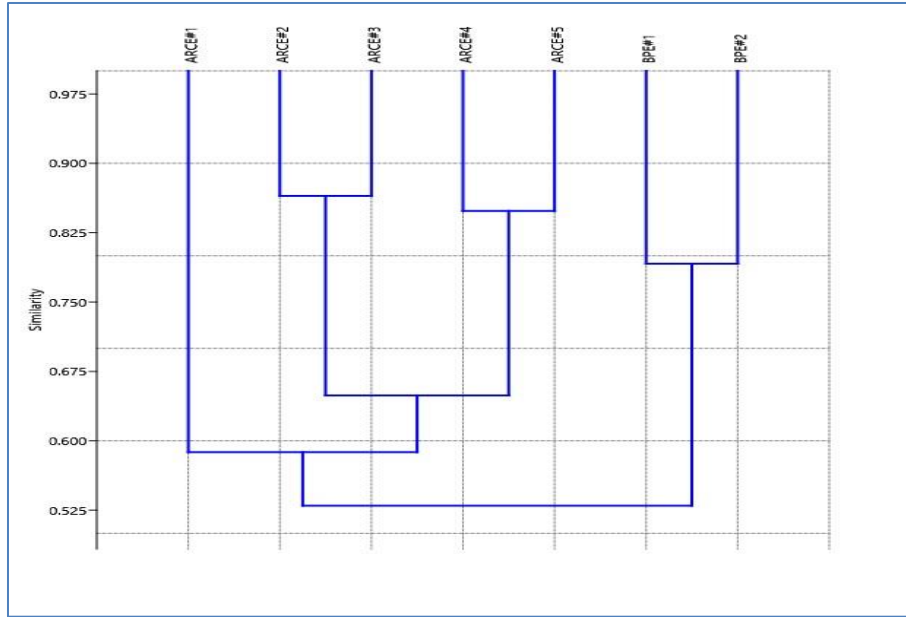


Figura 12. Clúster del coeficiente de similitud de Bray-Curtis para las trampas elaborado con el programa *Past*.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las familias Geotrupidae, Nosodendridae, Scarabaeidae y Silphidae son conocidas por sus hábitos saprófagos, principalmente carroñeros o coprófagos, sin embargo es la primera vez que se confirma la presencia de la familia Nosodendridae en necrotrampas NTP-80 cebadas con carne de calamar; puesto que se conocía de materia orgánica y de cuerpos fructíferos de hongos en descomposición. Se recolectaron en total 2,775 ejemplares de 13 especies siendo Scarabaeidae la de mayor riqueza con 8 especies, seguida de Silphidae con tres y Geotrupidae y Nosodendridae con una especie cada una.

Algunas especies se presentaron en ambos bosques y algunas fueron exclusivas de uno de ellos; así encontramos que *Nicrophorus olidus* fue la especie dominante en ambos con el 65% del total de ejemplares recolectados (68.5% en arce y 59.53% en BPE); la segunda por número de ejemplares fue *Ceratotrupes fronticornis* con el 12.18% en general y el 17.95% de los ejemplares del bosque de arce, aunque no se presentó en el BPE donde la segunda en dominancia fue *Phanaeus huichol* con 20.74%, de ésta solo un ejemplar se presentó en el bosque de arce. En general se presentó una mayor abundancia y riqueza de especies durante los meses con mayor humedad y temperatura, lo cual concuerda con lo reportado en otros trabajos con escarabajos necrócolos (Cancino-López *et al.* 2014; Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011; Quiroz-Rocha *et al.* 2008).

El índice de Shannon resulto ser de $H= 1.289$ para el muestreo general, siendo por vegetación un poco más diverso el BPE ($H=1.236$) con respecto al bosque de arce ($H=1.043$) teniendo en general una diversidad similar entre los dos tipos de vegetación, lo cual no deja de ser interesante ya que en el BPE solo se colocaron dos necrotrampas y, a su vez, los estimadores de riqueza nos arrojaron un inventario prácticamente completo (100% Chao 1 y 98.12% Chao 2).

En cuanto a la equitatividad el BPE fue un poco más equitativo ($J= 0.4976$) que el bosque de arce ($J= 0.4747$), mientras que si se aplica el índice para el muestreo general ($J= 0.5027$) arroja un nivel de equitatividad aún mayor que el mostrado en los bosques. El índice de complementariedad nos da un 38.46% de recambio entre los bosques, lo cual era de esperarse por la alta cantidad de especies

compartidas (8 de 13) y porque al ser bosques colindantes la composición faunística se esperaría igualmente similar.

El coeficiente de similitud de Bray-Curtis para las trampas formó dos grupos con 52% de similitud, separando claramente a las trampas del bosque de arce y las de BPE; ambas trampas de BPE son similares en un 79% debido a que hay dos especies que solo se recolectaron en la trampa uno y tres especies que solo se presentaron en la trampa dos. De las trampas del bosque de arce la separación de la trampa 1 del resto (59% de similitud), fue por la presencia en ella del único ejemplar de *Phanaeus huichol* que se recolectó en arce, siendo a la vez la trampa más cercana al borde con BPE. Las otras cuatro trampas forman dos grupos con un 65% de similitud, agrupándose la trampa 4 y 5 con un 84%, en la trampa 5 se colectó el único ejemplar de *Onthophagus sp. nov. 1* dentro del bosque de arce; y las trampas 2 y 3 con un 86%; estas similitudes tienen que ver, aparte de la similitud en composición con la abundancia de las especies recolectadas en cada trampa (Fig. 12).

Los resultados obtenidos son comparables hasta cierto punto en la riqueza de especies con otros trabajos realizados en distintas partes de México, esto debido a que es el primer trabajo sistemático realizado en bosque de arce y no se encontraron trabajos realizados exclusivamente en alguna otra población de arce del país. Entre algunos de los trabajos realizados en distintas localidades del país con BMM se encuentran los trabajos de Cancino-López *et al.* (2014), Deloya *et al.* (2007), Pérez-Villamares *et al.* (2016) y Quiroz-Rocha *et al.* (2008), los cuales se realizaron en vegetaciones similares, primordialmente BMM, y utilizaron la NTP-80 como único método de colecta o en conjunto con otros tipos de trampa. Debido a los diferentes objetivos de los trabajos los resultados no son del todo comparables debido a que en algunos de ellos se eligieron algunas familias que no se utilizaron en el presente trabajo y viceversa. Estos trabajos fueron realizados en localidades que varían de los 1,000 a los 2,200 m de altitud, en localidades con vegetación natural y/o en cultivos, además de utilizarse necrotrampas permanentes y temporales, coprotrampas, colecta directa e incluso trampas de luz, lo cual afecta la comparación de los resultados (Anexo 2).

Por ejemplo el trabajo de Deloya *et al.* (2007) fue realizado en el centro de Veracruz, a una distancia aproximada de 830 km lineales de Talpa de Allende, en BMM, cafetal bajo sombra y pastizal y dentro de lo que ellos denominan Scarabaeidae Laparosticti encontramos, como subfamilias, dos de las

familias registradas en Talpa: Geotrupidae y Scarabaeidae. De Geotrupidae se registraron dos géneros y dos especies, de las cuales no se presentó ningún taxón en Talpa; mientras que para Scarabaeidae se registraron 14 géneros y 42 especies, de los cuales cuatro géneros: *Copris*, *Coprophanaeus*, *Onthophagus* y *Phanaeus* también se registraron en Talpa pero ninguna de sus especies; ya que aunque se presenta *Phanaeus endymion*, con el trabajo de Moctezuma *et al.* (2017), los ejemplares de dicha especie presentes en la zona de Talpa fueron designados como *Phanaeus huichol*. La diferencia en número de géneros y especies de Scarabaeidae se debe a que en el trabajo de Deloya se utilizaron más métodos de colecta y se tuvieron un mayor número de sitios de muestreo, abarcando una mayor heterogeneidad ecosistémica y habiendo incluido zonas de cultivo (cafetal bajo sombra) que son factores que pueden aumentar la riqueza y diversidad.

El trabajo de Quiroz-Rocha *et al.* (2008) fue realizado en el estado de Jalisco, en Mascota, una localidad cercana a una distancia aproximada de 47 km lineales, en BMM y BPE; donde se registraron 23 especies de las familias Scarabaeidae (19) y Silphidae (4). Siete géneros y nueve especies presentes en Mascota se registraron también en Talpa, probablemente debido a la cercanía de la localidad y presentar tipos de vegetación similares, a excepción del arce, y casi la misma altitud. En el caso de Silphidae se presentan las tres especies registradas en Talpa, mientras que para Scarabaeidae se presentan también cinco géneros: *Copris*, *Oniticellus*, *Onthophagus*, *Coprophanaeus* y *Phanaeus*, de los cuales seis especies: *Copris armatus*, *Oniticellus rhinocerulus*, *Onthophagus guatemalensis*, *Coprophanaeus pluto*, *Phanaeus endymion* (en Talpa registrado como *Phanaeus huichol*) y *Phanaeus flohri* están presentes en Talpa; al igual que en el trabajo de Deloya, se presenta *Phanaeus endymion*, pero tanto Mascota como Talpa quedan dentro de las localidades de las que esta especie fue redescrita como *Phanaeus huichol*.

El trabajo de Cancino-López *et al.* (2014) se realizó en Cacahoatán, Chiapas a una distancia aproximada de 1,456 km lineales, en BMM, cafetal bajo sombra y cultivo de temporal, a una altitud similar a la de nuestro sitio de muestreo. En este trabajo se tomó en cuenta solo a la familia Scarabaeidae, registrando siete géneros y 14 especies, de ellos solo los géneros *Copris*, *Phanaeus*, *Coprophanaeus* y *Onthophagus* también se presentan en Talpa pero ninguna de sus especies.

Por último en el trabajo de Pérez-Villamares *et al.* (2016) realizado en el centro del país en el Estado de México, a una distancia aproximada de 545 km lineales, se registraron las familias Geotrupidae, Hybosoridae, Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae, 8 géneros y 9 especies. De éstas tres de las cinco familias, cinco géneros y cuatro especies también están en talpa: *Ceratotrupes* (Geotrupidae), *Oniticellus rhinocerulus* y *Onthophagus* (Scarabaeidae), *Nicrophorus mexicanus*, *Nicrophorus olidus* y *Oxelytrum discicolle* (Silphidae). De Silphidae vuelven a compartirse las tres especies que se recolectaron en Talpa, lo cual es debido a su amplia distribución en el país y por haber sido realizado el muestreo con necrotrampas y en BMM y BE, aunque a una altitud superior casi en 800 metros.

Podemos concluir que el bosque mesófilo de montaña con arce azucarero del municipio de Talpa de Allende, se encuentra dentro de los patrones observados en otros bosques mesófilos del país, compartiendo géneros y especies con localidades de distintas vertientes del BMM en México. Los géneros y especies no fueron de mayor afinidad neártica pero sí muestran preferencia por zonas montañosas. Por último el ensamble de coleópteros necrócolos funciona de manera similar a lo encontrado en otros bosques del país, con estacionalidad en la presencia de algunas especies y dominancia numérica y estacional de otras. Teniéndose especies presentes durante todo el año y con altos número como *Nicrophorus mexicanus* y otras solo durante la temporada de lluvias y temperaturas más elevadas como *Ceratotrupes fronticornis* (Figs. 7 a 11). Así mismo las especies del ensamble estuvieron repartidas en especies necrobias (Silphidae) y por lo tanto asociadas estrictamente con carroña, hasta las especies copronecrófagas (Scarabaeidae, Geotrupidae y Nosodendridae); por lo que su asociación con la carroña es menos estricta en general, y pueden estar explotando otros recursos como cuerpos fructíferos de hongos en descomposición.

Esta similitud con otros bosques mesófilos del país no se vio alterada a pesar de que durante el periodo de muestreo el estado de Jalisco y estados aledaños sufrieron el embate del Huracán Patricia, el cual llegó a las costas del pacifico en categoría V y afectó a 47 municipios jaliscienses (Puente Espinosa, 2015). Dicho fenómeno meteorológico afectó directamente a la zona de estudio provocando aumento significativo en la precipitación y afluencia de agua en los arroyos de la cañada donde crece el bosque de arce azucarero, además del derribe de múltiples arboles de ésta y otras especies, abriendo claros en el dosel del bosque y aumentando la radiación solar a nivel de suelo (Observación personal).

La estacionalidad en la riqueza y abundancia, así como la biología de las especies recolectadas, aunado a la ausencia de géneros como *Canthon* de marcada tendencia heliófila (Halfpter *et al.* 2015), nos están hablando de un bosque relativamente bien conservado; ya que estas especies heliófilas prefieren, como lo indica el término, espacios abiertos como pastizales o bosques fragmentados generalmente debido al cambio de uso de suelo. Estas características sumadas a lo conocido con respecto a la flora y el estatus de relictos del Pleistoceno del bosque, considero que deben reforzar las acciones que se están tomando y que puedan ser tomadas en el futuro, por los gobiernos estatal y federal, con respecto a la conservación de la comunidad, ya que son y serán de vital importancia para la permanencia del bosque de maple o arce azucarero de Talpa de Allende, Jalisco.

LISTA COMENTADA DE ESPECIES¹

Silphidae Latreille, 1807

Silphinae Latreille, 1807

***Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840)**

Se recolectaron 34 individuos prácticamente durante todo el año, aunque con meses alternados de presencia. Del total de individuos 31 fueron recolectados dentro del bosque de arce y solo 3 en BPE.

Su distribución conocida va del norte de México hasta Sudamérica, en nuestro país la encontramos en los estados de Chiapas, Ciudad de México², Colima, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas; principalmente en BMM, aunque se tienen registros en BPE, BE, Cafetal y cafetal bajo sombra, así como en vegetación secundaria y en bosques urbanos. Se ha recolectado a una altitud de los 1,000 a 2,000 m., durante todo el año, con predominancia en mayo y octubre, especialmente en carroña y necrotrampas, por lo que se considera una especie necrobía (González-Hernández *et al.* 2015, Navarrete-Heredia, 2009; Navarrete-Heredia y Quiroz-Rocha, 2000; Pérez-Villamares *et al.* 2016; Quiroz-Rocha *et al.* 2008; Trevilla-Rebollar *et al.* 2010) (Anexo 1).

Nicrophorinae Kirby, 1837

***Nicrophorus mexicanus* Matthews, 1888**

Se recolectaron ocho individuos entre los meses de diciembre a mayo, cuatro dentro del bosque de arce y los otros cuatro en BPE. Es de mayor tamaño que *N. olidus* y prefiere altitudes mayores, por lo que su presencia puede deberse a la falta de carroña a una mayor altitud.

Su distribución conocida incluye, de norte a sur, Estados Unidos, México, Guatemala y El Salvador. En nuestro país la encontramos en los estados de Chiapas, Ciudad de México, Coahuila, Colima, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Querétaro, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala y Veracruz; en bosque de *Cupressus*, de

¹ Se siguieron las clasificaciones de Coleoptera propuestas por Lawrence y Newton, 1995 y Bouchard *et al.*, 2011.

² Anteriormente Distrito Federal

Abies, BE, BEP, BMM, BP, BPE y en parques urbanos; a una altitud de 500 a 3,000 m, aunque con mayor abundancia entre los 2,000 a 2,500 m. Se ha recolectado durante todo el año, con picos de predominancia en mayo y octubre, principalmente en carroña y necrotrampas, por lo que se considera una especie necrobia (Navarrete-Heredia, 2009; Navarrete-Heredia y Quiroz-Rocha, 2000; Pérez-Villamares *et al.* 2016; Quiroz-Rocha *et al.* 2008; Trevilla-Rebollar *et al.* 2010) (Anexo 1).

***Nicrophorus olidus* Matthews, 1888**

Se recolectaron 1,821 individuos los cuales estuvieron presentes durante todo el año de muestreo. Del total de individuos 1290 fueron recolectados dentro del bosque de arce, el resto (531) en BPE; dónde no hubo individuos en enero, marzo y agosto.

Se distribuye ampliamente en México en los estados de Colima, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas. Se ha recolectado en BE, BEP, BMM, BP, BPE y en bosques urbanos; a una altitud de 500 a 3,000 m durante todo el año, con predominancia en mayo y octubre, principalmente en carroña y necrotrampas, por lo que se considera una especie necrobia (González-Hernández *et al.* 2015, Navarrete-Heredia, 2009; Navarrete-Heredia y Quiroz-Rocha, 2000; Pérez-Villamares *et al.* 2016; Quiroz-Rocha *et al.* 2008; Trevilla-Rebollar *et al.* 2010) (Anexo 1).

Geotrupidae Latreille, 1802

Geotrupinae Latreille, 1802

Ceratotruperini Zunino, 1984

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

Se recolectaron 338 individuos durante los meses de junio a diciembre, solo dentro del bosque de arce, aunque en la literatura se le reporta también en otros tipos de vegetación.

Su distribución conocida es exclusiva para México, principalmente en localidades del Eje Neovolcánico (EN) y la Sierra Madre del Sur (SMS) en los estados de Chiapas, Ciudad de México, Durango, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos y Querétaro, en BMM, BPE, BTC, VS, e incluso en áreas urbanas; a una altitud de 1,250 a 2,800 m. Se ha recolectado de junio a septiembre

en excremento y necrotrampas, por lo que se considera una especie necrófila saprófaga (Deloya *et al.* 1993; Deloya y Covarrubias, 2014; Deloya *et al.* 2016; Labrador, 2005; Navarrete-Heredia *et al.* 2001; Ramírez-Restrepo y Halffter, 2016; Trevilla-Rebollar *et al.* 2010) (Anexo 1).

Scarabaeidae Latreille, 1802

Scarabaeinae Latreille, 1802

Coprini Leach, 1815

***Copris armatus* Harold, 1869**

Se recolectaron 18 individuos entre los meses de junio a diciembre, todos en BPE, lo cual es consistente con lo reportado en otros trabajos, estando dentro del rango altitudinal y geográfico de la especie.

Su distribución conocida es exclusiva para México, principalmente en localidades del Eje Neovolcánico (EN), Sierra Madre del Sur (SMS), Sierra Madre Occidental y Sierra Madre Oriental, en los estados de Ciudad de México, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, San Luis Potosí, Tlaxcala y Veracruz, en BP, BPE, BMM y a una altitud de 1,500 a 3,000 m. Se le ha recolectado de junio a diciembre en carroña, pescado en descomposición, excremento y necrotrampas, por lo que se considera una especie necrófila saprófaga (Deloya y Covarrubias, 2014; Deloya *et al.* 2016; Favila *et al.* 2017; Huerta *et al.* 1981; López-Guerrero *et al.* 2009; Morón y Márquez, 2012; Navarrete-Heredia *et al.* 2001; Quiroz-Rocha *et al.* 2008; Ramírez-Ponce *et al.* 2009) (Anexo 1).

Oniticellini Kolbe, 1905

***Oniticellus rhinocerulus* Bates 1887**

Se recolectaron 10 individuos entre los meses de julio a septiembre, todos en BPE, aunque se recolecto un ejemplar en trampa subterránea para hormigas dentro del bosque de arce.

Su distribución conocida es exclusiva para México principalmente en localidades del Eje Neovolcánico (EN), Sierra Madre del Sur (SMS), en los estados de Estado de México, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa y Sonora, en BP, BPE, BEP, BM, BMM, VS y a una altitud de 1,500 a 2,700 m. Se ha recolectado de junio a diciembre en carroña, excrementos y hongos en descomposición, por lo que se considera una especie necrófila saprófaga (Anduaga, 2000; Delgado, 1999; Deloya y Covarrubias, 2014; Deloya *et al.* 2016; Morón, 2003; Morón y Márquez, 2012; Navarrete-Heredia, 2001; Navarrete-Heredia *et al.* 2001; Navarrete-Heredia y Galindo-Miranda. 1997; Pérez-Villamares *et al.* 2016; Quiroz-Rocha *et al.* 2008; Ramírez-Ponce *et al.* 2009; Trevilla-Rebollar *et al.* 2010) (Anexo 1).

Onthophagini Burmeister, 1846

***Onthophagus guatemalensis* Bates, 1887**

Se recolectaron 101 individuos, 78 en el bosque de arce y 23 en BPE, cuya presencia se alternó, siendo recolectado solo en bosque de arce de febrero a abril, y solo en BPE de agosto a octubre y diciembre, en enero y noviembre no se recolectó en ninguno de los dos tipos de vegetación.

Su distribución conocida incluye México, Guatemala y Belice, los estados de Chiapas y Jalisco, en BMM, BPE, BTC, y a una altitud de 1,400 a 2,000 m. Se le ha recolectado en carroña y necrotrampas, por lo que se considera una especie necrófila saprófaga (Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011; Pulido y Zunino, 2007; Schaeffer, 1914; Quiroz-Rocha *et al.* 2008; Zunino, 2003) (Anexo 1).

***Onthophagus* sp. nov. 1**

Se recolectaron 112 individuos entre los meses de julio a noviembre. Ocho fueron recolectados dentro del bosque de arce, seis en agosto y dos en septiembre; el resto (104 individuos) en BPE. En la localidad y con el método de colecta utilizado se podría catalogar como necrófila (Anexo 1).

***Onthophagus* sp. nov. 2**

Se recolectaron 63 individuos entre los meses de agosto a abril. Del total de individuos 61 fueron recolectados dentro del bosque de arce y solo dos en BPE, en septiembre. En la localidad y con el método de colecta utilizado se podría catalogar como necrófila (Anexo 1).

Phaneini Hope, 1838

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

Se recolectó un solo individuo en el mes de agosto en BPE.

Su distribución conocida incluye Estados Unidos, México y Guatemala. Para nuestro país se le ha recolectado de los estados de Aguascalientes, Chiapas, Colima, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas y Veracruz. En BTC, BTSC, BPE, BMM y matorral espinoso desde el nivel del mar hasta los 2,000 m. Se ha recolectado de mayo a noviembre, en carroña, excrementos y necrotrampas, por lo que se considera una especie necrófila saprófaga (Deloya *et al.* 2016; Edmonds & Zidek, 2010; Labrador, 2005; Morón, 2003; Morón y Terrón, 1984; Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011; Navarrete-Heredia *et al.* 2001; Navarrete-Heredia y Quiroz-Rocha, 2000; Quiroz-Rocha, *et al.* 2008; Trevilla-Rebollar *et al.* 2010; Yanes-Gómez *et al.* 2015) (Anexo 1).

***Phanaeus huichol* Moctezuma, Sánchez-Huerta y Halffter, 2017**

Se recolectaron 186 individuos entre los meses de julio a diciembre, de los cuales sólo uno fue registrado dentro del bosque de arce en el mes de diciembre, el resto se recolectó en BPE.

Ésta especie había sido registrada inicialmente como *Phanaeus endymion* Harold, 1863; sin embargo como resultado de una revisión por parte de Moctezuma *et al.* (2017), y conociéndose la distribución disyunta de la especie, se concluyó que los individuos de *P. endymion* recolectados en BPE, BMM y vegetación riparia en la Sierra Occidental de Jalisco y Sierra del Nayar (Nayarit), pertenecen a una nueva especie. La localidad de Talpa de Allende corresponde a la Sierra Madre del Sur. Se ha recolectado a una altitud de 700 a 1,760 m de julio a diciembre en carroña, excremento y hongos en

descomposición, por lo que se considera una especie necrófila saprófaga (Edmonds, 1994; Deloya *et al.* 2016; Moctezuma *et al.* 2017; Navarrete-Heredia *et al.* 2001; Quiroz-Rocha *et al.* 2008) (Anexo 1).

***Phanaeus flohri* Nevinson, 1892**

Se recolectaron 6 individuos en BPE, 3 en agosto y 3 en noviembre.

Su distribución conocida es exclusiva para México, en localidades de los estados de Chiapas, Durango, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Morelos, Puebla, Sonora y Veracruz; en BTC, BE, BPE y BMM preferentemente poco perturbado, a una altitud de 600 a 1,800 m, de junio a noviembre. La literatura destaca el desconocimiento de sus hábitos, aunque se le ha recolectado en carroña y cadáveres, por lo que se le considera una especie necrobía o necrófila saprófaga (Deloya y Covarrubias, 2014; Edmonds, 1994; Morón, 2003; Navarrete-Heredia *et al.* 2001; Navarrete-Heredia y Quiroz-Rocha, 2000; Quiroz-Rocha *et al.* 2008) (Anexo 1).

Nosodendridae Erichson, 1846

***Nosodendron testudinum* Waterhouse, 1876**

Se recolectaron 77 individuos entre los meses de junio a octubre, de los cuales 72 fueron recolectados dentro del bosque de arce y solo cinco en BPE, cuatro en julio y uno en agosto.

Su distribución conocida incluye Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, Panamá, Perú y Venezuela, por lo que éste es el primer registro de la especie para México, ampliándose la distribución de la misma. Se ha registrado activa entre los meses de junio a diciembre, en bosques tropicales de tierras bajas hasta bosques montanos de altitud media, oscilando entre los 200 y 2,000 m. Se le ha recolectado en troncos y hongos en descomposición, así como con trampas de interceptación y Malaise; esta es la primera vez que se le registra en necrotrampas y en bosque de arce y BPE, por lo que se considera una especie necrófila saprófaga (Háva, 2014 y 2015; Háva & Chaboo, 2015a y 2015b; Reichardt, 1976; Waterhouse, 1876) (Anexo 1).

LITERATURA CITADA

- Andresen, E. 2012. Dispersión de semillas por animales frugívoros y granívoros. Pp. 101–139. En: *Ecología y evolución de las interacciones bióticas*. Val, E. del y K. Boege (Coords). Fondo de Cultura Económica, México.
- Anduaga, S. 2000. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados a hongos en la Sierra Madre Occidental, Durango, México: con una compilación de las especies micetófagas. *Acta Zoológica Mexicana*, (80): 119-130.
- Aranda, M., F. Botello y L. López-de Buen. 2012. Diversidad y datos reproductivos de mamíferos medianos y grandes en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: 778-784.
- Barrera, R. O. 2002. Consideraciones geomorfológicas sobre la Sierra Madre Occidental en el norte de Jalisco, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM.*, (48): 44-75.
- Bouchard, P.; Y. Bousquet; A. E. Davies; M. A. Alonso-Zarazaga; J. F. Lawrence; C. H. C. Lyal; A. F. Newton; C. A. M. Reid; M. Schmitt; S. A. Ślipiński; and A. B. T. Smith. 2011. Family-group names in Coleoptera (Insecta). *ZooKeys* 88: 1-972. DOI: 10.3897/zookeys.88.807
- Cancino-López, R., Chamé-Vázquez, E., y B. Gómez y Gómez. 2014. Escarabajos necrófilos (Coleoptera: Scarabaeinae) en tres hábitats del Volcán Tacaná, Chiapas México. *Dugesiana*, 21(2): 135-142.
- Colwell R. K. and J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, 345: 101-118.
- Cotler Ávalos, H; A. Galindo Alcántar; I. D. González Mora; R. F. Pineda López y E. Ríos Patrón. 2013. Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. Cuadernos de Divulgación Ambiental. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas. México. Disponible en: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001596.pdf> Fecha de consulta: 19 de agosto de 2017.
- Cuevas Guzmán, R., J. G. González Gallegos, L. Hernández López, L. I. Iñiguez Dávalos, E. Jardel Peláez, P. Rodríguez Moreno y A. L. Santiago Pérez. 2010. Sierra Madre del Sur y Franja

- Neovolcánica de Jalisco. En: CONABIO. *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. D. F.
- Delgado, L. 1999. Una nueva especie de *Onthophagus* asociada a madrigueras de mamíferos, con nuevos registros para otros Scarabaeinae mexicanos (Coleoptera: Scarabaeidae). *Dugesiana*, 6(1): 33-39.
- Delgado, L., Pérez, A., y J. Blackaller 2000. Claves para determinar a los taxones genéricos y supragenéricos de Scarabaeoidea Latreille, 1802 (Coleoptera) de México. *Folia Entomológica Mexicana*, (110): 33–87.
- Deloya, A. C. y D. Covarrubias Melgar (Eds.). 2014. *Escarabajos del estado de Guerrero (Coleoptera: Scarabaeoidea)*. S y G editores, México D.F.
- Deloya, C., A. Burgos, J. Blackaller y J. M. Lobo. 1993. Los Coleópteros lamelicornios de Cuernavaca, Morelos, México (Passalidae, Trogidae, Scarabaeidae y Melolonthidae). *Boletín de la Sociedad Veracruzana de Zoología*, 3(1): 15-55.
- Deloya, C., J. Ponce Saavedra, P. Reyes Castillo y G. Aguirre León (Eds.). 2016. *Escarabajos del estado de Michoacán (Coleoptera: Scarabaeoidea)*. S y G editores, México. D. F.
- Deloya, C., Parra-Tabla, V., 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): 005-021
- Edmonds, W. D. 1994. Revision of *Phanaeus* McLeay, a new world genus of Scarabaeinae dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Contributions in Science*, 443: 1-105.
- Edmonds, W. D. and J. Zidek. 2010. A taxonomic review of the neotropical genus *Coprophanaeus* Olsoufieff, 1924 (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Insecta Mundi*, 0129: 1-111.
- Favila, M. A. 2004. Los escarabajos y la fragmentación. Pp. 135-158. En: Guevara, S., J. Laborde, y G. Sánchez-Ríos. (Eds.) *Los Tuxtles. El Paisaje de la Sierra*. Instituto de Ecología, A. C., Unión Europea. México.
- <http://www1.incol.edu.mx/paisaje/documentos/PDFs/7%20Los%20Escarab%20A6jos%20135-158.%20.pdf> Fecha de consulta: 19 de agosto de 2017.

- Favila, M., Escobar, F., Halffter, G. and Vaz-de-Mello, F. 2017. *Copris armatus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2017*: e.T138297A539278. <http://dx.DOI.org/10.2305/IUCN.UK.2017-1.RLTS.T138297A539278.en>
- Gobierno del Estado de Jalisco. 2016. DECRETO 001/2016 Decreto por el que se establece área natural protegida bajo la categoría de “Parque Estatal Bosque de Arce”, con una superficie de 150.04 hectáreas, Ubicada en el municipio de talpa de allende, Jalisco. *El Estado de Jalisco. Periódico Oficial*. Número 29. Sección V. Tomo 384. Págs. 3-10.
- González-Elizondo, M. S., M. González-Elizondo, J. A. Tena-Flores, L. Ruacho-González y I. L. López-Enríquez. 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: una síntesis. *Acta Botánica Mexicana*, (100): 351-403. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512012000300012&lng=es&tlng=es. Fecha de consulta: 19 de agosto de 2017.
- González-Hernández, A. L., J. L. Navarrete-Heredia, G. A. Quiroz-Rocha y C. Deloya. 2015. Coleópteros necrócolos (Scarabaeidae: Scarabaeinae, Silphidae y Trogidae) del Bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, México, *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(3): 764-770. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.07.006>.
- Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa (Coms.). 2014. *Bosques Mesófilos de montaña de México: Diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.
- H. Ayuntamiento Constitucional de Talpa de Allende. 2013. *Plan Municipal de Desarrollo. Plan General de Ayuntamiento 2012–2015*. H. Ayuntamiento Constitucional de Talpa de Allende. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Jalisco/Todos%20los%20Municipios/wo94555.pdf> Fecha de consulta: 19 de agosto de 2017.
- Halffter G. and M. E. Favila. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International: the News Magazine of the International Union of Biological Sciences*, (27): 15-21.
- Halffter, G., L. E. Rivera Cervantes y V. Halffter. 2015. Diversificación del grupo *humectus* del género *Canthon* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en el Occidente de México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 31(2): 208-220.

- Hammer, Ø., Harper, D. A. T. and D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*, 4, 9. Software descargado de <http://folk.uio.no/ohammer/past/>
- Háva J. 2014. Updated world catalogue of the Nosodendridae (Coleoptera: Derodontoidea). *Heteropterus Revista de Entomología*, 14(1): 13-24.
- Háva J. 2015. Distributional notes on some Nosodendridae (Coleoptera). XIII. New faunistic records. *Heteropterus Revista de Entomología*, 15(1): 79-82.
- Háva, J. and C. S. Chaboo. 2015a, Beetles (Coleoptera) of Perú: A Survey of the Families. Nosodendridae (Derodontoidea), Dermestidae, Bostrichidae (Bostrichoidea). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 88(3): 404-407.
- Háva, J. and C. S. Chaboo. 2015b. Distributional notes on some Nosodendridae (Coleoptera)-XV. New faunistic data of *Nosodendron* Latreille, 1804 species from Perú. *Archivos Entomológicos*, 14: 111-113.
- Hernández Santana, J. R., M. A. Ortiz Pérez y J. J. Zamorano Orozco. 1995. Regionalización morfoestructural de la Sierra Madre del Sur, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM.*, (31): 45-67.
- Herrera Fonseca, M. de J., L. Guzmán Dávalos y O. Rodríguez 2002. Contribución al conocimiento de la micobiota de la región de San Sebastián del Oeste, Jalisco, México. *Acta Botánica Mexicana*, (58): 19-50.
- Howden, H. F. 1964. "The Geotrupinae of North and Central America" *Memoirs of the Entomological Society of Canada* (39). Cambridge University Press: 5-91.
- Huerta, C., S. Anduaga y G. Halffter. 1981. Relaciones entre nidificación y ovario en *Copris* (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana*, (47): 139-170.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2018. Red de Estaciones Agroclimáticas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Red Nacional de Estaciones Agrometeorológicas Automatizadas del INIFAP <http://clima.inifap.gob.mx/Inmysr/Estaciones/MapaEstaciones> Fecha de consulta: 16 de marzo de 2018.
- Jardel Peláez E. J., R. Cuevas Guzmán, A. L. Santiago P., M. E. Muñoz M. y J. Aragón David. 1996. Nueva localidad y características de la población de *Acer skutchii* Rehder en la Sierra de Manantlán, Jalisco, México. *Acta Botánica Mexicana*, (35): 13-24.

- Labrador Chávez, G. 2005. *Coleópteros necrófilos de México: distribución y diversidad*. Tesis de Licenciatura, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco.
- 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 + 48]. In. Pakaluk, J. y S. A. Slipinski (Eds.). *Biology, phylogeny and classification of Coleoptera: papers celebrating the 80th. Birthday of Roy A. Crowson*. Muzeum i Instytut Zoologii. PAN Warszawa. Reprinted with permission in *Publicaciones Especiales No. 3*. Centro de Estudios en Zoología, Universidad de Guadalajara. México.
- López-Guerrero, I., M. Zunino and G. Halffter. 2009. Taxonomic use of genitalic characters in Mexican *Copris* (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae): the case of *Copris klugi sierrensis* Matthews and the *C. armatus* species complex. *The Coleopterists Bulletin*, 63(2): 203-212.
- Minitab 17 Statistical Software. 2010. [Computer software]. State College, PA: Minitab, Inc. (www.minitab.com).
- Moctezuma, V., J. L. Sánchez-Huerta, and G. Halffter. 2017. Two new species of the *Phanaeus endymion* species group (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae). *ZooKeys*, 135(702), 113–135. <https://DOI.org/10.3897/zookeys.702.14728>
- Monteagudo Sabaté, D. y M. A. Luis Martínez. 2013. Patrones de riqueza altitudinal de Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae (Lepidoptera: Rhopalocera) en áreas montañosas de México. *Revista de Biología Tropical*, 61(3): 1509-1520.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. España.
- Morón, M. A. 2003. Familia Scarabaeidae. [pp. 19-66]. En: Morón, M. A. (Ed). *Atlas de los escarabajos de México Coleoptera: Lamellicornia. Vol. II. Familias Scarabaeidae, Trogidae. Passalidae y Lucanidae*. Argania Editio, Barcelona.
- Morón, M. A. 2004. *Escarabajos. 200 millones de años de evolución*. Segunda edición. Instituto de Ecología, A.C. y Sociedad Entomológica Aragonesa. España.
- 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(3): 698-711. DOI: 10.7550/rmb.28386

- Morón, M. A. y L. E. Rivera-Cervantes. 1992. Dos especies nuevas de *Phyllophaga* (*Phytalus*) (Coleoptera: Melolonthidae) de la Sierra de Manantlán, Jalisco, México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*. 63(1): 79-87.
- Morón, M. A. y R. A. Terrón. 1984. Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la sierra norte de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, (3): 1-47.
- Naranjo-López, A. G. y J. L. Navarrete-Heredia. 2011. Coleópteros necrócolos (Histeridae, Silphidae y Scarabaeidae) en dos localidades de Gómez-Farías, Jalisco, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 37(1): 103-110.
- Navarrete-Heredia, J. L. 2001. New Mexican State Records for *Oniticellus rhinocerulus* Bates and *Euoniticellus intermedius* (Reiche) (Scarabaeidae: Scarabaeinae). *The Coleopterists Bulletin* 55(4): 500.
- Navarrete-Heredia, J. L. 2009. *Silphidae (Coleoptera) de México. Diversidad y distribución*. Universidad de Guadalajara. México.
- Navarrete-Heredia, J. L. y G. A. Quiroz-Rocha. 2000. Macro-coleópteros necrófilos de San José de los Laureles, Morelos, México (Coleoptera: Scarabaeidae y Silphidae). *Folia Entomológica Mexicana*, (110): 1-13.
- Navarrete-Heredia, J. L. y H. E. Fierros-López. 1998. Sílfidos de tres localidades de Jalisco, México. *Dugesiana*, 5(1): 49-50.
- Navarrete-Heredia, J. L. y N. E. Galindo-Miranda. 1997. Escarabajos asociados a basidiomicetes en San José de los Laureles, Morelos, México (Coleoptera: Scarabaeidae). *Folia Entomológica Mexicana*, (99): 1-16.
- Navarrete-Heredia, J. L. y S. Zaragoza-Caballero. 2006. Diversidad de los Staphylinioidea de México: Análisis de grupos selectos (Hydraenidae, Agyrtidae, Silphidae y Staphylinidae). *Dugesiana*. 13(2): 53-65.
- Navarrete-Heredia, J.L., L. Delgado y H. Fierros-López. 2001. Coleoptera Scarabaeoidea de Jalisco. México. *Dugesiana*, 8(1): 37-93.
- Noriega, A., J. A y G. Fagua. 2009. Monitoreo de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en la región Neotropical. En: Acosta, A., G. Fagua y A. M. Zapata. (Edits.) 2009. *Técnicas de campo en ambientes tropicales. Manual para el monitoreo en ecosistemas acuáticos y artrópodos terrestres*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

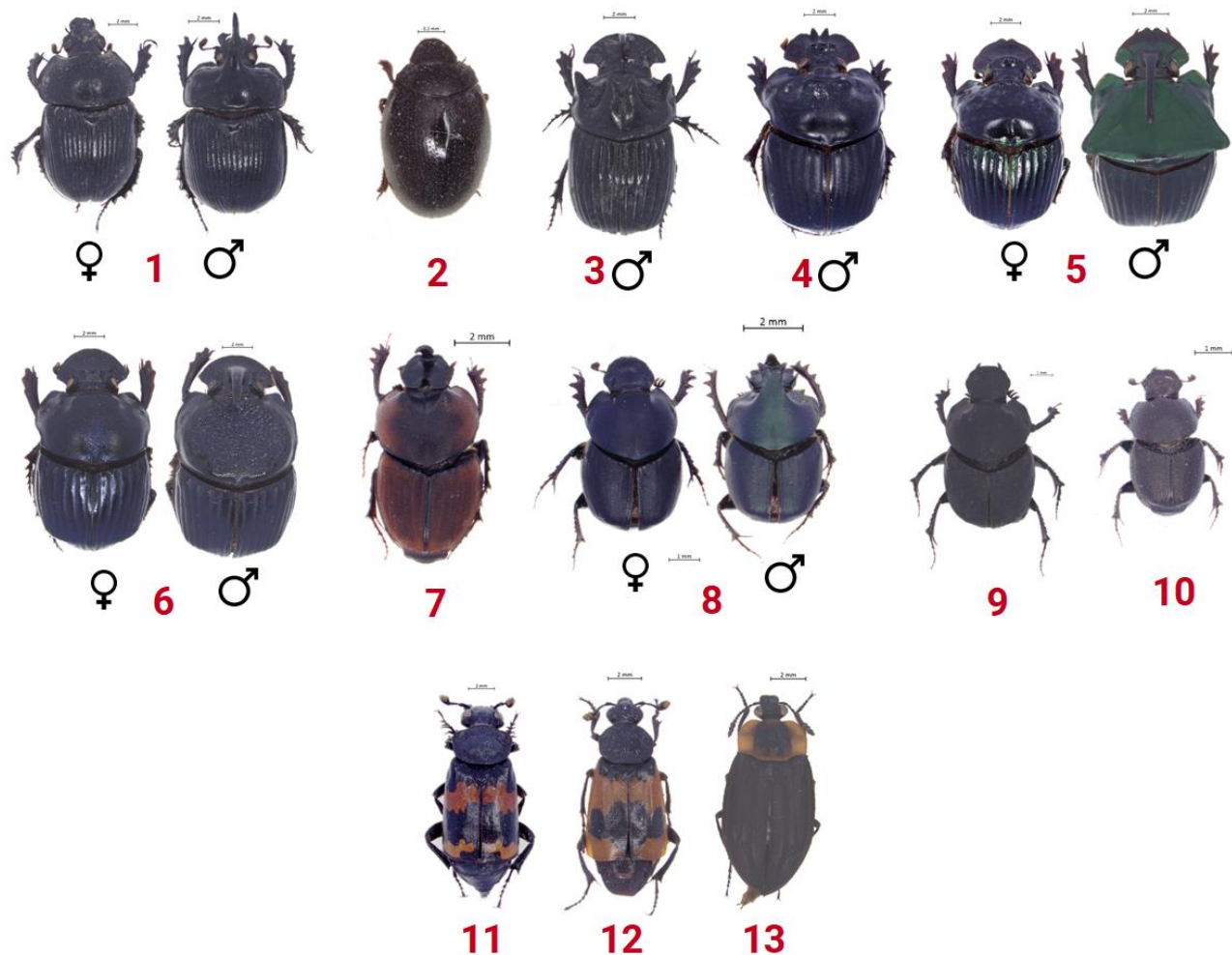
- Otavo, S.E., A. Parado-Rosselli y J. A. Noriega. 2013. Superfamilia Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) como elemento bioindicador de perturbación antropogénica en un parque nacional amazónico. *Revista de Biología Tropical*, 61(2): 735-752.
- Pérez-Villamares, J. C., E. Jiménez-Sánchez y J. Padilla-Ramírez. 2016. Escarabajos atraídos a la carroña (Coleoptera: Scarabaeidae, Geotrupidae, Hybosoridae, Trogidae y Silphidae) en las cañadas de Coatepec Harinas, Estado de México, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(2): 443–450.
- Pulido Herrera, L. A., and M. Zunino. 2007. Catálogo preliminar de los Onthophagini de América (Coleoptera: Scarabaeinae) [93–129]. En: Zunino, M. y A. Melic (Eds.) *Escarabajos, diversidad y conservación biológica. Ensayos en homenaje a Gonzalo Halffter*. Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.) Monografías 3er Milenio M3M, vol. 7.
- Puente Espinosa, L. F. 2015. DECLARATORIA de Desastre Natural por la ocurrencia de huracán categoría V del 23 al 24 de octubre de 2015, en 47 municipios del Estado de Jalisco. Diario Oficial de la Federación. DOF: 04/11/2015. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5414285&fecha=04/11/2015
- Quesada, M., F. Rosas, M. Lopezaraiza Mikel, R. Aguilar, L. Ashworth, V. Rosas Guerrero, G. Sánchez Montoya y S. Martén Rodríguez. 2012. Ecología y conservación biológica de sistemas de polinización de plantas tropicales. [Pp. 75–100]. En: *Ecología y evolución de las interacciones bióticas*. Val, E. del y K. Boege (Coords). Fondo de Cultura Económica. México.
- Quiroz Rocha, G. A. 2008. *Composición y diversidad de Silphidae y Scarabaeinae (Coleoptera) necrócolos en bosque de pino-encino y Bosque Mesófilo de Montaña de Mascota*. Jalisco. México. Tesis de Doctorado, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco.
- Quiroz-Rocha, G. A.; J. L. Navarrete-Heredia y P. A. Martínez Rodríguez. 2008. Especies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) y Silphidae (Coleoptera) necrófilas de Bosque de Pino-Encino y Bosque Mesófilo de Montaña en el Municipio de Mascota, Jalisco, México. *Dugesiana*, 15(1): 27-37.
- R Core Team (2018). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Ramírez-Ponce, A., J. Allende-Canseco y M. A. Morón. 2009. Fauna de coleópteros lamelicornios de Santiago Xiacui, Sierra Norte, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 25(2): 323-343.

- Ramírez-Restrepo, L. and G. Halffter. 2016. A dung beetle in *México* City: the case of *Ceratotrupes fronticornis* (Erichson) (Coleoptera: Geotrupidae). *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*. 32(2): 213-214. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372016000200213&lng=es&tlng=en. Fecha de consulta: 19 de agosto de 2017.
- Reichardt H. 1976: Monograph of the New World Nosodendridae and Notes on the Old World forms (Coleoptera). *Papéis Avulsos de Zoologia*, 29(22): 185–220.
- Ruíz-Jiménez, C. A, Téllez-Valdés, O., y I. Luna-Vega. 2012. Clasificación de los bosques mesófilos de montaña de México: afinidades de la flora. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83(4): 1110-1144.
- Rzedowski, J., 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición Digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf Fecha de consulta: 19 de agosto de 2017.
- Santiago-Pérez, A. L., Jardel-Peláez, E. J., Cuevas-Guzmán, R. y F. M. Huerta-Martínez. 2009. Vegetación de bordes en un Bosque Mesófilo de Montaña del Occidente de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (85): 31-49.
- Schaeffer, C. F. 1914. A short review of the North American species of *Onthophagus* (Coleoptera: Scarabaeidae) *Journal of the New York Entomological Society*, 22(4): 290-300.
- Scholtz, C. H., A. L. V. Davis and U. Kryger. 2009. *Evolutionary biology and conservation of dung beetles*. Pensoft Publishers, Bulgaria.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación, segunda sección, 30 de diciembre del 2010. México, D.F. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010. Fecha de consulta: 19 de agosto de 2017.
- SIEG. 2012. *Talpa de Allende. Diagnóstico del Municipio*. Sistema de Información Estadística y Geográfica de Jalisco. www.sieg.gob.mx/contenido/Municipios/cuadernillos/TalpadAllende.pdf Fecha de consulta: 19 de agosto de 2017.

- Spector, S. 2006. Scarabaeinae dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): an invertebrate focal taxon for biodiversity research and conservation. *The Coleopterists Bulletin, Monograph* (5): 71-83.
- Trevilla-Rebollar, A., Deloya, C., y J. Padilla-Ramírez. 2010. Coleópteros necrófilos (Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae) de Malinalco, Estado de México, México. *Neotropical Entomology*, 39(4), 486–495.
- Vargas Rodríguez, Y. L. 2017. *Acer binzayedii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T112788439A112788448. <http://dx.DOI.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T112788439A112788448.en>. Fecha de consulta: 26-IV-2018.
- Vargas-Rodríguez, Y. L. 2005. *Ecology of disjunct cloud forest sugar arce populations (Acer saccharum subsp. skutchii) in North and Central America*. Tesis de maestría en ciencias. Louisiana State University. Baton Rouge, Louisiana.
- Vargas-Rodríguez, Y. L. 2011. Una población relictas de *Acer saccharum* subsp. *skutchii* (Aceroidae) en el estado de Guerrero, México. *Acta Botánica Mexicana* (95): 11-28.
- Vargas-Rodríguez, Y. L., J. A. Vázquez-García y W. J. Platt. 2004. Gradientes ambientales en el establecimiento de poblaciones relictas de *Acer saccharum* subsp. *skutchii* y *Podocarpus reichei* en el occidente de México. *Boletín del Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara*, 12(1): 35-41.
- Vargas-Rodríguez, Y. L., J. A. Vázquez-García, T. Quintero Moro, M. A. Muñoz-Castro y V. Shalisko. (Edits.) 2010a. *Estudio Técnico Justificativo para la Declaratoria del Parque Estatal Bosque de Arce, Talpa de Allende, Jalisco. Reporte Final*. Savho Consultoría y Construcción S.A. de C.V. Secretaria de Desarrollo Urbano. Secretaria de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable. Gobierno del Estado de Jalisco. <http://siga.jalisco.gob.mx/multi/ETJARceFinalModificadomarzo.pdf> Fecha de consulta: 19 de agosto de 2017.
- Vargas-Rodríguez, Y. L., L. E. Urbatsch, V. Karaman-Castro and B. L. Figueroa-Rangel. 2017. *Acer binzayedii* (Sapindaceae), a new maple species from México. *Brittonia*, 69(2): 246-252. DOI: 10.1007/s12228-017-9465-5
- Vargas-Rodríguez, Y. L., Platt, W. J., Vázquez-García, J.A. and Boquin, G. 2010b, Selecting Relict Montane Cloud Forests for Conservation Priorities: The Case of Western Mexico. *Natural Areas Journal*, 30(2):156-173.

- Vaz-De-Mello, F. Z., W. D. Edmonds, F. C. Ocampo and P. Schoolmeesters. 2011. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae). *Zootaxa*, 73. <https://DOI.org/10.1649/0010-065X-64.3.192.3>
- Vázquez-García, J. A., Y. L. Vargas-Rodríguez y F. Aragón. 2000. Descubrimiento de un bosque de *Acer-Podocarpus-Abies* en el municipio de Talpa de Allende, Jalisco, México. *Boletín del Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara* 7: 159-183.
- Waterhouse C. O. 1876. On various new genera and species of Coleoptera. *Transaction Entomological Society*, London 1876: 11-25.
- Williams-Linera, G. 2015. El Bosque Mesófilo de montaña, veinte años de investigación ecológica ¿qué hemos hecho y hacia dónde vamos? *Madera y Bosques*. 21: 51-61.
- Yanes-Gómez, G., M. Pérez-Méndez, O. I. Ramírez-González, M. A. Morón, H. Carrillo-Ruiz y Á. A. Romero-López. 2015. Diversidad de coleópteros copro-necrófagos en el “Rancho Canaletas”, Paso del Macho, Veracruz. México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 31(2), 283–290.
- Young, O. P. 2015. Predation on dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae): A literature review. *Transactions of the American Entomological Society*, 141: 111–155. DOI: <https://DOI.org/10.3157/061.141.0110>
- Zhang, Z. Q. 2013. *Phylum Arthropoda*. En: Zhang, Z-Q. (Ed.) Animal biodiversity: an outline of higher level classification and survey of taxonomic richness (addenda 2013). *Zootaxa*, 3703(1): 17–26. <http://dx.DOI.org/10.11646/zootaxa.3703.1.6>
- Zunino, M. 2003. Tribu Onthophagini (66-74). En: Morón, M. A. (Ed). 2003. *Atlas de los escarabajos de México Coleoptera: Lamellicornia. Vol. II. Familias Scarabaeidae, Trogidae. Passalidae y Lucanidae*. Argania Editio, Barcelona.

Anexo 1. Especies colectadas



Las imágenes no están a la misma escala.

Geotrupidae

- 1) *Ceratotrupes fronticornis* (Erichson, 1847)

Nosodendridae

- 2) *Nosodendron testudinum* Waterhouse, 1876

Scarabaeidae

- 3) *Copris armatus* Harold, 1869
- 4) *Coprophanaeus (Coprophanaeus) pluto* (Harold, 1863)
- 5) *Phanaeus huichol* Moctezuma, Sánchez-Huerta y Halfpter, 2017

- 6) *Phanaeus (Phanaeus) flohri* Nevinson, 1892

- 7) *Oniticellus rhinocerulus* Bates, 1887
- 8) *Onthophagus guatemalensis* Bates, 1887
- 9) *Onthophagus sp. nov. 1*
- 10) *Onthophagus sp. nov. 2*

Silphidae

- 11) *Nicrophorus olidus* Matthews, 1888
- 12) *Nicrophorus mexicanus* Matthews, 1888
- 13) *Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840)

Anexo 2. Cuadro comparativo del presente trabajo con otros realizados en vegetaciones similares en distintas partes del país.

	PRESENTE TRABAJO				
		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	Especies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) y Silphidae (Coleoptera) necrófilas de Bosque de Pino-Encino y Bosque Mesófilo de Montaña en el Municipio de Mascota, Jalisco, México	Escarabajos necrófilos (Coleoptera : Scarabaeinae) en tres hábitats del Volcán Tacaná , Chiapas , México	Escarabajos atraídos a la carroña (Coleoptera: Scarabaeidae, Geotrupidae, Hybosoridae, Trogidae y Silphidae) en las cañadas de Coatepec Harinas, Estado de México, México
Autores	Martínez-Rodríguez y Navarrete-Heredia	Deloya <i>et al.</i>	Quiroz-Rocha <i>et al.</i>	Cancino-López <i>et al.</i>	Pérez-Villamares <i>et al.</i>
Año	2017	2007	2008	2014	2016
Estado	Jalisco	Veracruz	Jalisco	Chiapas	Estado de México
Municipio/ Localidad	Talpa De Allende	Xalapa, Coatepec, Teocelo, Totutla y Huatusco	Mascota	Cacahoatán	Coatepec Harinas
Tipo de vegetación	BMM con Arce y BPE	BMM, Cafetal bajo sombra y pastizal	BMM y BPE	BMM, Cafetal bajo sombra y cultivo de temporal.	BE y BMM
Altitud	1,409	1,000-1,500	1,433-1,441	1,459	2,234
Coordenadas	20° 13' 05.5'' N, 104° 45' 50.4'' O		20° 38' 00.8'' N, 104° 51' 45.6'' O; 20° 27' 44.8'' N y 104° 45' 02.2'' O	15° 05' 10'' N y 92° 08' 50'' O.	18° 56' 9.5'' N y los 99° 45' 35'' O
Tipo y número de trampas	NTP 5 en BMM 2 en BPE (7)	10 coprotrampas, 10 NTT (necrotrampa temporal), 2 NTP, recolecta directa y trampa de luz por localidad	NTP 7 BMM 7 BPE (14), coprotrampas y recolecta directa	4 NTP por hábitat (12), solo 6 meses	NTP: 4 BMM, 4 BE (8)
No. de individuos	2,775	9,982	6,280	907	1,513
No. de familias	4	4	2	1	5
No. de géneros	9	21	15	7	8
No. de especies	13	50	23	14	9
Familias	Geotrupidae	Geotrupidae			Geotrupidae
		Hybosoridae			Hybosoridae
	Nosodendridae				
	Scarabaeidae	Scarabaeidae	Scarabaeidae	Scarabaeidae	Scarabaeidae
	Silphidae		Silphidae		Silphidae
		Trogidae			Trogidae

Anexo 3. Imágenes de la localidad de muestreo



Distintas vistas del interior del bosque de arce



Trampa armada en campo. A. trampa completamente armada. B. Trampa descubierta mostrando el contenedor del cebo.