



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO EN FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

**ENEMIGOS NATURALES ASOCIADOS A ESCAMAS ARMADAS
(HEMIPTERA: DIASPIDIDAE) DEL AGUACATE HASS EN
MICHOACÁN, MÉXICO.**

CARLOS LÁZARO CASTELLANOS

TESIS
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

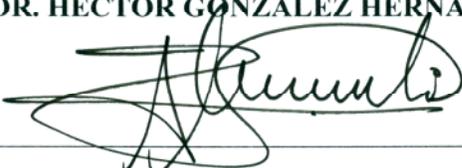
2011

La presente tesis titulada **Enemigos naturales asociados a escamas armadas (Hemiptera: Diaspididae) del aguacate Hass en Michoacán, México**, realizada por el alumno **Carlos Lázaro Castellanos**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO: 
DR. HECTOR GONZÁLEZ HERNÁNDEZ

ASESOR: 
DR. J. REFUGIO LOMELI FLORES

ASESOR: 
DRA. LAURA DELIA ORTEGA ARENAS

ASESOR: 
DR. SALVADOR OCHOA ASCENCIO

Montecillo, Texcoco, México, agosto de 2011

ENEMIGOS NATURALES ASOCIADOS A ESCAMAS ARMADAS (HEMIPTERA:
DIASPIDIDAE) DEL AGUACATE HASS EN MICHOACAN, MÉXICO.

Carlos Lázaro Castellanos
Colegio de Postgraduados, 2011.

RESUMEN

Se identificaron enemigos naturales asociados a escamas armadas en aguacate Hass, y porcentaje de parasitismo en ramas y frutos. Los muestreos se realizaron en huertas certificadas para exportación en Michoacán, México. De julio de 2009 a septiembre de 2010 se colectaron quincenalmente escamas armadas y sus entomófagos en cinco huertos, mientras que en nueve se realizaron muestreos bimestrales (mayo a septiembre 2010) para determinar niveles de parasitismo. En cada muestreo se contó por especie el total de escamas vivas y parasitadas por estadio. Se identificaron tres especies de escamas armadas *Hemiberlesia lataniae*, *Abgrallaspis aguacate* y *Hemiberlesia rapax*, las cuales infestan hojas, ramas y frutos, estas especies se presentaron en 10, seis y dos huertas respectivamente. Los entomófagos identificados son: *Encarsia citrina* (presente en 10 huertas y fue la más abundante con 108 especímenes), *Encarsia juanae* (cuatro huertas, 69 especímenes colectados), *Plagiomerus* nr. *diaspidis* (cuatro huertas, 65 especímenes), *Signiphora* nr. *borinquensis* (seis huertas, 23 especímenes), *Marietta mexicana* (una huerta, cinco especímenes), *Aphytis* sp. (una huerta, dos especímenes) y *Chilocorus cacti* (dos huertas, cinco especímenes). El porcentaje de parasitismo fue mayor en ramas que en frutos; el número de escamas parasitadas aumentó en los meses de julio y septiembre de 2010, influenciado posiblemente por mayores temperaturas y humedad relativa. *Encarsia citrina* es el parasitoide con mejor perspectiva en manejo de escamas armadas debido a que parasita las tres especies, tiene mayor distribución, abundancia, y está presente la mayor parte del año.

Palabras clave: *Hemiberlesia lataniae*. *Abgrallaspis aguacatae*. Parasitoides. Depredadores. Control Biológico.

NATURAL ENEMIES ASSOCIATED TO ARMORED SCALES (HEMIPTERA: DIASPIDIDAE) ON AVOCADO HASS IN MICHOACAN, MÉXICO.

Carlos Lázaro Castellanos
Colegio de Postgraduados, 2011.

ABSTRACT

Natural enemies associated to armored scales on avocado Hass were identified, and percentage of parasitism on branches and fruits was recorded. The study was conducted on 14 avocado Hass orchards certified for exportation in the State of Michoacan, Mexico. From July 2009 to September 2010, armored scales and their entomophagous were collected in five orchards biweekly; meanwhile, in nine different orchards, levels of parasitism on armored scales were assessed bimonthly (May to September 2010). The totals of scales species alive and parasitized scales for stage were recorded for each sample. The armored scales *Hemiberlesia lataniae*, *Abgrallaspis aguacatae* and *Hemiberlesia rapax* were found infesting avocado leaves, branches and fruits. These armored scales were collected in 10, six and two orchards respectively. The entomophagous insects recognized were *Encarsia citrina* (present in 10 orchards and the most abundant with 108 specimens), *Encarsia juanae* (four orchards, 69 specimens collected), *Plagiomerus* nr. *diaspidis* (four orchards, 65 specimens), *Signiphora* nr. *borinquensis* (six orchards, 23 specimens), *Marietta mexicana* (one orchard, five specimens), *Aphytis* sp. (one orchard, two specimens) and *Chilocorus cacti* (two orchards, five specimens). The percentage of parasitism was bigger in armored scales infesting branches than in infested fruits; the number of parasitized scales increased between July and September 2010, possibly influenced by highest temperatures and relative humidity of the orchards. *Encarsia citrina* parasitizes the three armored scale species, has the best distribution and abundance, and it was present most of the year, therefore, it could be the parasitoid with better potential in management of armored scales.

Key words: *Hemiberlesia lataniae*. *Abgrallaspis aguacatae*. Parasitoids. Predators. Biological Control.

AGRADECIMIENTOS

A COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Por haberme dado la oportunidad de estudiar la Maestría, siendo guía formativa durante dos años en sus aulas y laboratorios.

A FITOSANIDAD-ENTOMOLOGÍA

Por haberme aceptado en su programa para obtener un grado académico más y cumplir así una de las metas propuestas antaño.

AL CONACyT

Por el apoyo recibido mediante la beca para sufragar mis gastos durante el proceso de formación como MC, sin duda el pueblo de México es generoso por su contribución mediante sus impuestos canalizados a formar recursos humanos de alto nivel.

AL DR. HECTOR GONZÁLEZ HERNÁNDEZ

Por ser consejero de mi investigación, su apoyo en la redacción de artículos y tesis, así como el apoyo brindado durante estos dos años en mis estudios de maestría.

AL DR. J. REFUGIO LOMELI FLORES

Por sus consejos acertados durante este tortuoso camino de la investigación, redacción de artículos y tesis, por su apoyo desinteresado y tiempo destinado a mi persona.

A LA DRA SVETLANA NIKOLAEVNA MYARTSEVA

Por su valiosa ayuda en la identificación de parasitoides, por el aprecio mostrado hacia mi persona y por su apoyo, es un ejemplo a seguir como taxónoma e investigadora, mi más sincero reconocimiento y gratitud.

A LA DRA LAURA D. ORTEGA ARENAS

Por formar parte de mi comité de investigación y sus consejos en la redacción de artículos y tesis.

AL DR. SALVADOR OCHOA ASCENCIO

Por formar parte de mi comité, su apoyo en la logística de trabajo en campo, y apoyo personal.

AL DR. JORGE VALDEZ CARRASCO

Por su apoyo en la toma y procesamiento de las fotografías de parasitoides montados en laminillas.

A MIS MAESTROS

A todos y cada uno de los maestros que me impartieron cátedra durante dos años, todos contribuyeron en mi formación.

A LOS ING. ARMANDO Y LEOPOLDO

Por su apoyo logístico y técnico en los muestreos de campo realizado en las diferentes huertas del estado de Michoacán.

A LOS DUEÑOS DE HUERTAS

Por las facilidades brindadas al permitirnos coleccionar el material de estudio en sus huertas.

A LOS ING. DE LOS COMITES LOCALES DE SANIDAD VEGETAL

Por su valioso apoyo en la sugerencia de huertas idóneas para nuestro estudio, así como la compañía en algunas de las tantas salidas realizadas a campo.

A COMPAÑEROS Y AMIGOS

Aquellos que compartieron conmigo clases, pláticas de todo tipo, amistad, entre tantas cosas, gracias: Chava, Gaby Escudero, Gaby Pelayo, Oscar, Marina, Samurai, Iliana, Kalina, Agustín, Paty Rojas, Paty Chaires, Adriano, Rubén, Román, Vianey, Erika, Flor, Esperanza, Alfredo, Alfonso, etc., y muchos más que faltan en esta lista.

A LOS COMPAÑEROS DE MUESTREOS

Nuvia y Juan por su apoyo en las muchas salidas a campo, por esas largas jornadas de traslado a Michoacán y la colecta de material en las huertas, gracias por su tiempo y dedicación.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Quienes con sus cuidados iniciales, su esfuerzo diario durante años y su ejemplo, han logrado formar un hombre con sueños y metas en la vida, enseñando siempre que la constancia y la dedicación son dos instrumentos necesarios para llegar hasta donde uno se lo proponga, derribando muros y elevando cada vez más el nivel de los sueños por realizar, sus sacrificios, desvelos y preocupaciones no han sido en vano, gracias por estar siempre conmigo.

A MIS HERMANOS

Por su apoyo moral y familiar en este diario deambular de la vida y los obstáculos por superar, sin duda mi reconocimiento a todos ustedes Marco Antonio, Bernabé, Ofelia, Eugenia, Rosa, Francisco, Jesús Omar, Diana Cindy, Jonathan Giovanni, y Estrella Tanairy.

A JESÚS GAEL

Mi hijo adoptivo del cual siempre tengo presente su pícaro rostro en mis pensamientos, así como la alegría que le da a mi vida mediante su sonrisa, juegos y cariño, sin duda existe un vínculo muy fuerte que siempre estará presente en nuestras vidas, te quiero mi'jo.

A MIS SOBRINOS

Por ser el legado biológico de mis hermanos, en ellos se verán reflejados el esfuerzo y la dedicación de todos nosotros como su influencia directa e indirecta. De manera muy especial a la memoria de Jesús Bernabé Lázaro Arvizu a cinco años de su fallecimiento.

Sra ISABEL

Creo que mi vida sería un desastre si no fuera por sus consejos, sin duda mi “guru” predilecta, le debo muchas y algún día se lo pagare no pierda la fe.

A MIGUEL ANGEL LUCERO (+)

Porque fuimos buenos compañeros pero además compartimos una muy buena amistad, aunque tuviste que adelantarte en el camino, algún día nos encontraremos en lo inmaterial y podremos seguir platicando de tantas cosas, de lo que fue Colpos y la vida.

CONTENIDO

Pág.

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INDICE DE CUADROS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
1. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
2. OBJETIVOS	4
3. REVISIÓN DE LITERATURA	5
3.1 Origen y distribución del cultivo de aguacate.....	5
3.2 Generalidades del cultivo.....	5
3.3 Variedades de aguacate.....	6
3.4 Importancia económica.....	6
3.5 Producción mundial y nacional.....	7
3.5.1 Producción de aguacate en Michoacán	9
3.6 Problemas fitosanitarios del aguacate	10
3.7 Escamas armadas	12
3.7.1 Control de escamas armadas	12
3.7.2 Enemigos naturales de escamas armadas en México	14
4. MATERIALES Y MÉTODO.....	16
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
5.1 Características de escamas armadas y entomófagos	19
5.1.1 Escamas armadas.....	19
5.1.2 Entomófagos.....	20
5.2 Distribución de escamas armadas	27
5.3 Frecuencia y distribución de parasitoides y depredadores.....	27
5.4 Porcentajes de parasitismo de escamas armadas en ramas y frutos de aguacate Hass.	32
5.4.1 Parasitismo en <i>Hemiberlesia lataniae</i>	32
5.4.2 Parasitismo en <i>Abgrallaspis aguacatae</i>	33

6. CONCLUSIONES GENERALES	40
7. LITERATURA CITADA.....	42

INDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Principales países productores y exportadores de aguacate en el mundo en 2008.	8
Cuadro 2. Principales estados productores de aguacate en México en 2009.....	9
Cuadro 3. Localización geográfica y altitud de huertas muestreadas de julio de 2009 a septiembre de 2010 en Michoacán, México.	16
Cuadro 4. Entomófagos asociados a escamas armadas en aguacate Hass en el estado de Michoacán, México.	28
Cuadro 5. Emergencia de parasitoides asociados a escamas armadas de aguacate Hass en Michoacán, México.	31

INDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Cabeza de <i>Encarsia citrina</i>	20
Figura 2. Ala anterior de <i>Encarsia citrina</i>	21
Figura 3. Hembra adulta de <i>Encarsia juanae</i>	21
Figura 4. Cabeza y antenas de <i>Encarsia juanae</i>	22
Figura 5. Cuerpo y alas de <i>Encarsia juanae</i>	22
Figura 6. Cuerpo completo de <i>Plagiomerus</i> nr. <i>diaspidis</i> hembra.	23
Figura 7. Cabeza de <i>Plagiomerus</i> nr. <i>diaspidis</i> macho..	24
Figura 8. Hembra de <i>Signiphora</i> nr. <i>borinquensis</i>	25
Figura 9. Cuerpo completo de hembra de <i>Signiphora</i> nr. <i>borinquensis</i>	25
Figura 10. Cuerpo completo <i>Marietta mexicana</i>	26
Figura 11. Parasitismo de <i>Hemiberlesia lataniae</i> sobre ramas en tres fechas de muestreo en 2010, Michoacán, México.	36
Figura 12. Parasitismo de <i>Hemiberlesia lataniae</i> sobre frutos en tres fechas de muestreo en 2010, Michoacán, México.	37
Figura 13. Parasitismo de <i>Abgrallaspis aguacatae</i> sobre ramas en tres fechas de muestreo en 2010, Michoacán, México.....	38
Figura 14. Parasitismo de <i>Abgrallaspis aguacatae</i> en frutos en tres fechas de muestreo en 2010, Michoacán, México.	39

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

El aguacate es una riqueza natural conocida desde hace miles de años por los habitantes de Meso y Sudamérica. Al llegar los españoles encontraron que el fruto se cultivaba desde México hasta Perú y que había sido domesticado por los indígenas de la región por más de dos mil años (Lazcano-Ferrat, 1997). Después del descubrimiento de América y de la conquista de México, Centro América, Colombia y Perú, el aguacate se introdujo a otros lugares del mundo (Téliz *et al.*, 2000).

El alto contenido de aceite y calórico del fruto del aguacate es una excelente fuente de energía en aquellos países donde se le ha consumido por siglos, así como una de las fuentes alimenticias más completas y económicas en lugares donde el consumo de alimentos de alta energía es limitado (Lazcano-Ferrat, 1997).

Los aguacates se cultivan en regiones tropicales y subtropicales del mundo (Crane *et al.*, 2005), desde Chile hasta México, incluyendo las Islas del Caribe. Los mayores cultivos se encuentran en Centro y Sudamérica, California y Florida en Estados Unidos de América, España, Israel, Sudáfrica, Kenia y Australia, así como en otros países tropicales y subtropicales de Asia, África y Oceanía (Amórtegui, 2001).

La importancia del aguacate en el mercado internacional ha crecido sostenidamente al dejar de ser una fruta exótica e incorporarse en la dieta de muchos países, lo que implica una mayor demanda, ya sea para su consumo en fresco o procesamiento en la industria, por ello la explotación comercial se ha intensificado en las últimas tres décadas (Téliz *et al.*, 2000).

En México, entre 2000 y 2008 la superficie cultivada aumentó de 94,104 a 112,479 hectáreas y la producción de 907,439 a 1,162,429 toneladas, lo que representó una participación del 34% de la producción mundial. De esta manera el Sistema Producto Aguacate contribuye de manera significativa en el crecimiento económico del sector agrícola del país (INIFAP, 2009).

En el sistema productivo del aguacate se presentan problemas fitosanitarios como son la presencia de plagas insectiles y enfermedades, que provocan daños directos e indirectos en la producción, pérdidas en rendimiento y económicas. De manera particular, el aguacate

llega a ser atacado por plagas primarias, con especies de importancia cuarentenaria, como los barrenadores del hueso o semilla *Conotrachelus perseae*, *Conotrachelus aguacatae*, *Heilipus lauri*, el barrenador de ramas *Copturus aguacatae*, y la palomilla barrenadora del hueso *Stenoma catenifer*. Otras especies limitantes son trips, araña café, agalla del follaje *Trioza anceps*, así como las enfermedades *Sphaceloma perseae*, *Colletotrichum gloeosporoides* (antracnosis) y *Phytophthora cinnamomi* (tristeza del aguacatero) (CESAVEG, 2008). Como plagas secundarias se reportan a las moscas blancas (Aleyrodidae), piojos harinosos (Pseudococcidae), escamas blandas (Coccidae) y escamas armadas (Diaspididae), entre otros, los cuales causan daños ocasionales (González *et al.*, 2000).

Las escamas armadas son un grupo importante como plagas en la agricultura, algunas especies son destructivas en árboles frutales y ornamentales, y su control químico es a menudo difícil; de hecho algunos productos utilizados pueden ser tóxicos a los humanos, animales domésticos y fauna, además de contaminar el medio ambiente (Rosen, 1973). Con frecuencia, el uso inadecuado y excesivo de productos no selectivos, provoca la explosión poblacional de las escamas las cuales llegan a convertirse en plagas primarias (Mendel *et al.*, 1994), debido a que los insecticidas causan un desequilibrio biológico al matar a los enemigos naturales permitiendo infestaciones recurrentes (Rosen, 1973). En el mundo se reportan 50 especies asociadas al aguacate aunque pocas se consideran cuarentenarias. En general, las escamas pueden debilitar o matar las plantas por la succión de savia e inyección de toxinas, además del daño estético que causan al estar presentes en la fruta (Kondo y Muñoz, 2009). En Michoacán, González-Hernández *et al.* (2008, datos no publicados) detectaron varias especies de escamas armadas asociadas al aguacate Hass entre las que destacan por su distribución y abundancia *Hemiberlesia lataniae* Signoret (escama latania) y *Abgrallaspis aguacatae* Evans, Watson & Miller.

Las escamas armadas son vistas como un grupo perfecto para realizar control natural por medio de sus enemigos naturales debido a su hábito sedentario, distribución espacial y relativa estabilidad poblacional. Entre sus reguladores se incluye a patógenos, depredadores, endoparásitos y ectoparásitos (Rosen, 1973). En el estudio realizado por González-Hernández *et al.*, (2008) detectaron altos niveles de parasitismo, lo que sugiere

que los enemigos naturales, especialmente los parasitoides, pudieran ser los responsables de mantener las poblaciones de escamas en niveles que no causan daño económico al cultivo; desafortunadamente en éste y otros trabajos de investigación no se identificaron los enemigos naturales asociados a escamas armadas de aguacate.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar los enemigos naturales asociados a escamas armadas en huertos comerciales de aguacate Hass en Michoacán, México.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Determinar la abundancia y distribución de las especies de escamas armadas y sus enemigos naturales, en aguacate Hass en Michoacán, México.
- 2.- Determinar los porcentajes de parasitismo por especie de escama armada y sustrato.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Origen y distribución del cultivo de aguacate

El aguacate es nativo de América, su origen se ubica en México, Centro América, Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú. En Puebla, en el valle de Tehuacán, se encontraron restos fósiles de aguacate con antigüedad de 8 mil años, por lo que es probable que los primeros pobladores de América Central y Sur domesticaran al aguacate (Téliz *et al.*, 2000). México fue el centro de expansión del cultivo distribuyéndose de manera inicial a Centro y Sudamérica, posteriormente a otros puntos fuera del continente (Amórtegui, 2001). En la época colonial, los españoles introdujeron el aguacate a otros países americanos y Europa (Mijares y López, 2001). A España llegó en el año 1600; a la región de las Antillas se introdujo en 1650, a Estados Unidos en 1833, a Australia en 1850, y al continente africano en 1856 (Téliz *et al.*, 2000).

3.2 Generalidades del cultivo

Pertenece a la familia Laureacea, se le conoce con los nombres de aguacate, palta y pagua; las hojas miden de 7.6 a 15.2 cm, tienen forma variable (Crane *et al.*, 2005), y son perennes (Financiera Rural, 2009). Produce numerosas inflorescencias de color amarillo verdoso (Crane *et al.*, 2005). Las flores son perfectas en racimos que abren primero como femeninas y posteriormente como masculinas, cada árbol puede producir un millón de flores pero sólo el 0.1% llega a ser fruto (Financiera Rural, 2009). El fruto es una baya con semilla grande oval rodeada por pulpa oleosa (Crane *et al.*, 2005), la superficie puede ser rugosa o lisa, su peso puede variar desde 120 gr a 2.5 kg, es rico en proteínas y grasas, con contenido de aceite del 10 al 20% (Financiera Rural, 2009).

El cultivo es sensible al frío y humedad, por ello las huertas deben establecerse en regiones libres de heladas y vientos calurosos secos (Financiera Rural, 2009). Necesita de precipitación pluvial de 1200 a 2000 mm anuales bien distribuidos, y humedad relativa de 60%. Requiere suelos profundos con buen drenaje, de textura media como los francos arcillo arenosos, con contenido de 3 a 5% de materia orgánica (ANACAFE, 2004) y PH de 5.5 a 7.5, la altitud para producción es variable va de los 500 a 2000 msnm (IIFT, 2011). La propagación es por injerto en plantas jóvenes, debido a que la mayoría de las variedades no

replican las características de la planta madre cuando se propagan por semilla (Crane *et al.*, 2005). Puede trasplantarse todo el año pero de preferencia al inicio de las lluvias, en diseños de marco real o tres bolillo a distancias que dependerán de la densidad deseada; las dosis de fertilización se determinan con los resultados de un análisis de suelo (IIFT, 2011).

3.3 Variedades de aguacate

Existen tres grupos ecológicos o razas de aguacate: los Antillanos que se originaron en terrenos tropicales bajos del sur de México; mientras que los Guatemaltecos y Mexicanos se originaron en tierras altas (mediana altitud) de Guatemala y México (Crane *et al.*, 2005). Además existen híbridos Antillo-Guatemaltecos y Guatemalteco-Mexicanos que han dado origen a variedades y cultivares adaptados a diferentes altitudes y microclimas (Casaca, 2005).

Las variedades se dividen por su adaptación al ambiente en subtropicales y tropicales. En el primer grupo se encuentra la variedad Hass, que es cercana a la raza Guatemalteca; la variedad Fuerte que es un híbrido de la raza Mexicana y Guatemalteca; Bacon que es un híbrido Mexicano-Guatemalteco; Colón V-33 seleccionado de una población segregante de polinización libre de Fuerte; Reed que es cruce natural de Nabal y Anaheim; Pinkerton probablemente cruce de Hass y Rincon; Whitsell proveniente de Hass y que tiene genes de la raza Mexicana; y Gwen que proviene de Hass. Dentro de las tropicales se encuentra Lula que proviene de semilla de polinización libre del cultivar Taft; Boot 8 proveniente de polinización libre de un tipo Guatemalteco; y Choquette tipo Guatemalteco y Antillano (Barrientos-Priego *et al.*, 2000).

3.4 Importancia económica

El fruto de aguacate se consume en fresco o como pulpa procesada en guacamole (ANACAFE, 2004). De su grasa se extrae aceite que se utiliza en la industria cosmética y farmacéutica (Financiera Rural, 2009; Gutiérrez, 2009) y alimenticia, mientras que las hojas y la semilla (hueso) se emplean en la medicina natural para eliminar microbios y parásitos, la disentería y problemas digestivos (Téliz *et al.*, 2000).

La producción de aguacate, por muchos años, se llevó a cabo en huertas de traspatio (Téliz *et al.*, 2000), pero fue a mediados del siglo XX cuando se inició la explotación comercial

intensiva (Amórtegui, 2001). En 1950, en México, comenzaron a establecerse huertos de las variedades Fuerte, Bacon, Rincon, Zutano y criollos raza mexicana. En 1963, se establecieron los primeros viveros y huertas con la variedad Hass, ésta se extendió rápidamente y sustituyó en el mercado nacional a los primeros materiales (Mijares y López, 2001).

La variedad Hass es el principal cultivar comercial en el mundo (Barrientos-Priego *et al.*, 2000), en México es la de mayor cultivo y única que se exporta (Echánove, 2008). En Chile se ha convertido en los últimos años en el cultivar de mayor importancia por su extensión y volúmenes de exportación (Gardiazabal, 2008), mientras que en California, EUA, representa el 94% de la producción total de aguacates (Bellamore, 2007).

El aguacate Hass es ampliamente consumido en países europeos especialmente España y los países escandinavos, Francia, Reino Unido, Suiza, mientras que en Alemania, Austria e Italia, el mercado es pequeño debido a que el color oscuro del aguacate lo relacionan con pudrición. Otros mercados importantes son Estados Unidos, Japón, Canadá (Gutiérrez, 2009), y algunos países latinoamericanos como Argentina (Gardiazabal, 2008). El 65% de las importaciones mundiales se centra en países como Estados Unidos (31%), Reino Unido (10%), Países Bajos (8%) y Francia (15%) (Gutiérrez, 2009). México tiene el mayor consumo per cápita de aguacate a nivel mundial con 8.5-10 kg, seguido de Israel con 4 kg, Chile con 3.5 kg (Gardiazabal, 2008), Guatemala, El Salvador y Costa Rica con 2.5 kg (Casaca, 2005), Nueva Zelanda y Estados Unidos con 1.3 kg, Australia, Sudáfrica (Gardiazabal, 2008), Belice, Honduras, Nicaragua y Panamá con 1 kg (Casaca, 2005). El precio de referencia internacional del aguacate Hass se ubica en Estados Unidos, donde oscila entre los US \$38 y \$45 dólares por caja de 9.98 kg (Gutiérrez, 2009).

3.5 Producción mundial y nacional

México es el principal productor y exportador de aguacate en el mundo, aporta el 35% de la producción mundial y 36% de las exportaciones de aguacate (Gutiérrez, 2009). (Cuadro 1).

Cuadro 1. Principales países productores y exportadores de aguacate en el mundo en 2008.

Lugar	País	Volumen producción (TM)	País	Volumen exportado (Ton)
1	México	1,124,570	México	270,928
2	Chile	331,000	Chile	84,918
3	Indonesia	225,180	Holanda	65,454
4	Colombia	183,968	España	57,314
5	República Dominicana	187,398	Sudáfrica	54,472
6	Brasil	147,214	Perú	51,298
7	Perú	136,303	Israel	21,240
8	Estados Unidos	116,000	Francia	19,921
9	Kenia	103,523	Republica Dominicana	18,596
10	China	95,000	Estados Unidos	18,459

Fuente: FAO, 2011. Faostat

A excepción de México y Chile, hay variación en las posiciones que ocupan los países productores con respecto a los exportadores, dicho cambio está influenciado por un menor consumo interno, como sucede en España e Israel, que exportan el 75 y 50% de su producción, respectivamente (Echánove, 2008), así como el tamaño de población en cada país productor. De acuerdo con datos de la FAO (2011), México exporta el 24% de su producción total y ocupa el quinto lugar de los productos exportados con un valor de \$577,193,000 dólares.

En México la producción se lleva a cabo en 27 estados, donde sobresale Michoacán con el 88% de la producción nacional, y mayor superficie plantada y cosechada (Cuadro 2).

Cuadro 2. Principales estados productores de aguacate en México en 2009.

Estado	Superficie sembrada (Ha)	Superficie cosechada (Ha)	Producción (Ton)
Michoacán	106,221.70	103,602.82	1,081,903.69
Morelos	3,392.00	3,254.00	31,442.00
Nayarit	2,702.51	2,699.51	26,627.11
México	2,619.50	2,087.50	21,853.45
Jalisco	5,402.88	1,987.83	15,381.43
Guerrero	2,303.50	1,836.00	12,890.30
Yucatán	545.1	534.1	11,288.30
Puebla	1,446.80	1,446.80	7,170.20

Fuente: SIAP, 2011.

3.5.1 Producción de aguacate en Michoacán

El aguacate se cultiva en 42 municipios del estado de Michoacán, pero 11 conforman la llamada “franja aguacatera”, donde se concentra el 94% de la superficie cosechada (Echánove, 2008). La franja abarca la porción central del estado e incluye la región purépecha (INIFAP, 2009), que se localiza en la sub-provincia fisiográfica Tarasca y ocupa 7,752 km² que representa el 12.9% de la superficie estatal (Téliz *et al.*, 2000). Tiene una extensión de producción de 96,764 hectáreas (INIFAP, 2009), y la mayoría de las huertas se encuentran a una altura de 1,800 a 2,200 m. En la franja existen 11 microclimas que permiten la cosecha de aguacate todo el año (Echánove, 2008). El clima relevante es templado húmedo y sub húmedo con temperatura media de 8 a 21°C y precipitación anual de 1200 a 1600 mm (Téliz *et al.*, 2000).

La expansión de las áreas aguacateras ha aumentado a partir de la apertura del mercado estadounidense en 1997, al crecer la demanda de aguacate para consumo en fresco (Echánove, 2008). De 2000 a 2008 la superficie cultivada aumentó del 83.3 al 85% de la superficie plantada, mientras que la participación en la producción nacional paso del 87.6 al 88.1%, el valor de la producción se triplico pasando de \$4,216 a \$12,459 millones de pesos

(MN), mientras que en las exportaciones se incrementaron en más del 1000% al pasar de \$73.7 a \$812.2 millones de dólares (INIFAP, 2009).

La producción de aguacate es una de las principales fuentes económicas de Michoacán, tan sólo en el ciclo 2007-2008 exportó a Estados Unidos 260 mil ton, mientras que para Asia, Europa, Canadá y Centroamérica envió 60 mil ton, generando en total una derrama superior a los US\$800 millones de dólares. La cadena agroalimentaria de aguacate genera al año 47 mil empleos directos, 70 mil estacionales equivalentes a 10.5 millones de jornales, y 187 mil empleos indirectos permanentes, para un total de 304 mil empleos (INIFAP, 2009).

3.6 Problemas fitosanitarios del aguacate

El cultivo de aguacate es afectado por diversos factores abióticos como el clima, tipo de suelo, disponibilidad de agua, fertilización, entre otros. Sin embargo, en los bióticos, las plagas y enfermedades representan una fuerte influencia económica debido al costo que implica su prevención y control (CESAVEM, 2010).

Los problemas fitosanitarios, se pueden agrupar en tres categorías: plagas cuarentenarias, de importancia económica y secundarias. Las primeras limitan la movilización y comercialización de la fruta, y se distribuyen en zonas localizadas con características específicas que favorecen su desarrollo; las segundas, se encuentran en todas las zonas aguacateras, por su alimentación sobre el fruto disminuyen la calidad de éste y producen pérdidas económicas (CESAVEM, 2010); en las secundarias se encuentran aquellas plagas que son ocasionales o se presentan a niveles sub económicos, aunque pueden reducir el vigor y afectar la producción (González *et al.*, 2000).

Dentro de las plagas cuarentenarias se incluyen a barrenadores pequeños del hueso (*Conotrachelus perseae* y *Conotrachelus aguacatae*), barrenador de ramas (*Copturus aguacatae*), barrenador grande del hueso (*Heilipus lauri*) y la palomilla barrenadora del hueso (*Stenoma catenifer*), éstas plagas mantienen al cultivo regulado y la movilización está sujeta a un estricto control con base en lo estipulado en la NOM-066-FITO-1995 (CESAVEG, 2007; CESAVEG, 2008; DOF, 1995). Estas plagas tienen mayor impacto económico por el daño que ocasionan, así como las restricciones cuarentenarias para la exportación de la fruta al exterior (González *et al.*, 2000). Las acciones de control cultural

se enfocan en la recolección de frutos, huesos caídos y poda de ramas infestadas que se trituran, entierran o incineran en fosas de 50 cm de profundidad. Además de la destrucción de malezas, hojarasca y basura en el área de goteo; el control químico se utiliza cuando se detectan adultos; el control biológico se realiza mediante la aplicación de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* dirigidos sobre todo a adultos (CESAVEG, 2007; CESAVEG, 2008; CESAVEM, 2010).

En las plagas de importancia económica se incluyen a los trips (Thripidae), ácaros (*Oligonychus punicae* y *O. perseae*), agalla de la hoja (*Trioza anceps*), plantas parásitas; enfermedades como la roña, antracnosis (*Colletotrichum gloeosporoides*) y tristeza del aguacatero (*Phytophthora cinnamomi*) (González *et al.*, 2000; CESAVEG, 2007; CESAVEG, 2008; CESAVEM, 2010). La estrategia para el manejo de los trips se basa en la eliminación de malezas hospederas, así como en aplicaciones preventivas de productos químicos como Permetrina, Endosulfan y aceites, en etapas de prefloración, floración y post floración cuando el fruto se encuentra en la etapa de tamaño cabeza de cerillo o canica (CESAVEG, 2008). Los ácaros pueden ser regulados naturalmente por especies depredadoras de ácaros, trips y chinches del género *Orius*, así como por la aplicación de algunos productos químicos (González *et al.*, 2000). El manejo de enfermedades se basa en evitar establecer plantaciones en lugares con alta retención de agua, eliminación de material infestado, evitar el daño en raíces, y la realización de podas para permitir la aireación del huerto, y la aplicación de fungicidas al suelo, ya sea en vivero o en la plantación (CESAVEG, 2008).

Dentro de las plagas secundarias se encuentran algunos lepidópteros defoliadores como el gusano verde o quemador (*Copaxa multifenestrata*), gusano perro (*Papilio garamas*), gusano confeti (*Pyrrohyge chalybea*), escamas armadas (Diaspididae), escamas blandas (Coccidae), piojos harinosos (Pseudococcidae), periquito del aguacate (*Metcalfiella monogramma*) y mosquitas blancas (Aleyrodidae). Sin embargo, para la mayoría de estas plagas no se destina ninguna actividad de manejo debido a que sus poblaciones se mantienen bajas y los problemas se resuelven con las practicas dirigidas a las plagas primarias (González *et al.*, 2000).

3.7 Escamas armadas

Las escamas armadas son en su mayoría especies polífagas y cosmopolitas, cuya presencia y severidad varía en función del país productor (Kondo y Muñoz, 2009) y los volúmenes de exportación (Gerson y Zor, 1973). En el mundo se reportan 53 especies de escamas armadas en 29 géneros asociadas al aguacate (Evans *et al.*, 2009), mientras que en México se reportan 14 especies (González *et al.*, 2000). En Michoacán, estudios realizados por González *et al.*, (2008, no publicado) detectaron a nueve especies de escamas armadas de las cuales *Hemiberlesia lataniae* (Signoret) y *Abgrallaspis aguacatae* (Evans, Watson & Miller) fueron las de mayor distribución en el estado.

Las escamas armadas se alimentan sobre varias partes de las plantas sin problemas aparentes (Beardsley y Gonzalez, 1975), además, en su proceso de alimentación no producen mielecilla (Dreistadt *et al.*, 2007). En aguacate, las escamas infestan troncos, ramas, hojas y frutos (Waite, 1988). Son abundantes en troncos y ramas mientras que en hojas y frutos se presentan como infestaciones progresivas (Faber y Phillips, 2003). En altas infestaciones las hojas presentan clorosis (Gerson y Zor, 1973), se marchitan y caen prematuramente (Dreistadt *et al.*, 2007); en troncos y ramas la alta incidencia provoca debilitamiento del árbol y en algunos casos la muerte del mismo (Waite, 1988), aunque este daño es mayor en árboles jóvenes y ramas pequeñas (Faber y Phillips, 2003). En frutos el principal daño por su presencia es de tipo comercial ya que afecta su calidad estética (Waite, 1988), en algunos casos por la formación de pequeñas depresiones en la superficie o la decoloración del fruto (Ripa y Larral, 2008), además del aumento en los costos de producción por la remoción manual o mecánica de las escamas en empaque (Ripa *et al.*, 2007).

3.7.1 Control de escamas armadas

El manejo de escamas armadas en el cultivo de aguacate se realiza mediante el control cultural, químico y biológico.

Control cultural. Un apropiado programa de irrigación, podas frecuentes y eliminación de ramas fuertemente infestadas (Dreistadt *et al.*, 2007), sobre todo las cercanas al suelo y en el interior del árbol (Vargas y Rodríguez, 2008a).

Control químico. El control químico de escamas armadas no es una práctica usual, ya que la mayoría de los insecticidas usados en aguacate se dirigen al manejo de plagas de importancia económica (De Villiers y Van Den Berg, 1987). Entre los productos autorizados contra las escamas armadas se encuentran el Metomilo, Imidacloprid, aceite mineral (Ripa *et al.*, 2007; Vargas y Rodríguez, 2008b), Carbaril, Malation, Bifentrina, Ciflutrina, y el aceite mineral mezclado con jabón insecticida (Dreistadt *et al.*, 2007). La aplicación se dirige hacia individuos de primer instar (caminantes), que es el estado más susceptible (Hanson y Miller, 1984) y activo, y en consecuencia se logra un mayor efecto (Hill *et al.*, 2008).

En México es común el uso de los productos Imidacloprid, Malation y aceite mineral, éste último es utilizado en huertas orgánicas. Según Dreistadt *et al.* (2007), las aplicaciones foliares de Imidacloprid no son efectivas para el control de escamas pero si el producto se aplica al suelo antes de las lluvias o riego, se logran mejores resultados debido a su acción sistémica. En relación al aceite mineral, Rosen (1973) indica que aunque no siempre se obtienen buenos resultados, el uso de este producto se mantiene debido a que es selectivo contra algunos enemigos naturales, es poco persistente y permite la emergencia de avispas parasíticas o hacer liberaciones después de su aplicación (Faber y Phillips, 2003).

Control biológico. Algunas especies de escamas armadas en aguacate son reguladas de manera satisfactoria por insectos benéficos, lo que provoca que estas escamas sean consideradas plagas menores (Fleschner, 1953). Sin embargo, la aplicación de insecticidas de amplio espectro dirigida a otras plagas del aguacate provoca la eliminación de los enemigos naturales por lo que las escamas llegan a convertirse en un problema en el huerto (Waite, 1988).

Entre los enemigos naturales asociados a escamas se encuentran depredadores y parasitoides (Vargas Rodríguez, 2008a), que cuando son liberados en altas poblaciones disminuyen hasta en un 40% las poblaciones de escamas (Ripa *et al.*, 2007). Varias especies de avispas se han empleado en el control biológico clásico de escamas; el género *Aphytis* es el más utilizado en el mundo (Vargas y Rodríguez, 2008b). Entre los depredadores destacan los integrantes de la familia Coccinellidae, debido a que larvas y adultos se alimentan de

todos los estados de la escama (Vargas y Rodríguez, 2008a). Sobresalen también algunos ácaros y trips depredadores (Faber y Phillips, 2003).

La lista de enemigos naturales de escamas armadas en aguacate es amplia y variable de acuerdo a las condiciones agroecológicas predominantes en cada país, ya sean nativos o introducidos. En la India, por ejemplo se ha reportado al coccinélido *Chilocorus nigritus* como un depredador eficiente de escamas armadas (Omkar y Pervez, 2003); mientras que Waite (1988) en Queensland, Australia, observó a los parasitoides *Aphytis* sp., *Encarsia citrina* (Aphelinidae), *Signiphora flavella* y *Signiphora perpauca* (Signiphoridae). En relación a depredadores se documenta la acción de *Chrysopa* sp., *Chrysopa oblatris* (Chrysopidae), *Rhizobius satellus* (Coccinellidae), *Amblyseius deleoni* (Phytoseiidae). En Israel, Yinon (1969) cita a *Chilocorus bipustulatus* (Coccinellidae); en Chile, Vargas y Rodríguez (2008a) citan a los parasitoides *Aphytis diaspidis*, *Aphytis lingnanensis*, *Aphytis lepidosaphes* y *Aphytis melinus* así como los depredadores *Rhizobius lophanthae* y *Coccidophilus citricola*. Mientras que en Estados Unidos, Faber y Phillips (2003) reportan a los depredadores *R. lophanthae*, *Chilocorus orbis* (*C. stigma*), *Cicloneda sanguinea*, *Chrysoperla californica*, *Hemerobius pacificus* (ocasional), los trips depredadores *Watsoniella flavipes* y *Scolothrips sexmaculatus*, así como los ácaros *Cheletomimus berlesi* y *Hemisarcoptes malus*, además de numerosas especies de parasitoides nativos o introducidos que pertenecen a los géneros *Aspidiotiphagus*, *Comperiella* y *Aphytis*.

3.7.2 Enemigos naturales de escamas armadas en México

En lo referente a enemigos naturales de escamas armadas en México no se tiene información en aguacate aunque si en otras plagas y cultivos. A mediados del siglo XX se realizaron liberaciones de parasitoides para el control de escamas armadas como *Chrysomphalus aonidum* L., y *Lepidosaphes beckii* Newman, plagas de importancia económica en cítricos hasta la introducción y establecimiento de parasitoides que regularon de manera exitosa las poblaciones de estas especies (Maltby *et al.*, 1968). Myartseva y González-Hernández (2008) indican que algunas especies del género *Encarsia* están ampliamente distribuidas en México y que tienen gran importancia económica en el control biológico de escamas armadas y mosquitas blancas, como *Encarsia aurantii* Howard que ataca a *Chrysomphalus aonidum* L. y que fuera introducido a México en 1949-1950 con

liberaciones exitosas en cítricos. Myartseva *et al.* (2001) citan a *Coccophagus rusti* y *Ablerus elegantulus* (especies africanas en México) como parasitoides de Diaspididae, Myartseva (2001) menciona a *Encarsia perniciosi* Tower como una especie introducida a México para el control de *Aonidiella aurantii* Maskell en cítricos, además de existir seis especies de *Encarsia* que parasitan escamas; mientras que Gaona *et al.* (2006), reportan a *Aphytis* sp., como parasitoide de algunas especies de escamas armadas, así como a especies del género *Signiphora* que emergieron de siete especies de escamas que infestaron diferentes plantas. Myartseva y Ruíz-Cancino (2001) indican que especies del género *Marietta* casi siempre son hiperparasitoides de Homoptera incluyendo a Diaspididae.

4. MATERIALES Y MÉTODO

En el presente trabajo de investigación se seleccionaron huertas comerciales y certificadas para exportación de aguacate Hass con presencia de escamas armadas, ubicadas en nueve municipios del Estado de Michoacán, con variación altitudinal de 1385 a 2098 msnm (Cuadro 3). En las huertas La Goleta en el municipio de Salvador Escalante; Quinta la Luz y Estación Cupanda en Tacámbaro; Cherangueran en Uruapan; y La Hierbabuena en Nuevo San Juan Parangaricutiro, se realizaron muestreos quincenales en el periodo de julio de 2009 a septiembre de 2010. Mientras que en las huertas La Troje Colorada y Las Pilas en el municipio de Ario de Rosales; Zandanche I, Jeyiz en Tingambato; La Violeta, El Saltillo en Ziracuaretiro; Los Aguacates, Los Talayotes en Los Reyes; y Las Tinajas en Periban, se realizaron muestreos bimestrales en el periodo de mayo a septiembre de 2010. De las 14 huertas Estación Cupanda, La Violeta, El Saltillo y los Talayotes tienen un sistema de manejo agronómico orgánico, mientras que el resto tienen manejo convencional.

Cuadro 3. Localización geográfica y altitud de huertas muestreadas de julio de 2009 a septiembre de 2010 en Michoacán, México.

Nombre de la huerta	Coordenadas	Altitud (msnm)
La Goleta	19°20'17"N, 101°46'18"W	1781
Quinta La Luz	19°13'17"N, 101°28'00"W	1558
Estación Cupanda	19°14'53"N, 101°27'59"W	1811
Cherangueran	19°28'27"N, 102°05'00"W	1913
La Hierbabuena	19°23'29"N, 102°07'05"W	1861
La Troje Colorada	19°12'38"N, 101°41'16"W	2003
Las Pilas	19°13'14"N, 101°40'29"W	2098
Zandanche I	19°29'04"N, 101°53'29"W	1848
Jeyiz	19°29'03"N, 101°53'46"W	1829
La Violeta	19°25'17"N, 101°54'24"W	1385
El Saltillo	19°25'18"N, 101°54'24"W	1427
Los Aguacates	19°38'44"N, 102°24'42"W	1652
Los Talayotes	19°40'42"N, 102°25'48"W	1698
Las Tinajas	19°31'02"N, 102°26'03"W	1599

En cada huerta se seleccionaron 10 árboles con presencia de escamas, en cada árbol se colectaron 10 ramas con hojas de 20 a 30 cm y de cuatro a 10 frutos (dependiendo de la

disponibilidad). El material se colocó individualmente en bolsas de papel de estraza con su respectiva clave de identificación (número de huerto y número de árbol), para su posterior traslado y procesamiento en el laboratorio de Plagas de Frutales, Edificio de Fitosanidad en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. En las mismas huertas se eligieron otros 10 árboles con alta densidad de escamas, para realizar en cada uno inspección ocular alrededor de cada árbol por ~5 min, con el objeto para coleccionar ejemplares que se encontraran depredando escamas armadas. Los especímenes coleccionados se conservaron en frascos con alcohol al 80% para su posterior identificación.

Para la obtención de parasitoides se tomaron las ramas y hojas que no fueron seleccionados para conteo de escamas. Con ayuda de microscopio de disección se identificaron y separaron a las especies de escamas armadas presentes en el sustrato. Una parte del material se colocó en cajas Petri, una especie de escama por caja, en cuyo interior se colocó un trozo de papel absorbente para evitar exceso de humedad. La otra parte del material se revisó cuidadosamente, las escamas con signos de parasitismo se colocaron individualmente en cápsulas de gelatina del número “0” para asegurar la relación huésped-parasitoide. Las cápsulas y cajas Petri se mantuvieron en cámara de cría (Percival Scientific, I-30BLL) a temperatura de 25 ± 2 °C, HR de $60\pm 10\%$ y fotoperiodo de 14:10 horas luz-oscuridad para permitir el desarrollo de los parasitoides, mismos que se coleccionaron y preservaron en alcohol al 80%.

Para obtener el porcentaje de parasitismo, se tomaron en cuenta los muestreos bimestrales realizadas en las 14 huertas (Cuadro 3). De cada colecta y árbol, se seleccionaron al azar cuatro ramas, y en cada una se tomó una sub muestra de 5 cm, misma que se revisó bajo el microscopio estereoscópico para identificar las especies de escamas armadas presentes. De cada especie se contabilizó el total de escamas vivas, muertas y aquellas con signos de parasitismo u orificio de emergencia en la cubierta. El porcentaje de parasitismo se estimó con base en el total de escamas vivas susceptibles a parasitismo (ninfas de 2º, 3º, hembras adultas y pupas macho) y de escamas parasitadas que sumados representaron el 100% (Matadha *et al.* 2005). Para determinar las especies presentes en frutos se seleccionaron al azar cuatro frutos y en cada uno se tomaron tres sub muestras, con sacabocados de 2.54 cm de diámetro, para hacer el conteo anteriormente descrito. Las huertas “Troje Colorada” y

“Las Pilas” no fueron consideradas como parte del análisis debido a que no se encontraron ejemplares de *H. lataniae* y *A. aguacatae* que fueron las especies de mayor distribución y tomadas en cuenta para dicho análisis.

Para la identificación de escamas armadas se tomaron especímenes que se colocaron en tubos Ependorf con alcohol al 80%, posteriormente se realizaron montajes con la técnica de Kostarab (1963) y se siguieron las claves de Evans *et al.* (2009). En el caso de parasitoides se realizaron montajes en laminillas con bálsamo de Canadá siguiendo la técnica de Noyes (1982) con algunas variaciones de Myartseva (comunicación personal 2010). Para la identificación de especies de parasitoides se utilizó la clave de géneros de la familia Aphelinidae en México (Myartseva *et al.*, 2009), claves del género *Encarsia* Förster de México (Myartseva y Evans 2008), y claves de especies Mexicanas del género *Marietta* (Myartseva y Ruíz-Cancino 2001). Las especies de Encyrtidae fueron determinadas por la Dra Myartseva; mientras que las especies de Signiphoridae fueron identificadas siguiendo las claves para género de Woolley (1997) y para especie las claves de Quezada *et al.* (1973). Los depredadores fueron identificados con las claves de Gordon (1985). Se hicieron depósitos de los insectos en las colecciones de insectos de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tamps., y en la colección de insectos del Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio se identificaron tres especies de escamas armadas las cuales fueron *Hemiberlesia lataniae*, *Abgrallaspis aguacatae* y *Hemiberlesia rapax* (Comstock). Los entomófagos identificados fueron los parasitoides *Encarsia citrina* (Craw), *Encarsia juanae* (Myartseva y Evans), *Aphytis* sp., el hiperparasitoide *Marietta mexicana* (Howard) (Hymenoptera:Aphelinidae), *Plagiomerus* nr. *diaspidis* (Crawford) (Hymenoptera: Encyrtidae), y *Signiphora* nr. *borinquensis* (Quezada, De Bach y Rosen) (Hymenoptera: Signiphoridae), además del depredador *Chilocorus cacti* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae).

5.1 Características de escamas armadas y entomófagos

5.1.1 Escamas armadas

La escama *Hemiberlesia lataniae* presenta cubierta cerosa semicircular convexa de color blanca, diámetro de 1.5 a 2.0 mm, exuvia subcentral, la hembra adulta mide 0.7 a 0.8 mm, tiene forma oval, color amarillo brillante, cuerpo aplanado dorsoventralmente. De acuerdo con Evans *et al.* (2009), *H. lataniae* presenta poros perivulvares; abertura anal grande (más ancha y larga que el lóbulo medio); lóbulo medio pigidial un poco convergente; margen lateral con muesca y un poco más grande que el margen mesal; cada lóbulo pigidial medio carece de esclerito basal.

Hemiberlesia rapax presenta cubierta cerosa semicircular convexa de color blanca (muy parecida a *H. lataniae*), diámetro de 1.5 a 2.0 mm, exuvia subcentral, cuerpo de hembra adulta aplanado dorsoventralmente, mide 0.7 a 0.8 mm, forma oval, color amarillo brillante. De acuerdo con Evans *et al.* (2009), carece de poros perivulvares; abertura anal grande (más ancha y larga que el lóbulo pigidial medio); segundo y tercer lóbulos pigidiales con un punto simple esclerosado, no dentados; abertura anal localizada a menos el diámetro de la base del lóbulo medio; placas anteriores al lóbulo pigidial medio simples o con pocos flecos, no contiene ducto.

Abgrallaspis aguacatae presenta cubierta cerosa semicircular plana color café, exuvia subcentral de 1.2 mm de diámetro, cuerpo de hembra adulta aplanado dorsoventralmente, mide ~1 mm, piriforme, color amarillo pálido, ápice del abdomen agudo. Evans *et al.* (2009), indican que carece de poros perivulvares; abertura anal pequeña (más corto que el

lóbulo medio); tercer lóbulo pigdial esclerotizado y agudo; segundo y tercer lóbulo pigdiales con varios dientes laterales; pigidio largo con márgenes rectos formando un ángulo apical menor a 100°; placas largas entre los lóbulos con flecos en el ápice; vulva más ancha que larga y esclerosada en su rededor.

5.1.2 Entomófagos

El parasitoide *Encarsia citrina* tiene una longitud del cuerpo de 0.50 a 0.56 mm, la coloración de la cabeza es amarillo claro a amarillo naranja; occipucio café oscuro; antenas cafezucas. Mesosoma amarillo; pronoto, axilas, mesopleuron y propodeo café a café oscuro. Alas anteriores pigmentadas. Patas amarillas; coxas posteriores cafés. Gaster café oscuro, ápice del último terguito amarillo (Myartseva y González-Hernández, 2008). Antenas; con funículo y maza con tres segmentos, pedicelo más largo que el primer segmento funicular (Figura 1). Ala anterior; estrecha, cuatro veces tan larga como ancha, con un área sin sedas alrededor de la vena estigmal, fleco marginal más largo que la máxima anchura de la ala (Figura 2). Formula tarsal 5-5-5. Lóbulo medio del mesoescuto con escultura reticulada finamente y con dos sedas, axilas con una seda en cada lado (Myartseva y Evans, 2008; Myartseva y González-Hernández, 2008).

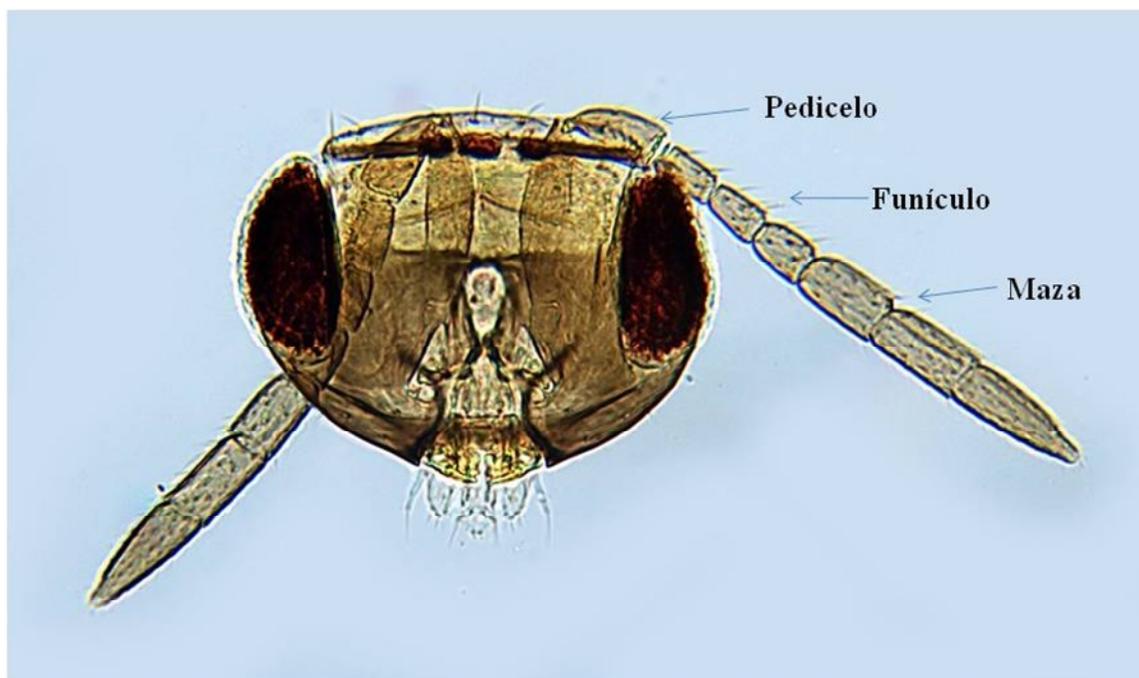


Figura 1. Cabeza de *Encarsia citrina*. Foto tomada por Jorge Valdez Carrasco.

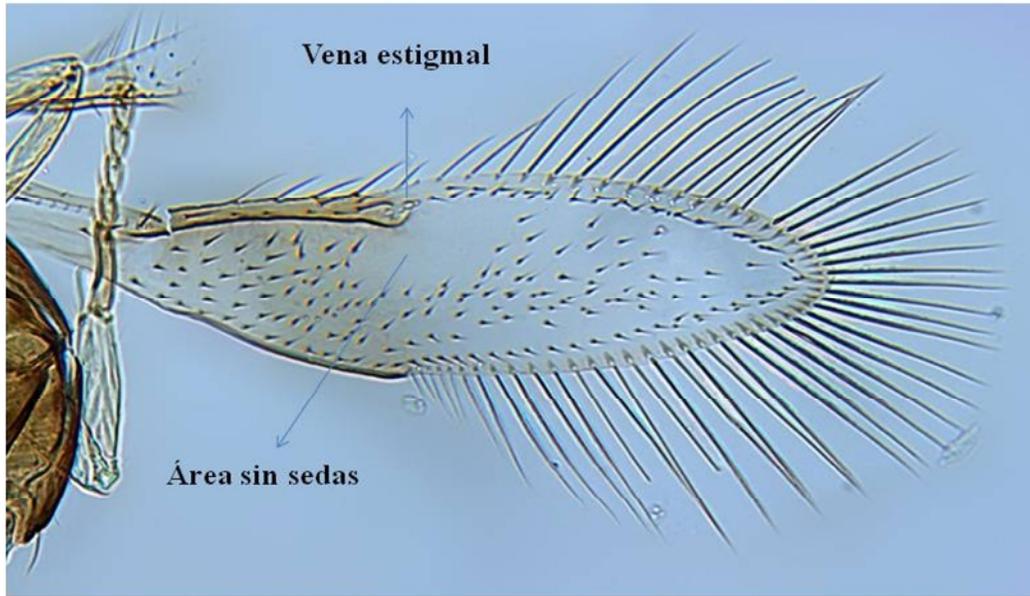


Figura 2. Ala anterior de *Encarsia citrina*. Foto tomada por Jorge Valdez Carrasco.

En *Encarsia juanae* la coloración de la cabeza es predominantemente amarillo oscuro; cara amarilla suave; ojos y ocelos rojizos; antena amarilla; mesosoma amarillo; pronoto, axilas, propodeo y mesopleura café. Alas anteriores hialinas, poca venación, patas blanco-amarillo, gaster café, séptimo terguito amarillo oscuro (Figura 3) (Myartseva y Evans, 2008).



Figura 3. Hembra adulta de *Encarsia juanae*.

Morfología: Ocelos formando un triángulo obtuso; clava antenal trisegmentada (maza, funículo y pedicelo), maza (3 segmentos) de tamaño igual o un poco más cortos que el funículo (3 segmentos) y pedicelo combinados (Figura 4). Alas anteriores uniformemente setadas, fleco marginal 0.3-0.4 veces el ancho de la ala, fórmula tarsal 5-5-5, del segundo al cuarto terguito esculpido lateralmente (figura 4) (Myartseva y Evans, 2008).



Figura 4. Cabeza y antenas de *Encarsia juanae*. Foto tomada por Jorge Valdez Carrasco.

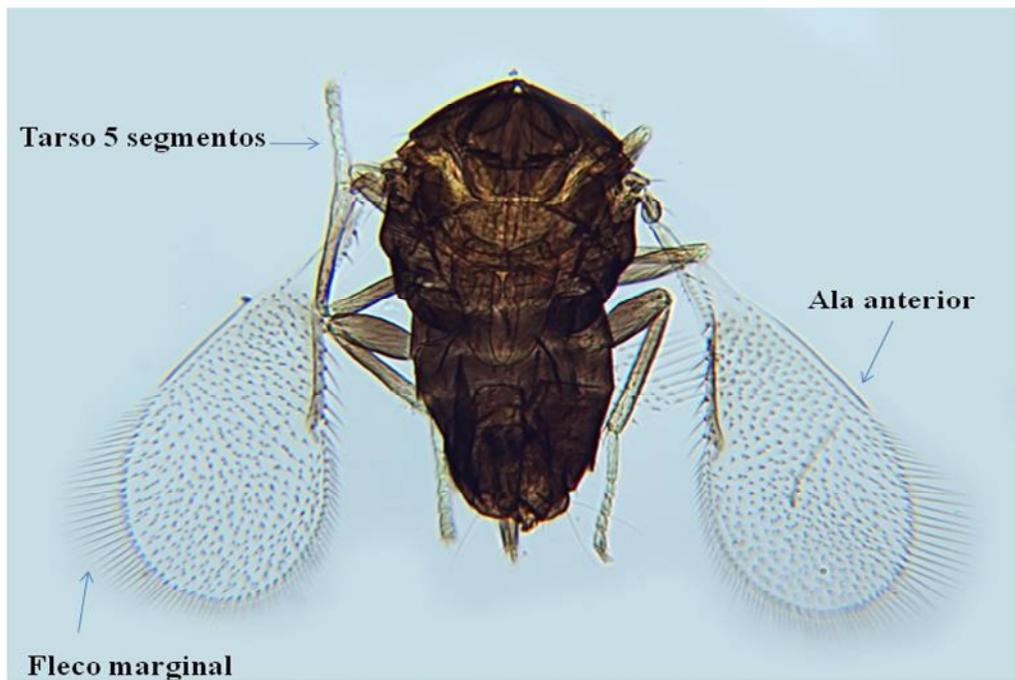


Figura 5. Cuerpo y alas de *Encarsia juanae*. Foto tomada por Jorge Valdez Carrasco.

Plagiomerus nr. *diaspidis* presenta coloración café oscuro metálico en todo el cuerpo, antenas café-blanco, patas color café y un par de bandas blancas. Morfología: hembras; funículo antenal de cuatro segmentos, segmentos del funículo cuadrados transversos, alas anteriores hialinas (Figura 6). Machos; parecido a hembras pero variable en antenas con dos segmentos funiculares, mazo extremadamente largo asegmentado (Figura 7) (Noyes, 1980).

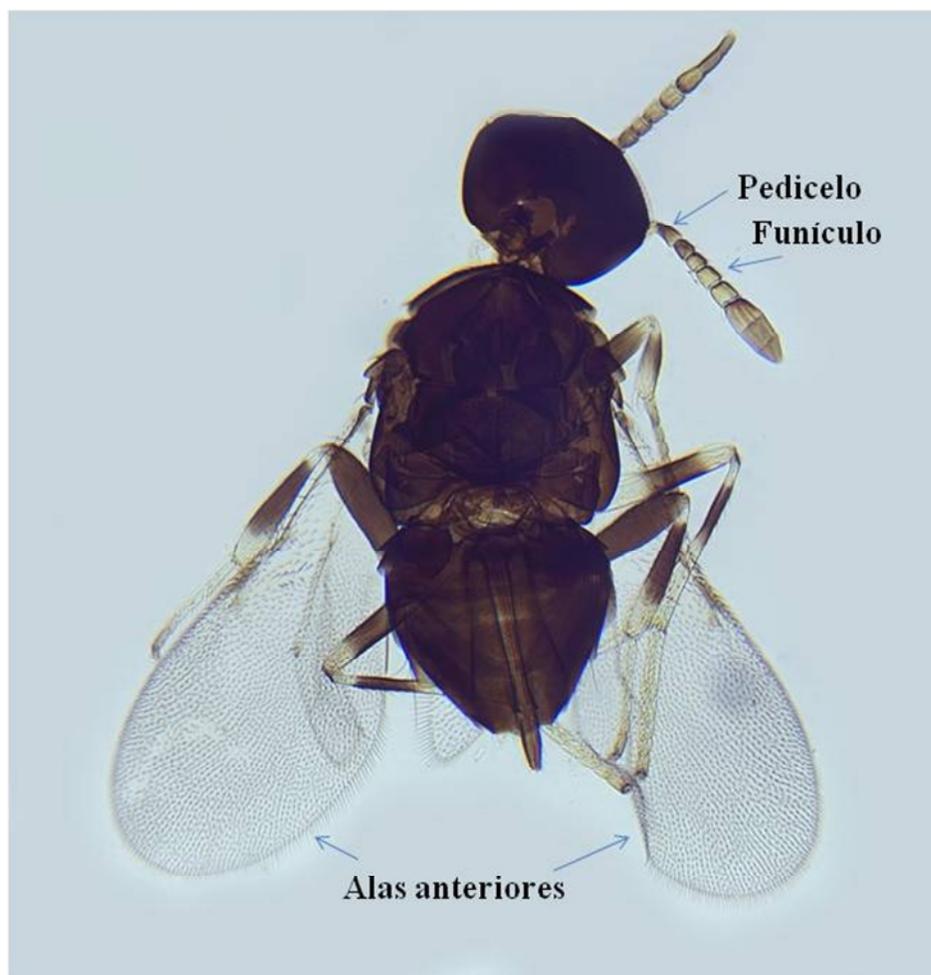


Figura 6. Cuerpo completo de *Plagiomerus* nr. *diaspidis* hembra. Foto tomada por Jorge Valdez Carrasco.

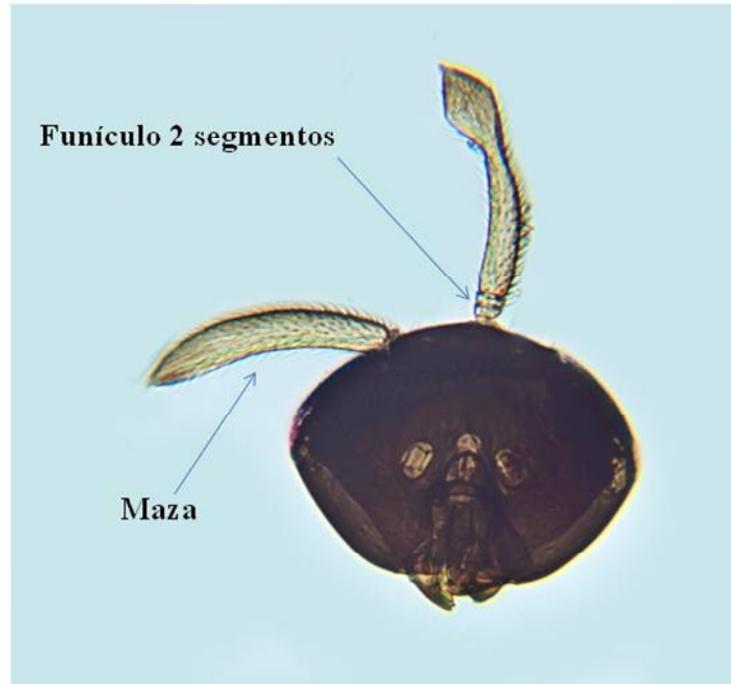


Figura 7. Cabeza de *Plagiomerus* nr. *diaspidis* macho. Foto tomada por Jorge Valdez Carrasco.

El cuerpo de *Signiphora* nr. *borinquensis* es de forma robusta, de 0.30-0.85 mm de longitud e integumento brillante, color amarillo-limón bandas café oscuro marcadas, ojos y ocelos rojo oscuro (Figura 8), clípeo negro, mandíbulas café. Morfología: Parte central del pronoto café oscuro; banda transversa café oscuro que cruza base del abdomen cubriendo partes posteriores del segundo y tercer terguito, completo el cuarto y la parte anterior del quinto terguito; séptimo terguito con manchas transversas en cada lado. Antena de seis segmentos, color amarillo pálido; pedicelo tres veces más larga que ancha; funículo trisegmentado con menos de la mitad de longitud del pedicelo; clava de cuatro a seis veces más larga que ancha. Patas enteramente amarillas, formula tarsal 5-5-5 (Quezada *et al.*, 1973).

Alas anteriores hialinas con una banda oscurecida que cruza a la mitad, debajo de la vena marginal y estigmal; alas posteriores hialinas con vena marginal oscurecida (Figura 9). Machos son similares a las hembras, las manchas café oscuras del séptimo terguito algunas ocasiones son más largas que en hembras, carecen de ovipositor (Quezada *et al.*, 1973).



Figura 8. Hembra de *Signiphora* nr. *borinquensis*.

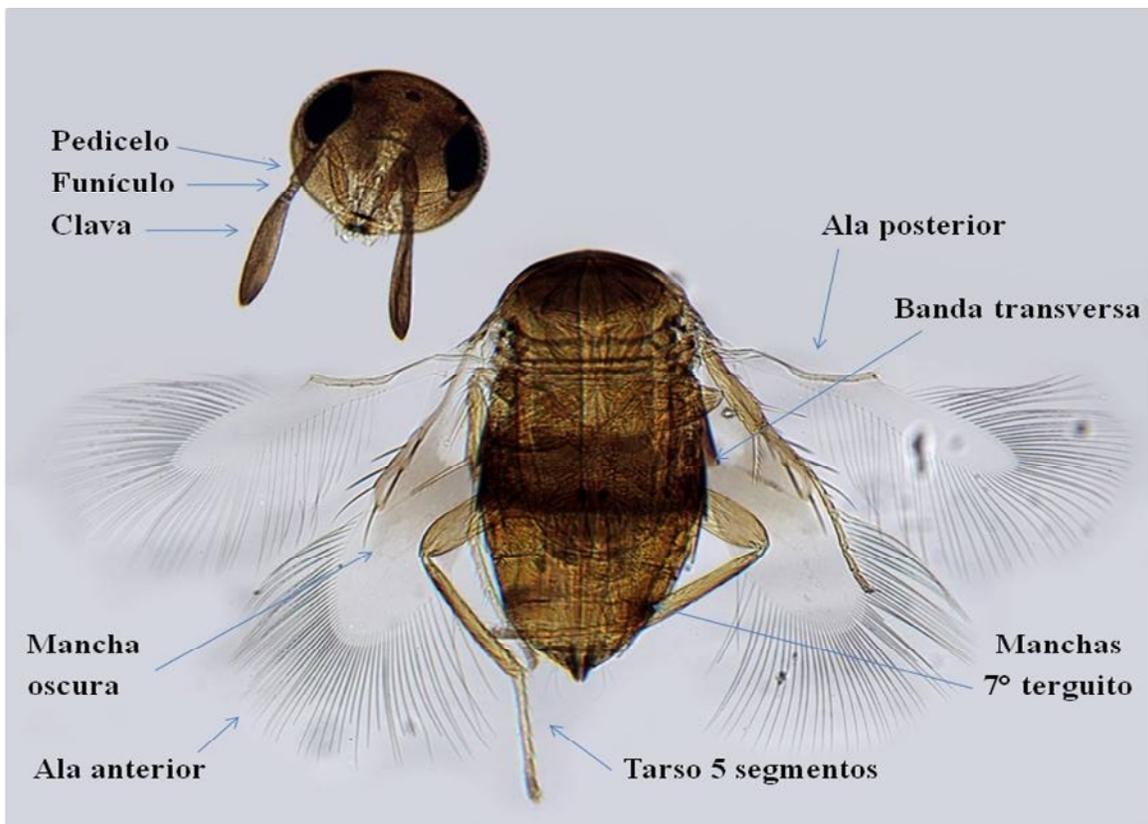


Figura 9. Cuerpo completo de hembra de *Signiphora* nr. *borinquensis*. Foto tomada por Jorge Valdez Carrasco.

Marietta mexicana cuerpo color amarillo, robusto, 0.80- 0.90 longitud. Cabeza amarilla con matiz naranja; escapo amarillo-pálido-blanco, tres veces más largo que ancho, con dos bandas blanquecinas, pedicelo similar a escapo en color; funículo de dos segmentos; patas amarillo-blanco; alas anteriores 2.5 veces más largas que anchas (Figura 10). Macho similar a la hembra, difiere en el ápice redondeado del gaster (Myartseva y Ruíz, 2001).

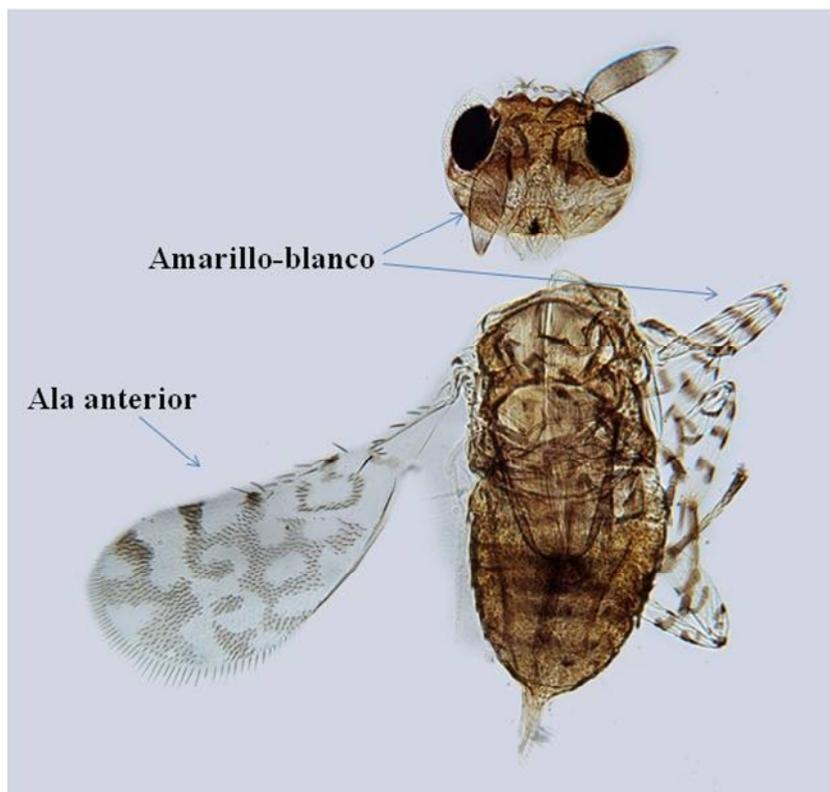


Figura 10. Cuerpo completo *Marietta mexicana*. Foto tomada por Jorge Valdez Carrasco.

Cuerpo *Aphytis* sp. color amarillo pálido; antenas con menos de seis segmentos; alas anteriores largas y anchas, con venación que se extiende más allá de la mitad del ala, línea calva bien definida (Myartseva *et al.*, 2009).

Chilocorus cacti presenta élitros de color negro con una mancha roja, mancha anterior a la mitad del élitro, ventralmente es en su mayoría de color amarillo o rojo, solo el prosterno es negro, cuerpo elongado, no fuertemente convexo, mancha del élitro grande (Gordon, 1985).

5.2 Distribución de escamas armadas

La escama armada *Hemiberlesia lataniae* fue la de mayor distribución, debido a que estuvo presente en 10 de los huertos de aguacate Hass muestreados en nueve municipios (Cuadro 4). Esta escama se encontró en los árboles de aguacate infestando hojas en ambos lados, ramas y frutos, como lo indica Waite (1988). Es una especie cosmopolita que ataca amplia diversidad de cultivos (Bearsdley y González, 1975), incluyendo al aguacate (Waite, 1988). Esta escama armada es común encontrarla en las áreas productoras de aguacate de California, EUA (Rugman-Jones *et al.*, 2009), Israel (Gerson y Zor, 1973), Australia (Waite, 1988), Chile (Vargas y Rodríguez, 2008), y Sudáfrica (De Villiers y Van Den Berg, 1987), entre otros. En altas infestaciones provoca debilidad y ocasionalmente la muerte del árbol (Waite, 1988).

Abgrallaspis aguacatae se encontró en nueve huertos de aguacate Hass ubicados en seis municipios (Cuadro 4), es una especie de reciente descripción asociada a aguacate Hass en Michoacán (Evans *et al.*, 2009). Aunque *A. aguacatae* es de amplia distribución en el estado no se detectó en la huerta La Goleta en Salvador Escalante.

La escama *H. rapax* únicamente se encontró en dos huertos del municipio de Ario de Rosales (Cuadro 4). Esta escama es polífaga y de distribución cosmopolita asociada a frutos de hueso, kiwi y aguacate (Charles y Henderson, 2002). En Nueva Zelanda es una especie de importancia cuarentenaria para el cultivo de kiwi (MacLeod, 2006).

5.3 Frecuencia y distribución de parasitoides y depredadores

Encarsia citrina fue el parasitoide de mayor distribución ya que se encontró en 10 huertas ubicadas en ocho municipios (Cuadro 4); fue la más frecuentemente colectada con 108 especímenes (65.9% del total) todas hembras y tuvo como huésped a las tres especies de escamas armadas. De la escama *H. lataniae* se obtuvieron 91 ejemplares, de los cuales 37 emergieron de pupas macho (PM), 26 de hembras adultas (HA), 22 de ninfas de tercer estadio (N3) y seis de ninfas de segundo estadio (N2). De *A. aguacatae* se obtuvieron siete adultos de *E. citrina* de PM, tres de HA, dos de N3 y dos de N2; mientras que de *H. rapax* emergieron dos de PM y dos de N3.

Cuadro 4. Entomófagos asociados a escamas armadas en aguacate Hass en el estado de Michoacán, México.

Huerto y Municipio	Especie escama	Entomófago (No. de ejemplares)
La Goleta, Salvador Escalante	<i>Hemiberlesia lataniae</i>	<i>Encarsia citrina</i> (79)
		<i>Encarsia juanae</i> (4)
		<i>Plagiomerus</i> nr. <i>diaspidis</i> (1)
		<i>Signiphora</i> nr. <i>borinquensis</i> (7)
		<i>Chilocorus cacti</i> (1)
Quinta La Luz, Tacámbaro	<i>Hemiberlesia lataniae</i>	<i>Encarsia citrina</i> (2)
		<i>Encarsia juanae</i> (18)
		<i>Plagiomerus</i> nr. <i>diaspidis</i> (58)
		<i>Signiphora</i> nr. <i>borinquensis</i> (6)
		<i>Marietta mexicana</i> (5)
		<i>Abgrallaspis aguacatae</i> (10)
Estación Cupanda, Tacámbaro	<i>Hemiberlesia lataniae</i>	<i>Encarsia citrina</i> (4)
		<i>Encarsia juanae</i> (24)
	<i>Abgrallaspis aguacatae</i>	<i>Plagiomerus</i> nr. <i>diaspidis</i> (5)
		<i>Signiphora</i> nr. <i>borinquensis</i> (1)
		<i>Chilocorus cacti</i> (2)
		<i>Encarsia citrina</i> (6)
		<i>Encarsia juanae</i> (12)
		<i>Signiphora</i> nr. <i>borinquensis</i> (2)
		<i>Aphytis</i> spp (2)
		<i>Chilocorus cacti</i> (2)
Cherangueran, Uruapan	<i>Hemiberlesia lataniae</i>	<i>Encarsia citrina</i> (3)
		<i>Plagiomerus</i> nr. <i>diaspidis</i> (1)
		<i>Signiphora</i> nr. <i>borinquensis</i> (4)
		<i>Signiphora</i> nr. <i>borinquensis</i> (1)
La Hierbabuena, Nuevo San Juan Parangaricutiro	<i>Hemiberlesia lataniae</i>	<i>Encarsia citrina</i> (2)
		<i>Encarsia juanae</i> (1)
La Troje Colorada, Ario de Rosales	<i>Hemiberlesia rapax</i>	<i>Encarsia citrina</i> (1)
Las Pilas, Ario de Rosales	<i>Hemiberlesia rapax</i>	<i>Encarsia citrina</i> (3)
Zandanche I, Tingambato	<i>Abgrallaspis aguacatae</i>	<i>Encarsia citrina</i> (1)
Jeyiz, Tingambato	<i>Hemiberlesia lataniae</i>	No entomófagos
	<i>Hemiberlesia lataniae</i>	No entomófagos
	<i>Abgrallaspis aguacatae</i>	No entomófagos
La Violeta, Ziracuaretiro	<i>Hemiberlesia lataniae</i>	No entomófagos
	<i>Abgrallaspis aguacatae</i>	No entomófagos
El Saltillo, Ziracuaretiro	<i>Abgrallaspis aguacatae</i>	No entomófagos
Los Aguacates, Los Reyes	<i>Abgrallaspis aguacatae</i>	No entomófagos
Los Talayotes, Los Reyes	<i>Hemiberlesia lataniae</i>	<i>Encarsia citrina</i> (3)
		<i>Signiphora</i> nr. <i>borinquensis</i> (1)
		<i>Signiphora</i> nr. <i>borinquensis</i> (1)
Las Tinajas, Periban	<i>Hemiberlesia lataniae</i>	<i>Encarsia citrina</i> (4)

Encarsia citrina es endoparásitoide solitario que ataca únicamente a escamas armadas (Heraty *et al.*, 2008); es de distribución cosmopolita y se ha introducido exitosamente en

diversos países con fines de control biológico de escamas armadas de importancia económica (Myartseva y González-Hernández, 2008). En los huertos muestreados este parasitoide fue más frecuente en los meses de septiembre de 2009, julio, agosto y septiembre de 2010, con emergencia del 7.40, 16.66, 46.29 y 11.11%, respectivamente, (Tabla 2), y se mantuvo presente en la mayor parte del tiempo de estudio excepto en febrero y junio de 2010 cuando no se obtuvieron ejemplares. En México se reporta en nueve Estados parasitando, además de escama latania, a *Abgrallaspis cyanophylli* (Signoret), *Aonidiella aurantii* (Maskell), *Unaspis citri* (Comstock) y *Genoparlatoria pseudaspidotus* (Lindinger), en árboles de cítricos, mango, hibisco, anona, pinos y plantas ornamentales (Myartseva y González-Hernández, 2008; Myartseva y Evans, 2008).

Encarsia juanae se encontró en cuatro huertas de cuatro municipios del estado (Cuadro 4); se recolectaron 69 ejemplares hembras (42.1% del total), de éstas, 46 en escama latania y 23 de *A. aguacatae*. En la primera escama emergieron 23 parasitoides de HA, 16 de N3 y siete de PM; de la segunda especie de escama emergieron 12 de HA, siete de N3, y cuatro de PM, en todos los casos *E. juanae* se encontró como endoparasitoide primario y solitario. La presencia de esta especie se restringe al periodo de julio a septiembre (Cuadro 5). En los meses de 2009 se obtuvieron el 56.52% y 17.39% de los ejemplares, mientras que en agosto de 2010 se obtuvo el 20.28%. *E. juanae* pertenece al grupo-especie *Aurantii* que incluye 42 especies de las cuales 22 son parasitoides de Diaspididae. En México *E. juanae* se reporta en Tamaulipas en huéspedes como las escamas *A. aurantii* y *Hemiberlesia* sp. (Myartseva et al., 2008; Myartseva y Evans, 2008).

Plagiomerus nr. *diaspidis* fue la cuarta especie en distribución con presencia en cuatro huertas de tres municipios (Cuadro 4), se recolectaron 65 especímenes (39.6% del total) 43 hembras y 22 machos, todos obtenidos de *H. lataniae*. De estos individuos, 60 emergieron de HA y cinco de N3. *Plagiomerus* nr. *diaspidis* es endoparasitoide solitario, y los integrantes de este género son parasitoides primarios pero pueden presentar hiperparasitismo en la misma especie (Bearsdley, 1976), y atacan únicamente a escamas armadas (Noyes, 1980). Se obtuvieron parasitoides en ocho de los 14 meses en que se realizó el estudio; en agosto de 2010 emergió el 72.30% de los individuos (Cuadro 5), esta observación concuerda con Japoshvili et al. (2010), quienes indican que obtuvieron el 86%

de parasitismo sobre *Diaspis echinocacti* (Bouché) en solo un mes en el sureste de Grecia. En México, Coronado *et al.* (1998), hacen referencia a este parasitoide atacando a *D. echinocacti* en Tamaulipas.

Signiphora nr. borinquensis fue la segunda especie mejor distribuida porque se encontró en seis huertas de cinco municipios (Cuadro 4); donde se obtuvieron 23 especímenes (14% del total), 20 hembras y tres machos. De *H. lataniae* se obtuvieron 20 parasitoides, 12 emergieron de HA, cinco de PM, dos de N3 y uno de N2. De *A. aguacatae* se obtuvieron tres individuos de los cuales dos emergieron de HA y uno de PM. En esta especie se observaron larvas alimentándose del cuerpo de la escama y larvas maduras en el exterior del cuerpo del huésped; en otros casos, la etapa adulta se alcanzó en el interior del huésped, resultados que confirman en parte lo reportado por Quezada *et al.* (1973), quienes indican que *Signiphora* es un parasitoide primario usualmente solitario con presencia dos o más individuos en el mismo huésped, los dos primeros instares larvales son endoparasíticos, mientras que el tercero y cuarto son ectoparasíticos, además el macho puede actuar como hiperparasitoide de hembras de la misma especie, lo que explica el hecho de que algunos individuos se encontraran en el interior del cuerpo de la escama. La emergencia de este parasitoide se presentó de manera regular a partir de abril de 2010, pero se registraron los mayores porcentajes en agosto y septiembre de 2010 con 43.47 y 17.39%, respectivamente (Cuadro 5). Se reporta a *Aspidiotus destructor* como huésped de este parasitoide en cultivos de banana en Puerto Rico (Quezada *et al.*, 1973) y esparrago en Nicaragua (Maes, 2002).

Marietta mexicana y *Aphytis* sp., fueron los parasitoides menos frecuentes. Del primero se obtuvieron cinco ejemplares (3% del total) en septiembre de 2009, tres machos y dos hembras en HA de *H. lataniae* del huerto “Quinta La Luz”. De *Aphytis* se obtuvieron dos hembras (1.2% del total) que emergieron de *A. aguacatae* (HA y N3) del huerto “Estación Cupanda”. *Marietta mexicana* se reporta a menudo como hiperparasitoide de otras especies de afelínidos como *E. citrina*. Por su presencia en el huerto antes mencionado donde se registró alta presencia de *E. juanae* es probable que éste actúe como parasitoide secundario de esta especie (Myartseva comunicación personal 2010). En el caso de *Aphytis*, no se pudo determinar la especie debido a que los ejemplares se secaron en las cápsulas de gelatina. *Aphytis* es ectoparasitoide primario, ataca a escamas armadas y es de distribución

cosmopolita (Myartseva *et al.* 2010). En Israel se reporta a *Aphytis diaspidis* (Howard) atacando a *Abgrallaspis cyanophylli* así como a algunos diaspididos en árboles de aguacate (Gerson y Zor, 1973). En México se reporta a este parasitoide, y 19 especies más del género, asociadas a varias especies de escamas armadas en diferentes cultivos (Myartseva *et al.*, 2010).

Cuadro 5. Emergencia de parasitoides asociados a escamas armadas de aguacate Hass en Michoacán, México.

Mes-Año	<i>E. citrina</i>	<i>E. juanae</i>	<i>P. nr. diaspidis</i>	<i>S. nr. borinquensis</i>	<i>M. mexicana</i>	<i>Aphytis</i> sp.	Total (%)
Jul-09	5	39	2	0	0	0	46 (16.9)
Sep-09	8	12	2	1	5	0	28 (10.3)
Oct-09	1	1	1	0	0	0	3 (1.1)
Nov-09	1	0	1	0	0	0	2 (0.7)
Dic-09	4	0	4	0	0	1	9 (3.3)
Ene-10	4	0	0	1	0	0	5 (1.8)
Feb-10	0	0	1	0	0	0	1 (0.4)
Mar-10	3	0	0	0	0	0	3 (1.1)
Abr-10	1	0	0	2	0	0	3 (1.1)
May-10	1	0	0	1	0	1	3 (1.1)
Jun-10	0	0	0	3	0	0	3 (1.1)
Jul-10	18	2	0	1	0	0	21 (7.7)
Ago-10	50	14	47	10	0	0	121 (44.5)
Sep-10	12	1	7	4	0	0	24 (8.8)
Total	108	69	65	23	5	2	272 (100)
%	(69.5)	(42.1)	(39.6)	(14.0)	(3.0)	(1.2)	

Del depredador *Chilocorus cacti* se colectaron cinco ejemplares, tres hembras y dos machos, que se encontraron depredando a *H. lataniae* y *A. aguacatae*, distribuidos en dos huertos, pertenecientes a los municipios Salvador Escalante y Tacámbaro (Cuadro 4). También se encontraron restos de exuvias de pupas adheridas a troncos y ramas del aguacatero. En las huertas “Los Aguacates” y “Los Talayotes” también se encontraron dichos restos. Los ejemplares se colectaron, uno en julio de 2009, dos en junio de 2010 y dos en septiembre del mismo año. *Chilocorus cacti* es un depredador de insectos escama, se distribuye en Norte, Centro y Sudamérica e Islas del Caribe (Gordon, 1985), en Colima, México, se reporta como depredador de la escama de nieve de los cítricos *Unaspis citri* (DGSV, 2006); en Guanajuato, se le asocia a la escama armada del agave *Acutaspis agavis* (Townsend y Cockerell 1898) (Salas-Araiza *et al.*, 2008) y en el Estado de México y Morelos como depredador de cochinilla silvestre del nopal (Vanegas-Rico *et al.*, 2010).

5.4 Porcentajes de parasitismo de escamas armadas en ramas y frutos de aguacate Hass.

H. lataniae y *A. aguacatae* fueron las escamas de mayor distribución y abundancia, se presentaron en ramas y frutos de aguacate Hass, fueron susceptibles a parasitismo y el parasitismo fue mayor en ramas que en frutos. Las huertas “El Saltillo” y “Jeyiz” no se muestrearon en mayo aunque si en las dos fechas subsecuentes.

5.4.1 Parasitismo en *Hemiberlesia lataniae*

En mayo de 2010 el parasitismo sobre *H. lataniae* en ramas se presentó en las huertas “Las Tinajas”, “Estación Cupanda”, “Zandanche I” y “Los Talayotes”, con porcentajes de 78.0, 74.5, 52.0 y 1.4%, respectivamente. En las huertas “El Saltillo” y “Los Aguacates” no hubo presencia de *H. lataniae* en ramas por ello se omitieron en el análisis (Figura 11). En el resto de las huertas no se presentó parasitismo. En julio de 2010 la mayoría de las huertas presentó parasitismo a excepción de “La Hierbabuena” en donde no se detectó a *H. lataniae*, los porcentajes de parasitismo fluctuaron entre 35.1% en “La Goleta” hasta el 100% en “Cherangueran”. En septiembre de 2010, las 10 huertas presentaron parasitismo, siendo “Quinta la Luz” la de menor porcentaje con el 7.1% mientras que “La Hierbabuena” la más alta con el 91.8%, el resto osciló entre 33.3 y 66.5%. Las huertas “Estación

Cupanda”, “Las Tinajas” y “Zandanche I” presentaron alto porcentaje de parasitismo en las tres fechas de muestreo, por lo que se infiere que en estos lugares existe alta actividad de parasitoides que mantiene bajas las poblaciones de la escama latania en ramas. La mayor actividad de los insectos entomófagos se observó en los meses de julio y septiembre con rangos de parasitismo cercano o superior a 50% en siete de las 10 huertas analizadas.

En lo que se refiere al parasitismo en fruto, en mayo de 2010 se obtuvieron frutos únicamente en tres huertas, sin embargo, en las escamas colectadas no se detectó parasitismo (Figura 12). Por el contrario, en julio de 2010 en los huertos “Cherangueran”, “Jeyiz”, “Los Talayotes” y “La Goleta”, se detectaron porcentajes de parasitismo de 100, 30.8, 3.1 y 2.3%, respectivamente, en el resto de las huertas no se detectó parasitismo. En septiembre de 2010 en cuatro huertas no se detectó *H. lataniae* en frutos y en tres huertos no se detectó parasitismo. En los huertos “Las Tinajas”, “La Goleta”, “Quinta La Luz” y “La violeta”, los porcentajes de parasitismo fueron del 50.0, 34.2, 16.7 y 7.0%, respectivamente. En comparación con ramas el porcentaje de parasitismo en frutos fue menor.

5.4.2 Parasitismo en *Abgrallaspis aguacatae*

La especie *A. aguacatae* no se presentó en ramas en la huerta “La Goleta”. En mayo de 2010 se encontró en cuatro huertas pero solo el huerto “Los Aguacates” presentó parasitismo (89.6%) (Figura 13). En julio de 2010 el parasitismo se detectó en ocho huertas, el más bajo fue en “Estación Cupanda” con 7.4%, mientras que los más altos fueron en “Las Tinajas” y “El Saltillo” con 66.7 y 62.5%, respectivamente, en el resto de las huertas el parasitismo osciló entre el 22.0 y 50.0%. En contraste en ese mes, en los huertos “Cherangueran” y “La Hierbabuena” no se detectó parasitismo. En septiembre de 2010 los huertos “Las Tinajas” y “El Saltillo” presentaron parasitismo de 100 y 57.3%, respectivamente, mientras que la huerta con menor parasitismo fue “Quinta La Luz” con el 8.3%. En tres huertas no se detectó parasitismo y en dos más no hubo presencia de la escama. “Los Aguacates” fue la huerta que presentó parasitismo en las tres fechas de muestreo aunque el porcentaje de parasitismo disminuyó de mayo a septiembre. En general el mayor índice de parasitismo en la mayoría de las huertas se encontró en julio, mientras

que el menor fue en septiembre, a excepción de “Las Tinajas” donde este aumentó de 66.7 en julio a 100% en septiembre, y “El Saltillo” donde se mantuvo cercano al 60%.

En frutos el parasitismo fue casi similar a lo encontrado en ramas. En mayo de 2010 en cinco huertas no hubo fruto y en cuatro no se detectó parasitismo, por el contrario en “Quinta La Luz” se detectó 33.3% de parasitismo (Figura 14). En julio de 2010 “Cherangueran” presentó 100% de parasitismo, “Los Talayotes” 33.3%, “Quinta La Luz” 25% y “El Saltillo” 18.8%, mientras que en seis huertas no se detectó parasitismo y en dos no hubo presencia de la escama. En septiembre de 2010 “Estación Cupanda” presentó el mayor porcentaje de parasitismo con 16.7%, siguiendo “Quinta La Luz” con 10.3%, “La Violeta” con 7.1% y “Los Aguacates” con 1.8%. La huerta “Quinta La Luz” fue la única que presentó parasitismo en las tres fechas de muestreo, mismo que disminuyó de mayo a septiembre. En ramas y frutos la mayor actividad de los parasitoides se reflejó en julio al presentar mayores porcentajes de parasitismo, y decreció en septiembre.

En forma general se encontró que en ambas especies de escamas armadas se presentan mayores porcentajes de parasitismo en ramas con respecto a los frutos, lo cual fue más evidente en los meses de julio y septiembre de 2010 lo cual se relacionó positivamente con el incremento de la población del huésped y mayor temperatura y humedad relativa durante el verano derivado del establecimiento de las lluvias. McClure (1990) indica que factores climáticos, en particular temperatura y humedad, tienen un rol importante en la dinámica de poblaciones de diáspidos al afectar el nacimiento, distribución y establecimiento de caminantes, y la supervivencia, reproducción y muerte de adultos. Ponsonby y Copland (2000) reportan que temperaturas de 20 a 28°C y humedad relativa de 55 a 65%, en condiciones de laboratorio fueron favorables para obtener individuos de *Abgrallaspis cyanophylli*; condiciones que se alcanzan fácilmente en campo en Michoacán en las estaciones de verano y otoño. Matadha *et al.* (2005), indican que con el incremento en la densidad de escamas también aumenta el parasitismo, siempre y cuando la alimentación sobre el huésped permanezca constante. De acuerdo con Rochat y Gutierrez (2001) y Matadha *et al.* (2004), la temperatura afecta la interacción huésped-parasitoide y la eficiencia de los parasitoides al influir en los índices de desarrollo, fecundidad, producción de prole, longevidad y proporción de sexos, en ambos. Rochat y Gutierrez (2001)

reportan en la escama del olivo (*Parlatoria oleae* Colvée) y los parasitoides introducidos *Aphytis maculicornis* (Masi) y *Coccophagoides utilis* (Doutt) que los entomófagos fueron más activos en primavera, verano y otoño cuando las temperaturas son benignas, en comparación con invierno. Diversos autores señalan que *Hemiberlesia lataniae* suele estar regulada de manera eficiente por sus enemigos naturales, que incluye a depredadores del género *Chilocorus* y *Rhyzobius* (Coccinellidae); *Chrysopa* y *Hemerobius* (Chrysopidae); *Hemisarcoptes* (Acari); así como parasitoides de los géneros *Aphytis* y *Encarsia* (Aphelinidae); *Signiphora* (Signiphoridae); *Comperiella* (Encyrtidae), entre otros (Gerson y Zor, 1973; De Villiers y Van Den Verg, 1987; Waite, 1988; Peña, 2008). Algunos de estos que también se encontraron en el presente estudio parasitan y depredan a la escama café *A. aguacatae*, manteniendo reguladas sus poblaciones.

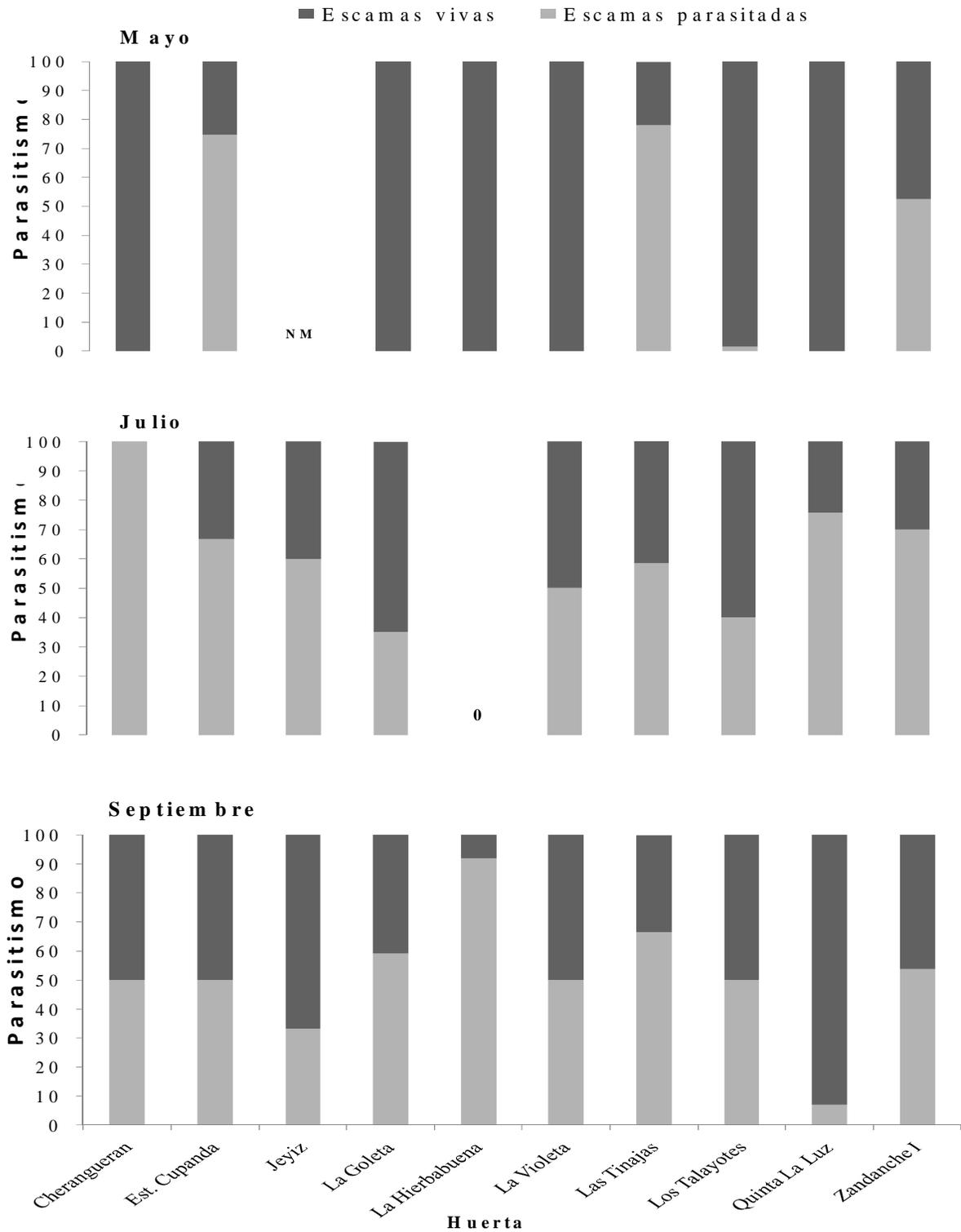


Figura 11. Parasitismo de *Hemiberlesia lataniae* sobre ramas en tres fechas de muestreo en 2010, Michoacán, México.

NM: Huerta No Muestreada; 0: No se detectaron Escamas.

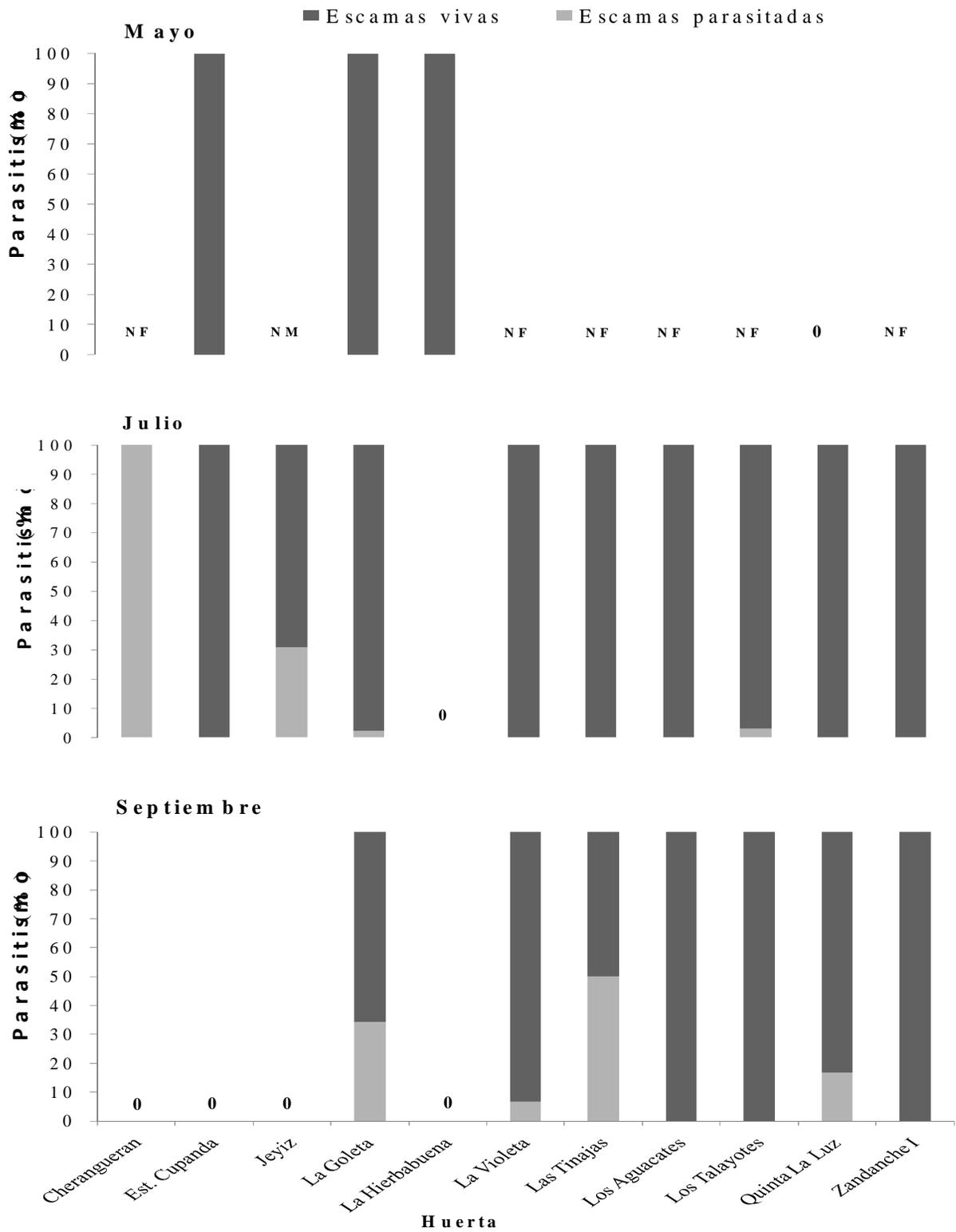


Figura 12. Parasitismo de *Hemiberlesia lataniae* sobre frutos en tres fechas de muestreo en 2010, Michoacán, México.

NM: Huerta No Muestreada; NF: No Hubo Fruto; 0: No se detectaron Escamas.

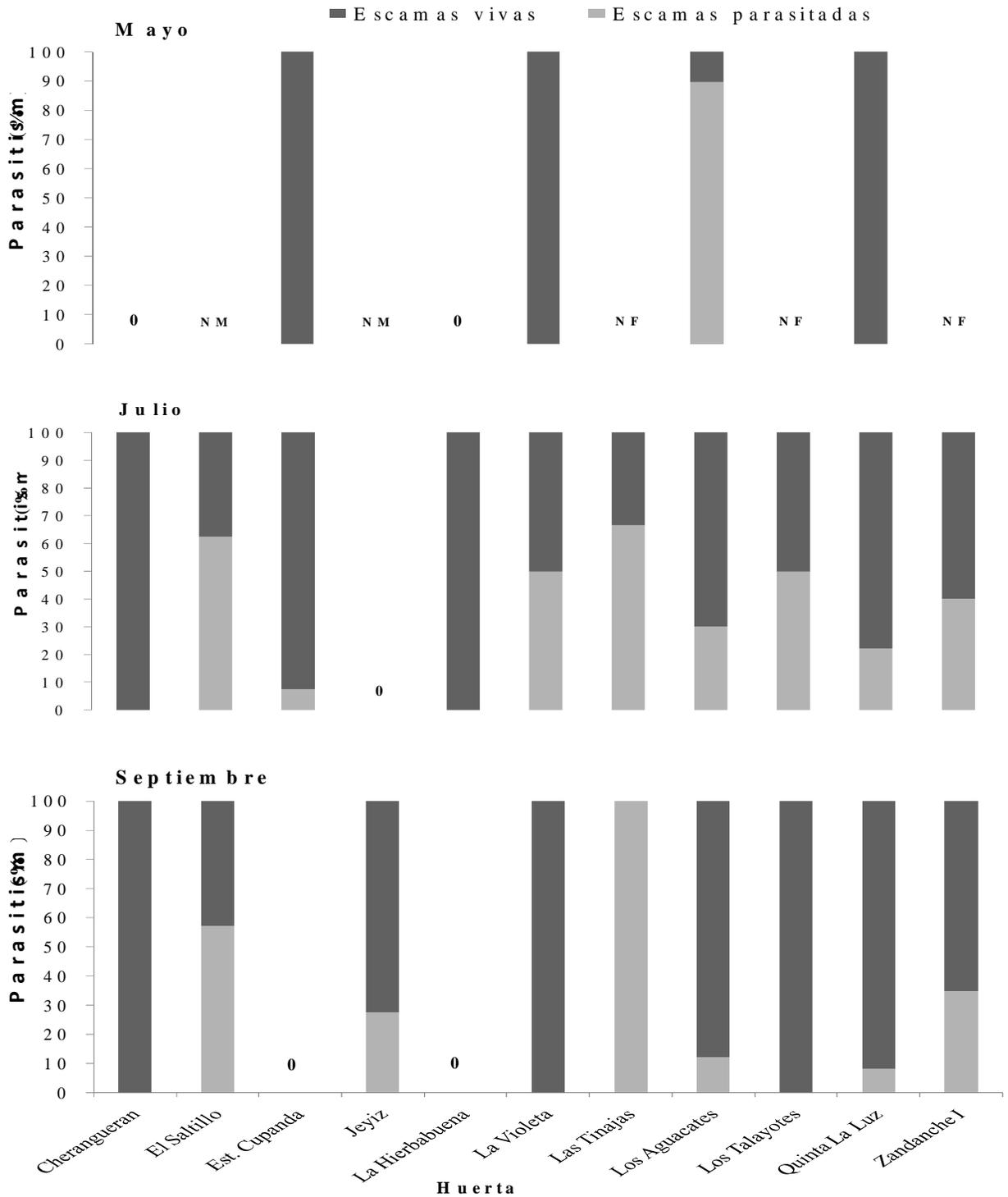


Figura 13. Parasitismo de *Abgrallaspis aguacatae* sobre ramas en tres fechas de muestreo en 2010, Michoacán, México.

NM: Huerta No Muestreada; NF: No Hubo Frutos; 0: No se detectaron Escamas.

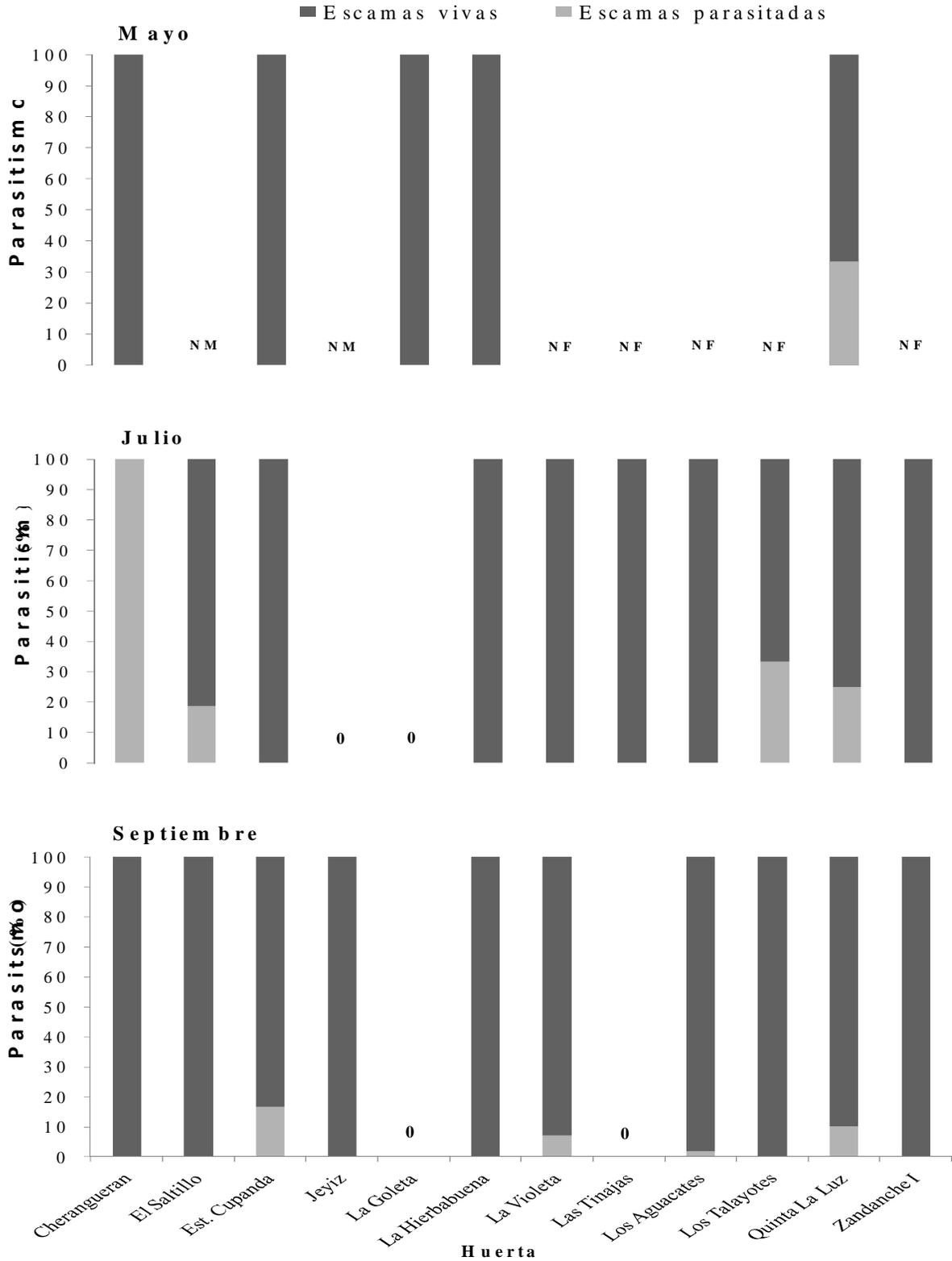


Figura 14. Parasitismo de *Abgrallaspis aguacatae* en frutos en tres fechas de muestreo en 2010, Michoacán, México.

NM: Huerta No Muestreada; NF: No Hubo Frutos; 0: No se detectaron Escamas.

6. CONCLUSIONES GENERALES

De las tres especies de escamas armadas encontradas en el presente estudio, *Hemiberlesia lataniae* especie polífaga y cosmopolita, que en condiciones adecuadas y ausencia de reguladores, se puede convertir ocasionalmente en una plaga primaria, debido a que por lo general se encuentra regulada por sus enemigos naturales. Esta escama se encontró infestando ramas, hojas y frutos, fue la especie de mayor abundancia y más frecuentemente recolectada, también la que tuvo mayor número de entomófagos asociados.

Abgrallaspis aguacatae por su parte, es una especie al parecer endémica de México. En Michoacán, se encuentra ampliamente distribuida y únicamente se ha reportado en aguacate. Esta escama fue la segunda especie en distribución y frecuencia; infesta ramas, hojas y frutos, y es atacada por cuatro especies de parasitoides y un depredador.

Hemiberlesia rapax es una especie polífaga y cosmopolita, fue la menos frecuente y de menor distribución; y solo se obtuvo una especie de parasitoide atacándola, pero es probable que las demás especies de enemigos naturales también la regulen.

En cuanto a las especies de parasitoides y depredadores, *Encarsia citrina* fue la especie más importante por su distribución y frecuencia de recolecta la mayor parte del año; además, se le detectó atacando a las tres especies de escamas aquí reportadas.

Encarsia juanae tiene presencia temporal porque se presenta de julio a septiembre, aunque atacó las dos especies más importantes de escamas presentes; *Plagiomerus* nr. *diaspidis* atacó únicamente a *Hemiberlesia lataniae*, sobre todo hembras adultas, posiblemente porque su ciclo de vida es más largo, y hubo alta presencia de machos que en ocasiones pueden actuar como hiperparasitoides de las hembras de su especie. *Signiphora* nr. *borinquensis* tuvo una amplia distribución y aunque su abundancia fue menor, atacó las dos especies de escamas más importantes en este estudio, también se presentaron individuos machos, aunque en menor proporción que el parasitoide anterior. Los machos de esta especie también pueden actuar como hiperparasitoides de hembras de su especie.

Marietta mexicana es hiperparasitoide de *E. citrina* y es probable que también parasite a *E. juanae*, debido a que en la huerta donde se obtuvo hubo alta presencia del segundo parasitoide, también se registraron pocos ejemplares del primer parasitoide posiblemente

por la presencia del parasitoide secundario. *Aphytis* sp., se presentó en reducido número, influenciado tal vez por la baja densidad de escamas disponibles por la presencia de un gran número de endoparasitoides, aunque la literatura indica que no se establece en lugares con baja densidad de escamas armadas, además de ser depredado por chinches de la familia Reduviidae, que en la huerta La Goleta eran comunes.

Chilocorus cacti es un depredador generalista que depreda escamas armadas en nopal, agave y cítricos, aunque su abundancia no fue notable, debido quizás al uso de insecticidas en la mayoría de las huertas que tienen manejo convencional, su presencia se dio en huertos con manejo orgánico, aunque La Goleta no tiene este tipo de manejo, había alta densidad de escamas armadas en ramas, hojas y frutos, lo que puede influir en la presencia del depredador que es denso-dependiente por naturaleza. Estas especies de parasitoides en su mayoría son nuevos registros en estado, cultivo y huéspedes en México. *Signiphora* nr. *borinquensis* se registra por primera vez en el país y por consiguiente es nuevo registro de huésped y cultivo.

El parasitismo para ambas especies de escamas armadas fue mayor en ramas, durante los meses de julio y septiembre, en la mayoría de las huertas. En frutos el parasitismo fue menor pero con la misma tendencia de aumentar en julio y septiembre. El aumento en el parasitismo se relacionó positivamente con el aumento de temperatura y humedad relativa, mismas que incidieron en los índices de desarrollo, fecundidad, producción de progenie, longevidad y proporción de sexos, en huésped y parasitoide.

7. LITERATURA CITADA

- Amórtegui F., I. 2001. El cultivo de aguacate. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia. 49 pp.
- ANACAFE. 2004. Cultivo de aguacate. Programa de Diversificación de Ingresos de la Empresa Cafetalera, Asociación Nacional Cafetalera. Guatemala. Folleto Técnico 23 pp.
- Barrientos-Priego, A. F.; R. Muñoz-Pérez; M. W. Borys; M. T. Martínez-Damián. 2000. Cultivares y portainjertos del aguacate. 35-54. *In*: D. Téliz O. (Ed), El Aguacate y su Manejo Integrado. Mundi Prensa Libros. México.
- Beardsley, J. W. 1976. A synopsis of the Encyrtidae of the Hawaiian Islands with keys to genera and species (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Proc. Hawaiian Entomol. Soc.* 22: 181-195.
- Beardsley, J. W.; R. H. González. 1975. The biology and ecology of armored scales. *Ann. Rev. Entomol.* 20: 47-73.
- Bellamore, T. 2007. Past, present and potential future pest and disease problems affecting California avocados and their impact on public health, safety, the environment and the economy. California Avocado Commission, White Paper. 13 p.
- Casaca, A. D. 2005. El cultivo del aguacate (*Persea americana*). Guías Tecnológicas de Frutas y Vegetales, Secretaria de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. Folleto Técnico 12 p.
- Charles, J. G.; R. C. Henderson. 2002. Catalogue of the exotic armored scale insects (Hemiptera: Coccoidea: Diaspididae) in New Zealand. *J. Royal Soc. New Zealand* 32(4): 587-615.
- CESAVEG. 2007. Campaña de manejo fitosanitario del aguacatero. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato, SAGARPA, SENASICA. Folleto Técnico 12 p.
- CESAVEG. 2008. Campaña de Manejo fitosanitario del aguacatero. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato, SAGARPA, SENASICA. Folleto Técnico 12 p.
- CESAVEM. 2010. Campaña manejo fitosanitario del aguacate: Manejo integrado de los barrenadores del hueso y de ramas. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México, SAGARPA, SENASICA. Folleto Técnico 8 p.
- Coronado B., J. M.; E. Ruiz C.; V. A. Trjapitzin. 1998. Nuevo registro de *Plagiomerus diaspidis* Crawford en Tamaulipas, México, sobre la escama *Diaspis echinocacti* (Bouche). *Acta Zool. Mex.* 75: 203-204.
- Crane, J. H.; C. F. Balerdi; I. Maguire. 2005. Cultivo del aguacate en los jardines de Florida. Department of Horticultural Science, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida. CIR Publication 1034. 24 p.

- De Villiers, E.; M. Van Den Berg. 1987. Avocado insects of South Africa. South African Avocado Grower's Association Yearbook 10: 75-79.
- DGSV. 2006. Control biológico de la escama de nieve *Unaspis citri* (Comstock). SENASICA, Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV), Subdirección de Control Biológico, Ficha Técnica CB-25, Tecomán, Colima. 4 p.
- DOF. 1995. Norma Oficial Mexicana NOM-066-FITO-1995, por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para la movilización de frutos del aguacate para exportación y mercado nacional. SAGAR. 17 p.
- Dreistadt, S. H.; J. G. Morse; P. A. Phillips; R. E. Rice. 2007. Scales. Pest Notes, IPM Education & Publications, UC Statewide IPM Program. Oakland: Univ. Calif. Agric. Nat. Res. Publ. 7408. 8 p.
- Echánove H., F. 2008. Abriendo fronteras: el auge exportador del aguacate mexicano a Estados Unidos. Anales de Geografía 28 (1): 9-28.
- Evans, G. A.; G. W. Watson; D. R. Miller. 2009. A new species of armored scale (Hemiptera: Coccoidea: Diaspididae) found on avocado fruit from Mexico and a key to the species of armored scales found on avocado worldwide. Zootaxa 1991: 57-68.
- Faber, B. A.; P. A. Phillips. 2003. Avocado armored scale. UC IPM Management Guidelines: Avocado. UC ANR Publication 3436. 5p.
- FAO. 2011. Producción mundial de aguacate. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567> (Fecha revisión: 30-abril-2011).
- Financiera Rural. 2009. Monografía del aguacate. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial, Financiera Rural. 4 p.
- Fleschner, C. A. 1953. Biological control of avocado pests. California Avocado Society 1953-54 Yearbook 38: 125-129.
- Gaona G., G.; E. Ruíz C.; S. N. Myartseva; V. A. Trjapitzin; J. M. Coronado B.; A. Mora O. 2006. Himenópteros parasitoides (Chalcidoidea) de Coccoidea (Homoptera) en Cd. Victoria, Tamaulipas, México. Acta Zool. Mex. (n.s.) 22(1): 9-16.
- Gardiazabal, F. 2008. Paltos y cítricos: generalidades del cultivo. 15-40. In: Ripa y Larral (Eds), Manejo de plagas en paltos y cítricos. Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura, Colección libros INIA, N° 23.
- Gerson, U., Y. Zor. 1973. The armored scale insects (Homoptera: Diaspididae) of avocado trees in Israel. J. Nat. His. 7: 513-533.
- González H., H.; R. Johansen N.; L. Gazca C.; A. Equihua M.; A. Salinas C.; E. Estrada V.; F. Durán A.; A. R. Valle P. 2000. Plagas del aguacate. 117-136. In: D. Téliz O. (Ed), El Aguacate y su Manejo Integrado. Mundi Prensa Libros. México.
- González H., H.; L. D. Ortega-Arenas; N. Villegas J.; M. F. López D.; P. Rojas R. 2008. Escamas armadas (Hemiptera: Diaspididae) del aguacate *Persea americana* var.

- Hass en huertos certificados para exportación del estado de Michoacán. (No publicado)
- Gordon, R. D. 1985. The Coccinellidae (Coleoptera) of America North of Mexico. J. New York Entomol. Soc. 93: 1-912.
- Gutiérrez, C. Y. 2009. Análisis del mercado para aguacate. Asociación de Productores de Aguacates de El Salvador. El Salvador. 11 p.
- Hanson, P. E.; J. C. Miller. 1984. Scale insects on ornamental plants: A biological control perspective. J. of Arboriculture 10(9): 259-264.
- Heraty, J. M.; A. Polaszek; M., E. Schauff. 2008. Systematics and biology of *Encarsia*. 71-87. In: J. Gould; K. Hoelmer; J. Goolsby (Eds). Classical Biological Control of *Bemisia tabaci* in the United States. Springer Science+ Business Media B.V.
- Hill, M. G.; N. A. Mauchline; K. A. Stannard. 2008. Predicting armored scale insect (Homoptera: Diaspididae) phenology on kiwifruit (*Actinidia* sp.). New Zealand J. Crop Hort. Sci. 36: 253-262.
- IIFT. 2011. Instructivo técnico para el cultivo del aguacate. Programa de Apoyo Local a la Modernización del Sector Agropecuario en Cuba, Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, Ministerio de Agricultura. Cuba. 35 p.
- INIFAP. 2009. Impactos ambientales y socioeconómicos del cambio de uso del suelo forestal a huertos de aguacate en Michoacán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Pacifico Centro, Campo Experimental Uruapan. Publicación Especial Número 2, Texcoco, México. 76 p.
- Japoshvili, G. O.; G. J. Stathas; S. G. Kampouris. 2010. Natural enemies of *Diaspis echinocacti* in Greece and first records of *Aphytis debachi* and *Plagiomerus diaspidis*. Phytoparasitica 38: 121-123.
- Kostarab, M. 1963. The armored scale insect on Ohio, (Homoptera: Coccoidea: Diaspididae). Bull. Ohio Biol. Surv. Ohio State, 2, 120 p.
- Kondo, T.; J. A. Muñoz V. 2009. Biodiversidad de los insectos escama en el aguacate/palta en el mundo y su importancia cuarentenaria. 2-23. In: Memoria del Tercer Congreso Latinoamericano del Aguacate. Colombia.
- Lazcano-Ferrat, 1997. El aguacate fruto de promisoría demanda. 5 pp. Disponible en: [http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/A291E010BF16D57B06256B8400653C08/\\$file/El+aguacate+fruto+de+promisoría+demanda.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/A291E010BF16D57B06256B8400653C08/$file/El+aguacate+fruto+de+promisoría+demanda.pdf) (Fecha revisión: 10-enero-2011)
- MacLeod, A. 2006. Pest Risk Analysis for *Hemiberlesia rapax*. Central Science Laboratory, Sand Hutton, York, United Kingdom. 8 p.
- Maes, J. M. 2002. Insectos Asociados al Esparrago en Nicaragua. Disponible en: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/MaesInsectosEsparrago.pdf> (Fecha revisión: 11-enero-2011).

- Maltby, H. L.; E. Jiménez-Jiménez; P. DeBach. 1968. Biological control of armored scale insects in Mexico. *J. Econ. Entomol.* 61(4): 1086-1088.
- Matadha, D.; G. C. Hamilton; J. H. Lashomb. 2004. Effect of temperature on development, fecundity, and life table parameters of *Encarsia citrina* Craw (Hymenoptera: Aphelinidae), a parasitoid of Euonymus scale, *Unaspis eunymi* (Comstock), and *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock) (Homoptera: Diaspididae). *Environ. Entomol.* 33(5): 1185-1191.
- Matadha, D.; G. C. Hamilton; J. H. Lashomb; J. Zhang. 2005. Ovipositional preferences and functional response of parasitoids of euonymus scale, *Unaspis eunymi* (Comstock) and San Jose Scale, *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock) (Homoptera: Diaspididae). *Biol. Control* 32: 337-347.
- McClure, M. S. 1990. Influence of environmental factors. 319-330. *In*: Rosen D. (ed), Armored scale insects their biology, natural enemies and control. Volume A. Elsevier Science Publisher B.V., Sara Burgerhartstraat 25, P.O. Box 211, 1000 AE, Amsterdam, The Netherlands.
- Mendel, Z.; D. Blumberg; I. Ishaaya. 1994. Effects of some insect growth regulators on natural enemies of scale insects (Hom.: Coccoidea). *Entomophaga* 39(2): 199-209.
- Mijares O., P.; L. López L. 2001. Variedades de aguacate y su producción en México. Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX S. C. 11 pp. Disponible en: http://www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX/CICTAMEX_19982001/CICTAMX_1998-2001_PG_089-099.pdf (Fecha revisión: 10-enero-2011).
- Myartseva, S. N. 2001. A new species of parasitoid wasp of the genus *Encarsia* (Hymenoptera: Aphelinidae) from Tamaulipas, México. *Acta Zool. Mex.* (n.s.) 82: 13-18.
- Myartseva, S. N.; G. A. Evans. 2008. Genus *Encarsia* Förster of Mexico (Hymenoptera: Chalcidoidea: Aphelinidae) A revision, key and description of new species. Primera edición. Departamento de Fomento Editorial, UAT. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. 320 p.
- Myartseva S., N.; A. González-Hernández. 2008. Descripción de dos especies nuevas de *Encarsia* förster (Hymenoptera: Aphelinidae) y nuevos registros de especies de este género para Chiapas y Jalisco, México. *Acta Zool. Mex.* 24 (2): 101-114.
- Myartseva, S. N.; E. Ruíz-Cancino. 2001. Mexican species of parasitoids wasp of the genus *Marietta* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Fl. Entomol.* 84(2): 293-297.
- Myartseva S., N.; E. Ruíz C.; J. M. Coronado B. 2001. Some parasitic wasp (Hymenoptera: Aphelinidae) of african origin in Mexico. *Proc. 13th Entomological Congress, Entomol. Soc. South. Africa.* 99 p.
- Myartseva, S. N.; E. Ruíz-Cancino; J. M. Coronado-Blanco. 2008. *Encarsia aurantii* species-group (Hymenoptera: Aphelinidae), parasitoids of armored scales (Hemiptera: Diaspididae) in Mexico, with key and description of a new species. *Zoosystem. Ross.* 17: 67-71.

- Myartseva, S. N.; E. Ruíz-Cancino; J. M. Coronado-Blanco. 2009. Identificación de los géneros de Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) de México. *Entomol. Mex.* 8: 935-939.
- Myartseva, S. N.; E. Ruíz-Cancino; J. M. Coronado-Blanco. 2010. El género *Aphytis* Howard (Hymenoptera: Chalcidoidea: Aphelinidae) en México, clave de especies y descripción de una especie nueva. *Dugesiana* 17(1): 81-94.
- Noyes, J. S. 1980. A review of the genera of Neotropical Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Bull. British Museum (Natural History) Entomol.* 41(3): 107-253.
- Noyes, J. S. 1982. Collecting and preserving chalcid wasps (Hymenoptera: Chalcidoidea). *J. Nat. Hist.* 16: 315-334.
- Omkar; A. Pervez. 2003. Ecology and biocontrol potential of a scale-predator, *Chilocorus nigritus*. *Biocontrol Sci. Technol.* 13 (4): 379-390.
- Peña, J. 2008. Plagas del palto en Florida. 310-313. *In*: R. Ripa; P. Larral (Eds), Manejo de plagas en Paltos y Cítricos. Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura, Colección libros INIA, N° 23.
- Ponsonby, D. J.; M. J. W. Copland. 2000. Environmental effects on the development and survival of the scale insect *Abgrallaspis cyanophylli* (Signoret) (Homoptera: Diaspididae) with reference to its suitability for use as a host for rearing biological control agents. *Biocontrol Sci. Technol.* 10: 583-594.
- Quezada, J. R.; P. DeBach; D. Rosen. 1973. Biological and Taxonomic Studies of *Signiphora borinquensis*, New Species, (Hymenoptera: Signiphoridae), a Primary Parasite of Diaspine Scales. *HILGARDIA* 41(18): 543-603.
- Ripa S., R; P. Larral D. 2008. Manejo de plagas en Paltos y Cítricos. Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura, Colección libros INIA, N° 23.
- Ripa S., R.; R. Vargas M.; P. Larral D.; S. Rodríguez S. 2007. Manejo de las principales plagas del palto. *INIA Tierra adentro.* 73: 29-33. Disponible en: <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR34134.pdf> (Fecha revisión: 11-enero-2011)
- Rochat, J.; A. P. Gutierrez. 2001. Weather-mediated regulated of olive scale by two parasitoids. *J. Anim. Ecol.* 70: 476-490.
- Rosen, D. 1973. Methodology for biological control of armored scale insects. *Phytoparasitica* 1(1): 47-54.
- Rugman-Jones, P. F.; J. G. Morse; R. Stouthamer. 2009. Rapid molecular identification of armored scale insects (Hemiptera:Diaspididae) on mexican "Hass" avocado. *J. Econ. Entomol.* 102(5): 1948-1953.
- Salas-Araiza, M. D.; R. W. Jones; G. Montesinos-Silva; E. Salazar-Solís; L. A. Parra-Negrete; O. Martínez-Jaime; R. Ramírez-Malagón; S. Flores-Mejía. 2008. Population dynamics of the Agave Scale, *Acutaspis agavis* (Hemiptera: Diaspididae), on *Agave tequilana* var. *azul* (Agavaceae) in Central Mexico. *Southwest. Entomol.* 33(4): 289-298.

- SIAP. 2011. Producción agrícola nacional y estatal de aguacate. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350 (Fecha revisión: 30-abril-2011).
- Téliz O., D.; G. Mora A.; L. Morales G. 2000. Importancia histórica y socioeconómica del aguacate. 3-16. *In:* D. Téliz O. (Ed), El Aguacate y su Manejo Integrado. Mundi Prensa Libros. México.
- Vanegas-Rico, J. M.; J. R. Lomeli-Flores; E. Rodríguez-Leyva; G. Mora-Aguilera. 2010. Enemigos naturales de *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) en *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller en el centro de México. *Acta Zool. Mex.* (n. s.) 26(2):415-433.
- Vargas, R.; S. Rodríguez. 2008a. Escama latania. 163-171. *In:* R. Ripa; P. Larral (Eds), Manejo de plagas en Paltos y Cítricos. Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura, Colección libros INIA, N° 23.
- Vargas, R.; S. Rodríguez. 2008b. Control biológico de escamas. INIA Tierra Adentro 81: 42-44.
- Waite G., K. 1988. Biological control of latania scale on avocados in south-east Queensland. *Queensland J. Agric. Anim. Sci.* 45 (2): 165-167.
- Woolley, J. B. 1997. Signiphoridae. 693-699. *In:* Gibson, G. A. P.; J. T. Huber; J. B. Woolley (Eds). Annotated Keys to the Genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada.
- Yinon, U. 1969. Food consumption of the armored scale lady-beetle *Chilocorus bipustulatus* (Coccinelliade). *Ent. Exp. & Appl.*, 12: 139-146.