



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

**APIONINAE (COLEOPTERA: BRENTIDAE) DE LAS
SIERRAS DE TAXCO-HUAUTLA, MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G O

P R E S E N T A

ANGEL CASTRO MARTÍNEZ



Directora: BIÓL. MARÍA MAGDALENA ORDÓÑEZ RESÉNDIZ

COLECCIÓN COLEOPTEROLÓGICA, MUSEO DE ZOOLOGÍA

Ciudad de México 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Este trabajo se realizó en la Colección Coleopterológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FES Zaragoza), Universidad Nacional Autónoma de México, y una parte del material fue retomado del proyecto JF105 “Biodiversidad de coleópteros y arañas de las Sierras de Taxco-Huautla” bajo la dirección de la Biól. María Magdalena Ordóñez Reséndiz, del cual la FES Zaragoza, por conducto de Carrera de Biología y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) otorgaron el apoyo económico para el trabajo de campo.





AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme superarme académicamente. A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por darme la oportunidad de cursar mis estudios de nivel licenciatura y brindarme las herramientas necesarias para el aprendizaje y superación personal.

A la profesora Ma. Magdalena Ordóñez Reséndiz, directora de tesis y en algunas ocasiones de muchas otras cosas más, por su tiempo, su paciencia en varias ocasiones y sobre todo por el conocimiento y dedicación que reflejo en el continuo trabajo que llevó a la culminación de esta tesis.

A aquellos académicos que fungieron como sinodales: Dra. Socorro Orozco, M. en C. Genaro Montano, Biol. Roberto Cristóbal y M. en C. Ma. De las Mercedes Luna por las observaciones que permitieron mejorar este trabajo.

A los profesores que independientemente del área o la materia siempre impartieron clases con pasión y verdadera vocación.

A mi familia, amigos dentro y fuera de la universidad, incluso a mis compañeros de trabajo, quienes en conjunto fueron motivación y apoyo en el largo camino recorrido.

A todos ustedes y cualquier otro que me pudiera faltar, solo puedo esperar que mis futuras acciones reflejen la gratitud que siento hacia ustedes.



DEDICATORIAS

A mi madre Amalia Martínez Ramírez, porque ¿en verdad debo decir porque? Las palabras no me alcanzan, hay mucho que decir, pero creo que puede resumirse al decir por el amor, disciplina y comprensión que me has dado todos estos años.

A mi padre José Héctor Castro Uribe, por el apoyo y amor que también ha estado presente durante toda mi vida, y sobre todo por enseñarme que lo importante es siempre buscar lo que a cada uno le hace feliz.

A mi hermana Martha Berenice Castro Martínez por soportar mis locuras y ayudarme a crecer como ser humano.

A mi directora de tesis Ma. Magdalena Ordóñez Reséndiz por ser un ejemplo magnífico de lo que la pasión por la entomología significa, también por su paciencia e infinita dedicación, y sobre todo por siempre compartir sus conocimientos.

A Magali Torres, una de las personas que más me son apreciadas, por estar ahí y ayudarme a ser mejor tanto académica como personalmente, por soportar y secundar mis tonterías, por compartir gran parte de esta etapa, gracias.

A todos aquellos que directa o indirectamente, recuerde o no recuerde sus nombres, me ayudaron a alcanzar este logro académico y personal, a ellos y los que pudiesen faltar les dedico esta tesis.



Contenido

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIAS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE CUADROS	V
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN	2
MARCO TEÓRICO	3
Generalidades de Apioninae.....	3
Morfología.....	5
Alimentación	6
Estudios en México	7
ÁREA DE ESTUDIO	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
OBJETIVOS	11
General	11
Particulares	11
HIPÓTESIS	11
MATERIAL Y MÉTODO	12
Material entomológico	12
Preparación del material.....	13
Determinación taxonómica	13
Manejo de datos	14
RESULTADOS	20
Lista de especies.....	20
Diversidad por tipo de vegetación.....	23
Distribución y diversidad altitudinal de Apioninae.....	28
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34
Lista de Especies.	34
Distribución y diversidad altitudinal.	40
CONCLUSIONES	42
LITERATURA CITADA.....	43



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Vista dorsal y lateral de un Apioninae.	4
2. Propuesta de la filogenia de Curculionoidea.	4
3. Genital masculino de un Apioninae.	6
4. Tipos de vegetación presentes en las Sierras de Taxco-Huautla.	8
5. Localidades estudiadas en las Sierras de Taxco-Huautla y sus inmediaciones.	10
6. Etiquetado de ejemplares.	13
7. Localidades y agrupaciones de tipos de vegetación considerados en este trabajo.	16
8. Estimación de la riqueza de Apioninae en la zona de estudio.	22
9. Número de especies de Apioninae poco abundantes en el área de estudio.	22
10. Abundancia proporcional de los géneros de Apioninae en las Sierras de Taxco-Huautla.	23
11. Abundancia de Apioninae por tipo de vegetación.	24
12. Abundancia proporcional de apióninos en las Sierras de Taxco-Huautla por tipo de vegetación.	25
13. Composición de apióninos por tipos de vegetación.	26
14. Curva de Rarefacción de las especies de Apioninae en los tres tipos de vegetación.	27
15. Abundancia y riqueza de apióninos por intervalo altitudinal.	28
16. Dendrograma de similitud entre los intervalos altitudinales.	33
17. Curva de acumulación de Apioninae de la zona de estudio.	36

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Agrupación y equivalencia de los tipos de vegetación en las Sierras de Taxco-Huautla. Modificado de Hernández-Sosa (2014).	10
2. Número de localidades de las Sierras de Taxco-Huautla en los intervalos altitudinales considerados en este trabajo.	19
3. Diversidad de Apioninae en cada tipo de vegetación.	26
4. Similitud de Apioninae entre los tipos de vegetación.	27
5. Especies de Apioninae por intervalo altitudinal.	29
6. Diversidad de Apioninae en cada intervalo altitudinal.	32
7. Similitud de Apioninae entre los intervalos altitudinales.	32
8. Lista de especies con nuevos registros a nivel estatal.	35
9. Número de especies de Apioninae en diversos trabajos realizados en México.	37
10. Similitud de los Apioninae reportados en los diferentes estudios en México.	38



RESUMEN

Se analizó la diversidad de Apioninae en localidades de las Sierras de Taxco-Huautla (RTP-120) y áreas cercanas, con ejemplares obtenidos entre 2001 y 2017 en 42 localidades de los estados de México, Guerrero y Morelos. Se revisaron y determinaron 1993 ejemplares mediante el uso de claves especializadas, reconociéndose 89 morfoespecies, 21 de ellas se determinaron a nivel específico, seis afines a alguna especie, 47 a género y 15 quedaron sin determinar, debido a que no correspondían a los caracteres indicados en las claves.

Los 89 taxones reportados constituyen más del 50% de los apióninos conocidos a nivel nacional, con una representatividad de más del 80% de los esperados para la zona. Se reconocieron ocho especies que son nuevos registros para el Estado de México, Guerrero o Morelos, además de tres morfoespecies que no corresponden a las descritas en ninguno de los géneros presentes en México y en este trabajo se indican como nuevas especies para la ciencia.

Los pastizales fueron las áreas con mayor diversidad, 31.57 especies efectivas al considerar el peso de la abundancia de manera uniforme, siendo 2.5 veces mayor a la de los bosques templados. La similitud entre las comunidades vegetales fue baja (< 0.5), lo cual indica un alto reemplazo de especies en toda la superficie de las Sierras de Taxco-Huautla. En su conjunto, la diversidad y el recambio de especies encontrados en el presente estudio son los mayores valores reportados para el país.

La distribución altitudinal de los apióninos comprende desde los 750 m hasta los 2550 m, el intervalo más diverso fue aquel ubicado entre 1100 m y 1300 m, con 21.33 especies efectivas, siendo 2.47 veces mayor a la del intervalo de 2300 m a 2500 m, el cual presentó la mayor riqueza específica. La similitud también fue baja entre los intervalos altitudinales, con valores menores a 0.5 y con ningún taxón presente en todos los intervalos altitudinales.

La fauna de Apioninae encontrada en las sierras de Taxco-Huautla está conformada en su mayoría por elementos de afinidad neártica, como *Coelocephalapion* y *Trichapion*, pero existen importantes elementos de afinidad neotropical, como *Apionion*, que evidencian la complejidad biogeográfica de las Sierras de Taxco-Huautla, que representa la mayor riqueza de especies obtenida en México hasta el momento.





INTRODUCCIÓN

El orden Coleoptera, del griego *κολεός* (*koleos*) “estuche o caja” y *πτερον* (*pteron*) “ala” (Morón, 2004), representa el grupo de organismos con mayor riqueza de especies en el mundo, aproximadamente 360 000 descritas (Bouchard *et al.*, 2009). Dentro de éste destaca la superfamilia Curculionoidea —comúnmente llamados gorgojos o picudos— por ser la más diversa y numerosa del orden, con cerca de 61 781 especies descritas (Ślipiński *et al.*, 2011), pero con un estimado de 220 000 (Oberprieler *et al.*, 2007).

En México, la diversidad de Curculionoidea es poco conocida, y a pesar de que gran parte del territorio nacional aún no ha sido explorado, se ha documentado una gran riqueza, 2344 especies de Curculionidae (Anderson y O’Brien, 1996), 127 especies de Dryophthoridae (Morrone y Cuevas, 2004) y 170 especies de Apioninae (Alonso-Zarazaga, 2004), con un alto endemismo restringido a las zonas montañosas (Anderson y O’Brien, 1996). Hasta el momento se han registrado 603 géneros y el número de especies oscila entre 3459 (Ordóñez-Reséndiz *et al.*, 2008b) y 3594 (Morrone, 2014), lo que representa cerca del 5.7% del total mundial.

Entre los gorgojos menos conocidos se encuentran aquellos de antenas rectas, como los Apioninae de la familia Brentidae. El nombre de esta subfamilia proviene del griego *απιον* (*apion*) “pera”, y representa uno de los grupos menos conocidos y estudiados en México. Alonso-Zarazaga (2004) y Ordóñez-Reséndiz *et al.* (2008b) documentaron 172 especies distribuidas en el territorio nacional, pero el número de especies es bastante inferior al esperado para el país, considerando su historia geológica y extensión territorial, más si se compara con otras partes del mundo, como la Península Ibérica, donde existen 216 especies con un clima más uniforme y tan solo un 30% de la extensión territorial de México (Alonso-Zarazaga, 2004).

Los apióninos son fitófagos estrictos, pudiendo alimentarse específicamente de alguna estructura de las plantas, en su mayoría de dicotiledóneas; cada especie aprovecha diferentes tejidos y órganos de la planta, como el cuello de la raíz, tallos, pecíolos, hojas e inflorescencias (Alonso-Zarazaga, 2004), por lo que algunas especies, particularmente las introducidas, pueden llegar a convertirse en plagas de plantas de interés agrícola, por ejemplo la especie *Apion godmani* (Wagner, 1912) origina serias pérdidas en cultivos de leguminosas





(Pérez, 1985; Cibrián-Tovar *et al.*, 1995; Muñiz-Vélez, 2001; Alonso-Zarazaga, 2004; Virteiu *et al.*, 2012). Por otra parte, existen especies que se usan como agentes de control biológico para malezas y otras plantas dañinas, por ejemplo, el gorgojo *Apion ulicis* (Forster, 1771) es empleado para el control de *Ulex europaeus* L., planta comúnmente llamada espinillo (Norambuena, 2003; Alonso-Zarazaga, 2004). A pesar de esto, el conocimiento de estos coleópteros es escaso, principalmente de aquellas especies que se desarrollan sobre plantas silvestres o carentes de valor para el hombre.

Las Sierras de Taxco-Huautla comprenden un área de compleja estructura geológica, donde están representados diversos ecosistemas que albergan gran cantidad de especies y constituyen un potencial reservorio de especies endémicas, por lo que la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) las reconocen como la región terrestre prioritaria 120 (RTP-120), de importancia para conservar una parte de la riqueza biológica de México (Arriaga *et al.*, 2000). Específicamente en el caso de los coleópteros se ha detectado una alta diversidad para otros grupos como: Cerambycidae (Rodríguez-Mirón, 2009), Chrysomelidae (Ordóñez-Reséndiz *et al.*, 2015), Curculionoidea (Acevedo-Reyes, 2009; Mora-Puente, 2011) y Scarabaeoidea (Cid-Aguilar, 2016; Barrera-López 2016); sin embargo, la diversidad de la subfamilia Apioninae no ha sido documentada adecuadamente, no se conoce la riqueza específica de la región o su distribución, por lo que en este trabajo se plantea analizar estos aspectos.

MARCO TEÓRICO

Generalidades de Apioninae

Los representantes de Apioninae se caracterizan por tener antenas rectas, un cuerpo piriforme y pequeño (Figura 1), además de un rostro alargado (Alonso-Zarazaga, 2004). Existe poca variación morfológica en el grupo y no presentan dimorfismo sexual; evolutivamente se consideran en un punto intermedio entre los Curculionoidea primitivos y los más derivados (Figura 2); su distribución abarca todos los continentes, exceptuando la Antártida, desde el nivel del mar hasta las zonas de alta montaña (Kissinger 1968; Alonso-Zarazaga, 2004).





Figura 1. Vista dorsal y lateral de un Apioninae.

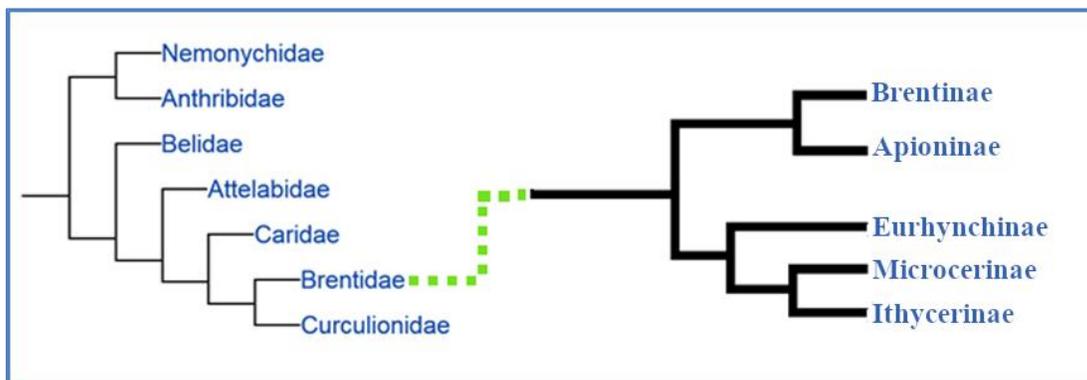


Figura 2. Propuesta de la filogenia de Curculionoidea basada en datos de Marvaldi *et al.* (2002).

Los linajes de Apioninae presentes en México representan en su mayoría casos de transición geográfica con numerosos endemismos, entre éstos se encuentran: *Trichapion* (Wagner, 1912), *Sayapion* (Kissinger, 1999), *Neapion* (Alonso-Zarazaga, 1990), *Coelocephalapion* (Wagner, 1914) y *Apionion* (Kissinger, 1998); los tres primeros tienen afinidad Neártica, mientras que los dos últimos tienen afinidad Neotropical. Un caso que merece especial atención es *Alocentron* (Schilsky, 1901) que tiene afinidad Holártica (Alonso-Zarazaga y Lyal, 1999) y está presente en Europa (Suecia y Rusia). Sólo el género



monotípico *Femtapion* (Kissinger, 1991) está restringido al territorio mexicano, lo que indica que la mayor cantidad de endemismos se presenta a nivel específico, tal como ocurre en Curculionidae (Anderson y O'Brien, 1996), este fenómeno sugiere que el grupo ha sufrido una reciente evolución en territorio mexicano (Ordóñez-Reséndiz *et al.*, 2006).

Morfología

Los adultos son pequeños, entre 0.75 y 10 mm en promedio, 15 mm excepcionalmente; las especies mexicanas se ubican entre 1 y 4 mm, siendo las hembras generalmente un poco más grandes que los machos. El cuerpo es piriforme con coloraciones predominantemente oscuras, aunque existen también rojizas, testáceas o pajizas. Frecuentemente los élitros presentan reflejos metálicos y pueden ser glabros o cubiertos de pubescencia, de forma y cobertura variable. Una estructura de especial interés taxonómico son las sedas sensoriales (Alonso-Zarazaga, 2004).

La característica más notoria de los apióninos es la presencia de un rostro más o menos cilíndrico y desarrollado en la cabeza, habitualmente más corto y grueso en los machos, el cual tiene las piezas bucales en la parte apical ventral. Las antenas carecen de dimorfismo sexual notable, terminan en un club compacto, son rectas y constan de 11 artejos. El protórax ofrece caracteres importantes para la delimitación de géneros y especies, principalmente el pronoto (Figura 1), cuya forma varía entre cónico, cilíndrico, acampanado o turbinado (Kissinger, 1968; Alonso-Zarazaga, 2004).

Los machos de Apioninae son los únicos Curculionoidea que presentan caracteres sexuales secundarios en las patas, principalmente en las tibias, pero también llegan a presentarse en los tarsos. Los genitales están formados por los segmentos VIII-XI del abdomen, el X es el tegmen y el XI es el pene o lóbulo medio, los que en conjunto conforman el genital masculino. El tegmen a su vez consta de tres partes, el manubrio, la pieza basal y los parámetros (Figura 3); la unión entre los parámetros y la pieza basal tiene importancia taxonómica (Kissinger, 1968; Alonso-Zarazaga, 2004).



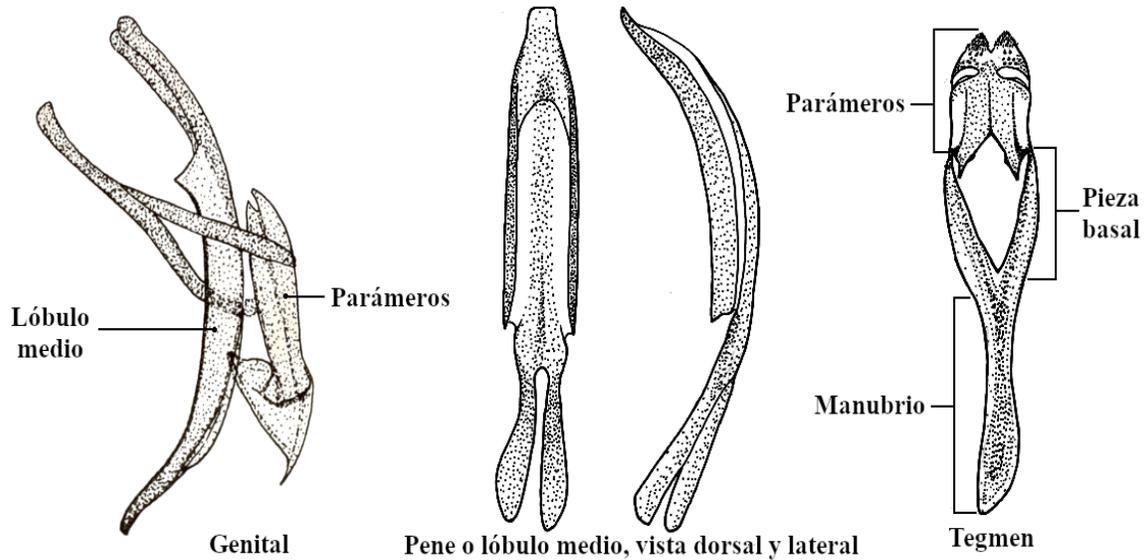


Figura 3. Genital masculino de un Apioninae. Modificado de Alonzo-Zarazaga (2013).

Alimentación

Los apióninos son organismos fitófagos, se alimentan principalmente de dicotiledóneas, aunque también pueden aprovechar algunas monocotiledóneas. Entre las familias de plantas registradas se encuentran Malvaceae, Caprifoliaceae, Rutaceae, Fabaceae, Asteraceae, Lamiaceae, Verbenaceae, Apiaceae, Rosaceae, Solanaceae, Fagaceae y Pinaceae (Alonso-Zarazaga 2004; Ordóñez-Reséndiz *et al.*, 2006). Algunas especies son consideradas cecidógenas, es decir que forman agallas (Nieves-Aldrey, 1998; Alonso-Zarazaga, 2004; Medianero *et al.*, 2007), éstas son estructuras anormales que desarrollan las plantas como respuesta a la acción de agentes inductores, caracterizadas por presentar hipertrofia (crecimiento anormal) e hiperplasia (multiplicación anormal) de las células y se considera la asociación más compleja entre insecto y planta en el mundo natural (Medianero *et al.*, 2007; Kuzmanich *et al.*, 2015).

Las larvas son comúnmente minadoras de las estructuras vegetativas, si bien también llegan a desarrollarse en el pericarpio de los frutos o semillas (Alonso-Zarazaga, 2004); son capaces de consumir varios tejidos de las plantas, como raíces, tallos, hojas o inflorescencias (Alonso-Zarazaga 2004; Jones *et al.*, 2012), por lo que ciertas especies pueden convertirse en plagas de plantas de interés económico para el hombre como el aguacate, el arroz, la soya, frijol, pino o maíz (Cibrián-Tovar *et al.*, 1995; Muñoz-Vélez, 2001; Virteiu *et al.*, 2012),



mientras que otras pueden ser empleadas como vectores de control biológico para malezas peligrosas (Norambuena, 2003; Alonso-Zarazaga, 2004).

En general, se considera que la relación que establecen Apioninae con las plantas es relativamente específica (estenófaga u oligófaga), llegando a ser usada en ocasiones para la delimitación de taxones (Kissinger, 1968; Alonso-Zarazaga 2004); sin embargo, algunas especies del género *Trichapion* se han encontrado alimentándose de varias familias vegetales, por lo que se consideran como polífagas (Ordóñez-Reséndiz *et al.*, 2006). También pueden llegar a presentarse sobre plantas con las que no tienen relaciones tróficas (Anderson y O'Brien, 1996; Alonso-Zarazaga, 2004).

Estudios en México

La contribución más extensa al conocimiento de los apióninos mexicanos ha sido el estudio monográfico de Kissinger (1968) y sus posteriores adiciones (Kissinger, 1989, 1990, 1991, 1998a, b, 1999a, b, 2000) que sirven de referente principal para la identificación de las especies mexicanas. Posteriormente, Alonso-Zarazaga (2004) generó una clave para los géneros presentes en México, junto con una breve síntesis de la información del grupo. El estudio de la diversidad y ecología del grupo también ha sido escaso, existen únicamente dos trabajos, el de Ordóñez-Reséndiz *et al.* (2006) en la Sierra Nevada y el de Jones *et al.* (2012) en la Reserva de la Biosfera El Cielo.

Existen listas de gorgojos de algunas partes del país, como la Ciudad de México (Montealegre-Lara, 1992), Guanajuato (Salas-Araiza, 1999), Querétaro (Jones y Luna-Cozar, 2007), Veracruz (Gama-Rojas, 2007), Guerrero y Morelos (Ordóñez-Reséndiz *et al.*, 2008a), que contemplan a la superfamilia Curculionoidea en su totalidad y el número de especies reportadas para Apioninae es menor a 10, con excepción del estudio de Querétaro, en donde se registraron 29 especies.

En las Sierras de Taxco-Huautla se han enlistado algunos apióninos en las tesis de licenciatura “Curculionoidea (Insecta: Coleoptera) de la región central de las Sierras de Taxco-Huautla, México” (Acevedo-Reyes, 2009) y “Superfamilia Curculionoidea (Insecta: Coleoptera) en Tilzapotla (El Mirador), Morelos durante los meses de mayo a octubre de 2003” (Mora-Puente 2011); sin embargo, poco se aborda acerca de su distribución geográfica al interior de las Sierras.





ÁREA DE ESTUDIO

Las Sierras de Taxco-Huautla se reconocen como la región terrestre prioritaria 120 (RTP-120), abarcan parte de los Estados de México, Guerrero, Morelos y Puebla, con una superficie de 2959 km², dentro del polígono con coordenadas extremas 18.61°, 18.85°, 18.47°, 18.72° de latitud norte y 99.73°, 99.68°, 100.02° y 100.08° de longitud oeste. El clima predominante en la región es semicálido templado subhúmedo ((A)C(w2)), que abarca el 43% de la superficie, pero también se presentan climas subhúmedos (Aw) y templados (C(w2)x'), en 41% y 16% del área, respectivamente. Los tipos de vegetación mejor representados son selva baja caducifolia o bosque tropical caducifolio (BTC) y bosque de encino asociado con pino; no obstante, el 16% de la región es de uso agrícola, forestal y pecuario, y el 10% corresponde a otros usos (Figura 4)(Arriaga *et al.*, 2000).

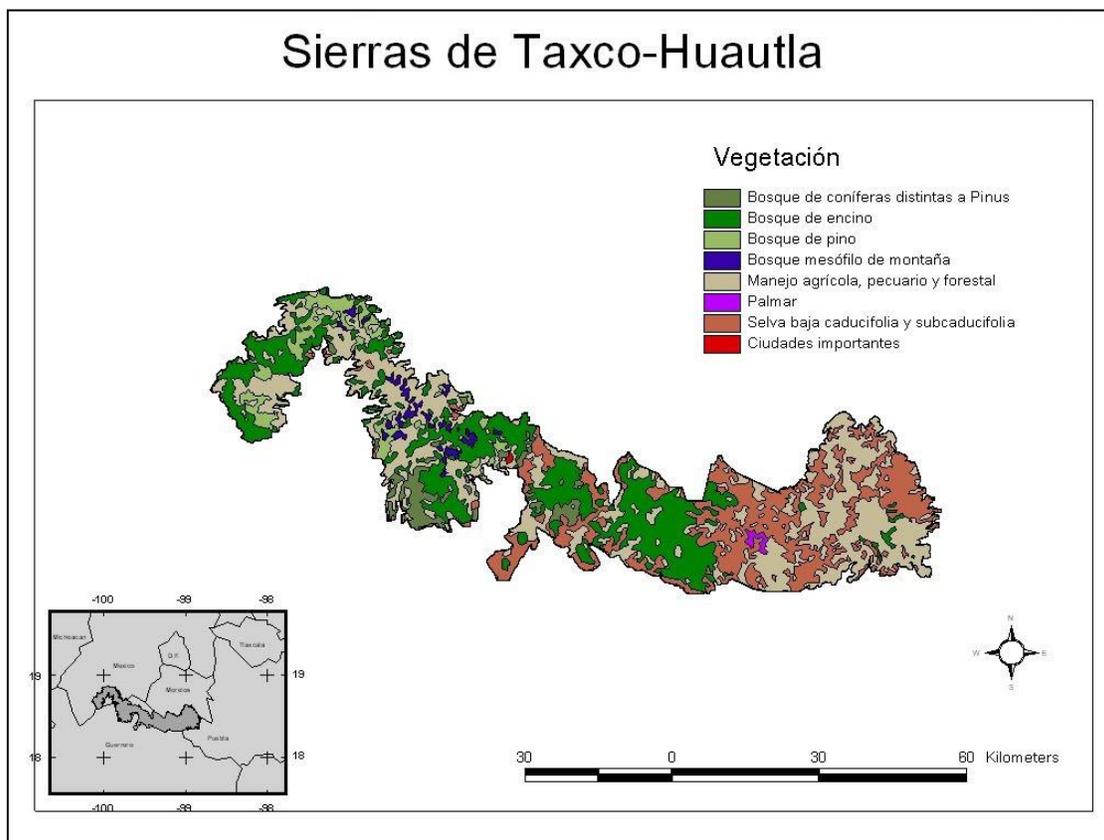


Figura 4. Tipos de vegetación presentes en las Sierras de Taxco-Huautla.



La Sierra de Taxco es un desprendimiento austral del Nevado de Toluca, comprende parte de los estados de México, Morelos y Guerrero, se encuentra dentro de la cuenca alta noroccidental del Río Balsas y forma parte del límite entre la cuenca alta y baja de este río, junto con las Sierras de Sultepec y de Teloloapan; los cerros más altos son El Tentación con 2700 m y El Huixteco con 2520 m (Figueroa de Contín, citado en Martínez-Gordillo *et al.*, 2004). Geológicamente, la mayor parte de la región se localiza en la Formación Balsas, perteneciente al Cretácico Superior, caracterizada por rocas terciarias como lo son los conglomerados (Salazar-Reyes *et al.*, 1999; Martínez-Gordillo *et al.*, 2004), aunque el suroeste del municipio de Taxco pertenece a la Formación Morelos, con calizas oscuras y delgadas con interestratos de lutita oscura (Martínez-Gordillo *et al.*, 2004).

La Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH) está localizada al sur del estado de Morelos, con un rango altitudinal de 700 a 2200 m; representa uno de los continuos más extensos de selva baja caducifolia en la Cuenca del Río Balsas (CONANP, 2005). Pertenece a las provincias fisiográficas del Eje Neovolcánico en la parte oriental y porción sur, y a la Sierra Madre del Sur en el área occidental (INEGI, 1981; CONANP, 2005). Una plataforma caliza marina del Mesozoico conforma el sustrato geológico de la REBIOSH, con una variedad considerable de rocas, siendo las ígneas el componente principal, aunque las más antiguas son las sedimentarias que datan del Cretáceo Inferior (CONANP, 2005).

Dentro de las Sierras de Taxco-Huautla se exploraron un total de 77 localidades que fueron georreferidas con un geoposicionador Garmin (Rino-110); sin embargo, sólo en 42 de ellas (Figura 5) hubo presencia de apióninos, de éstas, seis se ubican en el Estado de México, 29 en Guerrero y siete en Morelos. Del total de localidades con presencia de Apioninae, nueve se ubican fuera de los límites de las Sierras de Taxco-Huautla, a una distancia menor de 10 km, no obstante, fueron consideradas en este análisis.



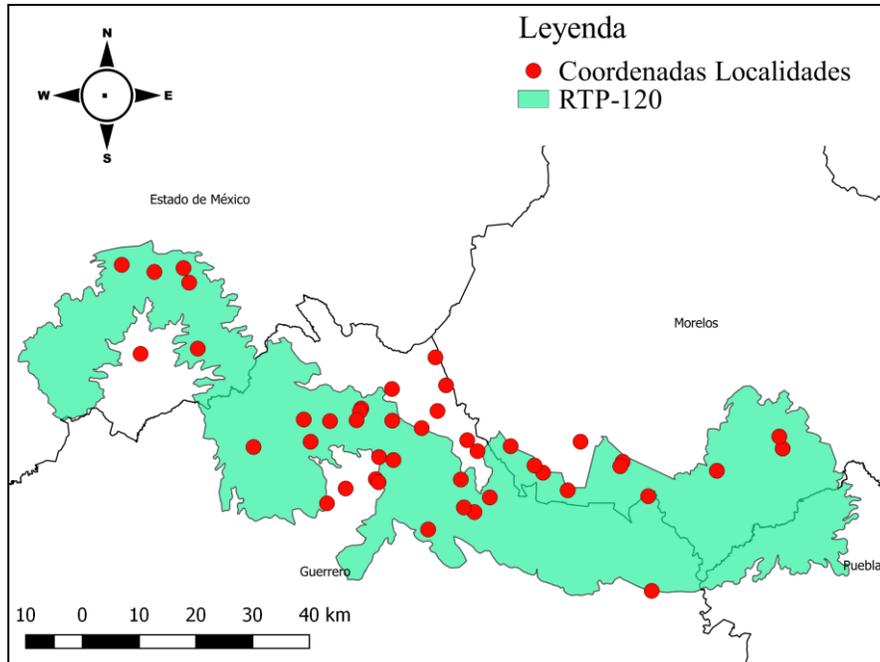


Figura 5. Localidades estudiadas en las Sierras de Taxco-Huautla y sus inmediaciones.

El tipo de vegetación asignado a cada localidad se obtuvo mediante la carta de Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO (1999), exceptuando las localidades de Santiago Temixco y Cascadas de Cacalotenango, a las cuales se les asignó el tipo observado en el sitio. Los diferentes tipos de vegetación registrados se agruparon de acuerdo con las categorías propuestas por Challenger y Soberón (2008) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Agrupación y equivalencia de los tipos de vegetación en las Sierras de Taxco-Huautla. Modificado de Hernández-Sosa (2014).

Tipo de vegetación según Challenger y Soberón (2008)	Tipo de vegetación según cobertura de CONABIO (1999)
Bosques templados (BTE)	Bosque de coníferas distintas a <i>Pinus</i> Bosque de táscate Bosque de encino Bosque de pino Bosque de pino-encino Bosque de encino con vegetación secundaria
Bosques tropicales (BTC)	Bosque tropical caducifolio Bosque tropical caducifolio con vegetación secundaria Bosque tropical subcaducifolio con vegetación secundaria
Pastizales (PZ)	Manejo agrícola, pecuario y forestal Pastizal inducido



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las Sierras de Taxco-Huautla se ha encontrado una gran diversidad de especies para distintos grupos de Coleoptera, como Scarabaeoidea y Chrysomelidae; sin embargo, la diversidad de Curculionoidea ha sido escasamente estudiada, particularmente la subfamilia Apioninae; por ello, en este trabajo se planteó documentar y analizar la diversidad de apióninos de las Sierras de Taxco-Huautla.

OBJETIVOS

General

Analizar la diversidad de Apioninae y su distribución altitudinal en las Sierras de Taxco-Huautla.

Particulares

Elaborar una lista de las especies encontradas en la zona de estudio.

Determinar la diversidad de apióninos de acuerdo a los tipos de vegetación propuestos por Challenger y Soberón (2008).

Describir la distribución altitudinal de las especies encontradas.

HIPÓTESIS

En un estudio previo sobre Chrysomelidae, realizado en las Sierras de Taxco-Huautla (Hernández-Sosa, 2014), se presentó mayor riqueza y abundancia de especies en las zonas de bosque templado, por lo cual se espera que Apioninae también siga este patrón, debido a que sus hábitos alimentarios son similares.





MATERIAL Y MÉTODO

Material entomológico

El material de este trabajo comprende ejemplares adultos recolectados entre marzo de 2001 y octubre de 2017 en las Sierras de Taxco-Huautla y sus cercanías, en las 42 localidades señaladas donde se reportaron apióninos (Figura 5). Este material se encuentra depositado en la Colección Coleopterológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (CCFES-Z). En cada localidad se realizaron recorridos diurnos y vespertinos en un área aproximada de 500 m de largo por 10 m de ancho, con un esfuerzo promedio de 9.5 horas por evento, para capturar a los ejemplares mediante métodos directos e indirectos:

Directos: se realizaron inspecciones en la vegetación herbácea, arbustiva y parte baja de la arbórea en busca de organismos que se recolectaron con la mano. También se recolectaron organismos en vuelo cuando se presentó la oportunidad.

Indirectos:

- Red de golpeo mediante vareo (colocar la red sobre o bajo ramas y agitarlas) y barrido (movimiento de red en donde solo se roza la vegetación) se inspeccionó la vegetación herbácea, arbustiva y parte baja de la arbórea en búsqueda de ejemplares.
- Trampa de luz. Consistió en una fuente de luz blanca y una ultravioleta proyectada sobre una manta blanca en posición vertical a una altura aproximada de un metro. Los ejemplares atraídos fueron recolectados en bolsas con cierre hermético con una torunda impregnada de acetato de etilo para su conservación. Dicha trampa se activó después de la puesta de sol con un tiempo promedio de 1.5 horas por localidad, excepto en el año 2001, en la localidad de Valle de Vázquez.

Cada ejemplar fue almacenado en un frasco que contenía un poco de aserrín impregnado con acetato de etilo, a modo de cámara letal y medio de conservación temporal, de acuerdo con la técnica propuesta por Morón y Terrón (1998). Los ejemplares recolectados fueron posteriormente trasladados a la CCFES-Z para su preservación y determinación taxonómica.





Preparación del material

Los ejemplares fueron separados por morfoespecies y se seleccionó una muestra representativa para realizar el montaje en seco, debido al tamaño de los apióninos se colocaron en una base de cartón triangular, la que posteriormente se atravesó con un alfiler entomológico.

Con el objetivo de realizar la determinación taxonómica, a los ejemplares se les extrajeron los genitales, de acuerdo con la técnica descrita en Kissinger (1968): los ejemplares se colocan en agua caliente para rehidratarlos, posteriormente con ayuda de una minucia se retira el abdomen para separar las vísceras y los genitales de los esternitos, para luego ser tratados en hidróxido de potasio al 10% con el objetivo de eliminar los restos de vísceras o grasa. El ejemplar se seca y se monta nuevamente. El genital posteriormente se almacena en un tubo microvial con glicerina para su conservación y uso posterior.

Determinación taxonómica

Los organismos fueron determinados hasta género o especie de acuerdo con las claves de Kissinger (1968, 1989, 1990, 1991, 1998a, b, 1999a, b, 2000) y Alonso-Zarazaga (2004). Posterior a la determinación taxonómica, a cada organismo se le asignaron dos etiquetas, la primera con los datos de colecta, la segunda con los datos taxonómicos del ejemplar (Figura 6), para su incorporación a las cajas entomológicas de la CCFES-Z.

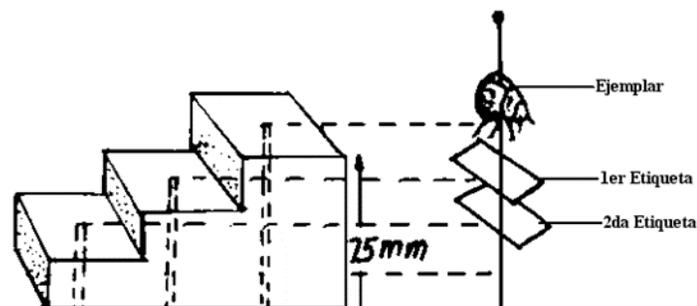


Figura 6. Etiquetado de ejemplares. Tomado de Fernández-García *et al.*, 2017



Manejo de datos

La información de campo y taxonómica de cada espécimen fue capturada en una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel (versión 2010), para obtener los resultados siguientes y proceder a su análisis.

Lista de especies. Los taxones fueron agrupados en las categorías supragenéricas propuestas por Alonso-Zarazaga (2004). Para determinar la representatividad del muestreo, se realizó una curva de acumulación de especies mediante el programa Species Accumulation versión 1.0.0 (CIMAT, 2003), además se emplearon los estimadores no paramétricos Chao1, Chao2, ICE y ACE, los cuales fueron calculados usando el programa EstimateS (versión win8.2.0). Los estimadores listados fueron elegidos debido a que presentan un sesgo menor a la extrapolación comparados con las funciones de acumulación de especies, principalmente cuando la información obtenida en los muestreos es escasa o no ha sido estandarizada (Soutullo, 2006), y son menos sensibles a los cambios en el tamaño de la muestra y la distribución espacial de las especies (Colwell y Coddington 1994; Chazdon *et al.*, 1998).

Chao1. Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra. Los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra. Se basa en la presencia de especies representadas por un solo individuo (singletons) y especies representadas por exactamente dos individuos (doubletons) (Chao y Lee, 1992; Moreno, 2001).

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

Donde:
S=número especies en una muestra
a= Singletons
b= Doubletons

Chao 2. Es un estimador basado en la incidencia, necesita datos de presencia ausencia de una especie en una muestra dada, es decir, si la especie está presente y cuántas veces está esa especie en el conjunto de muestras. Colwell y Coddington (1994) encontraron que el valor de Chao 2 provee el estimador menos sesgado para muestras pequeñas (Moreno, 2001).



$$Chao\ 2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

Donde:

S=número de especies

L=número de especies que ocurren
en una sola muestra

M=número de especies que ocurren
en exactamente dos muestras

ICE. Es un estimador basado en la incidencia, ocupa valores de especies que ocurren en diez o menos unidades de muestreo (Chao *et al.*, 2005).

ACE. Estimador de cobertura basado en abundancia, proporciona información adicional de especies con diez o menos individuos en la muestra (Chao *et al.*, 2005).

Con el objetivo de describir de mejor manera el comportamiento de los distintos géneros en el área de estudio, se graficó la abundancia relativa de cada uno de ellos.

$$Pi = n_i/N$$

Donde:

n_i = número de individuos de la
especie i

N= número total de individuos

Diversidad por tipo de vegetación. Las localidades fueron agrupadas de acuerdo a las categorías propuestas por Challenger y Soberón (2008) (Cuadro 1), para ello los puntos georreferenciados de cada localidad se sobrepusieron a la capa Uso de suelo y vegetación de CONABIO (1999), mediante el software QGis versión 2.18 (Figura 7). En BTE se registraron 17 localidades, 12 corresponden a BTC y 13 pertenecen a PZ, en su mayoría representadas por zonas de manejo agrícola. Para cada categoría de vegetación se obtuvo la diversidad de mediante el índice de heterogeneidad de Shannon-Wiener, la equidad de Pielou y la diversidad verdadera; adicionalmente se evaluó la similitud existente entre los tipos de vegetación mediante el coeficiente de similitud de Jaccard. Debido a la diferencia existente en los esfuerzos de muestreo entre las diferentes comunidades vegetales, se obtuvieron curvas de rarefacción con el objetivo de poder comparar la diversidad sin que existiera un sesgo en la interpretación de los datos.

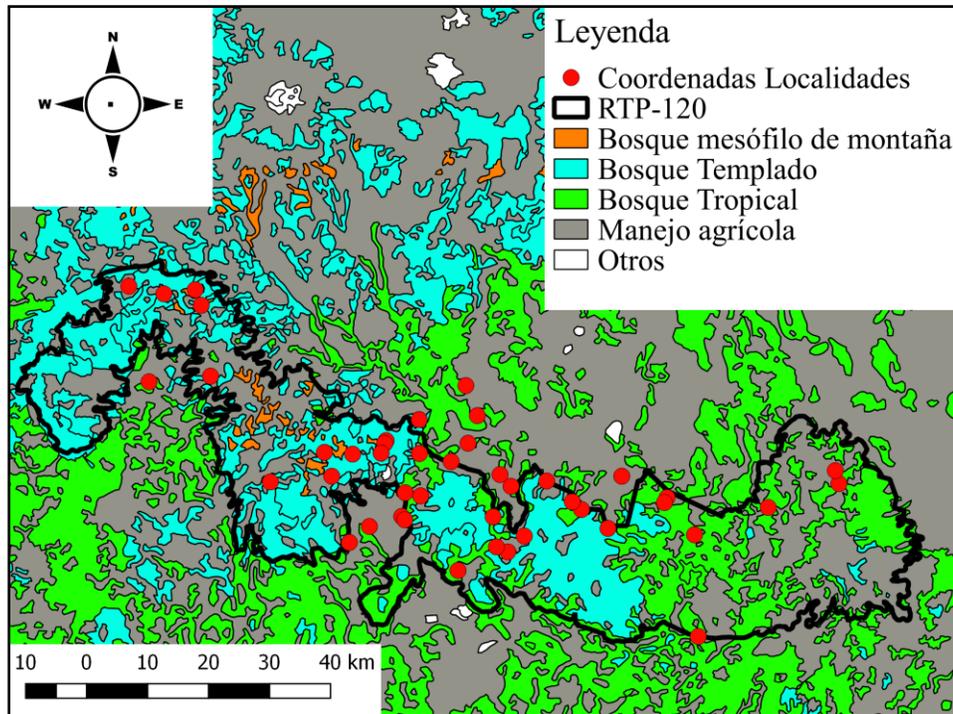


Figura 7. Localidades y agrupaciones de tipos de vegetación considerados en este trabajo.

Índice de Shannon-Wiener. Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Magurran, 1988; Moreno, 2001). Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

Donde:

P_i =abundancia proporcional de la especie i , es decir: Núm. Individuos i / número total de individuos

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$



Equidad de Pielou. Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que el valor máximo indica que todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001).

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde:
 $H'_{\max} = \ln(S)$
 H' = Índice de Shannon-Wiener

Diversidad Verdadera. Se trata de una transformación de los índices de diversidad para que puedan ser interpretados de manera universal con las mismas unidades o números efectivos (Jost, 2006; Moreno *et al.*, 2011). Expresar la diversidad de una comunidad en números de especies efectivas que permiten comparar la magnitud de la diferencia en la diversidad de dos o más comunidades, se presenta en tres tipos de órdenes:

Orden cero, es igual al número de especies.

Orden uno, los números efectivos que se obtienen representan comunidades hipotéticas con una equitatividad igual a uno y el número de especies que se esperaría en éstas (Moreno *et al.*, 2011).

$${}^1D = \exp(H')$$

Donde:
 H' = índice de Shannon-Wiener

Orden dos, en la que las especies dominantes reciben más peso y por lo tanto es más sensible a variaciones en la abundancia proporcional de cada especie, también muestra el número esperado de especies cuya equidad es menor a uno (Moreno *et al.*,

Donde:
 P_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir: Núm. Individuos i / número total de individuos

$${}^2D = \frac{1}{\sum p_i^2}$$



Prueba *t* de *student*. Permite determinar si existe diferencia significativa entre los valores del Índice de Shannon-Wiener. El método fue propuesto en 1970 por Hutcheson, y se sigue la versión citada en Moreno (2001).

$$t = \frac{Hp1 - Hp2}{D var}$$

Donde:

Hp=índice de diversidad ponderado

D var=diferencia de las varianzas.

N= número de especies

Fi=número de individuos de la especie i

$$Hp = \frac{(N \log N) - (\sum fi \log fi)}{N}$$

$$D var = (Varianza Hp1 + Varianza Hp2)^{(1/2)}$$

Rarefacción. Calcula el número de especies esperado para cada muestra si todas fueran reducidas a un tamaño estándar, permite realizar comparaciones de diversidad entre comunidades con diferente tamaño de muestra evitando que el número de individuos interfiera en la interpretación de los datos (Moreno, 2001; Villareal *et al.*, 2004; Gotelli y Colwell, 2011). Para poder usar de manera correcta este método, es importante que las muestras a comparar sean consistentes en su taxonomía, es decir que estén en la misma jerarquía taxonómica y el método empleado en los muestreos debe ser el mismo (Moreno, 2001; Villareal *et al.*, 2004; Gotelli y Colwell, 2011).

Coefficiente de similitud de Jaccard. Expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en cada una de ellas al relacionar el número de especies compartidas con el total de especies en cada muestra. El intervalo de valores va de 0 a 1, siendo el valor máximo el que indica la misma composición de especies (Moreno, 2001; Álvarez *et al.*, 2004).

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

Donde:

a= número de especies presentes en el sitio A

b= número de especies presentes en el sitio B

c= número de especies presentes en ambos sitios

Distribución y diversidad altitudinal. Las especies fueron agrupadas en intervalos altitudinales de 200 m de amplitud (Cuadro 2), con el objetivo de detectar aquellos



taxones exclusivos a algún rango específico, así como aquellos de amplia distribución. Se describió también la diversidad mediante el índice de heterogeneidad Shannon-Wiener, la equidad de Pielou y la diversidad verdadera; adicionalmente también se evaluó la similitud mediante el coeficiente de Jaccard. Finalmente, se elaboró un dendrograma de similitud, generado con la utilidad DendroUPGMA (García-Vallvé & Puigbo, 2002).

Cuadro 2. Número de localidades de las Sierras de Taxco-Huautla en los intervalos altitudinales considerados en este trabajo.

Intervalo	Altitud (m)	Número de Localidades
1	700-900	3
2	900-1100	7
3	1100-1300	10
4	1300-1500	6
5	1500-1700	2
6	1700-1900	5
7	1900-2100	2
8	2100-2300	0
9	2300-2500	4
10	2500-2700	4



RESULTADOS

Lista de especies.

Se revisaron un total de 1993 ejemplares adultos de Apioninae agrupados en 11 géneros, los cuales corresponden a 89 morfoespecies, 21 reconocidas a especie, seis afines a alguna especie, 47 determinadas a género y 15 sin identificación alguna. La lista de taxones que a continuación se presenta está conformada por 74 taxones agrupados de acuerdo al arreglo propuesto por Alonso-Zarazaga (2004); entre corchetes se encuentran las claves de identificación de cada especie.

Apioninae

Aspidapiini

Alocentron sp.1 [ME30]

Alocentron sp.2 [ME58]

Alocentron sp.3 [MY02]

Ixapiini

Neapion (*Neotropion*) sp.1 [ME59]

Aplemomini

Femtapion andersoni (Kissinger, 1991) [ME39]

Piezotrachelini

Chrysapion chrysocomun

(Gerstaecker, 1854) [ME03]

Chrysapion tantillum (Sharp, 1890) [ME04]

Fallapion sp.1 [ME34]

Fallapion sp.2 [ME55]

Oxystomatini

Apionion sp.1 [ME08]

Apionion sp.2 [ME24]

Apionion sp.3 [ME47]

Apionion sp.4 [ME57]

Kissingeria aff. *hirta* (Wagner, 1912) [ME13]

Kissingeria sp.1 [ME06]

Kissingeria sp.2 [ME07]

Kissingeria sp.3 [ME38]

Kissingeria sp.4 [MY01]

Sayapion sp.1 [ME56]

Trichapion acanonicum

(Kissinger, 1959) [MN12]

Trichapion aff. *imitator*

(Wagner, 1912) [ME27]

Trichapion aff. *mexicanum*

(Wagner, 1912) [ME50]

Trichapion aff. *punctulirostre* (Sharp, 1890) [ME55]

Trichapion aff. *quicorne* (Kissinger, 1968) [ME11]

Trichapion colon (Sharp, 1890) [MN10]

Trichapion innocens (Kissinger, 1959) [ME18]

Trichapion latitator (Kissinger, 1959) [ME23]

Trichapion mexicanum (Wagner, 1912) [ME05]

Trichapion perpilosum (Wagner, 1912) [MN09]

Trichapion quicorne (Kissinger, 1968) [ME32]

Trichapion rufipenne (Gyllenhal, 1839) [ME15]

Trichapion sleeperi (Kissinger, 1968) [ME15]

Trichapion sp.1 [ME01]

Trichapion sp.2 [ME12]

Trichapion sp.3 [ME19]

Trichapion sp.4 [ME21]

Trichapion sp.5 [ME22]

Trichapion sp.6 [ME36]

Trichapion sp.7 [ME41]

Trichapion sp.8 [ME45]

Trichapion sp.9 [ME48]

Trichapion sp.10 [ME52]

Trichapion sp.11 [MG03]

Trichapion sp.12 [MN01]

Trichapion sp.13 [MN02]



Trichapion sp.14 [MN03]
Trichapion sp.15 [MN04]
Trichapion sp.16 [MN05]
Trichapion sp.17 [MN06]
Trichapion sp.18 [MN07]
Trichapion sp.19 [MN08]
Coelocephalapion aduncirostre
 (Gerstaecker, 1854) [ME20]
Coelocephalapion cf. *absonum*
 (Kissinger, 1968) [ME14]
Coelocephalapion ignotum
 (Kissinger, 1968) [MN16]
Coelocephalapion persimile (Fall,
 1898) [ME16]
Coelocephalapion praeditum
 (Sharp, 1890) [ME29]
Coelocephalapion puniceum
 (Kissinger, 1968) [MN14]
Coelocephalapion spretissimum
 (Sharp, 1890) [MN15]

Coelocephalapion sp.1 [ME09]
Coelocephalapion sp.2 [ME33]
Coelocephalapion sp.3 [ME37]
Coelocephalapion sp.4 [ME43]
Coelocephalapion sp.5 [ME44]
Coelocephalapion sp.6 [ME53]
Coelocephalapion sp.7 [ME60]
Coelocephalapion sp.8 [ME61]
Coelocephalapion sp.9 [MY03]
Coelocephalapion sp.10 [MY04]
Coelocephalapion sp.11 [MY05]
Coelocephalapion sp.12 [MG02]
Coelocephalapion sp.13 [ME49]
Incertae sedis
Stenapion macrothorax (Wagner, 1909)
 [ME40]
Stenapion sp. 1 [MG01]
 "*Apion*" *disparipes* (Fall, 1898) [MN13]
 "*Apion*" *pauper* (Sharp, 1890) [ME17]

Las 15 morfoespecies que no pudieron ser asignadas a algún género, están conformadas por hembras o bien por ejemplares en estado teneral¹, cuyo genital no se encontraba completamente desarrollado, careciendo así de los caracteres necesarios para su identificación.

De acuerdo con los estimadores no paramétricos, el número de apióninos que deben habitar en las Sierras de Taxco-Huautla se encuentra entre 98 (ACE) y 103 (ICE) (Figura 8), y la proporción de especies poco abundantes se encuentra en descenso (Figura 9), por lo que se ha inventariado un alto porcentaje (84%) de la fauna de Apioninae del área de estudio.

¹ Un insecto teneral es aquel que ha emergido de o mudado su exoesqueleto recientemente, por lo que aún necesita endurecer su nuevo exoesqueleto y adquirir su coloración final (Amateur Entomologists Society, 2019).

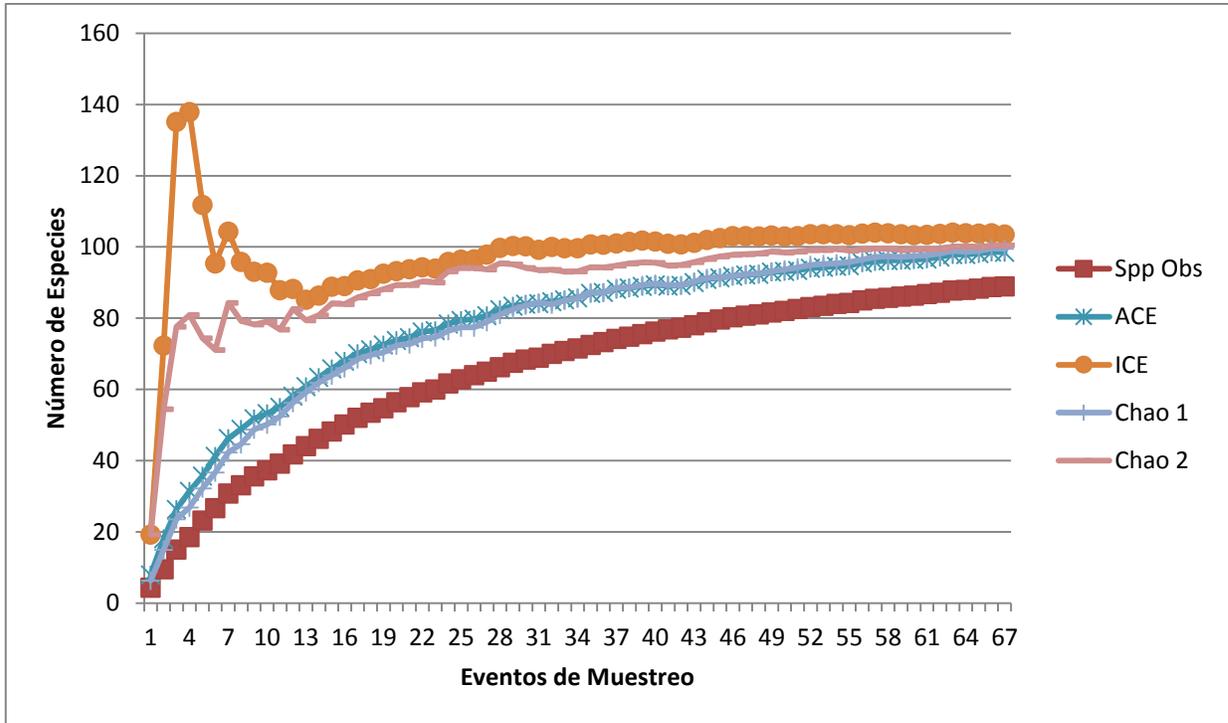


Figura 8. Estimación de la riqueza de Apioninae en la zona de estudio.

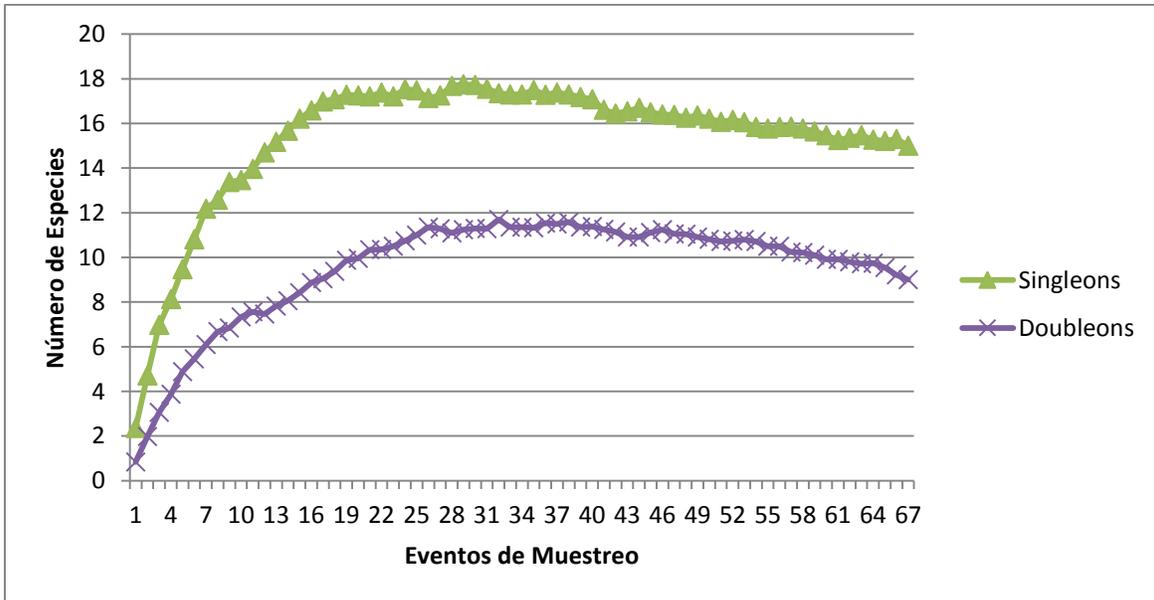


Figura 9. Número de especies de Apioninae poco abundantes en el área de estudio (Especies con un solo ejemplar “Singletons”; especies con dos ejemplares “Doubletons”).



El género con mayor abundancia fue *Chrysapion* con 713 individuos, en segundo lugar, el género *Trichapion* con 410 ejemplares y en tercer lugar *Coelocephalapion* con 309 organismos (Figura 10). La mayor riqueza específica se concentró en los géneros *Trichapion* (13 especies y 19 morfoespecies), *Coelocephalapion* (8 especies y 12 morfoespecies) y *Kissingeria* (Alonso-Zarazaga, 1990) (1 especie y 4 morfoespecies).

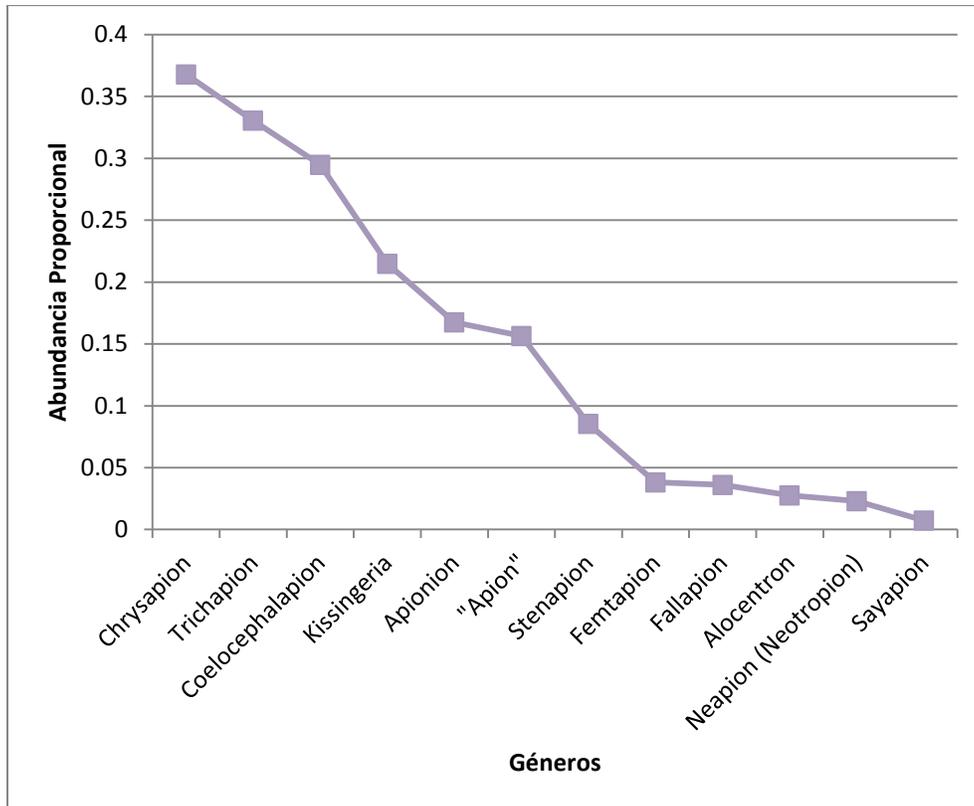


Figura 10. Abundancia proporcional de los géneros de Apioninae en las Sierras de Taxco-Huautla.

Diversidad por tipo de vegetación.

Al realizar la catalogación mediante los tipos de vegetación (Figura 7; Cuadro 1), la mayor riqueza específica se encontró en las localidades de BTE con 68 taxones, seguido de BTC con 50 y finalmente PZ con 46. La abundancia se comportó de una manera similar, registrando el mayor valor en los sitios de BTE, con un total de 1559 organismos, en segundo lugar, BTC con 284 ejemplares y en tercer lugar PZ con 150 individuos (Figura 11).

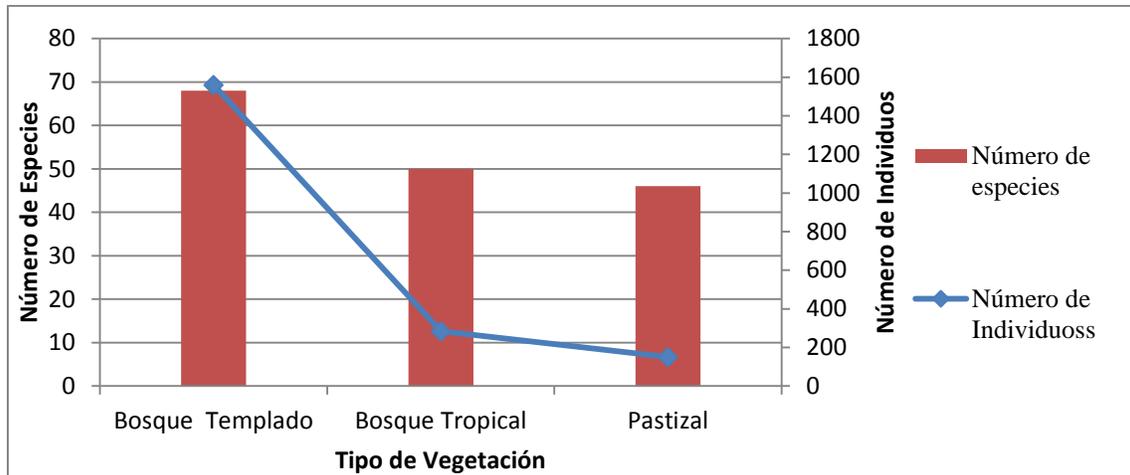


Figura 11. Abundancia de Apioninae por tipo de vegetación.

Las especies más abundantes (dominantes) y las poco abundantes (raras), mostraron comportamientos distintos en los tres tipos de vegetación, la curva de dominancia más pronunciada se obtuvo en BTE, sugiriendo una baja equitatividad, mientras que en PZ se observó mayor equitatividad en la distribución de la abundancia relativa de cada una de las especies (Figura 12). *Chrysapion tantillum* (ME03) fue la especie dominante en BTE y PZ, y fue codominante en BTC; "*Apion*" *pauper* (ME17) fue la especie más abundante en BTC y codominante en PZ; *Coelocephalapion persimile* (ME16) fue codominante en BTE y BTC. Es importante hacer notar la exclusividad de *Stenapion macrothorax* (ME40) en BTC, donde fue codominante.



Cuadro 3. Diversidad de Apioninae en cada tipo de vegetación. H' =índice de Shannon, J' =equidad de Pielou, 1D =diversidad verdadera de orden uno, 2D =diversidad verdadera de orden dos.

	Bosque Templado	Bosque Tropical	Pastizal
H'	2.50	3.31	3.45
J'	0.59	0.84	0.90
1D	12.23	27.45	31.57
2D	5.04	16.67	22.55

A nivel genérico, la composición de apióninos fue bastante similar en los tres tipos de vegetación, sólo algunos de ellos apareciendo de forma exclusiva, por ejemplo, *Neapion* (*Neotropion*) en PZ y *Sayapion* en BTE. *Apionion* (Kissinger, 1998) estuvo presente en BTE y BTC. A nivel específico, la composición de cada tipo de vegetación fue diferente, de las 89 morfoespecies registradas en las Sierras de Taxco-Huautla, 21 se encontraron en todas las agrupaciones vegetales, obteniéndose el valor más elevado en BTE con 68 taxones y el menor en PZ con 46 (Figura 13).

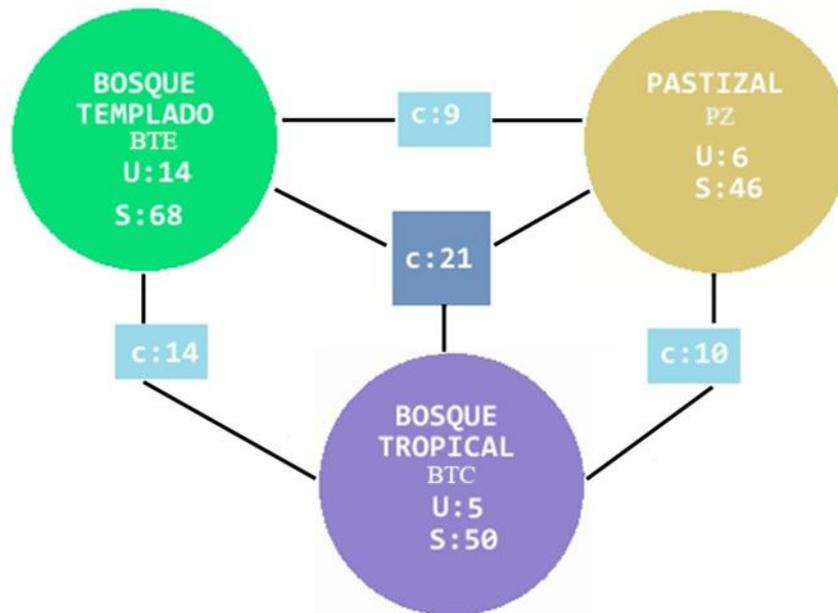


Figura 13. Composición de apióninos por tipos de vegetación. Las líneas indican el número de especies compartidas (C), S=riqueza de especies, U=especies únicas.



La similitud entre los tipos de vegetación fue baja, los valores de Jaccard son menores a 0.5 (Cuadro 4), lo cual indica un elevado número de recambio de apióninos entre las comunidades vegetales.

Cuadro 4. Similitud de Apioninae entre los tipos de vegetación.

	Bosque Templado	Bosque Tropical	Pastizal
Bosque Templado	1		
Bosque Tropical	0.13	1	
Pastizal	0.08	0.12	1

Cuando se considera la estandarización de los tamaños de muestra (Figura 14) y la abundancia relativa de especies, el mayor valor de diversidad fue obtenido en la vegetación PZ, pese a que registró menor abundancia de individuos y especies durante el estudio.

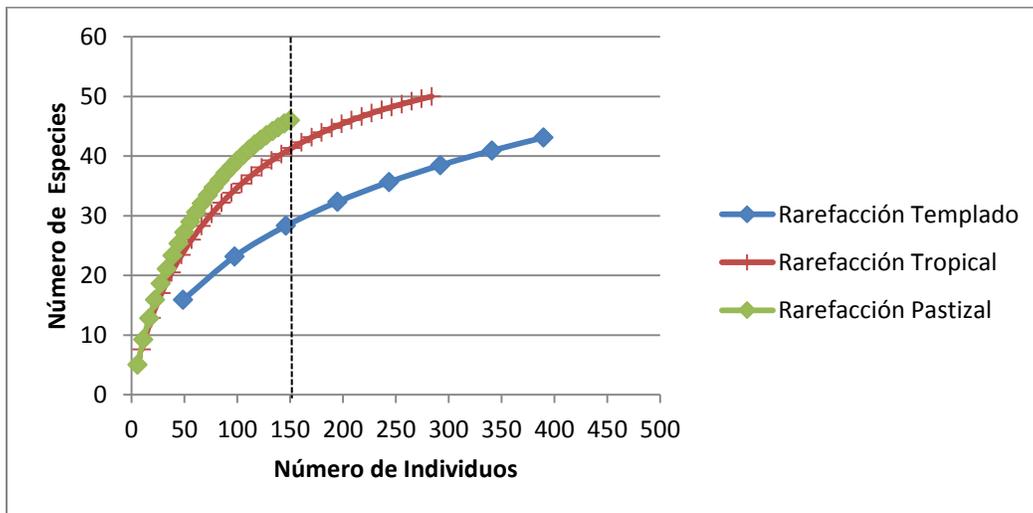


Figura 14. Curva de Rarefacción de las especies de Apioninae en los tres tipos de vegetación.



Distribución y diversidad altitudinal de Apioninae.

La mayor riqueza y abundancia de apióninos se registraron en el intervalo que abarca de 2300 a 2500 m, con 47 especies y 1314 individuos. Este intervalo incluye a cuatro localidades: Agua Escondida, Huixteco Cantera, Parque Huixteco Bajo (Guerrero) y Santa Cruz (Estado de México), todas con vegetación BTE (Figura 15). La abundancia de los individuos mostró un marcado descenso en los demás intervalos, con valores que no superan los 175 ejemplares. Es importante también señalar que ninguna de las localidades estudiadas se ubicó en el rango de los 2100-2300 m, por lo que no se puede descartar la presencia de apióninos en dicho rango altitudinal.

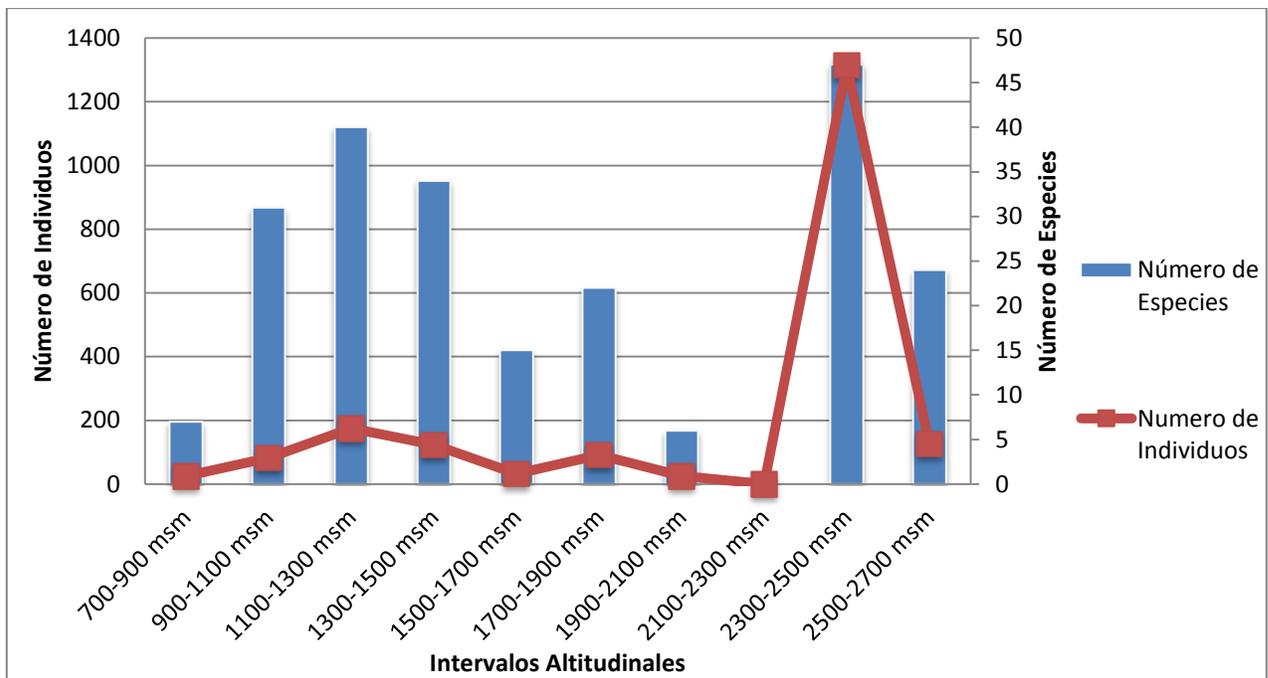


Figura 15. Abundancia y riqueza de apióninos por intervalo altitudinal.

A nivel genérico, los taxones con mayor distribución fueron *Chrysapion*, *Trichapion* y *Coelocephalapion*. La mayoría de las especies mostró una distribución altitudinal restringida, en promedio se encontraron en dos o tres intervalos diferentes (Cuadro 5), pero sólo tres especies se distribuyen en casi todo el rango altitudinal estudiado: *Chrysapion tantillum* presente de forma continua desde 900 m hasta 2700 m, *Coelocephalapion persimile* y *Trichapion latitator* ausentes cada una sólo en dos intervalos (Cuadro 5).



Cuadro 5. Especies de Apioninae por intervalo altitudinal. Presencia se marca con X.

Especie	700- 900 m	900- 1100 m	1100- 1300 m	1300- 1500 m	1500- 1700 m	1700- 1900 m	1900- 2100 m	2300- 2500 m	2500- 2700 m
<i>"Apion" disparipes</i>					X	X			X
<i>"Apion" pauper</i>	X		X	X				X	
<i>Alocentron</i> sp.1		X						X	
<i>Alocentron</i> sp.2			X	X					
<i>Alocentron</i> sp.3		X		X					
<i>Apionion</i> sp.1						X		X	
<i>Apionion</i> sp.2				X		X		X	X
<i>Apionion</i> sp.3								X	X
<i>Apionion</i> sp.4								X	
<i>Chrysapion chrysocomun</i>		X		X	X				
<i>Chrysapion tantillum</i>		X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Coelocephalapion aduncirostre</i>		X						X	
<i>Coelocephalapion</i> cf. <i>absolum</i>				X				X	
<i>Coelocephalapion ignotum</i>			X	X					
<i>Coelocephalapion persimile</i>	X		X	X		X	X	X	X
<i>Coelocephalapion praeditum</i>			X	X		X		X	
<i>Coelocephalapion puniceum</i>		X	X	X					
<i>Coelocephalapion spretissimum</i>			X	X					
<i>Coelocephalapion</i> sp.1				X		X	X	X	X
<i>Coelocephalapion</i> sp.2								X	
<i>Coelocephalapion</i> sp.3								X	
<i>Coelocephalapion</i> sp.4			X	X					
<i>Coelocephalapion</i> sp.5				X					
<i>Coelocephalapion</i> sp.6		X			X			X	
<i>Coelocephalapion</i> sp.7				X					



Especie	700- 900 m	900- 1100 m	1100- 1300 m	1300- 1500 m	1500- 1700 m	1700- 1900 m	1900- 2100 m	2300- 2500 m	2500- 2700 m
<i>Coelocephalapion</i> sp.8								X	
<i>Coelocephalapion</i> sp.9		X							
<i>Coelocephalapion</i> sp.10		X							
<i>Coelocephalapion</i> sp.11		X							
<i>Coelocephalapion</i> sp.12			X	X					
<i>Coelocephalapion</i> sp.13								X	
<i>Fallapion</i> sp.1			X	X				X	
<i>Fallapion</i> sp.2						X			
<i>Femtapion andersoni</i>		X	X	X					
<i>Kissingeria aff. hirta</i>		X	X			X		X	
<i>Kissingeria</i> sp.1			X		X	X		X	X
<i>Kissingeria</i> sp.2			X		X	X		X	X
<i>Kissingeria</i> sp.3			X	X		X		X	X
<i>Kissingeria</i> sp.4		X							
<i>Neapion (Neotropion)</i> sp.1		X							
<i>Sayapion</i> sp.1								X	
<i>Stenapion macrothorax</i>			X	X					
<i>Stenapion</i> sp.1			X	X	X			X	
<i>Trichapion acanonicum</i>		X	X						
<i>Trichapion aff. imitator</i>			X					X	
<i>Trichapion aff. mexicanum</i>			X		X		X	X	X
<i>Trichapion aff. punctulirostre</i>		X			X			X	
<i>Trichapion aff. quicorne</i>						X		X	X
<i>Trichapion colon</i>		X	X	X					
<i>Trichapion innocens</i>		X						X	
<i>Trichapion latitator</i>	X	X	X	X		X		X	X
<i>Trichapion mexicanum</i>	X					X		X	X
<i>Trichapion perpilosum</i>		X	X						
<i>Trichapion quicorne</i>		X	X	X	X				
<i>Trichapion rufipenne</i>								X	
<i>Trichapion sleeperi</i>	X				X			X	
<i>Trichapion</i> sp.1	X		X		X	X		X	X



Especie	700- 900 m	900- 1100 m	1100- 1300 m	1300- 1500 m	1500- 1700 m	1700- 1900 m	1900- 2100 m	2300- 2500 m	2500- 2700 m
<i>Trichapion</i> sp.2						X		X	
<i>Trichapion</i> sp.3								X	
<i>Trichapion</i> sp.4								X	
<i>Trichapion</i> sp.5			X			X		X	X
<i>Trichapion</i> sp.6								X	X
<i>Trichapion</i> sp.7									X
<i>Trichapion</i> sp.8					X		X		X
<i>Trichapion</i> sp.9								X	
<i>Trichapion</i> sp.10		X		X					
<i>Trichapion</i> sp.11			X						
<i>Trichapion</i> sp.12		X	X						
<i>Trichapion</i> sp.13		X	X	X					
<i>Trichapion</i> sp.14		X		X					
<i>Trichapion</i> sp.15		X	X	X					
<i>Trichapion</i> sp.16			X						
<i>Trichapion</i> sp.17			X	X			X		
<i>Trichapion</i> sp.18		X	X						
<i>Trichapion</i> sp.19		X	X	X					
Morfoespecie 10		X			X	X		X	
Morfoespecie 2			X					X	X
Morfoespecie 25						X			
Morfoespecie 26						X		X	X
Morfoespecie 28								X	
Morfoespecie 31	X							X	X
Morfoespecie 35								X	
Morfoespecie 42		X	X	X		X		X	
Morfoespecie 46			X		X				
Morfoespecie 51									X
Morfoespecie 63		X	X						
Morfoespecie G04			X	X					
Morfoespecie G05				X					
Morfoespecie O01									X
Morfoespecie O02									X



En los intervalos de 900 a 1100 m y 1100 a 1300 m se presentaron los valores más altos de entropía de Shannon-Wiener ($H' = 3.04$ y 3.06) (Cuadro 6). En cuanto al número efectivo de especies el comportamiento fue distinto para los diferentes órdenes calculados, para el orden uno el mayor valor se encontró también en el intervalo tres (1100-1300 m) con 21.33 especies efectivas; sin embargo, al considerar con mayor peso a las especies más abundantes (orden 2), el mayor valor se obtiene en el intervalo dos (900-1100m) con 14.43 especies.

Cuadro 6. Diversidad de Apioninae en cada intervalo altitudinal. H' =índice de Shannon, J' =equidad de Pielou, 1D =diversidad verdadera de orden uno, 2D = diversidad verdadera de orden dos.

	700-900 m	900-1100 m	1100-1300 m	1300-1500 m	1500-1700 m	1700-1900 m	1900-2100 m	2300-2500 m	2500-2700 m
H'	1.68	3.04	3.06	2.87	2.29	2.55	1.22	2.16	2.53
J'	0.86	0.89	0.83	0.81	0.85	0.83	0.68	0.56	0.79
1D	5.38	20.99	21.33	17.70	9.90	12.85	3.38	8.63	12.51
2D	4.70	14.43	12.17	9.34	6.74	7.26	2.43	3.89	9.18

En general, la similitud entre los intervalos fue baja (Cuadro 7), con excepción de los intervalos 1100-11300 m y 1300-1500 m, que casi comparten el 50% de sus especies, como se observa en el dendrograma de similitud (Figura 16).

Cuadro 7. Similitud de Apioninae entre los intervalos altitudinales.

	700-900 m	900-1100 m	1100-1300 m	1300-1500 m	1500-1700 m	1700-1900 m	1900-2100 m	2300-2500 m	2500-2700 m
700-900 m	1								
900-1100 m	0.03	1							
1100-1300 m	0.09	0.29	1						
1300-1500 m	0.08	0.27	0.48	1					
1500-1700 m	0.10	0.15	0.17	0.07	1				
1700-1900 m	0.16	0.13	0.22	0.12	0.12	1			
1900-2100 m	0.08	0.03	0.10	0.08	0.11	0.08	1		
2300-2500 m	0.15	0.15	0.24	0.13	0.11	0.19	0.06	1	
2500-2700 m	0.19	0.04	0.19	0.07	0.15	0.21	0.11	0.16	1

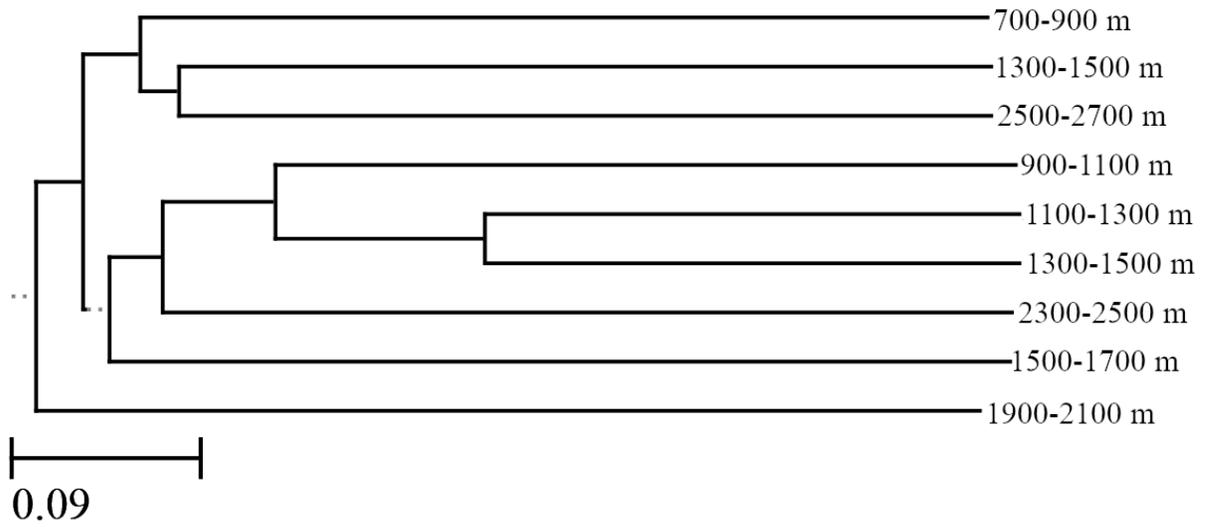


Figura 16. Dendrograma de similitud entre los intervalos altitudinales.



ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Lista de Especies.

Las 89 morfoespecies de Apioninae de las Sierras de Taxco-Huautla comprenden alrededor del 50% de las especies documentadas para México (Alonso-Zarazaga, 2004). Una riqueza bastante considerable si se toma en cuenta la extensión superficial del área de estudio, que representa apenas el 0.1% del territorio nacional (INEGI, 2008).

La gran mayoría de los géneros del presente trabajo tienen afinidad neártica o neotropical (Alonso-Zarazaga y Lyal, 1999), únicamente el género *Femtapion* es endémico a México. Las especies de los géneros *Coelocephalapion* y *Trichapion* representan el patrón Paleoamericano de Halffter (1976), que a su vez constituye el mayor aporte a la entomofauna de montaña de la Zona de Transición Mexicana (Halffter, 2003); es probable que a ello se deba el gran número de especies de estos géneros. Las especies de los géneros *Apionion*, *Chrysapion*, *Kissingeria* y *Stenapion* pertenecen al patrón Mesoamericano propuesto por Halffter (1978, 2003) y las especies de *Alocentron* y *Fallapion* personifican al patrón Neártico (Halffter, 2003).

Esta composición de Apioninae demuestra la complejidad e importancia de las Sierras de Taxco-Huautla, en donde se puede apreciar con bastante facilidad la convergencia de grupos con diferentes patrones de distribución. Este comportamiento también fue observado en el área de estudio para otros gorgojos de la superfamilia Curculionoidea (Ordóñez-Reséndiz *et al.*, 2008a).

Los géneros *Trichapion* y *Coelocephalapion*, ambos de la tribu Oxystomatini, congregaron el 58% de las especies encontradas en el presente estudio, lo cual corresponde con la riqueza registrada a nivel nacional por Alonso-Zarazaga (2004). No obstante, es relevante señalar que los taxones determinados a especie de ambos géneros representan el 15% y 14.3%, respectivamente, de las especies reconocidas para el país.

La dominancia de los géneros *Chrysapion* y *Trichapion* documentada en este trabajo (Fig. 10) coincide con la registrada por Ordóñez-Reséndiz *et al.* (2006) en la Sierra Nevada; no obstante, en la Reserva de la Biosfera EL Cielo (Jones *et al.*, 2012), *Trichapion* y *Alocentron* fueron dominantes. Estas diferencias pueden atribuirse a la afinidad biogeográfica de los géneros, como se mencionó anteriormente, pero es necesario realizar



más estudios sobre Apioninae para poder tener un mejor panorama de su distribución en el territorio nacional.

Por otro lado, se detectaron nuevos registros estatales para siete especies (Cuadro 8), lo cual reafirma la relevancia de la región terrestre prioritaria “Sierras de Taxco-Huautla” como reservorio de especies endémicas con gran potencial de conservación (Arriaga *et al.*, 2000). Entre los nuevos registros cabe destacar a *Trichapion latitator*, cuya distribución en México no se había documentado, debido a que fue descrita por Kissinger (1968) con un ejemplar “encontrado sobre hoja de plátano de México, interceptada en Brownsville, Texas”.

Cuadro 8. Lista de especies con nuevos registros a nivel estatal.

Especie	Registro nuevo
<i>Stenapion macrothorax</i>	Morelos, Guerrero
<i>Trichapion aff. mexicanum</i>	Guerrero, Estado de México
<i>Trichapion aff. quicorne</i>	Guerrero, Estado de México
<i>Trichapion innocens</i>	Guerrero
<i>Trichapion latitator</i>	Guerrero, Morelos, Estado de México
<i>Trichapion mexicanum</i>	Guerrero
<i>Trichapion sleeperi</i>	Guerrero, Morelos

Las morfoespecies *Trichapion* sp.2, *Coelocephalapion* sp.13 y *Neapion* (*Neotropion*) sp.1 no corresponden con descripciones proporcionadas para las especies mexicanas Kissinger (1968, 1989, 1990, 1991, 1998a, b, 1999a, b, 2000), por lo que pueden ser especies nuevas para la ciencia. Aunado a ello, las diversas morfoespecies que solo han podido ser determinados a género, como las 18 de *Trichapion* o las 12 de *Coelocephalapion* demuestran el escaso conocimiento taxonómico de Apioninae en el área de estudio.

A pesar de que en este trabajo se documentaron 12 de los 14 géneros registrados en territorio nacional (Alonso-Zarazaga, 2004), es relevante señalar la ausencia de especies de los géneros *Bothryopteron* (Wagner, 1912) y *Heterapion* (Sharp, 1891) que Kissinger (1968) menciona para México, tales como *B. grallarium* (Sharp, 1891), *B. larium* (Kissinger, 1968), *H. acomum* (Kissinger, 1968), *H. femoratum* (Sharp, 1891), pero es probable que estas especies no se distribuyan en el área de estudio.



Como se puede notar en la Figura 17, el crecimiento de la curva de acumulación de especies del presente trabajo se ajusta de mejor manera al modelo de Clench, con un estimado de 259 especies. En el modelo de Clench la probabilidad de añadir especies nuevas eventualmente disminuye conforme más tiempo se pase en campo y el muestreo aumente, hasta que finalmente se obtenga un máximo en el que la curva de acumulación de especies alcance una asíntota (Soberón y Llorente, 1993); sin embargo, esta clase de estimadores tienden a sobreestimar la riqueza esperada, ya que la extrapolación sólo aplica para las condiciones espacio-temporales en las que la muestra fue tomada y mientras más aumenta la diferencia entre tales condiciones, mayor será el sesgo esperado para tal extrapolación (Soberón y Llorente, 1993).

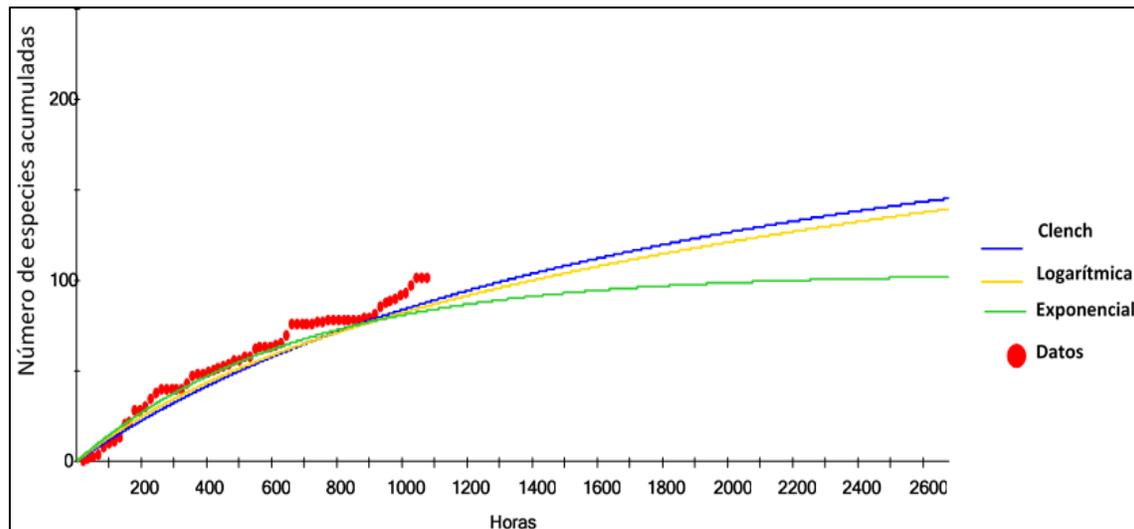


Figura 17. Curva de acumulación de Apioninae de la zona de estudio.

Al comparar los resultados de este trabajo (Cuadro 9) con otros estudios sobre gorgojos en México, como Montealegre-Lara (1992), Salas-Araiza (1999), Ordóñez-Reséndiz *et al.* (2006), Jones y Luna-Cozar (2007), Gama-Rojas (2007), Ordóñez-Reséndiz *et al.* (2008), Acevedo-Reyes (2009), Mora-Puente (2011) y Jones *et al.* (2012), se observa que la mayor riqueza de especies de Apioninae se encuentra en las Sierras de Taxco-Huautla y su zona de influencia, y se registra por vez primera en este trabajo de tesis.

La diferencia en la riqueza específica encontrada en los diferentes estudios (Cuadro 9) puede ser atribuida principalmente a tres factores: 1) salvo Ordóñez-Reséndiz *et al.* (2006)



y Jones *et al.* (2012), los estudios previos abordaron Apioninae como un componente de la superfamilia Curculionoidea, 2) la extensión territorial abarcada y el esfuerzo de muestreo en cada uno de ellos, y 3) las diferencias biogeográficas de las áreas, tanto geológicas como ecológicas.

Los cambios geológicos ocurridos en la intersección de las provincias biogeográficas del Eje Volcánico Transmexicano y la Cuenca del Balsas (Espinosa-Organista *et al.*, 2000) representan una gran influencia sobre los apióninos de la zona de estudio, propiciando el endemismo de especies, particularmente en las áreas montañosas con bosques secos, húmedos y de encino (Morrone, 2014), lo que cual se confirma con los resultados de BTE.

Cuadro 9. Número de especies de Apioninae en diversos trabajos realizados en México.

No.	Zona de Estudio	Año Publicación	Esfuerzo de captura	Número de especies de Apioninae
1	Desierto de los Leones,	1992	1984-1989, 1 sitio, 32 eventos	2
2	Guanajuato	1999	ene1996 - dic1997, 5 sitios, 20 eventos por sitio	2
3	Sierra Nevada	2006	feb-jul 2005, 25 sitios, 25 eventos	23
4	Querétaro	2007	1996-2005 sin datos detallados	29
5	Veracruz	2007	mar2004 - feb2005, 6 sitios,	4
6	Sierras de Taxco-Huautla, Guerrero y Morelos	2008	may2003-2008 21 sitios 21 eventos	9
7	Zona central de la Sierras de Taxco-Huautla, Guerrero y Morelos	2009	oct2005 - may2006, feb 2007-feb 2008, 22 sitios, 22 eventos	26
8	El Mirador, Tilzapotla, Morelos	2011	may-nov 2003, 1 sitio, 7 eventos	7
9	Reserva de la Biosfera El Cielo (RBEC)	2012	ene-feb 1998, 19 sitios 12 eventos	51
10	Sierras de Taxco-Huautla, Gro, Mor., Edo. Méx.	2019	mar 2001 – oct 2017, 42 sitios, 69 eventos	89

La similitud de Apioninae en el territorio nacional es baja (Cuadro 10), caso particular es el estado de Guanajuato, que al menos según lo reportado por Salas-Araiza (1999), no



comparte ninguna especie con las diferentes zonas del país en las que se ha documentado a esta subfamilia. Específicamente el presente estudio presenta también una baja similitud con otros trabajos ((Cuadro 10), incluso con trabajos previos realizados en el área de estudio, situación que ya reportaba Mora-Puente (2011).

Adicionalmente, si se considera que Jones *et al.* (2012) trabajaron en la zona norte del país y el hecho de que reportan que la mayoría de sus especies corresponden a patrones de distribución neárticos, hace evidente la gran diversidad y recambio de especies existentes a lo largo del territorio nacional.

Cuadro 10. Similitud de los Apioninae reportados en los diferentes estudios en México.

No.	Estudio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Desierto de los Leones	1	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
2	Guanajuato		1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Sierra Nevada			1	0.04	0.04	0.10	0.07	0.07	0.03	0.03
4	Querétaro				1	0.00	0.08	0.06	0.03	0.23	0.04
5	Veracruz					1	0.08	0.03	0.10	0.02	0.01
6	Sierras de Taxco-Huautla						1	0.09	0.14	0.02	0.03
7	Zona central de la Sierras de Taxco-Huautla							1	0.06	0.03	0.14
8	El Mirador Tilzapotla								1	0.02	0.04
9	Reserva de la Biosfera El Cielo (RBEC)									1	0.04
10	Sierras de Taxco-Huautla										1

Todo lo anterior manifiesta la carencia de estudios sistemáticos sobre Apioninae en el país. Asimismo, Alonso-Zarazaga (2004) hacía referencia acerca de la cantidad de especies registradas para el territorio nacional, comentando que era bastante menor a lo esperado, teniendo en cuenta la complejidad geográfica del país y la extensión territorial del mismo, sobre todo al compararlo con la diversidad y riqueza de la península ibérica que cuenta con 216 especies en una superficie que equivale al 30% de México.



Diversidad por tipo de vegetación.

Para poder realizar la comparación de la diversidad entre los diferentes tipos de vegetación, se obtuvieron curvas de rarefacción para cada una de ellas, con base en el tamaño de submuestra estandarizado, se realizó un análisis de intervalo de confianza de 95% (Gotelli y Colwell, 2011), el cual demostró que la variación de la riqueza específica no puede ser atribuida a variaciones en el esfuerzo de muestreo, por lo que otros factores están influyendo para tales resultados, tal como se puede observar en la Figura 14.

Se realizaron también pruebas *t* de *student* en las que se demostró con un nivel de confianza del 95% que entre BTE y BTC si existe una diferencia significativa entre los valores de diversidad obtenidos mientras que entre BTE y PZ o BTC y PZ no existieron diferencias significativas entre los valores de diversidad de los tipos de vegetación.

La diversidad de una localidad no depende exclusivamente del número de especies presentes en la misma, sino también de la abundancia de cada una de ellas con respecto a las demás (abundancia proporcional) o que tan equitativamente se encuentran repartidos los individuos entre las especies que conforman la comunidad (Moreno, 2001). Como puede observarse en la Figura 12, la diferencia en la abundancia relativa de cada una de las especies se encuentra más marcada en la vegetación de BTE, lo que afecta de manera significativa los valores de diversidad (Cuadro 3).

De acuerdo con la hipótesis establecida, la mayor diversidad se esperaba obtener en zonas de BTE, ya que es el comportamiento que se ha observado previamente para grupos similares en el área de estudio, como Chrysomelidae (Hernández-Sosa, 2014); sin embargo, se encontró que las zonas de PZ concentran la mayor diversidad y equidad ($H' = 3.45$, $J = 0.90$), aunque no la mayor riqueza (46 taxones). Por su parte, pese a que BTE es el tipo de vegetación con más abundancia y riqueza de apióninos (Figura 11), fue la vegetación menos diversa. Esta diferencia puede obedecer a la presencia y proporción de las especies dominantes en cada tipo de vegetación, lo que plantea la necesidad de estudiar a mayor profundidad los hábitos alimentarios de estos gorgojos y sus relaciones con las plantas.

La proporción de especies compartidas representa el 23% de las especies encontradas, de manera general se considera que la presencia de la superfamilia Curculionoidea está relacionada con el desarrollo de sus hospederos (Anderson, 1995), esta situación podría ser



clave para explicar la baja similitud existente entre las comunidades vegetales (<0.5) en las que se realizó el estudio (Cuadro 4); sin embargo, al carecer de datos referentes a las especies vegetales presentes en cada tipo de vegetación, no es posible verificar si fue la relación planta-insecto fue determinante en la distribución de los apióninos, aunque la presencia de especies con distribución restringida o cuya determinación aún no ha sido posible, coinciden con lo señalado por Anderson y O'Brien (1996), que el endemismo para México se da a nivel específico.

Distribución y diversidad altitudinal.

Como en otros aspectos, la información acerca de la distribución altitudinal de los apióninos es escasa o nula, los resultados obtenidos en este trabajo representan los primeros datos para el grupo. Aunque la mayor riqueza y abundancia se registraron en el intervalo que abarca de 2300 m a 2500 m (Figura 15), es interesante apreciar que el segundo valor de riqueza se registró en el intervalo de 1100 m a 1300 m (Figura 15), que fue también el más diverso con 21.33 especies efectivas, siendo 2.47 veces mayor al intervalo de 2300 m a 2500 m, y 6.3 mayor al intervalo 1900 m a 2100 m. Al conferir mayor peso a las especies más abundantes, el intervalo con mayor diversidad resultó de 900 m a 1100 m, con 14.43 especies efectivas, siendo 5.9 veces más diverso que el intervalo de 1900 m a 2100 m.

La diferencia entre la riqueza específica y la diversidad obtenida en los diferentes intervalos puede obedecer a la variedad de ambientes presentes en cada uno de ellos, aunque también se debe considerar la cantidad de localidades visitadas en cada uno de ellos, sin embargo los mayores valores de diversidad se presentan en él un intervalo que abarca los tres tipos de vegetación; sin embargo, dicho comportamiento no se replica en los intervalos de 900 m a 1100 m y de 1700 m a 1900 m, en los que también se presentan los tres tipos de vegetación. Es de consideración el hecho que el intervalo tres (1100-1300 m) agrupa la mayor cantidad de localidades correspondientes a PZ (seis de 13), lo que influye en gran medida a la equitatividad y riqueza específica.

Jones *et al.* (2012) mencionan la posibilidad de que algunas especies se desplacen de regiones cálidas o de menor altitud, a regiones con más altitud y/o temperaturas menores durante la época seca, para evadir las temperaturas elevadas y la ausencia de hospederos; para afirmar esto se necesitan más estudios, ya que no hay evidencia suficiente para



demostrar si los adultos que se desplazan establecen una relación predatoria con las plantas de las distintas regiones o no, adicionalmente como se puede apreciar en el (Cuadro 7), la similitud es baja entre los intervalos, lo que pone en duda la idea del desplazamiento de especies de un punto a otro.

En general, se considera que los principales aspectos que influyen en la limitación de la distribución altitudinal de los insectos son la temperatura, la humedad y en cierta medida también la disponibilidad de hospederos para el grupo (Hodkinson, 2005). Asimismo, se menciona que los insectos buscan en primera instancia condiciones favorables como motivo principal para desplazarse, más que alejarse de condiciones desfavorables (Hodkinson, 2005).

Finalmente, la ausencia de un taxón presente en todos los intervalos altitudinales estudiados, así como la baja proporción de especies compartidas entre ellos y la cantidad de especies con distribución restringida en el área, representan datos de interés como posibles endemismos o nuevos factores de consideración para la ecología de las especies.



CONCLUSIONES

Las 89 morfoespecies registradas en este estudio contribuyen al conocimiento de Apioninae en las Sierras de Taxco-Huautla y sus inmediaciones, y también para el territorio nacional. Los apióninos determinados a especie representan aproximadamente el 50% de los reportados hasta el momento.

Se encontraron tres nuevos registros para el Estado de México, siete para Guerrero y tres para Morelos. Además, tres nuevas especies para la ciencia que se encuentran en proceso de descripción: *Coelocephalapion* sp.nov., *Neapion* (*Neotropion*) sp.nov. y *Trichapion* sp.nov. Por primera vez se obtienen datos acerca de la distribución de *Trichapion latitator*, especie descrita por Kissinger en 1968.

Las nuevas especies y registros reflejan una evolución reciente de Apioninae en México, además de demostrar la carencia de estudios sobre el grupo y la importancia de las Sierras de Taxco-Huautla como un punto de elevada diversidad.

La mayor diversidad fue obtenida en las zonas de pastizal ($H' = 3.45$, $J' = 0.90$) — representadas en el presente trabajo por localidades de manejo agrícola— y en el intervalo de 1100 m a 1300 m ($H' = 3.06$, $J' = 0.83$) —también con zonas de manejo agrícola en su mayoría— situación que refuta la hipótesis propuesta y que denota un comportamiento distinto al de otros grupos fitófagos estudiados previamente en el área de estudio como Chrysomelidae, que registró mayor diversidad en zonas de bosque templado.

Se presentan por primera vez datos acerca de la distribución altitudinal de Apioninae en las Sierras de Taxco-Huautla.

El presente trabajo proporciona datos taxonómicos y de distribución acerca de Apioninae en el territorio nacional; mucho de ellos reportados por primera vez o que amplían la información que se tenía previamente. Sin embargo, es necesario que se continúen realizando estudios acerca del grupo para poder esclarecer aspectos importantes de su ecología y sistemática.



LITERATURA CITADA

- Acevedo-Reyes, N.** (2009) *Curculionoidea (Insecta: Coleoptera) de la Región Central de las Sierras de Taxco Huautla, México*. FES Zaragoza, UNAM, México.
- Alonso-Zarazaga, M.A.** (2004) Apionidae (Coleoptera). *En: Llorente-Bousquets, J.E., Morrone, J.J., Yáñez-Ordóñez, O. & Vargas-Fernández I. (Eds.), Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México Vol. 04: hacia una síntesis de su conocimiento*. UNAM-CONABIO, México, pp. 691–699.
- Alonso-Zarazaga, M.A.** (2013) Types of species of Apionidae (Coleoptera) described by – Carl Peter Thunberg (1743–1828) with description of a new genus. *Zookeys* 317: 89–102.
- Alonso-Zarazaga, M.A. & Lyal, C.H.C.** (1999) A world catalogue of families and genera of Curculionoidea (Insecta: Coleoptera). *Zootaxa* 63: 1–37.
- Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., Umaña, A. & Villareal, H.** (2004) Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. *En: Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., Umaña, A. & Villareal, H. Manual de métodos para el desarrollo de la inventarios de biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Colombia, pp.185–225.
- Amateur Entomologist Society.** (2019) Definition of Teneral. Disponible en: <https://www.amentsoc.org/insects/glossary/terms/teneral> (Consultado el 23 febrero 2019)
- Anderson, R.S.** (1995) A review of New World weevils associated with Viscaceae (mistletoes [in print]) including descriptions of new genera and new species (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Natural History* 28: 435–492.
- Anderson, R.S. & O'Brien, C.W.** (1996) Curculionidae (Coleoptera). *En: Llorente-Bousquets, J.E., García-Aldrete, A.N. & González-Soriano E. (Eds.), Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México Vol. 01: hacia una síntesis de su conocimiento*. UNAM-CONABIO, México, pp. 331–351.
- Arriaga, L., Espinoza, J.M., Aguilar, C., Martínez E., Gómez L. & Loa E.** (coords.) (2000) Regiones Terrestres Prioritarias de México. CONABIO, México. pp. 469–472. Disponible en: <http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/1036.pdf> (Consultado 01 junio 2018)
- Barrera-López, A.** (2016) *Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) como indicador del estado de conservación de la selva baja caducifolia en la Sierra de Taxco, Guerrero*. FES Zaragoza, UNAM, México.
- Bouchard, P., Grebennikov, V.V., Smith, A.B.T. & Douglas, H.** (2009)
- Challenger, A. & Soberón, J.** (2008) Los Ecosistemas Terrestres. *En: Soberón, J., Halffter, G. & Llorente-Bousquets, J. (Coords.), Capital Natural de México Vol. 01. Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México.
- Chao, A. & Lee S.M.** (1992) Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of American Statistical Association* 417:210–217.
- Chao, A., Chazdon, R., Colwell R. & Shen T** (2005) Un nuevo método estadístico para la evaluación de la similitud en la composición de especies con datos de incidencia y abundancia. *En: Halffter, G., Soberón, J., Koleff, P. & Melic, A. (Eds.), Sobre*



- Diversidad Biológica: el significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. SEA-CONABIO-CONACYT-Grupo Diversitas-México, España, pp. 85–96.
- Chazdon, R. L., Colwell, R., Denslow, J. & Guriguata, M.** (1998) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *En: Dallmeier F. y Comiskey J.A. (eds.), Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modeling: Conceptual Background and Old World Case Studies*. UNESCO, París, pp. 101–118.
- Cibrián-Tovar, D., Méndez-Montiel, J.T., Campos-Bolaños, R., Yates, H.O. & Flores-Lara, J.E.** (1995) *Insectos Forestales de México*. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Cid-Aguilar, L. F.** (2016) *Distribución de la superfamilia Scarabeoidea de las Sierras de Taxco-Huautla (RTP-120)*. FES Zaragoza, UNAM, México.
- CIMAT** (2003) Species Accumulation Disponible en: [https:// www.cimat.mx](https://www.cimat.mx) (Descargado en 2016)
- Colwell, R.K. & Coddington, J.A.** (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)* 345:101–118.
- CONABIO.** (1999) Uso de suelo y vegetación de INEGI agrupado por CONABIO. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/usvalmgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no (Consultado 10 agosto 2017).
- CONANP.** (2005) *Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla*. CONANP-SEMARNAT, México.
- Espinosa-Organista, D., Morrone, J.J., Aguilar, C. & Llorente-Bousquets, J.** (2000) Regionalización biogeográfica de México: Provincias bióticas. *En: Llorente-Bousquets, J., González, E. & Papavero, N. (Coords.), Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México Vol. 04: hacia una síntesis de su conocimiento*. UNAM-CONABIO, México, pp. 61–94.
- Fernández García, I., Fontenla Rizo, J. L., Hidalgo-Gato González, M., Cruz Flores, D. D., Neyra Raola, B., Mestre Novoa, N., & Gutiérrez Cubría, E.** (2017) Insectos Terrestres *En: Mancina, C. & Cruz-Flores, D.-(Eds.), Diversidad Biológica de Cuba, métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*. AMA/Instituto de Ecología y Sistemática, Cuba, pp. 224–253.
- Gama-Rojas, F.** (2007) *Diversidad y distribución de Curculionoidea en Veracruz*. FES, Zaragoza, UNAM, México.
- García-Vallvé, S. & Pugbo, P.** (2002) DendroUPGMA: A dendrogram construction utility. Disponible en: <http://genomes.urv.cat/UPGMA/index.php?entrada=Example2teneral> (Consultado el 20 de mayo 2019)
- Gotelli, N. & Colwell, R.K.** (2011) Chapter 4. Estimating species richness. *En: Magurran, A. & B, McGill (Eds.), Biological Diversity Frontiers in Measurement and Assessment*. Oxford University Press, Gran Bretaña, pp. 39–54.
- Halfpeter, G.** (1976) Distribución de los insectos en la zona de transición mexicana. Relaciones con la entomofauna de Norteamérica. *Folia Entomológica Mexicana* 35: 1–64.
- Halfpeter, G.** (1978) Un nuevo patrón de dispersión en la Zona de Transición Mexicana: el Mesoamericano de Montaña. *Folia Entomológica Mexicana* 39-40: 219–222.



- Halfpeter, G.** (2003) Biogeografía de la entomofauna de montaña de México y América Central. En: Morrone, J.J. & Llorente-Bousquets J. (Eds.), *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía*. Las Prensa de Ciencias, UNAM, México, 87–97.
- Hernández-Sosa, L.** (2014) *Fauna de coleópteros Chrysomelidae de las Sierras de Taxco-Huautla en zonas de bosque y manejo agrícola*. FES, Zaragoza, UNAM, México.
- Hodkinson, I.** (2005) Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. *Biological Reviews* 80: 4899–513.
- Hutchenson, K.** (1970) A Test for Comparing Diversities Based on the Shannon Formula. *Journal of Theoretical Biolog* 29:151–154.
- INEGI.** (1981) *Síntesis geográfica del estado de Morelos*. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- INEGI.** (2008) Referencias geográficas y extensión territorial de México. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/internet/1-geografiademexico/man_refgeog_extterr_vs_enero_30_2088.pdf (Consultado 26 enero 2019).
- Jones, R.W. & Luna-Cozar, J.** (2007) Lista de las especies de Curculionoidea (Insecta: Coleoptera) del estado de Querétaro, México. *Acta Zoológica Mexicana* 23(3): 59–77.
- Jones, R.W., Niño-Maldonado, S. & Luna-Cozar, J.** (2012) Diversity and biogeographic affinities of Apionidae (Coleoptera: Curculionoidea) along an altitudinal gradient in El Cielo Biosphere Reserve of northeastern Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 100–109.
- Jost, L.** (2006) Entropy and diversity. *OIKOS*, 113(2): 363–375).
- Kissinger, D.G.** (1968) *Curculionoidea subfamily Apioninae of North and Central America*. Taxonomic Publications, Estados Unidos de América.
- Kissinger, D.G.** (1989) Apionidae from North and Central America. Part 1. Notes on the classification of the Apion subgenus Trichapion Wagner with description of species from United States of America (Coleoptera). *Insecta Mundi* 3(4): 271–287.
- Kissinger, D.G.** (1990) Apionidae from North and Central America. Part 2. Description of a New Subgenus and two new species of Apion from Mexico (Coleoptera). *Insecta Mundi* 4(1–4): 33–40.
- Kissinger, D.G.** (1991) Apionidae from North and Central America. Part 3. A new Genus in the tribe Apleonini Kissinger from Mexico (Coleoptera). *Insecta Mundi* 5(1): 19–23.
- Kissinger, D.G.** (1998a) Apionidae from North and Central America. Part 4. Generic classification and introduction to the genus Coelocephalapion Wagner, with new species from Mexico and Venezuela (Coleoptera). *Insecta Mundi* 6(2): 65–77.
- Kissinger, D.G.** (1998b) Apionidae from North and Central America. Part 5. Description of genus Apionion and 4 new species (Coleoptera). *Insecta Mundi* 12(1–2): 93–102.
- Kissinger, D.G.** (1999a) Apionidae from North and Central America. Part 6. Description of new species of Apionion Kissinger, Coelocephalapion Wagner and Trichapion Wagner (Coleoptera). *Insecta Mundi* 13(1–2): 21–37.
- Kissinger, D.G.** (1999b) Description of a new genus, Sayapion, from North and Central America (Coleoptera: Apionidae). *Insecta Mundi* 13(1–2): 72.
- Kissinger, D.G.** (2000) A new species of Coelocephalapion Wagner (Brentidae) from Mexico with host Lantana camara L. (Verbenaceae). *The Coleopterist Bulletin* 54(3): 365–369.



- Kuzmanich, N., Altamirano, A. & Salvo A.** (2015) Agallas de insectos de la región Rioplatense, Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 74(1–2): 47–56.
- Magurran, A.E.** (1988) *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princenton University Press, Estados Unidos de America.
- Margalef, R.** (1972) Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences* 44:211–2335.
- Martínez-Gordillo, M., Cruz-Durán, R., Castrejón-Reyna, J.F., Valencia-Ávalos S., Jiménez-Ramírez, J. & Ruiz-Jiménez, C.A.** (2004) Flora vascular de la porción guerrerense de la Sierra de Taxco, Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM* 75(2): 105–189.
- Marvaldi A. E., Sequeira, A., O'Brien, C. & Farrell, D.** (2002) Molecular and Morphological Phylogenetics of Weevils (Coleoptera, Curculionoidea): Do Niche Shifts Accompany Diversification? *Systematic Biology* 51(5): 761–785.
- Medianero, E., Parra, L., Sánchez, I. & Nieves-Aldrey, J.** (2007) Agallas inducida por insectos en especies de Artemisia (Asteraceae) en España, con especial referencia a la comunidad de Madrid. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa* 41:291–302.
- Montealegre-Lara, A.L.** (1992) *Curculionidae (Insecta: Coleoptera) en el follaje de Oyamel (Abies religiosa) del Desierto de los Leones, D.F.* Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Mora-Puente, Y.** (2011) *Superfamilia Curculionoidea (Insecta: Coleoptera) en Tilzapotla (El Mirador), Morelos durante los meses de Mayo a Octubre de 2003*. FES Zaragoza, UNAM, México.
- Moreno, C.E.** (2001) *Manuales y Tesis SEA Vol. 1. Métodos para medir la biodiversidad*. CYTED-ORCYT-UNESCO-SEA, España.
- Moreno, C.E., Barragán, F., Pineda, E. & Pavón, N.** (2011) Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1249–1261.
- Morón, M. & Terrón, R.** (1998) *Entomología práctica*. Instituto de Ecología, México.
- Morón, M.A.** (2004) *Escarabajos, 200 millones de años de evolución*. 2ª edición. Instituto de Ecología, A.C.-Sociedad Entomológica Aragonesa, España.
- Morrone, J.J.** (2014) Biodiversidad de Curculionoidea (Coleoptera) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 312–324.
- Morrone, J.J. & Cuevas, P.** (2004). Dryophthoridae (Coleoptera) *En: Llorente-Bousquets, J.E., Morrone, J.J., Yáñez-Ordóñez, O. & Vargas-Fernández I. (Eds.), Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México Vol. 01: hacia una síntesis de su conocimiento*. UNAM-CONABIO, México, pp. 705–712.
- Múniz-Vélez, R.** (2001) Algunos curculiónidos en las plantas cultivadas en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología* 16: 1–6.
- Nieves-Aldrey, J.** (1998) Insectos que inducen la formación de agallas en las plantas: una fascinante interacción ecológica y evolutiva. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología* 23: 3–12.
- Norambuena, H.** (2003) Control biológico de malezas en Chile: experiencias para la implementación rápida de proyectos. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* 69: 96-98.



- Oberprieler, R.G., Marvaldi, A. E. & Anderson, R. S.** (2007) Weevils, weevils, weevils everywhere. *Zootaxa* 1668:491–520.
- Ordóñez-Reséndiz, M.M., Gama-Rojas, F., Correa-San Agustín, N. & Reyes-Rivera, J.** (2006) Fauna de Apionidae (Coleoptera: Curculionoidea) y sus Hospederos en la Sierra Nevada, México. *Entomología Mexicana* 5(1): 355–359.
- Ordóñez-Reséndiz, M.M., Acevedo-Reyes, N. & Mora-Puente Y.** (2008a) Curculionoidea de las Sierras de Taxco-Huautla, México. *Entomología Mexicana* 7:1012–1016.
- Ordóñez-Reséndiz, M.M., Muñiz-Vélez, R. & Gama-Rojas, F.** (2008b) Curculiónidos (Coleópteros). En: Ocegueda, S. & Llorente-Bousquets J. (coords.). *Capital natural de México, vol. 1: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México, CD 1.
- Ordóñez-Reséndiz, M.M., Serrano-Reséndiz, V. & Hernández-Sosa, L.** (2015) Riqueza de la familia Chrysomelidae (Coleoptera) en comunidades vegetales de las Sierras de Taxco-Huautla. *Entomología Mexicana*. 2: 601–607.
- Pérez, G.** (1985). Himenópteros parasitoides de Apion spp. (Coleoptera: Curculionoidea: Apionidae) en Tepoztlán, Morelos. *Folia Entomológica Mexicana* 63:39-46
- Rodríguez-Miron, G.** (2009). *Escarabajos Longicornios (Coleoptera: Cerambycidae) de la zona central de las Sierras de Taxco-Huautla*. FES, Zaragoza, UNAM, México.
- Salas-Araiza, M.D.** (1999). *Estudio taxonómico de los curculiónidos (Coleoptera: Curculionidae) (sensu lato) del Estado de Guanajuato*. COLPOS/Montecillo Texcoco, México.
- Salazar-Reyes, J., Rosales-Franco, E., Bastida, R. & Estrada-Rodarte, G.** (1999) Carta Geológico-Minera Chilpancingo14Qk (1) Escala 1: 100000 Estado de Guerrero. Disponible en: http://mapserver.sgm.gob.mx/inf_tecnicos/T121999SARJ0002_01.PDF. (Consultado 30 junio 2017).
- Ślipiński, S.A., Leschen, R.A. & Lawrence, J.F.** (2011) Order Coleoptera Linnaeus, 1758. En: Zhang, Z.-Q.(eds.). *Animal Biodiversity: an outline of higher level classification and survey of taxonomic richness*. Magnolia Press, Nueva Zelanda, pp.203–208.
- Soberón, J. & Llorente, J.** (2012) The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7: 480–488.
- Soutullo, A.** (2006) Assessing the completeness of biodiversity inventories: an example from Bañados del Este Biosphere Reserve, Uruguay. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* 15:1–7.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A.M.** (2004) Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Colombia.
- Virteiu, A.M., Grozea, I., Stef, R., Carabet, A.F. & Molnar L.** (2012) Apionidae weevils (Coleoptera: Curculionoidea) population of major importance in the forage leguminous crop for seed production from the western part of Romania. *Research Journal of Agricultural Science* 44(2): 137–142.