

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

**AGENTES DE CONTROL BIOLÓGICO ASOCIADOS AL BARRENADOR
DE RAMAS DEL AGUACATE (*Copturus aguacatae* Kissinger)
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN NAYARIT, MÉXICO**

NDAHITA DE DIOS ÁVILA

Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del grado de

Maestría en Ciencias en el Área de Ciencias Agrícolas

Xalisco, Nayarit; Octubre de 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS



AGENTES DE CONTROL BIOLÓGICO ASOCIADOS AL BARRENADOR DE RAMAS DEL
AGUACATE (*Copturus aguacatae* Kissinger) (COLEÓPTERA: CURCULIONIDAE) EN
NAYARIT, MÉXICO

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA EN CIENCIAS EN EL ÁREA DE
CIENCIAS AGRÍCOLAS

PRESENTA

NDAHITA DE DIOS ÁVILA

COMITÉ TUTORIAL:

Director: Dr. Octavio Jhonathan Cambero Campos

Co-directora: Dra. Gabriela Peña Sandoval

Asesor: Dr. Claudio Rios Velasco

Asesora: Dra. Juana María Coronado Blanco

Asesor: M.C. Carlos Rubén Carvajal Cazola Xalisco,

Xalisco, Nayarit; Octubre de 2016

Dr. Juan Diego García Paredes
Coordinador del Programa de
Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias
Presente.

Los que suscribimos, integrantes del Comité Tutorial de la Ing. Agr. Ndahita de Dios Ávila, declaramos que hemos revisado la tesis titulada: "Agentes de control biológico asociados al barrenador de ramas del aguacate (*Copturus aguacatae* Kissinger) (Coleoptera: Curculionidae) en Nayarit, México" y determinamos que la tesis puede ser presentada por la estudiante de Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias, con opción terminal en Ciencias Agrícolas.

Atentamente

Director de Tesis: Dr. Octavio Jhonathan Cambero Campos

JHONATHAN CAMBERO C.

Co-Directora de Tesis: Dra. Gabriela Peña Sandoval

Gabriela Peña Sandoval

Asesor de Tesis: Dr. Claudio Ríos Velasco

Claudio Ríos Velasco

Asesora de Tesis: Dra. Juana María Coronado Blanco

Juana María Coronado Blanco

Asesor de Tesis: M.C. Carlos Rubén Carvajal Cazola

Carlos Rubén Carvajal Cazola



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS

CBAP/201/16.

Xalisco, Nayarit; 11 de octubre de 2016.

ING. ALFREDO GONZÁLEZ JÁUREGUI
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
P R E S E N T E.

Con base al oficio de fecha 07 de octubre del presente, enviado por los CC. Dr. Octavio Jhonathan Cambero Campos, Dra. Gabriela Rosario Peña Sandoval, Dr. Claudio Ríos Velasco, Dra. Juana María Coronado Blanco y M.C. Carlos Rubén Carvajal Cazola, donde se indica que el trabajo de tesis cumple con lo establecido en forma y contenido, y debido a que ha finalizado con los demás requisitos que establece nuestra institución, se autoriza a la C. Ndahita De Dios Ávila, continúe con los trámites necesarios para la presentación del examen de grado de Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias en el Área de Ciencias Agrícolas.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente
"Por lo Nuestro a lo Universal"

Dr. J. Diego García Paredes
Coordinador del Posgrado



C.c.p.- Expediente

4/mch/16

DEDICATORIAS

A mis padres: Crispín de Dios Pacheco y Amparo Ávila Martínez, por la vida que me dieron y el apoyo que recibo de ellos incondicionalmente, así como todos los consejos para ser cada día mejor como ser humano y valores que me han enseñado, por ser un ejemplo de perseverancia y constancia para salir adelante.

A mis hermanos: Cristina, Eréndira y Crispín, por ser los mejores amigos, por la amistad, cariño, comprensión y atención. También por ser las personas con las que puedo contar en los momentos difíciles.

A mis sobrinas: Frida, Nereida, Valeria y Donaxi.

A mi compañero de vida: Mario Orlando Estrada Virgen, por todo el tiempo que sacrificamos y el apoyo incondicional, por la confianza, comprensión, amor y momentos de alegría, ¡muchas gracias!

A todos aquellos familiares, amigos, y compañeros que de una u otra forma colaboraron para que concluyera esta etapa de mi vida.

A todos los que hicieron posible que pudiera escribir estas líneas, muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

A la Universidad Autónoma de Nayarit y al Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias.

A la Red Temática: Taxonomía y Biología de Plagas y Enemigos Naturales del Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP), por el apoyo económico brindado

A mi Comité Tutorial

Por haber aceptado formar parte de un gran equipo, por sus consejos, amistad, confianza, paciencia y todo el tiempo dedicado.

Dr. Jhonathan Cambero Campos

Dra. Gabriela Peña Sandoval

Dr. Claudio Rios Velasco

Dra. Juana María Coronado Blanco

M.C. Carlos Rubén Carvajal Cazola

A la Dra. Juana María Coronado Blanco y el Dr. Enrique Ruiz Cancino, por aceptarme para realizar la estancia en la Facultad de Ingeniería y Ciencia, en la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México, por todo el apoyo, confianza y amistad, muchas gracias.

Al personal del Laboratorio de Parasitología Agrícola del Centro Multidisciplinario de Investigación Científica (CEMIC) de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN).

A mis compañeros y amigos de la Unidad Académica de Agricultura.

A todas aquellas personas que de alguna forma colaboraron en la construcción del presente trabajo.

¡Muchas Gracias!

**AGENTES DE CONTROL BIOLÓGICO ASOCIADOS AL BARRENADOR DE RAMAS
DEL AGUACATE (*Copturus aguacatae* Kissinger) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)
EN NAYARIT, MÉXICO**

Ndahita de Dios Ávila

Universidad Autónoma de Nayarit

Resumen

El cultivo de aguacate es uno de los principales cultivos perenes en México, lo que hace de este país el primer productor a nivel mundial. A pesar de ser un consumidor importante de aguacate gran parte de su producción es exportada, sin embargo, se ve limitada por diversos problemas fitosanitarios, donde destaca el barrenador de ramas *Copturus aguacatae*, por ser una especie cuarentenada de máximo riesgo. Debido a lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue conocer la diversidad de agentes de control biológico del barrenador de las ramas del aguacate en el estado de Nayarit, para lo cual se realizaron muestreos quincenales de ramas de aguacate con indicadores de daños de *C. aguacatae*, durante los meses de febrero a diciembre del 2015, en huertos de aguacate Hass pertenecientes a los municipios de Tepic y Xalisco, Nayarit. En la regulación poblacional de *C. aguacatae* de manera natural destacan la participación de diversos agentes de control biológico (parasitoides y hongos entomopatógenos). Se encontraron 11 especies de parasitoides regulando a *C. aguacatae*, pertenecientes a diversas familias de himenópteros parasíticos: *Heterospilus bruchi* (Braconidae); *Neocatolaccus tylodermae* y *Heteroschema* sp. (Pteromalidae); *Eupelmus cushmani*, *Anastatus* sp., *Metapelma* sp., *Brasema* sp. 1 y *Brasema* sp. 2 (Eupelmidae); *Euderus* sp. (Eulophidae); *Chrysomalla hesperis* (Perilampidae), y siete especímenes de la familia Torymidae. En cuanto a los entomopatógenos, se encontraron a los Hypocreales, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Metarhizium pingshaense*. Lo que demuestra que en las huertas de aguacate del estado de Nayarit, existe una gran diversidad de agentes de control biológico del barrenador de ramas del aguacate, sin embargo, es necesario realizar estudios sobre su efectividad para poder incluirlos dentro de un manejo integrado.

ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIAS.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.1.1 Objetivos específicos.....	2
1.2 Hipótesis.....	2
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Importancia del aguacate.....	3
2.2 Cultivo de aguacate en Nayarit.....	3
2.3 Plagas reglamentadas.....	3
2.4 Problemática fitosanitaria del aguacate en Nayarit.....	4
2.5 Características de la familia Curculionidae.....	5
2.6 Clasificación taxonómica del barrenador de ramas del aguacate (<i>Copturus aguacatae</i>).....	5
2.7 Descripción de <i>Copturus aguacatae</i>	5
2.8 Distribución en México.....	6
2.9 Biología y hábitos.....	7
2.10 Daños.....	8
2.11 Métodos de control.....	9
2.11.1 Control cultural.....	9
2.11.2 Control legal.....	9
2.11.3 Control químico.....	10
2.11.4 Control biológico.....	10
2.11.4.1. Principales enemigos naturales de <i>Copturus</i> .	

<i>aguacatae</i>	10
2.11.4.1.1 Parasitoides.....	10
2.11.4.1.2 Depredadores.....	11
2.11.4.1.3 Entomopatógenos.....	12
2.11.4.1.3.1 Hongos entomopatógenos.....	12
2.11.4.1.3.2 Nemátodos entomopatógenos.....	13
2.12 Índices de diversidad.....	13
CAPÍTULO III.	
ORGANISMOS PLAGA ASOCIADOS AL CULTIVO DE AGUACATE (<i>Persea americana</i> Mill.) EN NAYARIT, MÉXICO.....	15
CAPÍTULO IV.	
PARASITOIDES Y ENTOMOPATÓGENOS ASOCIADOS AL BARRENADOR DE LAS RAMAS DE AGUACATE <i>Copturus aguacatae</i> Kissinger (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN NAYARIT, MÉXICO.....	25
CAPÍTULO V.	
PRIMER REGISTRO DE <i>NEOCATOLACCUS TYLODERMAE</i> ASHMEAD (HYMENOPTERA: PTEROMALIDAE) EN MÉXICO COMO PARASITOIDE DE <i>Copturus aguacatae</i> Kissinger (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE).....	40
CAPÍTULO VI.	
PRIMER REGISTRO DE <i>Eupelmus cushmani</i> (CRAWFORD) (HYMENOPTERA: EUPELMIDAE) COMO PARASITOIDE DEL BARRENADOR DE RAMAS DEL AGUACATE <i>Copturus aguacatae</i> Kissinger (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN MÉXICO.....	46
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES GENERALES.....	52
CAPÍTULO VIII. LITERATURA CITADA.....	53

ÍNDICE DE CUADROS

No.		Página
1.	Parasitoides registrados para <i>Copturus aguacatae</i> en México.....	11

ÍNDICE DE FIGURAS

No.		Página
1.	Distribución de <i>Copturus aguacatae</i> en México. (Modificado de SAGARPA, 2010).....	6
2.	Ciclo biológico de <i>Copturus aguacatae</i>	8
3.	Daños del barrenador de ramas del aguacate (<i>Copturus aguacatae</i>).....	9

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana* Mill.) (Lauraceae), es uno de los principales cultivos perennes en México, lo que hace del país el primer productor de este frutal a nivel mundial con una superficie establecida con más de 175,939 ha (FAOSTAT, 2014). Aunque México es un consumidor importante de aguacate, gran parte de su producción se exporta a diversos mercados extranjeros tales como Estados Unidos de América y Japón (SAGARPA, 2014). Sin embargo, su exportación está limitada por diversos problemas fitosanitarios, en donde destaca el barrenador de ramas (*Copturus aguacatae* Kissinger) (Coleoptera: Curculionidae) de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-066-FITO-2002), categorizado de máximo riesgo para su introducción y establecimiento en zonas libres (SAGARPA, 2005). El barrenador en mención está ampliamente distribuido en las zonas aguacateras de México (Talavera y Padilla, 2003; Engstrand *et al.*, 2010).

Por volumen y extensión, el estado de Nayarit ocupa el cuarto lugar, aportando el 2.4 % de la producción nacional de aguacate, con una superficie establecida de 5,385 ha y una producción de 39,149 ton (SIAP 2015). No obstante, su producción se ve afectada por los daños que genera *C. aguacatae*, lo que representa una amenaza para la producción de este frutal. Los principales daños, los ocasionan las larvas al barrenar ramas tiernas, a través de la epidermis hasta llegar a la médula, lo cual provoca que las ramas en producción se quiebren por el peso del fruto y por ende disminuye el rendimiento (Muñiz, 1960). Hasta el momento, no se cuenta con un control exitoso y rentable, debido a su ciclo biológico largo y a que su hábitat dificulta de manera considerable su control, por lo que su manejo se basa en la combinación de estrategias (Talavera y Padilla, 2003), principalmente en la aplicación de insecticidas organofosforados como es el caso del Malatión (APEAM, 2016), de tal forma que el uso de insecticidas químicos trae consecuencias como la contaminación ambiental, eliminación de enemigos naturales e inducción de desarrollo de resistencia, entre otras (Pimentel y Edwards, 1982).

Una alternativa sustentable, pero poco utilizada en el manejo de plagas, es el control biológico, que consiste en la integración de enemigos naturales, tales como parasitoides, depredadores y entomopatógenos (Coria *et al.*, 2007; Equihua *et al.*, 2007; Williams *et al.*, 2013).

Dentro de los enemigos naturales de *C. aguacatae* los parasitoides son objeto de mayor estudio en México, al ser considerados los más eficientes en la regulación poblacional de insectos plaga (Van Driesche *et al.*, 2007). Actualmente los registros de avispas parasíticas asociadas a larvas de *C. aguacatae* son: *Euderus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), *Eupelmus* sp. (Eupelmidae), *Erythmellus* sp. (Mymaridae), *Eurydinoteloides* sp. (Pteromalidae), *Oncophanes* sp. (Braconidae), *Prosierola bicarinata* (Brues) (Bethyilidae) y *Urosigalphus avocadoae* Gibson (Braconidae) (Huerta, 1990; Hernández *et al.*, 2009). Por otra parte, Coria *et al.* (2007) registran a *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokib y *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales: Clavicipitaceae) regulando poblaciones de *C. aguacatae* en el estado de Michoacán, México. El uso de estos entomopatógenos, en el manejo de plagas, es una alternativa potencial que ha cobrado importancia en los últimos años (Lacey *et al.*, 2001). Dado lo anterior, y aunado a la importancia económica y social del cultivo de aguacate, los objetivos son:

1.1 Objetivo general

Identificar los agentes de control biológico asociados al barrenador de ramas (*Copturus aguacatae* Kissinger) en huertas de aguacate en Nayarit, México.

1.1.1 Objetivos específicos

1. Identificar los parasitoides asociados a *Copturus aguacatae* en huertas de aguacate de los municipios de Xalisco y Tepic, Nayarit.
2. Estimar los índices de diversidad de los parasitoides.
3. Identificar morfológica y molecularmente los hongos entomopatógenos aislados de *Copturus aguacatae*.

1.2 Hipótesis

Existen al menos dos grupos de agentes de control biológico que regulan de manera natural las poblaciones de *Copturus aguacatae* en el estado de Nayarit.

Se encontrará diferencias significativas en la riqueza de especies de los parasitoides en las huertas de aguacate, de los municipios de Tepic y Xalisco.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia del aguacate

El aguacate se cultiva en más de 69 países. Su producción en el mundo es de 4.7 millones de ton aproximadamente, de las cuales 3.3 millones (70.3 %) se produjeron en América; 717 mil (15.2 %) en África; 516 mil (10.9 %) en Asia; el 1.9 % en Europa y finalmente Oceanía con alrededor del 1.6 %. México, es el principal productor y aporta el, 31 % de la producción mundial (1.4 millones de ton cosechadas en 168,113 ha) (FAOSTAT, 2014).

En el país, el aguacate se cultiva en 27 estados, de los cuales en 10 se concentra más del 97 % de la producción, y en orden de importancia son Michoacán, Jalisco, México, Nayarit, Guerrero, Morelos, Chiapas, Puebla, Oaxaca y Durango (SIAP, 2015). En el ámbito nacional, este frutal destaca dentro de los cultivos perennes y frutícolas, al ocupar el cuarto lugar en superficie cosechada, el quinto en producción y el duodécimo en rendimiento por hectárea (SIAP, 2015).

2.2 Cultivo de aguacate en Nayarit

Actualmente, Nayarit ocupa el cuarto lugar como productor de aguacate a nivel nacional, con el 2.4 % de la producción, después de Michoacán, Jalisco y el Estado de México, los cuales producen el 93.4 % del total nacional. La superficie plantada en el estado de Nayarit es de 5,385 ha, y se concentra principalmente en los municipios de Xalisco (2,388 ha) y Tepic (2,125 ha), estos dos municipios, representan más del 84 % de la superficie total plantada en el estado, las 872 ha se encuentran distribuidas en los municipios de San Blas, San Pedro Lagunillas, Jala, Santa María del Oro, Ixtlán del Río, Compostela, Amatlán de Cañas y Ahuacatlán. La mayor superficie plantada es de temporal (94.15 %), con un rendimiento de 8.54 ton/ha, el resto cuenta con sistema de riego (5.85 %), con rendimientos de 11.24 ton/ha (SIAP, 2015).

2.3 Plagas reglamentadas

La principal limitante para la comercialización del aguacate en México, es la presencia de plagas y enfermedades reglamentadas que impiden su movilización dentro y fuera del país.

Actualmente el cultivo se encuentra regulado y su movilización está sujeta a la Norma Oficial Mexicana NOM-066-FITO-2002, donde se establecen las especificaciones para el manejo fitosanitario y movilización del aguacate (SAGARPA, 2005). Sin embargo, considerando que en México existen zonas bajo control fitosanitario, y además zonas libres de barrenadores del hueso y de las ramas, las cuales deberán preservar, se han emitido disposiciones técnicas por las que se establecen regulaciones o medidas fitosanitarias para el manejo integrado de estas plagas cuarentenarias, con la finalidad de incrementar la producción y calidad fitosanitaria del aguacate para el consumo interno y así facilitar su exportación a otros países, lo anterior expuesto se encuentra señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-066-FITO-2002, por la que se establecen especificaciones para el Manejo Fitosanitario y Movilización del Aguacate (SAGARPA, 2005).

El barrenador de ramas del aguacate (*Copturus aguacatae*), los barrenadores pequeños del hueso del aguacate (*Conotrachelus perseae* Barber y *Conotrachelus aguacatae* Barber), el barrenador grande del hueso (*Heilipus lauri* Boheman) y la palomilla barrenadora del hueso (*Stenoma catenifer* Walsingham), son las cinco plagas reglamentadas para el aguacate mexicano, las cuales son la causa que originó la implementación de la cuarentena impuesta por el gobierno de Estados Unidos de América (SENASICA, 2014).

2.4 Problemática fitosanitaria del aguacate en Nayarit

En Nayarit, el cultivo presenta una gran diversidad de especies de insectos y ácaros, que afectan la calidad y cantidad de producción, donde destaca el barrenador de ramas (*Copturus aguacatae*), por ser una especie cuarentenada; además de la presencia del barrenador del tallo (*Heilipus albopictus* Champion) (Soto *et al.*, 2013), diversas especies de thrips (*Frankliniella* spp., *Scirtothrips* spp., *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche, *Neohydatothrips* spp., *Pseudophilothrips perseae* Watson, y *Selenothrips rubrocinctus* Giard) (Cambero *et al.*, 2010; Cambero *et al.*, 2011), el gusano telarañero (*Amorbia cuneana* Walsingham) (Úrias y Salazar, 2008), y recientemente se ha registrado la presencia de la chinche de encaje (*Pseudacysta perseae* Heidemann) (De Dios-Ávila, 2013). Además de ácaros como *Oligonychus punicae* Hirst y *Oligonychus perseae* Turtle (Flores *et al.*, 2011; Bernal-Aron, 2014).

2.5 Características de la familia Curculionidae

Los picudos son escarabajos que pertenecen a la superfamilia Curculionoidea, todos los miembros de este grupo son fitófagos tanto las larvas como los adultos. Ellos comprenden alrededor de 60,000 especies descritas agrupadas en 6,000 géneros (Maravaldi y Lanteri, 2005). Los picudos (Coleoptera: Curculionidae) son el principal grupo de insectos nocivos al aguacate, registrándose 16 especies asociadas a sus tallos, ramas y frutos (Equihua y Atkinson, 1987).

La familia Curculionidae es una de las más grandes e importantes del orden Coleoptera, cuya sistemática en casi todos los niveles es caótica y controversial (Zarazaga y Lyal, 1999); los picudos, como se conocen comúnmente a los integrantes de este grupo de insectos, son fáciles de reconocer porque tienen el rostro alargado, antena geniculada y clava compacta.

2.6 Clasificación taxonómica del barrenador de ramas del aguacate (*Copturus aguacatae*)

De acuerdo con Gudiño y García (1990); Triplehorn y Johnson (2005), la clasificación taxonómica es la siguiente:

Orden: Coleoptera

Suborden: Polyphaga

Superfamilia: Curculionoidea

Familia: Curculionidae

Subfamilia: Zygopinae

Género: *Copturus*

Especie: *C. aguacatae* Kissinger 1957

2.7 Descripción de *Copturus aguacatae*

Los adultos son de cuerpo robusto, con coloración pardo-rojiza. Los machos miden 4 mm de longitud aproximadamente y las hembras 5.2 mm. Se caracterizan por tener el rostrum fuertemente inclinado hacia la región ventral, alcanzando las coxas metatorácicas.

Los ojos son ovales y puntiagudos ventralmente. Sus huevos son hialinos inicialmente ovales de 0.5 mm de longitud y 0.3 mm de ancho, los cuales se tornan a gris claro previo a la eclosión. Las larvas son del tipo curculioniforme, de color blanco lechoso, con la región cefálica café claro, pueden alcanzar una longitud de 12 mm. La pupa es alargada de 6 a 8 mm de longitud por 2 a 2.5 mm en la parte más ancha, inicialmente de color blanco cambiando a crema claro (Muñiz, 1960).

2.8 Distribución en México

El barrenador de ramas *C. aguacatae* se encuentra en todos los estados productores de aguacate, en altitudes que varían desde los 860 a 2,480 msnm con temperaturas medias anuales de alrededor a 12 °C. Sin embargo, su área de distribución está limitada por el cultivo, temporada, manejo y altitud (Muñiz, 1960). Se tienen registros de la presencia del barrenador de las ramas en los estados de Colima, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Veracruz y Querétaro (Fig. 1) (Bautista, 1988, SENASICA, 2010).



Figura 1. Distribución de *Copturus aguacatae* en México (Modificado de SAGARPA, 2010).

2.9 Biología y hábitos

El periodo de incubación de los huevos es de 10 a 12 d; pasan por cinco estadios larvales en un periodo de 108 a 117 d. El estado pupal tiene una duración de 17 a 19 d y esto se lleva a cabo en las galerías dentro de las ramas, de donde posteriormente emergen los adultos (Muñiz, 1960). Adicionalmente, presentan un estado de preimago adulto que dura de 5 a 8 d, en el cual este adquiere su pigmentación y consistencia. La maduración sexual de los adultos tiene un periodo de 29 a 36 d y pueden presentar de una a dos generaciones por año. El tiempo promedio por generación es de 169 a 192 d; su ciclo biológico completo es largo (216 a 285 d) (Gudiño y García, 1990; Talavera y Padilla, 2003; Coria *et al.*, 2007).

Los adultos se presentan a principios de junio en el haz de las hojas, alimentándose de ellas, de preferencia en las agallas tiernas causadas por *Trioza anceps* (Tuthill) (Hemiptera: Psyllidae), con una actividad máxima a mediados de julio y septiembre. A finales de julio y durante el mes de agosto se lleva a cabo la oviposición; para ello, la hembra hace con su pico pequeños orificios tanto en las ramas como en los troncos y deposita un huevo en cada orificio (Bautista, 1988; Gasca y Equihua, 1999). Gallegos (1983) menciona que la hembra prefiere ovipositar en los sitios más expuestos a los rayos solares. Cuando nace, la larva se alimenta en el interior de los tejidos y ocasiona un escurrimiento de savia que al evaporarse deja un residuo blanquecino, lo que sirve de indicio (indicador) para detectar su presencia (Peralta, 1970). Amaya (1976) reporta que la larva barrena perpendicularmente a la rama y al llegar a la médula, la galería sigue el eje longitudinal de la rama, hasta 20 cm de longitud. Talavera y Padilla (2003) mencionan que en condiciones de campo el ciclo de vida desde la oviposición hasta la emergencia de adultos dura alrededor de 285 d con un rango que oscila de 273 a 296 d (Fig. 2).

Coria *et al.* (2007), mencionan que el insecto coloniza un huerto en forma aleatoria y posteriormente se distribuye en la plantación. Este organismo infesta ramas "terciarias", hacia los cuatro puntos cardinales del árbol, el tronco es atacado solo en casos excepcionales. El mayor grado de infestación se presenta en el estrato medio del árbol (2-4 m de altura), seguido por el estrato bajo (<2 m de altura), siendo menos infestado el estrato superior (>4 m de altura).



Figura 2. Ciclo biológico de *Copturus aguacatae*

La densidad poblacional de *C. aguacate* es impactada por la altitud de las huertas; la mayor incidencia se presenta en los estratos con altitud inferior, con temperaturas más cálidas, quedan libres del ataque los huertos de estratos más elevados y temperaturas más frescas. El insecto coloniza un huerto en forma aleatoria y posteriormente se distribuye por contagio dentro de la plantación (Coria *et al.*, 2007).

2.10 Daños

Los daños directos son causados por las larvas, los adultos sólo se alimentan de hojas. Las partes afectadas son principalmente las ramas tiernas superiores con mayor exposición a los rayos solares; mientras que las flores, los frutos y las hojas quedan libres del ataque directo de las larvas. Las ramas delgadas se ven afectadas desde la epidermis hasta la médula; en ramas gruesas el daño va desde la epidermis hasta la parte superficial del cilindro central (Muñiz, 1960). El daño se detecta por la presencia de indicadores, principalmente puntos pequeños de color blanco de consistencia polvosa (García *et al.*, 1967) (Fig. 3). A consecuencia de este daño, las ramas en producción pueden quebrarse a nivel de las galerías por el peso del fruto o las ramas que han sufrido daños se secan en la parte afectada. Éstos ataques se incrementan en árboles enfermos con

la "tristeza del aguacate", causada por *Phytophthora cinnamomi* Rands (Pythiales: Pythiaceae) (Cabrera y Salazar, 1991).

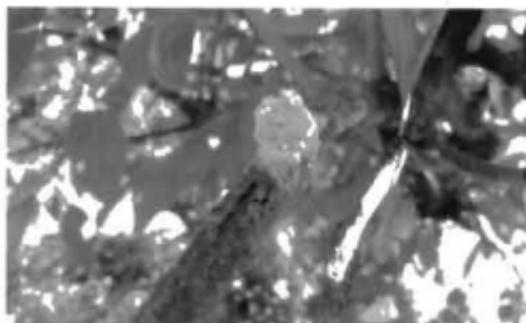


Figura 3. Daños característicos del barrenador de ramas del aguacate *Copturus aguacatae*.

2.11 Métodos de control

2.11.1 Control cultural

Básicamente consiste en la realización de podas y eliminación de ramas con indicios de daño mediante quemas, sin embargo, la poda "obligada" de ramas infestadas, no siempre es deseable. Se ha encontrado que los niveles poblacionales son más altos en huertos descuidados (sin manejo) y estos se convierten en focos de infección para huertos aledaños (Equihua *et al.*, 2007; SENASICA, s/f).

2.11.2 Control legal

Actualmente, se lleva a cabo la campaña contra plagas reglamentadas del aguacate, que consiste en la realización de muestreos en apego al manual operativo vigente NOM-066-FITO-2002 (SENASICA, 2010). El muestreo se realiza con la finalidad de determinar la presencia de larvas o adultos de *C. aguacatae* con base a la relación del ciclo fenológico del cultivo y el ciclo biológico de la plaga. El control legal es responsabilidad de los productores bajo la supervisión de los profesionales fitosanitarios autorizados (PFA), los resultados deberán ser documentados

por el PFA en la cartilla fitosanitaria y movilización de conformidad, con los procedimientos señalados en la Norma Oficial Mexicana Fitosanitaria 066 (SAGARPA, 2005).

2.11.3 Control químico

Este método es el más utilizado y se basa principalmente en el uso de insecticidas organofosforados, como es el caso de Malatión, a dosis recomendadas por el fabricante, para aplicarse al follaje durante los niveles máximos de actividad del adulto (CESAVEMICH, 2009; SENASICA, 2015; APEAM, 2016).

2.11.4 Control biológico

El control biológico se define como la acción de organismos benéficos sobre organismos plaga. Van Driesche *et al.* (2007) describen el control biológico como el uso de enemigos naturales, para disminuir la población de uno o más organismos plaga a densidades menores. H. S. Smith fue el primero en utilizar el término de control biológico, al hacer énfasis en el uso de enemigos naturales para el control de insectos plaga (Rodríguez y Arredondo, 2007). Los enemigos naturales se agrupan en: parasitoides, depredadores y entomopatógenos, en este último se incluyen a hongos, bacterias, virus, nemátodos y protozoarios, mientras que a los dos primeros grupos se les denomina entomófagos (Bahena, 2008).

2.11.4.1. Principales enemigos naturales de *Copturus aguacatae*

2.11.4.1.1 Parasitoides

Los parasitoides son insectos que en su estado inmaduro son parasíticos, generalmente monófagos y que se desarrollan sobre o dentro de un solo individuo huésped, se alimentan de sus fluidos corporales, órganos y le ocasionan la muerte. La mayoría de los parasitoides atacan a una etapa del ciclo de vida de una o varias especies de hospederos, generalmente el ciclo de vida del parasitoide y de hospedero coinciden, una vez que la larva del parasitoide ocasiona la muerte del hospedero, éste queda en estado momificado y de él emerge el parasitoide para pupar, o bien el adulto. Un parasitoide requiere de un hospedero (que puede ser insecto plaga) para completar su ciclo de vida. De esta forma se favorece la población del parasitoide, la cual se incrementa y es la

base del control biológico (Nicholls, 2008). El barrenador de las ramas presenta una gran diversidad de enemigos naturales, que ejercen un buen control natural, dentro de los cuales destacan los parasitoides y son objeto de mayor estudio (Cuadro 1), principalmente de especies de Hymenoptera pertenecientes a diversas familias (Huerta, 1990; Hernández *et al.*, 2009; Coria *et al.*, 2007).

Cuadro 1. Parasitoides registrados para *Copturus aguacatae* en México.

Orden	Familia	Especie	Referencia y año
Superfamilia			
Hymenoptera	Eupelmidae	<i>Eupelmas</i> sp. Dalman (1820)	Huerta <i>et al.</i> (1990)
	Eulophidae	<i>Euderus</i> sp.	Huerta <i>et al.</i> (1990)
	Pteromalidae	<i>Eurydinatoloides</i> sp. Girault (1913)	Huerta <i>et al.</i> (1990)
	Mymaridae	<i>Erythemellus</i> sp.	Huerta <i>et al.</i> (1990)
	Braconidae	<i>Oncophanes</i> sp.	Huerta <i>et al.</i> (1990)
	Braconidae	<i>Urosigalphus avocadae</i> Gibson	Hernández <i>et al.</i> (2009)
	Bethylidae	<i>Prosierola bicarinata</i> Brues	Huerta <i>et al.</i> (1990)
Diptera	No identificada	No identificada	Coria <i>et al.</i> (2007)

2.11.4.1.2 Depredadores

Los artrópodos depredadores constituyen uno de los grupos más importantes de los enemigos naturales, ya que estos organismos necesitan alimentarse de varias presas (de la misma o distinta especie) para poder completar su ciclo biológico, caso contrario a los parasitoides que solo requieren de un huésped, al que además matan en el transcurso de su fase preimaginal (Hagen *et al.*, 1999).

Dentro de los enemigos naturales de *C. aguacatae*, los depredadores reciben escasa atención, esto se debe a que esta plaga tiene hábitos cripticos, es decir, gran parte de su desarrollo ocurre dentro de una rama, por lo que, no se ha encontrado un entomófago con la capacidad de

búsqueda dentro de las galerías. Coria *et al.* (2007) mencionan que existe un grupo de aves depredadoras de *C. aguacatae*; sin embargo, no ejercen un control suficiente de las poblaciones de estos barrenadores.

2.11.4.1.3 Entomopatógenos

Son microorganismos parasíticos que frecuentemente matan a su huésped. Existen varios tipos de microorganismos que han sido usados en control biológico, como las bacterias, virus, hongos, nemátodos y protozoarios entomopatógenos. La utilización de patógenos para el manejo de poblaciones de plagas se denomina "control microbioal" y es considerada una subdivisión del control biológico. El control microbioal especialmente con hongos es una alternativa potencial, con ventajas frente a los insecticidas químicos, ya que su espectro de acción es menor, no tiene efectos sobre los insectos benéficos (organismos no blanco), además su producción es posible hacerse sobre sustratos económicos y su aplicación en campo no afecta el ambiente (Hamm, 1984).

2.11.4.1.3.1 Hongos entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos según Pucheta *et al.* (2006), tienen un gran potencial como agentes controladores, integran un grupo con más de 750 especies, diseminados en el ambiente y que provocan infecciones fúngicas a poblaciones de artrópodos. López-Llorca y Hans-Börje (2001), destacan como los géneros más importantes a *Metarhizium*, *Beauveria*, *Aschersonia*, *Entomophthora*, *Zoophthora*, *Erynia*, *Eryniopsis*, *Akanthomyces*, *Fusarium*, *Hirsutella*, *Hymenostilbe*, *Isaria* y *Verticillium*, mientras que para la FAO (2003), los géneros de mayor importancia son *Metarhizium*, *Beauveria*, *Isaria*, *Verticillium*, *Rhizopus* y *Fusarium*.

Es una estrategia ecológica y económicamente viable para el control de plagas, sustentado por su virulencia, movilidad, persistencia, especificidad, entre otros (Villalobos, 1992). Coria *et al.* (2007) registran la acción de *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* controlando poblaciones de larvas de *C. aguacatae*, de manera natural en el estado de Michoacán.

2.11.4.1.3.2 Nemátodos entomopatógenos

En los últimos años, los nemátodos entomopatógenos (NEP) han adquirido gran importancia como agentes de control biológico dentro de los programas de producción integrada (BOJA, 2007). Dentro de los nemátodos entomopatógenos existen especies usadas para el control de plagas agrícolas (Malais y Ravensberg, 2003). Se conocen más de 30 familias de NEP asociadas con insectos (Magenti, 1981; Kaya y Stock, 1997). Sin embargo, en cuanto a su potencial como agentes de control biológico, las investigaciones se acotan a solo siete familias: Mermithidae, Allantonematidae, Neotylenchidae, Sphaerularidae, Rhabditidae, Steinernatidae y Heterorhabditidae. Las dos últimas son las que más atención han recibido por su potencial principalmente en plagas de suelo (Lacey *et al.*, 2001). Sánchez *et al.* (2012) evaluaron el potencial de *Heterorhabditis indica* para el control de larvas de *C. aguacatae* mostrando alta virulencia en condiciones de laboratorio. Por otro lado, Huerta (1990) realizó un estudio sobre NEP, sin embargo, sus resultados encontrados fueron inconsistentes.

2.12 Índices de diversidad

De manera general, se considera que una comunidad es más compleja mientras más especies diferentes la integren y mientras menos dominancia presenten una o pocas especies con respecto a las demás. A la característica de las comunidades que mide ese grado de complejidad, es comúnmente conocida como diversidad (Moreno, 2001). La biodiversidad o diversidad biológica se define como "la variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluyendo, los terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye la diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas" (UNEP, 1992).

En estudios de diversidad, es relevante incorporar la heterogeneidad y considerar tanto la riqueza de especies como su importancia proporcional. Por lo general, podemos esperar que una comunidad sea más heterogénea mientras mayor sea su número de especies y estén repartidas más homogéneamente, es decir tendrá mayor diversidad si existe mayor equidad y, por lo tanto, menor dominancia (Sosa, 2000)

La mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades. Para diferenciar los distintos métodos en función de las variables biológicas que miden, se dividen en dos grandes grupos: i) métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica) y ii) métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (abundancia relativa de los individuos, su biomasa, cobertura, productividad, entre otras). Los métodos basados en la estructura pueden a su vez clasificarse dependiendo, si se fundamentan en la dominancia o en la equidad de la comunidad (Moreno, 2001).

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad y toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia, sin evaluar la contribución del resto de las especies. Las fórmulas se citan a continuación (Moreno, 2001).

Índice de Simpson

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Dónde:

p_i = La abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Índice de Shannon-Wiener

Algunos de los índices más reconocidos sobre diversidad se basan principalmente en el concepto de equidad, que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección.

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

Dónde:

p_i = La abundancia proporcional de la especie i ($p_i = n_i/N$)

\ln = Logaritmo natural de la abundancia proporcional de la especie i .

Este índice nos permitirá conocer la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies obtenidas durante los muestreos.

CAPÍTULO III

ORGANISMOS PLAGA ASOCIADOS AL CULTIVO DE AGUACATE (*Persea americana* Mill.) EN NAYARIT, MÉXICO

NDAHITA DE DIOS-ÁVILA¹, JHONATHAN CAMBERO-CAMPOS^{1,2}, MARIO ORLANDO ESTRADA-VIRGEN², GABRIELA PEÑA-SANDOVAL^{1,2}, MARCIA RODRÍGUEZ-PALOMERA² Y GREGORIO LUNA-ESQUIVEL^{1,2}

¹Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nayarit, México. Carretera Tepic-Compostela Km. 9. Correo electrónico: bias_007_s@hotmail.com

²Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, Xalisco, Nayarit, México. Carretera Tepic-Compostela Km. 9. C.P. 63155. Tel: + 52 (311) 2111163. Correo electrónico: jhony695@gmail.com

RESUMEN: Se efectuó una revisión de las investigaciones realizadas en el estado de Nayarit, México en relación a los artrópodos considerados plaga, con el objetivo de dar a conocer las especies de importancia económica asociadas al cultivo de aguacate presentes en el Estado. Se concluye que para Nayarit, se tienen registradas 17 especies pertenecientes a los órdenes Coleoptera, Hemiptera, Thysanoptera, Lepidoptera y Acari.

PALABRAS CLAVE: Plagas, *Persea americana*, Nayarit.

ABSTRACT: A review of the research was conducted in the State of Nayarit, Mexico, in relation to the arthropods considered a pests with the objective of making known the species of economic importance associated with the avocado crops present in the State of Nayarit. It is concluded that there are 17 species registered belonging to the Coleoptera, Hemiptera, Thysanoptera, Lepidoptera and Acari orders.

KEYWORDS: *Persea americana*, Pest, Nayarit.

INTRODUCCIÓN

México es uno de los principales productores de aguacate a nivel mundial con 1.3 millones de toneladas cosechadas en 168,113 ha (FAO, 2012). En el país, el aguacate se cultiva en 27 estados, siendo Nayarit el cuarto productor nacional con una superficie establecida de 5,294 ha y una producción anual de 34,345 t (SIAP, 2013). En el estado, los municipios que concentran la mayor parte de la superficie cultivada son Tepic y Xalisco, ya que albergan más del 84% de la producción (SIAP, 2013). Sin embargo, las condiciones de clima tropical en el estado favorecen la proliferación de insectos y ácaros fitófagos de importancia económica que afectan la calidad y cantidad de producción, donde destacan varias especies de insectos tales como el gusano telarañero (*Amorbia cuneana*) (Úrias y Salazar 2008), la chinche de encaje (*Pseudocysta perseae*) (De Dios, 2013), diversos géneros de barrenadores de ramas y tallos (Urias y Salazar, 2008; Soto *et al.* 2013) y una gran diversidad de especies de thrips, los cuales provocan daños al alimentarse de frutos pequeños y al ocasionar lesiones en hojas y flores (Cambero *et al.* 2010).

Ante esta problemática que representan las plagas en el cultivo de aguacate, el objetivo de la presente revisión, es analizar las investigaciones de los insectos y ácaros fitófagos asociados al aguacate y utilizar dicha información como una alternativa más de control para el sector productivo en el estado de Nayarit, México.

Plagas asociadas al cultivo de aguacate en México.

En México existe una gran diversidad de especies de insectos plaga que afectan de manera directa e indirecta al cultivo de aguacate. García *et al.* (1967), registraron al menos 14 especies, dentro de las cuales diez son consideradas de importancia económica y el resto como secundarias. SARH-DGSV (1981) mencionaron la presencia de 12 especies primarias y a 49 como de menor importancia. Por otra parte, Gallegos (1983) y Coria (1993) registraron para el estado de Michoacán 11 especies, mientras que MacGregor y Gutiérrez (1983) mencionaron a 30 especies.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-066-FITO-2002) las especies *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Stenomidae), *Conotrachelus aguacatae*, *Heilipus lauri* y *Copturus aguacatae* (Coleoptera: Curculionidae) son categorizadas como plagas cuarentenadas del

aguacate. Sin embargo, existen diversas plagas consideradas de importancia económica como *Metcalfiella monogramma* y *Aethalion quadratum* (Hemiptera: Membracidae), la chinche de encaje *Pseudacysta perseae* (Hemiptera: Tingidae), la agalla *Tryoza anceps* (Hemiptera: Triozidae) y el gusano confeti *Pyrrhopyge chalybea* (Lepidoptera: Hesperiiidae).

Insectos y ácaros fitófagos del aguacate en el Estado de Nayarit, México.

En Nayarit, son pocos los estudios que se han realizado para la detención de organismos plaga en cultivo de aguacate. Sin embargo, se registran un total de 17 especies de insectos fitófagos pertenecientes a los órdenes Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Thysanoptera, y Acari (Cuadro1).

Cuadro 1. Insectos y ácaros fitófagos asociados al cultivo del aguacate en el Estado de Nayarit, México.

Orden	Familia	Especie	
Coleoptera	Curculionidae	<i>Heilipus albopictus</i> (Champion)	Soto <i>et al.</i> 2013
		<i>Copurus aguncatae</i> (Kissinger)	Urias y Salazar, 2008; Soto <i>et al.</i> 2013
Hemiptera	Tripidae	<i>Pseudocysta perseae</i> (Heidemann)	De Dios, 2013.
Lepidoptera	Tortricidae	<i>Amorbia cuneana</i> (Walsingham)	Urias y Salazar, 2008.
Thysanoptera	Phlaeothripidae	<i>Pseudophthiotrips perseae</i> (Watson)	Urias <i>et al.</i> 2007; Cambero <i>et al.</i> 2010; Cambero <i>et al.</i> 2009.
		<i>Frankliniella minor</i> (Moulton)	Urias <i>et al.</i> 2007, Cambero <i>et al.</i> 2009.
		<i>Heliothrips haemorrhoidalis</i> (Bouche)	Cambero <i>et al.</i> 2009; Cambero <i>et al.</i> 2010.
		<i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande)	Cambero <i>et al.</i> 2009; Cambero <i>et al.</i> 2010.
		<i>Frankliniella horinquen</i> (Hood)	Cambero <i>et al.</i> 2009; Cambero <i>et al.</i> 2010.
		<i>Frankliniella difficilis</i> (Hood)	Cambero <i>et al.</i> 2009; Cambero <i>et al.</i> 2010.
		<i>Frankliniella cubensis</i> (Hood)	Cambero <i>et al.</i> 2009; Cambero <i>et al.</i> 2010.
		<i>Frankliniella invazor</i> (Sakimura)	Cambero <i>et al.</i> 2009; Cambero <i>et al.</i> 2010.
		<i>Neohydatothrips zigmifer</i> (Priester)	Cambero <i>et al.</i> 2009; Cambero <i>et al.</i> 2010.
		<i>Neohydatothrips burungae</i> (Hood)	Cambero <i>et al.</i> 2009; Cambero <i>et al.</i> 2010.
		<i>Selenothrips rubrocinctus</i> (Giard)	Cambero <i>et al.</i> 2009; Cambero <i>et al.</i> 2010.
		<i>Scirtothrips perseae</i> (Nakahara)	Cambero <i>et al.</i> 2009; Cambero <i>et al.</i> 2010.
Acari	Tetranychidae	<i>Oligonychus punice</i> (Hirst)	Flores <i>et al.</i> 2011

A continuación se describe brevemente las plagas presentes en el cultivo de aguacate en el estado de Nayarit.

Thrips: Son insectos de cuerpo delgado, pequeños (miden de 0.3 a 1.4 mm de longitud), con una coloración que va del blanco, amarillo o castaño oscuro. Poseen un aparato bucal picador-chupador, en forma de cono. Las antenas son cortas, de seis a nueve segmentos; los tarsos de uno o dos segmentos, con una o dos uñas; el ovipositor está presente en algunas especies, (Suborden Terebrantia), pero en otras no (Suborden Tubulifera) (Lewis, 1973; Kirk, 1997; Triplehorn y Johnson, 2005). El principal daño que ocasionan los thrips es que al alimentarse de frutos en desarrollo llamados "cerillo" o "canica" provocando deformaciones en la superficie del pericarpio en forma de protuberancias o crestas, lo cual pueden favorecer la entrada de patógenos como la roña del fruto (*Sphaceloma perseae*) (Salgado, 1993; Coria, 2009). Actualmente se conocen 12 especies de thrips fitófagas asociadas al aguacate en el estado de Nayarit, las cuales pertenecen a los géneros *Frankliniella* (6), *Scirtothrips* (1), *Neohydatothrips* (2), *Heliothrips* (1), *Selenothrips* (1), y *Pseudophilothrips* (1) (Cambero *et al.*, 2009; Cambero *et al.*, 2010; Cambero *et al.*, 2011).

Chinche de encaje (*Pseudacysta perseae* Heidemann): los adultos de las chinches de encaje reciben su nombre por la apariencia de encaje de su dorso. El género *Pseudacysta* presenta una única especie, *P. perseae*. El adulto mide 2 mm de longitud. Tiene cuerpo alargado oval, de color carmelita oscuro o negruzco; el resto del dorso blanco-amarillento; patas y antenas amarillo pálido; las garras y mitad apical del cuarto antenomero negruzco. Hemiélitros extendidos mucho más allá del extremo del abdomen, ampliamente redondeadas en sus ápices (Blatchley, 1926; Hernández *et al.* 2004). El principal daño se detecta en el envés de las hojas, donde la chinche se alimenta de la savia y produce la destrucción gradual de los tejidos lo que provoca la formación de áreas cloróticas. *P. perseae* causa afectaciones desde vivero hasta árboles en producción (De la Torre *et al.* 1999). Existe la posibilidad de que la chinche de encaje facilite la penetración de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) al producir daños físicos en la epidermis de las hojas. Además, ocasiona daños severos que provocan caída masiva de las hojas y en ataques intensos son notables las reducciones del rendimiento (Brailovsky y Torre, 1986; Rodríguez,

1987; Blanco *et al.*, 1997). *P. perseae* fue registrada por primera ocasión para el estado de Nayarit en el Municipio de San Blas por (De Dios, 2013), sin embargo, en la actualidad se encuentra distribuida en los municipios de Xalisco y Tepic.

Gusano telarañero (*Amorbia cuneana* Walsingham): Es considerado una de las principales plagas del aguacate, que cuando incrementa sus poblaciones ocasiona daños severos a los frutos. Los adultos de esta plaga miden aproximadamente 2.5 cm de longitud, presentan alas plegadas cuando están en reposo, las cuales son generalmente de color anaranjado con marcas oscuras (Peña y Wysoki, 2008; Faber *et al.*, 2010). La larva de *A. cuneana* se enrolla y alimenta en el borde doblado de las hojas de aguacate, el daño puede extenderse a los frutos alimentándose superficialmente, cuando estos están contiguos. Los primeros instares larvales se alimentan de la hojas, dejando una delgada membrana marrón o el esqueleto de las venas de las hojas. Las larvas más grandes logran consumir la hoja entera. El daño más común del fruto ocurre cuando las larvas unen las hojas con los frutos y entre frutos en contacto. La larva puede alimentarse sobre la epidermis del fruto y causar una cicatriz, la cual causa una severa disminución de calidad (Peña y Wysoki, 2008).

Araña café del aguacatero (*Oligonychus punicae* Hirst): Este es un ácaro de cuerpo ovalado y de una coloración café rojiza en el estado adulto, las larvas son de color ámbar y conforme se alimentan y crecen su cuerpo se oscurece tornándose de color café (Estrada, 2007). *Oligonychus punicae* se alimenta del contenido de las células de las hojas, ocasionando alteraciones fisiológicas, que repercuten en el vigor y productividad del cultivo. Los arboles atacados con grandes cantidades de ácaros pueden abortar el amarre de frutos, lo cual ocasiona poca producción. Las colonias de arañitas se desarrollan en la parte superior de las hojas del aguacate a lo largo de las venas secundarias y estas áreas llegan a ser de un color café rojizo. Este daño causado por las arañitas ocasiona una reducción en la fotosíntesis. Cuando se presentan infestaciones severas pueden causar una defoliación (Flores *et al.*, 2011).

Barrenador de ramas y tronco del aguacate (*Copturus aguacatae* Kissinger y *Heilipus albopictus* Champion): Los curculiónidos son insectos de cuerpo pequeño y robusto, la principal característica de estas especies es la presencia de una proyección anterior del rostro, y

justo en el ápice se encuentra su aparato bucal masticador. Antenas geniculadas de tres segmentos, élitros lisos o escultrados pueden tener proyecciones de distintas formas (Morrone, 2014). Los principales daños son provocados por las larvas, las cuales barrenan las ramas y troncos a través de la epidermis hasta llegar a la médula. El inicio de la actividad de la larva se caracteriza por la presencia de secreciones que toman una consistencia polvosa blanquecina, y que posteriormente se convierten en diminutos montículos sobre la epidermis (Muñiz, 1960; Equihua *et al.*, 2007). En el estado de Nayarit (Urias y Salazar, 2008; Soto *et al.*, 2013) registran a dos especies de los géneros *Heilipus* y *Copturus* atacando al cultivo de aguacate.

CONCLUSIONES

En México existe una gran diversidad de insectos y ácaros fitófagos que afectan de manera considerable al cultivo del aguacate. En el estado de Nayarit, son pocos los estudios que se han realizado para determinar los insectos plaga de importancia económica y los daños que estos ocasionan al cultivo. Por lo que existe el interés de realizar estudios que permitan conocer el comportamiento de estos organismos dentro de los agro-ecosistemas para poder desarrollar estrategias de un manejo integrado en el control de plagas.

LITERATURA CITADA

- Blanco, E., Corrales, E., Plá, D., Labrada, T. 1997. La chinche de encaje del Aguacate (*Pseudocysta perseae*) en Cuba. En: Tercer Seminario Científico Internacional. Sanidad Vegetal. Ciudad de La Habana, Cuba. 174 p.
- Blatchley, W. 1926. Heteróptera of True Bugs of Easter North America, With special Reference to the Fauna of Indiana and Florida. Nature Publishing. Company, Indianapolis. 1116 p.
- Brailovsky, H., Torre, L. 1986. Hemiptera-Heteróptera de México XXXVI. Revisión genérica de la familia Tingidae La Porte. Anales del Instituto de Biología de la UNAM. Serie Zoología 56. (3): 869-932.
- Camero, C. J., Johansen, N. R., García, M. O., Carvajal, C. C., Isiordia, A. N., Cantu, S. M. 2009. Thrips fitófagos en huertas de aguacate cv. Hass en Nayarit, México. Brenesia. Costa Rica (71-72): 61-64.

- Camero, C. J., Johansen, N. R., García, M. O., Cerna, C. E., Robles, B. A., Retana, S. A. 2011. Species of thrips (Thysanoptera) in avocado orchards in Nayarit, Mexico. *Florida Entomologist* 94(4): 982-986.
- Camero, C. J., Johansen, N. R., Retana, S. A., García, M. O., Cantú, S. M., Carvajal, C. C. 2010. Thrips (Thysanoptera) del aguacate (*Persea americana*) en Nayarit, México. *Revista Colombiana de Entomología* 36 (1): 47-51.
- Coria, A. V. 1993. Principales Plagas del Aguacate en Michoacán. SARH, INIFAP, CIPAC, CEFAP-Uruapan. 20 p.
- Coria, A. V. 2009. Manejo integrado de plagas del aguacate. En: *Memorias del XXII Curso de actualización frutícola*. Coatepec Harinas, México. 1-28.
- De Dios, A. N. 2013. Exploración de enemigos naturales asociados a *Pseudocysta perseae* Heidemann (Hemiptera: Tingidae) en Nayarit, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nayarit.
- De La Torre, P., Almaguel, L., Blanco, E. 1999. Daños, distribución y enemigos naturales de la chinche de encaje del aguacate *Pseudocysta perseae* (Heidemann) (Hemiptera: Tingidae). *Fitosanidad*. 3 (2): 65-67.
- Equihua, M. A., Estrada, V. E., González, H. H. 2007. Plagas del aguacate. En: *El aguacate y su manejo integrado* (Eds.), Téliz, M. y Mora, A. Mundiprensa. México. 133-169.
- Estrada, V. E. 2007. Ácaros asociados al cultivo del aguacate. En: *El aguacate y su manejo integrado* (Eds.), Téliz, M. y Mora, A. Mundiprensa. México. 153-162.
- Faber, B. A., Morse, J. G., Hoddle, M. S. 2010. UC IPM Pest Management Guidelines - Avocado. University of California IPM. E. Consultada el 10 de enero de 2015 Disponible en <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/selectnewpest.avocado.html>.
- Flores, C. R., Isiordia, A. N., Robles, B. A., Ortega, A. O., Perez, G. R., Ramos, Q. A. 2011. Ácaros fitófagos asociados a frutales en la zona centro de Nayarit. *Revista Fuente* No. 7: 25-33

- Gallegos, G. R. 1983. Algunos Aspectos del Aguacate y su Producción en Michoacán. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- García, A. M., Méndez, V. M., Morales, G. A. 1967. El Aguacatero: Plagas y Enfermedades. Fitofilo 56:5-30.
- Hernández, J., Blanco, G., Linares, B., Hernández, L., Pérez, A. 2004. Detección de chinche de encaje de aguacate *Pseudocysta perseae* (Heidemann), Hemiptera: Tingidae en el estado de Yaracuy. Rev. Fac. Agron. 21 (1): 161-165.
- Kirk, W. D. 1997. Feeding. Thrips as a Crop Pest. In: T. Lewis (Ed.). CAB International, Wallingford, Oxon. 119-174.
- Lewis, T. 1973. Thrips: their biology, ecology and economic importance. Academic Press London and New York. 349.
- MacGregor, R., Gutiérrez, O. 1983. Guía de Insectos Nocivos para la Agricultura En México. Alambra Mexicana. 166.
- Morrone, J. J. 2014. Biodiversidad de Curculionioidea (Coleoptera) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 85: 312- 324.
- Muñiz, V. R. 1960. *Copturus aguacatae* Kissinger plaga del aguacatero (*Persea gratissima* Gaertn.) en México. Fitófilo No. 7. Año XIII. SAG. DGDA. México, D.F. 7-48.
- Norma Oficial Mexicana Especificaciones para el manejo fitosanitario y movilización del aguacate. 2002. Consultada el 10 de enero de 2015. Disponible en <http://www.senasica.gob.mx/?doc=696>
- Peña, J., Wysoki, M. 2008. En: Manejo de plagas en paltos y cítricos. Colección Libros INIA- Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 23.
- Rodríguez, F. 1987. El aguacate. AGT. Editor. S. A. Progreso 202. México. 166.

- Salgado, S. M. 1993. Problemas fitosanitarios del aguacate en Coatepec Harinas. En: Memorias del Centro de Investigación Científica y Tecnológicas del aguacate en el Estado de México. Coatepec Harinas, México. 191-212.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Dirección General de Sanidad Vegetal. 1981. Lista de insectos y ácaros perjudiciales a los cultivos de México. Segunda edición. Fitofilo, No. 86: 1-196.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2013. Consultada el 13 de enero de 2015. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351.
- Soto, H. M., García, M. O., Carvajal, C. C. 2013. Fauna de Curculionidae (Coleoptera) en huertas de aguacate Hass (*Persea americana* Mill) en Xalisco, Nayarit. Dugesiana 20(2): 93-98.
- Statistics Division on the Food and Agriculture Organization. 2012. Consultada el 11 de diciembre de 2014. Disponible en <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>.
- Triplehorn, C. A., Johnson, N. F. 2005. Borror and Delong's introduction to the study of insects. 7th Edition Thompson, Brooks/Cole. 864 p.
- Úrias, L. M., Salazar, G. S. 2008. Poblaciones de Gusano telarañero y barrenador de Ramas en huertos de aguacate "hass" de Nayarit, México. Agric. Téc. Méx. 34 (4): 431-441.
- Úrias, L. M., Salazar, G. S., Johansen, R. 2007. Identificación y fluctuación poblacional de especies de trips (Thysanoptera) en aguacate Hass en Nayarit, México. Rev. Chapingo Serie Hort. 13 (1): 49-54.

CAPÍTULO IV

PARASITOIDES Y ENTOMOPATÓGENOS ASOCIADOS AL BARRENADOR DE RAMAS DEL AGUACATE (*Copturus aguacatae* Kissinger) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN NAYARIT, MÉXICO

PARASITOIDES AND ENTOMOPATHOGENS ASSOCIATED WITH THE STEM WEEVIL AVOCADO (*Copturus aguacatae* Kissinger) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) IN NAYARIT, MÉXICO

NDAHITA DE DIOS-AVILA¹, JHONATHAN CAMBERO-CAMPOS², JUANA MARÍA CORONADO-BLANCO³, CARLOS CARVAJAL-CAZOLA⁴, CLAUDIO RIOS-VELASCO⁵ Y GABRIELA PEÑA-SANDOVAL⁶.

¹Estudiante del Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera Tepic-Compostela Km. 9. Xalisco, Nayarit, México. Autor para correspondencia: ndahitadedios@gmail.com. ²Dr., Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera Tepic-Compostela Km. 9. Xalisco, Nayarit, México. jhony695@gmail.com. ³Dra., Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario Adolfo López Mateos, Cd. Victoria, Tamaulipas, México, C.P. 87149. jmcoronado@docentes.uat.edu.mx. ⁴M.C., Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, Carretera Tepic-Compostela Km. 9. C.P. 63155. Xalisco, Nayarit, México. carvajalcac@gmail.com. ⁵Dr., Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C., Unidad Cuauhtémoc, Av. Río Conchos S/N Parque Industrial. C.P. 31570, Chihuahua, México. claudio.rios@ciad.mx. ⁶Dra., Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnologías A.C. Universidad Autónoma de Nayarit. Calle 3. Ciudad Industrial. Tepic, Nayarit, México. rgabvps@hotmail.com

RESUMEN. El objetivo del presente trabajo fue identificar los enemigos naturales del barrenador de ramas del aguacate (*Copturus aguacatae*) en el estado de Nayarit, México y determinar la riqueza de especies de parasitoides asociados con este insecto plaga. Se realizaron muestreos quincenales durante el periodo de febrero a diciembre de 2015, en huertas de aguacate de los municipios de Tepic y Xalisco. Las ramas con larvas de *C. aguacatae* fueron colocadas en jaulas entomológicas, las cuales se observaron semanalmente hasta la obtención de parasitoides, entomopatógenos o bien, hasta la obtención de los adultos del barrenador. Se registra la participación de 11 especies de parasitoides pertenecientes a diversas familias de himenópteros parasíticos, destacando *Heterospilus bruchi* (Braconidae); así como tres especies de hongos entomopatógenos (*Metarhizium pingshaense*, *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*) participando de manera natural en la regulación poblacional del barrenador de ramas del aguacate.

PALABRAS CLAVE: Riqueza de especies. Enemigos naturales. *Persea americana*.

ABSTRACT. The aim of this work it was to identify the natural enemies of stem weevil avocado (*Copturus aguacatae*) in the state of Nayarit, Mexico and to determine the parasitoid species associated with this insect pest. Biweekly samplings were performed during the period from February to December 2015, in avocado orchards of the municipalities of Tepic and Xalisco. The branches with *C. aguacatae* larvae were placed in entomological cages, which are seen weekly until obtaining parasitoids, or, until obtaining borer adults. The participation of 11 parasitoid species belonging to different families of parasitic hymenopterans were found, highlighting *Heterospilus bruchi* (Braconidae); as well as three species of entomopathogenic fungi (*Metarhizium pingshaense*, *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*) naturally involved in the regulation population stem weevil avocado.

KEYWORDS. Species richness. Natural enemies. *Persea americana*.

INTRODUCCIÓN

El barrenador de ramas del aguacate (*Copturus aguacatae* Kissinger) es una plaga cuarentenada en México, y es considerada como una de las especies con mayor impacto

económico por el daño que causa en la producción y comercialización del aguacate (Coria-Avalos 1999, González *et al.* 2000). México, es el principal productor de aguacate (*Persea americana* Mill) a nivel mundial con 1.5 millones de ton cosechadas en 153,770 ha (FAOSTAT 2014, SIAP 2014). Nayarit, ocupa el cuarto lugar nivel nacional, aportando el 2.4 % de la producción, con una superficie establecida de 5,329 ha y una producción de 36,691 ton (SIAP 2014).

Copturus aguacatae es una especie nativa de México, se encuentra distribuida en todas las zonas productoras del país, afectando las diferentes variedades de aguacate (Muñiz, 1960; Sánchez *et al.*, 2001). Los principales daños son ocasionados por las larvas al barrenar ramas tiernas principalmente, partiendo desde la epidermis hasta la médula, lo que provoca el colapso de las ramas en producción por el peso de los frutos, y por ende disminuye el rendimiento (Muñiz, 1960). Hasta el momento, no se cuenta con un control exitoso y rentable de esta plaga, limitado por su etología, al mantenerse protegido en el interior de las ramas y por su ciclo biológico largo. Razón por la cual su manejo se ha basado principalmente en la aplicación de insecticidas organofosforados como el Malatión (APEAM, 2016). Sin embargo, por su uso excesivo e irracional, ha provocado contaminación ambiental, eliminación de enemigos naturales y el desarrollo de resistencia del barrenador en respuesta a la fuerte presión de selección (Pimentel y Edwards, 1982).

Una alternativa viable y sustentable, pero poco utilizada en el manejo de plagas, es el control biológico, que consiste en la integración de enemigos naturales, tales como parasitoides, depredadores y entomopatógenos (Williams *et al.*, 2013). Dentro de los enemigos naturales registrados para *C. aguacatae*, se enlista una gran diversidad de parasitoides de larvas tales como: *Eupelmus* sp. (Eupelmidae), *Euderus* sp. (Eulophidae), *Eurydinoteloidea* sp. (Pteromalidae), *Erythmellus* sp. (Mymaridae), *Oncophanes* sp., *Urosigalphus avocadoe* Gibson (Braconidae), y *Prosierola bicarinata* Brues (Bethyridae) (Huerta, 1990, Hernández *et al.*, 2009). Por otra parte Coria *et al.* (2007) registraron a los hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin y *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin atacando a *C. aguacatae* de manera natural en el estado de Michoacán, México. Con base en lo anterior y en la búsqueda de fortalecer los esquemas de manejo integrado de plagas en el cultivo de aguacate en México, el objetivo del

presente trabajo fue identificar los enemigos naturales del barrenador de las ramas *Copturus aguacatae* y determinar la riqueza de especies de parasitoides asociados a esta plaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron muestreos quincenales de febrero a diciembre de 2015, en seis huertos comerciales de aguacate *Persea americana* Mill cultivar Hass, en los municipios de Tepic y Xalisco en el estado de Nayarit, México (Cuadro 1).

Cuadro 1. Localización geográfica de huertos de aguacate Hass del sitio de estudio en el estado de Nayarit, México.

HUERTA	TEPIC		MUNICIPIOS		
	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	ALTITUD	HUERTA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	ALTITUD
Camichin I	21°29'57"N 104°46'39"O	1,022	Xalisco I	21°22'50" N 104°56'01" O	1,191
Camichin II	21°29'31"N 104°47'22"O	1,006	Xalisco UAA	21°24'46" N 104°55'35" O	1,129
Tintilagua	21°290'2"N 104°46'25"O	1,148	Comunidad Indígena	21°23'35" N 104°53'46"O	1,027

El material biológico (ramas de aguacate), se recolectó con base en la metodología descrita en la NOM-066-FITO-2002 (SAGARPA, 2005), que consistió en seleccionar 10 árboles de aguacate/ha al azar, inspeccionándose visualmente cuatro ramas de cada árbol (una en cada punto cardinal), las ramas con presencia de indicadores de la plaga (daños externos y excretas), fueron cortadas con tijeras de podar, y trasladadas al Laboratorio de Parasitología Agrícola del Centro Multidisciplinario de Investigación Científica (CEMIC) de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN) para su procesamiento. Cada muestra contenía cuatro trozos de ramas de 30 cm de longitud aproximadamente, mismos que fueron seccionados en trozos de 10 cm, colocándose en jaulas entomológicas [contenedores plásticos transparentes con capacidad de 1 L. (Envases Reyma ®, México) con una perforación en la tapa y sellado con tela de organza], mantenidas a 25 ± 2 °C. El material biológico obtenido fue almacenado y observado semanalmente para la obtención de parasitoides y entomopatógenos, o bien, hasta que el barrenador llegara a su etapa adulta.

Los parasitoides emergidos fueron recuperados y conservados en alcohol al 70% para su identificación mediante claves taxonómicas de Gibson *et al.* (1997) y Wharton *et al.* (1998). Una vez descartada la presencia de parasitoides en las larvas de *C. aguacatae*, estas se observaron al microscopio estereoscópico, en busca de micosis causada por hongos entomopatógenos. De los especímenes micosados, se realizó el aislamiento, purificación e identificación mediante montajes en porta y cubreobjetos, teñidos con azul de lactofenol y observados a 400 X, utilizando las claves taxonómicas-dicotómicas de Barnett y Hunter (1986). Complementariamente, se identificaron molecularmente, partiendo de la extracción del DNA de acuerdo con el protocolo del Kit comercial ZR Fungal/bacterial DNA Miniprep™ (Zymo Research, Irving CA, USA), el cual se usó para amplificar el espaciador transcrita interno (ITS) del 18s del rDNA utilizando los iniciadores universales ITS5 (5'-GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG-3') e ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'), donde el fragmento esperado fue de 710 a 850 pb, dependiendo de la especie del hongo (White *et al.*, 1990). Los productos de PCR fueron enviados a la empresa Macrogen (Maryland, Estados Unidos) para su secuenciación y las secuencias obtenidas se compararon con la base de datos del banco de genes (NCBI), usando el algoritmo de BLAST (Altschul *et al.*, 1990).

Una vez realizada la identificación de los parasitoides, se llevó a cabo la comparación de riqueza de especies en las zonas de muestreo, utilizando el programa estadístico PAST (Palaeontological Statistics, Hammer *et al.*, 2001). Mediante el índice de Simpson, se determinó la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en los sitios de muestreo pertenezcan a la misma especie, y el índice de equidad de Shannon-Wiener, que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies obtenidas en los sitios de muestreo (Moreno, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recolectaron 4,682 ramas de aguacate en las seis huertas muestreadas, de las cuales se obtuvieron 4,321 larvas de *C. aguacatae*, 707 (16.3 %) murieron por enemigos naturales, destacando 362 parasitadas por el orden Hymenoptera (Braconidae, Eulophidae, Eupelmidae, Perilampidae, Pteromalidae y Torymidae) y 345 adultos del barrenador, infectados por hongos

entomopatógenos del orden Hypocreales. Las 3,614 larvas restantes (83.6 %) completaron su desarrollo, siendo el municipio de Xalisco el que presentó mayor tasa de parasitismo con un 8.26 %, seguido por Tepic con 8.09 % (Cuadro 2).

El mayor número de parasitoides registrado fue para el municipio de Xalisco con 198 especímenes, siendo la huerta de Xalisco UAA la más abundante con 87, seguida por Xalisco I con 57 y la huerta de la Comunidad Indígena con 54 especímenes. En el municipio de Tepic, la huerta que presentó el mayor parasitismo fue Camichín II con 87 especímenes, seguido por la huerta Camichín I con 67 parasitoides y en menor proporción la huerta Tintilagua con 12 especímenes.

Cuadro 2. Agentes de control biológico asociados a *Copturus aguacatae* en Nayarit, México.

Municipio	Huerta	No. Ramas	Larvas de <i>C. aguacatae</i>	Parasitoides	Entomopatógenos	<i>C. aguacatae</i> CD
Tepic	Camichín I	786	668	67	30	571
	Camichín II	834	839	87	67	685
	Tintilagua	825	908	12	89	809
Xalisco	Xalisco I	750	521	57	50	414
	Xalisco UAA	733	539	87	46	406
	Comunidad Indígena	754	846	54	63	729
Total		4,682	4,321	362	345	3,614

*CD: completaron su desarrollo

La mortalidad causada por hongos entomopatógenos fue mayor en el municipio de Tepic, donde se registraron 186 barrenadores infectados (4.3 %), siendo la huerta de Tintilagua donde se obtuvo el mayor número (89), seguida por Camichín II y Camichín I con 67 y 30 especímenes, respectivamente. En lo que respecta a las huertas del municipio de Xalisco, la que presentó el mayor número de adultos infectados fue la Comunidad Indígena con 63 adultos, seguida por Xalisco I y Xalisco UAA con 50 y 46 especímenes, respectivamente.

Parasitoides

Se obtuvo un total de 362 especímenes de parasitoides, correspondientes a 11 especies del orden Hymenoptera: *Heterospilus bruchi* Viereck, 1910 (Ichneumonoidae: Braconidae), *Neocatolaccus tylodermae* Ashmead, 1893 (Chalcidoidea: Pteromalidae), *Heteroschema* sp. Gahan (Chalcidoidea: Pteromalidae), *Euderus* sp. Haliday, 1844 (Chalcidoidea: Eulophidae), *Eupelmus cushmani* Crawford, 1908, *Anastatus* sp. Motschulsky, 1859, *Brasema* sp. 1, *Brasema* sp. 2 y *Metapelma* sp. Westwood, 1835 (Chalcidoidea: Eupelmidae), *Chrysomalla hesperis* Darling, 1986 (Chalcidoidea: Perilampidae) y varios especímenes de la familia Torymidae (Chalcidoidea), que no se lograron identificar. La huerta Camichin II del municipio de Tepic fue en la que se obtuvo el mayor número de especímenes de parasitoides, con un total de 95 especímenes, seguida por Camichin I con 70 y Tintilagua con el menor número (12). En el municipio de Xalisco la huerta Xalisco UAA fue en la que se obtuvo el mayor número con 87, seguida por Xalisco I y Comunidad Indígena con 60 y 38 especímenes, respectivamente. La especie más abundante fue *H. bruchi* con 253 especímenes, seguido por *N. tylodermae* (41), *Heteroschema* sp. (32), *Euderus* sp. (9), *Brasema* sp. 1 (5), *Metapelma* sp. (5), *Brasema* sp. 2 (3), *E. cushmani* (3), *Anastatus* sp. (2), *C. hesperis* (2) y siete especímenes no identificados de la familia Torymidae (Cuadro 3).

Heterospilus bruchi fue la especie mejor representada en los dos municipios con 253 especímenes (69.8 % de parasitismo), siendo la huerta Camichin II la que tuvo mayor presencia (75), seguida por las huertas Xalisco UAA, Xalisco I, Camichin I y Comunidad indígena con 66, 41, 36 y 26 especímenes, respectivamente. Seguido por *N. tylodermae*, con un parasitismo del 11.3 %, siendo las huertas Camichin II y Xalisco I, las que presentaron el mayor número de individuos (11), seguidas por Camichin I y Xalisco UAA con 10 y 5 especímenes, respectivamente.

El resto de las especies encontradas corresponden a *Heteroschema* sp. (32), *Euderus* sp. (9), *Brasema* sp. 1 (5), *Metapelma* sp. (5), *Eupelmus cushmani* (3), *Brasema* sp. 2 (3), *C. hesperis* (2), *Anastatus* sp. (2) y siete especímenes a la familia Torymidae.

Estos resultados son similares a los registrados por Huerta (1990) quien asoció a *Eupelmus* sp. (Eupelmidae), *Euderus* sp. (Eulophidae), *Eurydinoteloides* sp. (Pteromalidae), *Erythmellus* sp. (Mymaridae), *Oncophanes* sp. (Braconidae) y *Prostierola bicarinata* Brues (Bethyidae) como parasitoides de *C. aguacate* en Atlixco, Puebla, México. Por otra parte, no existen especies de la superfamilia Chalcidoidea asociadas al género *Copturus* (Noyes, 2016). En huertas de aguacate del estado de Morelos, Marsh (1993) registró a *Whartoniuss curculiophagus* Marsh (Braconidae: Doryctinae), y recientemente Hernández *et al.* (2009) detectan a *Urosigalphus avocadae* Gibson (Braconidae: Acampsohelconinae) como parasitoide de este hospedero en el Estado de México.

Cuadro 3. Parasitoides asociados al barrenador de ramas del aguacate (*Copturus agaveatae*) en Nayarit, México.

Parasitoides	Municipio						Total
	Tepec			Xalisco			
	Camichin I	Camichin II	Tmitlagua	Xalisco I	Xalisco UAA	Comunidad Indígena	
Braconidae: Doryctinae							
<i>Heterospilus brachi</i> (Viereck, 1910)	36	75	9	41	66	26	253
Pteromalidae: Pteromalinae							
<i>Neosaiocaccus tylosidermae</i> (Ashmead, 1893)	10	11	1	11	5	3	41
<i>Heteroschemo</i> sp. (Cahan, 1919)	9	5	0	1	11	6	32
Eupelmidae: Eupelminae							
<i>Eupelmus crathmi</i> (Crawford, 1908)	1	0	0	1	1	0	3
<i>Anastatus</i> sp. (Motschulsky, 1859)	0	2	0	0	0	0	2
<i>Brasema</i> sp. 1	1	0	0	1	3	0	5
<i>Brasema</i> sp. 2	0	1	0	2	0	0	3
Eulophidae: Ertiniinae							
<i>Eudorus</i> sp. (Hulliday, 1944)	8	1	0	0	0	0	9
Eupelmidae: Neosastatinae							
<i>Metapelmis</i> sp. (Westwood, 1835)	4	0	0	0	1	0	5
Perilampidae: Chrysolampinae							
<i>Chrysonalla asperis</i> (Darling, 1986)	0	0	0	2	0	0	2
Toxymidae							
Sin identificar	1	0	2	1	0	3	7
Total	70	95	12	60	87	38	362

Índices de diversidad de parasitoides

El análisis realizado mediante el índice de Simpson (Cuadro 4), muestra que en la huerta de Camichin I, existe una probabilidad de 68 %, que dos individuos tomados al azar pertenezcan a la misma especie. Por otra parte, en las huertas de la Comunidad Indígena y Xalisco I, ambas presentaron un 49 % de probabilidad. En comparación con el resto de las huertas, Xalisco UAA y Tintilagua, tuvieron un 40 % de probabilidad, mientras que Camichin II, fue la que presentó menor probabilidad (35 %), de que dos individuos tomados al azar pertenezcan a la misma especie. Sin embargo, los resultados obtenidos indican cierta dominancia específica, la cual podría estar dada por individuos de las especies *Heterospilus bruchi* y *Neocatolaccus tylodermae*.

Respecto al índice de Shannon-Wiener (Cuadro 4), en las huertas Camichin I y Xalisco I, existe mayor diversidad de especies (8) al obtener un índice de 1.47 y 1.07, respectivamente. Por otra parte, en las huertas de Xalisco UAA y Camichin II, con seis especies en cada localidad, presentaron un índice de 0.85 y 0.76, respectivamente. En comparación con el resto de las huertas, en la Comunidad Indígena y Tintilagua obtuvieron un índice de 0.95 y 0.72, respectivamente, al registrar el menor número de especies (4 y 3 proporcionalmente). Esta diferencia puede deberse a factores que afectan a las poblaciones, como el manejo tecnificado de las huertas, en particular, al uso de insecticidas químicos.

Cuadro 4. Estimación de índices de diversidad de parasitoides asociados a *Copturus aguacatae* en huertos de aguacate en Nayarit, México.

	Tepic			Xalisco		
	Camichin I	Camichin II	Tintilagua	Xalisco I	Xalisco UAA	Comunidad Indígena
Especies	8	6	3	8	6	4
Individuos	70	95	12	60	87	38
Simpson	68%	35%	40%	49%	40%	49%
Shannon-Wiener	1.47	0.76	0.72	1.07	0.85	0.95

Hongos entomopatógenos

Se obtuvieron 345 adultos de *C. aguacatae* con sintomatología de ataque por hongos entomopatógenos, mismos que fueron aislados e identificados con base en sus características microscópicas y macroscópicas, y confirmados mediante sus caracteres moleculares. Las especies obtenidas corresponden a *Metarhizium pingshaense* (Q. T. Chen y H. L. Guo), *M. anisopliae* (Metsch) Sorokin y *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Cuadro 5).

La especie mejor representada fue *B. bassiana* con 190 especímenes, siendo la de mayor incidencia en todos los sitios de muestreo. La huerta de Tintilagua fue la que presentó mayor incidencia con 51 especímenes infectados, mientras que Camichin I presentó el menor número de individuos micosados. Al respecto Coria *et al.* (2007) reportan a *M. anisopliae* y *B. bassiana* como reguladores de poblaciones de *C. aguacatae* en el estado de Michoacán, México. En este estudio, se registra por primera vez en Nayarit a *M. pingshaense* infectando a adultos de *C. aguacatae*.

Cuadro 5. Hongos entomopatógenos aislados de adultos de *Copturus aguacatae* en huertos de aguacate de Nayarit, México.

Hongos entomopatógenos	Municipio						Total
	Tepic			Xalisco			
	Camichin I	Camichin II	Tintilagua	Xalisco I	Xalisco UAA	Comunidad Indígena	
<i>Beauveria bassiana</i> (Balsamo) Vuillemin	15	35	51	31	23	35	190
<i>Metarhizium anisopliae</i> (Metsch) Sorokin	15	32	38	19	0	28	132
<i>Metarhizium pingshaense</i> Q. T. Chen y H. L. Guo	0	0	0	0	23	0	23
Total	30	67	89	50	46	63	345

Los datos de secuenciación mostraron que los aislados fúngicos, identificados inicialmente como *Metarhizium* y *Beauveria*, tuvieron de 90 a 100 % de identidad, y una puntuación máxima al compararlas con las secuencias del GenBank de la base de datos del NCBI (Cuadro 6) (Altschul *et al.*, 1990).

Cuadro 6. Confirmación de secuencias en el GenBank de los hongos entomopatógenos.

Municipio	Huerta	Código del aislado	Género y especie
Tepic	Camichin I	B41	<i>Beauveria bassiana</i>
		B42	<i>Beauveria bassiana</i>
		B43	<i>Beauveria bassiana</i>
		B44	<i>Metarhizium anisopliae</i>
	Camichin II	B45	<i>Metarhizium anisopliae</i>
		B51	<i>Metarhizium anisopliae</i>
		B52	<i>Metarhizium anisopliae</i>
		B53	<i>Metarhizium anisopliae</i>
		B54	<i>Beauveria bassiana</i>
		B61	<i>Beauveria bassiana</i>
		B62	<i>Beauveria bassiana</i>
		B63	<i>Beauveria bassiana</i>
	Tintilagua	B64	<i>Beauveria bassiana</i>
		B65	<i>Metarhizium anisopliae</i>
		B67	<i>Metarhizium anisopliae</i>
		B21	<i>Beauveria bassiana</i>
Xalisco I	B22	<i>Beauveria bassiana</i>	
	B23	<i>Beauveria bassiana</i>	
	B24	<i>Beauveria bassiana</i>	
	B31	<i>Metarhizium pinguetiae</i>	
Xalisco UAA	B32	<i>Metarhizium pinguetiae</i>	
	B33	<i>Beauveria bassiana</i>	
	B11	<i>Metarhizium anisopliae</i>	
	B12	<i>Metarhizium anisopliae</i>	
Xalisco	Comunidad Indígena	B13	<i>Metarhizium anisopliae</i>
		B15	<i>Beauveria bassiana</i>
		B16	<i>Beauveria bassiana</i>

CONCLUSIONES

En el estado de Nayarit se encuentra una gran diversidad de enemigos naturales que regulan las poblaciones del barrenador de ramas del aguacate *C. aguacatae*, destacando los parasitoides de cinco familias del orden Hymenoptera y hongos entomopatógenos Hypocreales, principalmente los géneros *Metarhizium* y *Beauveria*, como agentes de control biológico potenciales para ser usados en el control de plagas en huertos comerciales, con énfasis en el manejo de barrenadores, ya que pueden ejercer un control considerable. Sin embargo, es necesario realizar más estudios sobre su eficacia bajo condiciones de campo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico brindado para la investigación, así como también al Dr. Enrique Ruiz Cancino, de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, por el apoyo en la confirmación de los parasitoides chalcidoideos y al Dr. Roger Burks de la Universidad de California en Riverside, California por la confirmación de *Noecatoxus tylodermae*.

LITERATURA CITADA

- Altschul, S. F., Gish, W., Miller, W., Myers, E. W., Lipman, D. J. 1990. Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology*, 215: 403 - 410.
- Asociación De Productores y Empacadores Exportadores De México, A. C. (APEAM). 2016. Listado de plaguicidas recomendados para el cultivo de aguacate. Consultada en el 14 de abril 2016. Disponible en <http://plaguicidas.apeamac.com/ArchivoPDF.aspx>
- Barnett, G., Hunter, B. 1986. *Illustrated genera of Imperfect Fungi*. 4th ed. McMillan USA, 241p.
- Coria, Á. V. M. 1999. Ciclo de vida, fluctuación poblacional y control del barrenador de la semilla del aguacate (*Conotrachelus perseae* Barber, *C. aguacatae* Kissinger) (Coleoptera: Curculionidae) en Ziracuaretiro, Michoacán, México. *Rev. Chapingo, Serie Hort.* 5:313-318.8

- Coria, V. M., Pescador, A., López, E., Lezama, R., Salgado, R., López, M., Vidales, A., Muñoz, J. 2007. Autoecología del barrenador de ramas *Copturus aguacatae* Kissinger (Coleoptera: Curculionidae) del aguacate en Michoacán, México. Proceedings VI World Avocado Congress (Actas VI Congreso Mundial del Aguacate). Viña Del Mar, Chile. 12 – 16.
- Gibson, G. A. P., Humber, J. T., Woolley, J. B. 1997. Annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). NCR Research Press, Ottawa, Ontario, Canada. 794 p.
- González, H., Johansen, R., Gasca, C., Equihua, A., Salinas, C., Estrada, E., Durán F., Valle, A. 2000. Plagas del aguacate. pp. 117-136. In: D. Téliz (ed), *El aguacate y su manejo integrado*. Ediciones Mundi-Prensa. México, D. F. 219 p.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., Ryan, P. D. 2001. Paleontological Statistics Software: Package for Education and Data Analysis. *Palaeontología Electrónica*.
- Hernández, F. L. M., Saavedra, A. M., Urias, L. M. A., López, A. J. G. 2009. Registro de *Urosigalphus avocadae* Gibson (Hymenoptera: Braconidae) como parasitoide de *Copturus aguacatae* Kissinger (Coleoptera: Curculionidae) en México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 25(3): 659-661.
- Huerta, D. P. A. 1990. Enemigos naturales de *Copturus aguacatae* (Coleoptera: Curculionidae) en Atlixco, Puebla. Tesis de Maestría: Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México. 69 p.
- Marsh, P. M. 1993. Descriptions of new western Hemisphere genera of the subfamily Doryctinae (Hymenoptera: Braconidae). *Contributions of the American Entomological Institute*, 28(1): 1-58.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 p.
- Muñiz, V. R. 1960. *Copturus aguacatae* Kissinger plaga del aguacatero (*Persea gratissima* Gaertn.) en México. *Fitófilo* no. 7. Año XIII. Enero – Febrero – Marzo de 1960. SAG. DGDA. México, D.F. p. 42-47.

- Noyes, J. S. 2016. Universal Chalcidoidea Database. World Wide Web electronic publication. <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>.
- Pimentel, D., Edwards, C. A. 1982. Pesticides and ecosystems. *BioScience*. 32 (7): 595-600.
- Sánchez, P. J., Alcántar, R. J. J., Coria, A. V. M., Anguiano, C. J., Vidales, F. I., Tapia, V. L. M., Aguilera, M. J. L., Hernández, R. G., Vidales, F. J. A. 2001. Tecnología para la producción de aguacate en México. INIFAP. CIRPAC. Campo Experimental Uruapan. Libro técnico No. 1. Michoacán, México. 208 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2005. Norma Oficial Mexicana fitosanitaria NOM-066-FITO-2002, Especificaciones para el manejo fitosanitario y movilización del aguacate. Diario oficial. Fecha de publicación 18 de Mayo de 2005. 45 p.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2014. Consultada 11 de mayo 2015. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>
- Statistics Division on the Food and Agriculture Organization. (FAOSTAT). 2014. Consultado el 24 de Noviembre de 2015. Disponible en línea: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#anchor>
- Wharton, R. A., Marsh, P. M., Sharkey, M. J. 1998. Manual para los géneros de la familia Braconidae (Hymenoptera) del nuevo mundo en español por Imelda Mercado. Publicado por the International Soc. of Hymenopterists. Washington DC.
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In Press, A. (Ed.), PCR protocols: A guide to methods and applications. 315-322 pp.
- Williams, T., Arredondo, H. C., Rodríguez, L. A. 2013. Biological Pest Control in México. *Ann. Rev. Entomology*. 58: 119-140.

CAPÍTULO V

PRIMER REGISTRO DE *Neocatolaccus tylodermae* Ashmead (HYMENOPTERA: PTEROMALIDAE) EN MÉXICO COMO PARASITOIDE DE *Copturus aguacatae* Kissinger (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

FIRST REGISTER OF *Neocatolaccus tylodermae* Ashmead (HYMENOPTERA: PTEROMALIDAE) IN MÉXICO AS PARASITOID OF *Copturus aguacatae* Kissinger (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

NDAHITA DE DIOS ÁVILA ¹, JHONATHAN CAMBERO-CAMPOS^{1, 2}, JUANA MARÍA CORONADO-BLANCO³, CARLOS CARVAJAL-CAZOLA², CLAUDIO RIOS-VELASCO⁴ Y GABRIELA PEÑA-SANDOVAL^{1, 2}

¹Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera Tepic-Compostela Km. 9. Xalisco, Nayarit, México.

²Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, Carretera Tepic-Compostela Km. 9. C.P. 63155. Xalisco, Nayarit, México.

³Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario Adolfo López Mateos, Cd. Victoria, Tamaulipas, México, C.P. 87149.

⁴Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C., Unidad Cuauhtémoc, Av. Río Conchos S/N Parque Industrial. C.P. 31570, Chihuahua, México.

*Autor de correspondencia: bias_007_s@hotmail.com

RESUMEN. Se registra por primera vez a *Neocatolaccus tylodermae* (Ashmead) como parasitoide del barrenador de las ramas de aguacate (*Copturus aguacatae* Kissinger) en Nayarit, México.

ABSTRACT. *Neocatolaccus tylodermae* (Ashmead) is recorded for the first time as a parasitoid of the avocado stem weevil (*Copturus aguacatae* Kissinger) in Nayarit, Mexico.

México es el principal productor de aguacate a nivel mundial con una superficie de 175,939 ha (FAOSTAT, 2014). Por volumen y extensión, el estado de Nayarit ocupa el cuarto lugar, aportando el 2.4 % de la producción nacional (SIAP, 2014). Sin embargo, su exportación está limitada por diversos problemas fitosanitarios, en donde destaca el barrenador de ramas *Copturus aguacatae* Kissinger (Coleoptera: Curculionidae) de acuerdo a la NOM-066-FITO-2002 (SAGARPA, 2005).

Los principales daños de *C. aguacatae* son ocasionados por las larvas al barrenar principalmente las ramas tiernas, partiendo de la epidermis hasta llegar a la médula, lo cual provoca que las ramas en producción colapsen por el peso de los frutos y por ende disminuye el rendimiento (Muñiz, 1960). Hasta el momento, no se cuenta con un control exitoso y rentable, ya que a su ciclo biológico es largo y además el hábitat del barrenador limita de manera considerable su control, de modo que su manejo se basa principalmente en la aplicación de insecticidas organofosforados con resultados satisfactorios (Talavera y Padilla, 2003; APEAM, 2016).

Actualmente, los registros de avispas parasíticas asociadas a larvas son: *Eupelmus* sp. (Eupelmidae), *Euderus* sp. (Eulophidae), *Eurydinoteloides* sp. (Pteromalidae), *Erythmellus* sp. (Mymaridae), *Oncophanes* sp. y *Urosigalphus avocadoae* Gibson (Braconidae) y *Prosierola bicarinata* Brues (Bethyilidae) (Huerta, 1990; Hernández *et al.*, 2009). Por lo anterior, en el presente trabajo se registra por primera vez para México la especie *Neocatolaccus tylodermae* Ashmead, como parasitoide de *Copturus aguacatae* Kissinger.

Neocatolaccus tylodermae es una especie neártica, descrita por primera vez por Ashmead (1893) como *Catolaccus tylodermae*. De acuerdo con Noyes (2016) esta especie se encuentra

ampliamente distribuida en Estados Unidos de América, parasitando 17 especies de la familia Curculionidae (Coleoptera).

Se realizaron muestreos quincenales durante febrero a diciembre del 2015, en huertas de aguacate Var. Hass en los municipios de Tepic y Xalisco, Nayarit, México. El material biológico se recolectó de acuerdo con la metodología descrita en la NOM-066-FITO-2002 (SAGARPA, 2005), que consiste en seleccionar 10 árboles de aguacate/ha al azar, inspeccionándose visualmente cuatro ramas de cada árbol (una en cada punto cardinal), las ramas con daños externos y excretas fueron cortadas para corroborar la presencia del insecto.

El material biológico obtenido fue procesado en el laboratorio de parasitología agrícola del Centro Multidisciplinario de Investigación Científica (CEMIC) de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), cada muestra consistió de cuatro trozos de ramas de 30 cm de longitud seccionados en trozos de 10 cm, los cuales se colocaron en recipientes de un litro a 25 ± 2 °C, observados semanalmente por 60 d para la obtención de parasitoides, o bien, hasta la obtención de adultos del barrenador.

Los parasitoides emergidos fueron conservados en etanol al 70% y examinados en el Museo de Insectos (MIFA) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT) en Ciudad Victoria, usando claves taxonómicas para la identificación de la subfamilia y género (Gibson *et al.*, 1997), y especie (Boucek 1993; Gibson *et al.*, 2006).

Material examinado: *Neocatolaccus tylodermae*. México: Nayarit, Tepic predios **Camichin I:** 5-II-2015 (1♀), 25-II-2015 (1♀ y 1♂), 11-III-2015 (1♀), 26-III-2015 (1♂), 15-IV-2015 (1♀), 28-IV-2015 (1♀), 27-V-2015 (1♀), 10-VI-2015 (1♂), 10-VII-2015 (1♀); **Camichin II:** 11-III-2015 (1♂), 26-III-2015 (1♂), 15-IV-2015 (2♀), 28-IV-2015 (3♀ y 2♂), 25-VI-2015 (1♀ y 1♂); **Tintilagua:** 25-II-2015 (1♂) y Xalisco predios **Xalisco I:** 25-II-2015 (1♀), 26-III-2015 (2♀), 15-IV-2015 (1♀ y 1♂); 28-IV-2015 (2♀ y 1♂), 14-V-2015 (2♀), 27-V-2015 (1♂); **Xalisco UAA:** 25-II-2015 (1♂), 26-III-2015 (1♀ y 1♂), 28-IV-2015 (2♂), 10-VI-2015 (1♂) y **Comunidad Indígena:** 26-III-2015 (1♂), 28-IV-2015 (1♀), 14-V-2015 (1♀). Ex larvas de *C. aguacatae*, 22 ♀ y 19 ♂. Ndahita de Dios Avila (Col.) El material se encuentra depositado en la colección de insectos del laboratorio de parasitología agrícola del CEMIC-UAN.

Descripción: longitud de 3 a 3.6 mm. Hembra: Cabeza y mesosoma con una escultura delgada y usualmente de color verde metálico a azulado, con setas blancas lanceoladas. En vista dorsal, el pronoto tiene una fuerte carina, generalmente más pequeña que el mesonoto. El abdomen de las hembras es de forma cónico-oval más largo que la cabeza y el tórax unidos. Es de color metálico, hacia la base color cobre y hacia el apéndice y debajo de ella un tono azulado. El escapo y las patas son de un color amarillo pálido, incluyendo la coxa y el fémur. La tibia es de color café oscuro, a la mitad de la tibia se distingue un color más ligero. La antena es de color café de forma subfiliforme, el primer segmento es el más largo, de aproximadamente 2.5 veces más larga y gruesa que el resto de los segmentos. El metatórax de tamaño pequeño. El ala anterior es dorsalmente setosa detrás de la vena marginal, sobre la mitad apical de la vena, las setas particularmente oscurecen al menos tres hileras de setas en la parte ventral de la vena posmarginal. Propodeo con una carina transversal dentro de la mitad, dividida entre anterior y posterior o incluso cualquier lado de la carina media. Macho: más pequeño y difiere en la tibia que es de color pálido o exhibe solo un punto en la base de color café oscuro. El abdomen es largo y de forma oval. El tórax muy comprimido de un color azulado pero cobrizo o café sobre y debajo de la base (Bouček, 1993; Gibson *et al.*, 2006).

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Nayarit y al CONACyT por el apoyo económico brindado. Al Dr. Roger Burks (Universidad de California, Riverside, California) por su apoyo en la confirmación de la especie.

LITERATURA CITADA

- Ashmead, W. H. 1893 Descriptions of new parasitic Hymenoptera bred by Prof. F.M. Webster. Bulletin of the Ohio Agricultural Experiment Station, Technical Series 1: 161 p.
- Asociación de Productores y Empacadores Exportadores De México, A. C. (APEAM). 2016. Listado de plaguicidas recomendados para el cultivo de aguacate. Consultada en línea 14 de abril 2016. Disponible en <http://plaguicidas.apeamac.com/ArchivoPDF.aspx>

- Boucek, Z. 1993. New taxa of North American Pteromalidae and Tetracampidae (Hymenoptera), with notes. *Journal of Natural History*. p.1243.
- Gibson, G. A. P., Gates, M. W., Buntin, D. G. 2006. Parasitoids (Hymenoptera: Chalcidoidea) of the Cabbage *Seedpod Weevil* (Coleoptera: Curculionidae) in Georgia, USA. *Journal of Hymenoptera Research*. 15: 187-207.
- Gibson, G. A. P., Humber, J. T., Woolley, J. B. 1997. Annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). NCR Research Press, Ottawa, Ontario, Canada. 629 p.
- Hernández, F. L. M., Saavedra, A. M., Urias, L. M. A., López, A. J. G. 2009. Registro de *Urosigalphus avocadae* Gibson (Hymenoptera: Braconidae) como parasitoide de *Copturus aguacatae* Kissinger (Coleoptera: Curculionidae) en México. *AZM (N.S.)*. 25: 659-661.
- Huerta, D. P. A. 1990. Enemigos naturales de *Copturus aguacatae* Kissinger (Coleoptera: Curculionidae) en Atlixco, Puebla. Tesis de Maestría: Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México. 69 p.
- Muñiz, V. R. 1960. *Copturus aguacatae* Kissinger plaga del aguacatero (*Persea gratissima* Gaertn.) en México. *Fitófilo* No. 7. Año XIII. SAG. DGDA. Distrito Federal, México. 7 - 48.
- Noyes, J. S. 2016. Universal Database Chalcidoidea. Consultada en línea el 10 abril de 2016. Disponible en <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>
- Secretaría De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2005. NORMA Oficial Mexicana fitosanitaria NOM-066-FITO-2002, Especificaciones para el manejo fitosanitario y movilización del aguacate. Diario oficial. Fecha de publicación 18 de Mayo de 2005. 45 p. Disponible en <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/fito/fito066-05.pdf>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2014. Consultada en línea el 11 de abril de 2016. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>

Statistics Division on the Food and Agriculture Organization (FAOSTAT). 2014. Consultada en línea el 12 de abril de 2016. Disponible en <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>

Talavera, C. M., Padilla, C. M. 2003. Reconsideraciones técnicas al ciclo biológico del barrenador de ramas del aguacate (*Copturus aguacatae*, Kissinger). En: V Congreso Mundial del Aguacate. 445-448. Disponible en http://www.avocadosource.com/WAC5/Papers/WAC5_p445.pdf.

CAPÍTULO VI

PRIMER REGISTRO DE *Eupelmus Cushmani* (Crawford) (HYMENOPTERA: EUPELMIDAE) COMO PARASITOIDE DEL BARRENADOR DE RAMAS DEL AGUACATE *Copturus aguacatae* Kissinger (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN MÉXICO

DE DIOS-ÁVILA, N., CAMBERO-CAMPOS, J., RUÍZ-CANCIÑO, E., CARVAJAL-CAZOLA, C., RÍOS-VELASCO, C. Y CORONADO-BLANCO J. M. *EUPELMUS CUSHMANI* PARASITOIDE DE *COPTURUS AGUACATAE* EN MÉXICO

RESUMEN. Se registra por primera vez a *Eupelmus cushmani* (Crawford) (Hymenoptera: Eupelmidae) como parasitoide del barrenador de ramas del aguacate, *Copturus aguacatae* Kissinger en Nayarit, México.

PALABRAS CLAVE. Barrenador, aguacate, *Eupelmus cushmani*, Nayarit.

ABSTRACT. The species *Eupelmus cushmani* (Crawford) (Hymenoptera: Eupelmidae) is recorded for first time as parasitoid of the avocado stem weevil (*Copturus aguacatae* Kissinger) in Nayarit, Mexico.

KEYWORDS. Stem weevil, avocado, *Eupelmus cushmani*, Nayarit.

La familia Eupelmidae cuenta con ocho géneros y 21 especies reconocidas en México (Noyes, 2016). La mayoría de las especies se caracteriza por parasitar larvas o prepupas de insectos por lo general ocultos en plantas o capullos (Gibson *et al.*, 1997). En el estado de Nayarit el estudio taxonómico de esta familia es muy escaso. En dicho estado, el aguacate (*Persea americana* Mill.) es un cultivo comercialmente rentable donde la mayor parte de la producción se exporta a Estados Unidos de América y Japón (SAGARPA, 2014), sin embargo, su producción se ve limitada por diversos problemas fitosanitarios como es el caso del barrenador de ramas (*Copturus aguacate* Kissinger) de acuerdo con la NOM-066-FITO-2002 (SAGARPA, 2005).

Hasta el momento no se cuenta con un método de control eficiente, debido al ciclo biológico largo y el hábitat del barrenador que dificulta su manejo, basado principalmente en la aplicación de insecticidas organofosforados como Malatión (APEAM, 2016), una desventaja de uso de los plaguicidas son los residuos químicos; los frutos de aguacate por ser productos de exportación son inspeccionados para detectar posibles remanentes de plaguicidas que suelen causar daños a la salud de los consumidores, razón por la cual se hace hincapié en la búsqueda de alternativas amigables para su manejo, como es el caso de avispas parasíticas, que podrían ser excelentes agentes de control biológico y por ende, contribuir en la disminución del uso de plaguicidas. En el presente trabajo se registra por primera vez a *Eupelmus cushmani* (Crawford) como parasitoide de *Copturus aguacatae* Kissinger en el estado de Nayarit, México.

Eupelmus cushmani es considerado como parasitoide de 77 especies en 21 familias de cinco órdenes de insectos; en donde destaca el orden Coleoptera con el mayor número de especies hospederas. Se encuentra ampliamente distribuido, en las regiones Neártica y Neotropical (Noyes, 2016). Para México Pérez y Bonet (1985) registran por primera vez en Tepetzotlán, Morelos, la presencia de *E. cushmani* parasitando *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) mientras que Rodríguez *et al.* (2012) registran al picudo del Chile *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae) como nuevo hospedero de *E. cushmani* en Nayarit, México.

Se realizaron muestreos quincenales durante febrero a diciembre del 2015, en huertas de aguacate cultivar Hass en los municipios de Tepic y Xalisco del estado de Nayarit, México. El material biológico se recolectó con base en la metodología descrita en la NOM-066-FITO-2002 (SAGARPA, 2005), la cual consiste en seleccionar diez árboles de aguacate/ha al azar, inspeccionándose visualmente cuatro ramas de cada árbol (una en cada punto cardinal), las ramas que presentaron daños externos causados por la plaga, fueron cortadas con tijeras de podar, para determinar la presencia del insecto.

El material biológico obtenido fue procesado en el Laboratorio de Parasitología Agrícola del Centro Multidisciplinario de Investigación Científica (CEMIC) de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), cada muestra consistió en cuatro trozos de ramas de 30 cm de longitud

aproximadamente, mismos que fueron seccionados cuidadosamente en trozos de 10 cm, los cuales fueron colocados en jaulas entomológicas con el fin de mantener los pedazos de ramas en condiciones adecuadas para que los insectos completaran su desarrollo, estas se hicieron en contenedores de plástico transparentes de 11 (Reyma ®) con una perforación en la tapadera y sellado con tela de organza, fueron incubadas a una temperatura de 25 ± 2 °C, se rotularon los datos correspondientes al muestreo y la localidad de procedencia de la muestra. Dicho material fue almacenado durante 60 días y observado semanalmente para la obtención de parasitoides, o bien, hasta la obtención de los adultos del barrenador.

Los parasitoides emergidos fueron recuperados y conservados en etanol al 70% en tubos Eppendorf (2 ml). El material obtenido de la subfamilia Eupelminae fue estudiado en el Museo de Insectos (MIFA) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT) en Ciudad Victoria, Tamaulipas, donde se montó y etiquetó con los respectivos datos de recolecta. Para la determinación de la subfamilia y género se usaron las claves de Gibson *et al.* (1997) mientras que para la identificación a especie se utilizaron las claves de Gibson (2011).

Material examinado: *Eupelmus cushmani*. México: Nayarit, Tepic predio **Camichin I**: 27-III-2015 (1 ♂); y Xalisco predios **Xalisco I**: 10-IV-2015 (1 ♂), y **Xalisco UAA**: 11-III-2015 (1 ♀). Ex larvas de *C. aguacatae*. Ndahita de Dios Avila (Col.). El material se encuentra depositado en la colección del Laboratorio de Parasitología Agrícola del Centro Multidisciplinario de Investigación Científica (CEMIC) de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN) en Tepic, Nayarit, México.

Descripción: Hembra. Longitud de 2.1 a 5.2 mm. Cabeza marrón oscuro en su mayoría, palpos labiales y maxilares marrón oscuro. Antenas marrón oscuro con un ligero brillo metálico, escapo y pedicelo de amarillento a anaranjado. Mesosoma similar en color a la cabeza, con la tégula marrón oscuro con un ligero brillo verde metálico bajo algunos ángulos de luz, excepto el lóbulo lateral al menos dorsolongitudinalmente, escutelo ampliamente variable, a menudo convexo o cóncavo, la parte media del mesoescudo de forma variable, de marrón oscuro a rojo violáceo. Alas anteriores hialinas, con venaciones de color marrón amarillento; setas uniformemente parduzcas, a veces más ligero en la parte basal y en la vena submarginal. Patas

delanteras con el trocánter de amarillento a marrón oscuro; fémur en su totalidad café oscuro con el trocánter y el extremo del ápice amarillento; tibias completamente amarillas con excepción de la zona dorso-ventral que presenta un color pardo; tarso amarillento a excepción del tarsómero apical marrón amarillento (Gibson, 2011).

Macho. Longitud cerca de 1.5 hasta 3.3 mm. Cabeza verde oscuro metálico a verde azulado; palpos labiales y maxilares marrón oscuro. Antenas marrón oscuro, excepto en el escapo y pedicelo con un brillo metálico similar a la cabeza. Mesosoma similar en color a la cabeza, al menos la tégula marrón oscuro. Pata media casi en su totalidad de color oscuro, excepto la rodilla y el ápice de la tibia que presentan un color más ligero; tarsómeros basales del 1-4 con coloración blanca. Ala anterior hialina. Gáster con el terguito basal de color verde azulado metálico pero marrón el resto (Gibson, 2011).

AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Nayarit y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico brindado.

LITERATURA CITADA

- Asociación de Productores y Empacadores Exportadores De México, A. C. (APEAM). 2016. Listado de plaguicidas recomendados para el cultivo de aguacate. Consultado el 15 de abril 2016 Disponible en <http://plaguicidas.apeamac.com/ArchivoPDF.aspx>
- Gibson, G. A. P. 2011. The species of *Eupelmus* (*Eupelmus*) Dalman and *Eupelmus* (*Episolidelia*) Girault (Hymenoptera: Eupelmidae) in North America north of Mexico. *Zootaxa*. 2951: 33-41.
- Gibson, G. A. P., Humber, J. T., Woolley, J. B. 1997. *Annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)*. NCR Research Press, Ottawa, Ontario, Canadá. 431 p.
- Noyes, J. S. 2016. Universal Database Chalcidoidea. Consultado el 14 de abril de 2016 Disponible en <http://www.nhm.ac.uk/our-science/data/chalcidoids/database/chalcidsByCountry.Dsml?index=ChalcidsByCountry&COUNTRY=MEX&beginIndex=70>



0&searchPageURL=indexChalcidsByCountry%2edmsl%3findex%3dChalcidsByCountry%26COUNTRY%3dMEX%26beginIndex%3d600

Pérez, G., Bonet, A. 1985. Hymenopterous parasites of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) in Tepoztlan, Morelos. *Folia Entomológica Mexicana*. No 59:71-78.

Rodríguez, L. E., Lomeli F. J., Valdez, C. J., Jones R. W., Stansly P. A. 2012. New Records of Species and Locations of Parasitoids of the Pepper Weevil in Mexico. *Southwestern Entomologist*. 37(1):73-83.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2005. Norma Oficial Mexicana Fitosanitaria NOM-066-FITO-2002, Especificaciones para el manejo fitosanitario y movilización del aguacate. Diario oficial. Fecha de publicación 18 de Mayo de 2005. 45 p.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2014. Comunicado de prensa. Consultado el 15 junio de 2016. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2014B615.aspx>

Ndahita De Dios Ávila¹, Jhonathan Cambero-Campos^{1, 2*}, Enrique Ruiz-Cancino³, Juana María Coronado-Blanco³ Claudio Rios-Velasco⁴† Carlos Carvajal-Cazola².

¹Posgrado en Ciencias Biológicas Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera Tepic-Compostela Km. 9. Xalisco, Nayarit, México. E-mail: ndahitadedios@gmail.com y jhony695@gmail.com

²Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, Carretera Tepic-Compostela Km. 9. C.P. 63155. Xalisco, Nayarit, México. E-mail: jhony695@gmail.com y carvajalcac@gmail.com

³Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario Adolfo López Mateos, Cd. Victoria, Tamaulipas, México, C.P. 87149. E-mail: eruiz@uat.edu.mx y jmcoronado@uat.edu.mx

⁴Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C., Unidad Cuauhtémoc, Av. Río Conchos S/N Parque Industrial. C.P. 31570, Chihuahua, México. E-mail: claudio.rios@ciad.mx

*Autor de correspondencia: jhonv695@gmail.com

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES GENERALES

En la regulación poblacional del barrenador de las ramas de aguacate (*Copturus aguacatae*) de manera natural, destacan la participación de diversos parasitoides y entomopatógenos los cuales deberán de ser evaluados en campo para poder ser utilizados dentro de un programa de manejo integrado en Nayarit.

Se encontraron 11 especies de parasitoides atacando a *Copturus aguacatae*, pertenecientes a diversas familias de himenópteros parasíticos: *Heterospilus bruchi* (Braconidae); *Neocatolaccus tylodermae* y *Heteroschema* sp. (Pteromalidae); *Eupelmus cushmani*, *Anastatus* sp., *Metapelma* sp., *Brasema* sp. 1 y *Brasema* sp. 2 (Eupelmidae); *Euderus* sp. (Eulophidae); *Chrysomalla hesperis* (Perilampidae), y siete especímenes de la familia Torymidae que no se lograron identificar. La especie de mayor abundancia en todos los sitios de muestreo fue *Heterospilus bruchi* (Braconidae). Es importante destacar que todas las especies encontradas son consideras como nuevos registros para el estado de Nayarit.

Los entomopatógenos encontrados de manera natural causando infección en *C. aguacatae* fueron los Hypocreales, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Metarhizium pingshaense*.

El control biológico por medio de la conservación de los enemigos naturales, puede promover una regulación de plagas a largo plazo, asumiendo que se dé un apropiado manejo de los agroecosistemas.

CAPÍTULO VIII

LITERATURA CITADA

- Amaya, R. R. 1976. Apuntes del curso de Entomología Económica. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo, México 112 p.
- Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de México, A. C. (APEAM). 2016. Listado de plaguicidas recomendados para el cultivo de aguacate. Consultada en línea 14 de abril 2016. Disponible en <http://plaguicidas.apeamac.com/ArchivoPDF.aspx>
- Bahena, J. F. 2008. Enemigos naturales de las plagas agrícolas del maíz y otros cultivos. Texcoco Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), 184 p.
- Bautista M., N. 1988. Insectos barrenadores de tallos y ramas de los principales cultivos frutícolas en México. pp. 204-222. En: Bravo M., H., H. González H. y J. López C. (Eds.). 1988. Plagas de Frutales. COLPOS. Centro de Entomología y Acarología. México. 363 pp.
- Bernal, A. J. 2014. Ácaros fitófagos asociados al cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill.) en el centro del estado de Nayarit. Tesis de Licenciatura. Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. 30 p.
- BOJA. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía. 2007. Orden de 10 de octubre de 2007, por la que se aprueba el reglamento específico de producción integrada de cultivos horticolas protegidos (tomate, pimiento, berenjena, judía, calabacín, pepino, melón y sandía). BOJA 25-10-07. Consultado el 18 de agosto de 2015. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/boja/2007/211/2>
- Cabrera, B. S., Salazar, G. S. 1991. Cinco años de manejo integrado de la tristeza (*Phytophthora cinnamomi* Rands) del aguacate y su efecto sobre los daños causados por el barrenador de las ramas (*Copturus aguacatae* Kissinger). Revista Mexicana de Fitopatología. 9:38-43.
- Cambero, C. J., Johansen, N. R. García, M. O., Cerna, C. E., Robles, B. A., Retana, S. A. 2011. Species of Thrips (Thysanoptera) in Avocado Orchards in Nayarit, México Source: Florida Entomologist, 94(4):982-986. 2011.

- Camero, C. O. J., Johansen, N. R., Retana, S. A., Garcia, M. O., Cantú, S. M., Carvajal, C. C. 2010. Thrips (Thysanoptera) del aguacate (*Persea americana* Mill) en Nayarit, México. *Revista Colombiana de Entomología* 36 (1): 47-51.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Michoacán (CESAVEMICH). 2009. Listado de Plaguicidas autorizados para uso en Aguacatero. Consultada 25 de marzo de 2016. Disponible en <http://www.cesavemich.org.mx/DocumentosSV/Cuadro%20Basico.pdf>
- Coria, V. M., Pescador, A., López, E., Lezama, R., Salgado, R., López, M., Vidales, A., Muñoz, J. 2007. Autoecología del barrenador de ramas *Copturus aguacatae* Kissinger (Coleoptera: Curculionidae) del aguacate en Michoacán, México. *Proceedings VI World Avocado Congress (Actas VI Congreso Mundial del Aguacate)*. Viña Del Mar, Chile. 12 – 16.
- De Dios, A. N. 2013. Exploración de enemigos naturales asociados a *Pseudocysta perseae* Heidemann (Hemiptera: Tingidae) en Nayarit, México. Tesis de Licenciatura. Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. 29 p.
- Engstrand, R. C., Cibrian T., Cibrian J. A. J., Kolokotronisi, S. O. 2010. Genetic variation in avocado stem weevils *Copturus aguacatae* (Coleoptera: Curculionidae) in México. *Mitochondrial DNA* 21 (S1): 38-43.
- Equihua, M. A., Atkinson, T.H. 1987. Catálogo de Platypodidae (Coleoptera) de norte y Centroamérica. *Folia Entomol. Mex.* 72: 5-31.
- Equihua, M. A., Estrada, V. E. G., González, H. H. 2007. Plagas del aguacate. *En. El aguacate y su manejo integrado* (Eds.), Téliz, M. y Mora, A. Mundiprensa. México. 133-169 pp.
- Flores, C. R. J., Isirdia, A. N., Robles, B. A., Ortega, A. O., Pérez, G. R., Ramos, Q. A. 2011. Ácaros fitófagos asociados a frutales en la zona centro de Nayarit. *Revista Fuente* No. 7: 25-33.
- Gallegos, E. R. 1983. Algunos aspectos del aguacate y su producción en Michoacán. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. Grupo Editorial Gaceta, S. A. Chapingo, México. 317 p.

- García del Pino, F. 2007. Características de nematodos entomopatógenos como bioinsecticidas. Selección de especies y ensayos de eficacia. *Phytoma, España*. 63-76 pp.
- Gasca, C. L. A., Equihua, M. A. 1999. Monitoreo del barrenador de ramas del aguacate (*Copturus aguacatae* Kissinger) y estudio de algunos aspectos de su biología y comportamiento en Ziracuaretiro, Michoacán, México. *En: Avances en la investigación 1998*. Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados. Montecillos. México. 53-54 pp.
- Gudiño, J. L. M., García, G. M. A. 1990. Biología y hábitos del barrenador de ramas y troncos del aguacate (*Copturus aguacatae* Kissinger) en la región de Uruapan, Michoacán. Tesis de Licenciatura. UMSNH, Facultad de Agrobiología. Uruapan, Michoacán. Páginas
- Hagen, K. S., Mills, N. J., Gordh, G., McMurtry, J. A. 1999. Terrestrial Arthropod Predators of Insects and Mite Pests. pp. 383-503. *En: Bellows, T. S. T. W. Fisher Handbook of Biological Control. Principles and Applications of Biological Control*. Academic Press. San Diego. EE UU. 890 p.
- Hamun, J. J. 1984. Invertebrate pathology and biological control. *J. Georgia Entomol. Soc.* 19: 6-13.
- Hernández, F. L., Saavedra, A. M., Urias, L. M. A., López, A. J. G. 2009. Registro de *Urosigalphus avocadoe* Gibson (Hymenoptera: Braconidae) como parasitoide de *Copturus aguacatae* Kissinger (Coleoptera: Curculionidae) en México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 25(3): 659-661.
- Huerta, D. P. A. 1990. Enemigos naturales de *Copturus aguacatae* (Coleoptera: Curculionidae) en Atlixco, Puebla. Tesis de Maestría: Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México. 69 p.
- Kaya, H. K., Stock, S. P. 1997. Techniques in insect nematology. *En: Manual of Techniques in Insect Pathology*, (L. A. Lacey, ed) pp. 281-324 Academic Press, London.
- Lacey, L. A., Frutos, R., Kaya, H. K., Vail, P. 2001. Insect pathogens as biological control agents: Do they have a future *Biological Control*. 21: 230-248.

- Lacey, L. A., Frutos, R., Kaya, H. K., Vail, P. 2001. Insect pathogens as biological control agents: Do they have a future *Biological Control*. 21: 230-248.
- López, L. L., Hans, B. J. 2001. Biodiversidad del suelo: control biológico de nematodos fitopatógenos por hongos nematófagos. *Cuaderno de Biodiversidad*. 3 (6): 12 – 15.
- Malais, M. H., Ravensberg, W. J. 2003. Conocer y reconocer. La biología de las plagas de invernadero y sus enemigos naturales. Reed Business Information. Koppert, Berkel en Rodenrijs. Países bajos. 109 p.
- Mangenti, A. R. 1981. *General Nematology*. Springer-Verlag. Nueva York, EE UU.
- Marvaldi, A. E., Lanteri A. A. 2005. Key to higher taxa of South American weevils based on adult characters (Coleoptera: Curculionoidea). *Rev. Chil. Hist. Nat.* 78: 65-87. Chile.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza. 84 pp.
- Nicholls, E. C. I. 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia. 2-124 pp.
- Norma Oficial Mexicana Especificaciones para el manejo fitosanitario y movilización del aguacate (NOM-066-FITO). 2002. Consultada el 10 de marzo 2016. Disponible en <http://www.senasica.gob.mx/?doc=696>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2003. Resistencia a los antiparasitarios: estado actual con énfasis en América Latina. Roma: Dirección de producción y sanidad animal de la FAO. 33-35 pp.
- Peralta, C. M. 1970. Plagas del aguacate. INIA. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México.
- Pimentel, D. Y Edwards, C. A. 1982. Pesticides and ecosystems. *BioScience*. 32 (7): 595-600.
- Pucheta, D. M., Flores, M. A., Rodríguez, N. S., De La Torre, M. 2006. Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. *INCI*.31 (12): 856-860.

- Rodríguez, D. B., Arredondo, B. H. 2007. Teoría y aplicación del control biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303 p.
- Sánchez, S. M. G., Cortez, M. H., Ochoa, E. S. 2012. Parasitism of *Copturus aguacatae* (Coleoptera: Curculionidae) larvae by *Heterorhabditis indica* (Rhabditida: Heterorhabditidae) in the laboratory. *Revista Colombiana de Entomología*, 38(2), 200-207.
- Secretaría De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2005. Norma Oficial Mexicana fitosanitaria NOM-066-FITO-2002, Especificaciones para el manejo fitosanitario y movilización del aguacate. *Diario oficial*. Fecha de publicación 18 de Mayo de 2005. 45 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2014. Comunicado de prensa. Consultado en línea el 15 junio de 2016. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2014B615.aspx>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2015. Consultada el 27 de septiembre de 2016. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2010. Plagas Reglamentadas del Aguacatero. Consultada el 12 de Abril del 2015. Disponible en <http://www.senasica.gob.mx/?id=675&contenido=6966>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). S/F. Campaña Manejo Fitosanitario del Aguacate. Manejo Integrado de los barrenadores del hueso y ramas. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Estado de México. Disponible en <http://www.cesavem.org/divulgacion/aguacate/FOLLETO%20BARRENADOR.pdf> Folleto de divulgación. 8 p.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2014. Plagas reglamentadas del aguacatero. Consultada el 18 de febrero de 2016. Disponible en <https://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/plagas-reglamentadas-del-aguacatero>

- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2015. Lista de plaguicidas de uso agrícola autorizados en el cultivo de aguacate. Consultada el 18 de marzo de 2016. Disponible en <http://publico.senasica.gob.mx/?id=4099>
- Sosa, J. E. 200. Estudio de la diversidad: valoración y medición. Manual de curso. Centro de educación continua. Instituto politécnico nacional, unidad Oaxaca.
- Soto, H. M., García, M. O., Carvajal, C. C. 2013. Fauna de Curculionidae (Coleoptera) en huertas de aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en Xalisco, Nayarit. *Dugesiana* 20(2): 93-98.
- Statistics Division on the Food and Agriculture Organization (FAOSTAT). 2014. Consultado el 24 de julio de 2016. Disponible en <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>
- Talavera, C. M., Padilla, C. M. 2003. Reconsideraciones técnicas al ciclo biológico del barrenador de ramas del aguacate (*Copturus aguacatae* Kissinger). *Proceedings V World Avocado Congress*. 445-448 pp.
- Triplehorn, C. A., Johnson, N. F. 2005. Borror and Delong's introduction to the study of insect. 7nd edition. Ed. Thomsom brookz/cole. USA. 864 p.
- United Nations Environmental Program (UNEP). 1992. Convention on biological diversity. Environmental Law and Institutions Program Activity Centre. Nairobi.
- Úrias, L. M. A. y Salazar, G. S. 2008. Poblaciones de Gusano telarañero y barrenador de Ramas en huertos de aguacate "Hass" de Nayarit, México. *Agric. Téc. Méx.* 34 (4): 431-441.
- Van Driesche, G. R., Hoddly, M. S. y Center, T. D. 2007. Control de plagas y malezas por enemigos naturales. University of Massachusetts. Departamento de agricultura. 11-12