

Enemigos naturales de escamas armadas (Hemiptera: Diaspididae) en aguacate Hass en Michoacán, México

Natural enemies of armored scale (Hemiptera: Diaspididae) on avocado Hass in Michoacan, Mexico

CARLOS LÁZARO-CASTELLANOS¹, HÉCTOR GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ², J. REFUGIO LOMELI-FLORES², SVETLANA N. MYARTSEVA³, LAURA D. ORTEGA-ARENAS² y SALVADOR OCHOA-ASCENCIO⁴

Resumen: Se identificaron enemigos naturales asociados a escamas armadas en aguacate Hass, y el porcentaje de parasitoidismo 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) para determinar niveles de parasitoidismo. 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 aguacatae* y *Hemiberlesia rapax*, las cuales infestan hojas, ramas y frutos, que se presentaron en diez, seis y dos huertas, respectivamente. Los entomófagos identificados fueron: *Encarsia citrina*, presente en diez huertas y la más abundante con 108 especímenes, *Encarsia juanae* en cuatro huertas, y con 69 especímenes colectados, *Plagiomerus* nr. *diaspidis* con cuatro huertas, y 65 especímenes, *Signiphora* nr. *borinquensis* con seis huertas y 23 especímenes, *Marietta mexicana* en una huerta con cinco especímenes, *Aphytis* sp. presente en una huerta con dos especímenes y *Chilocorus cacti* en dos huertas con cinco especímenes. El porcentaje de parasitoidismo fue mayor en ramas que en frutos y 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 de escamas armadas, tiene mayor distribución, abundancia, y está presente la mayor parte del año.

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

Abstract: Natural enemies associated to armored scales on avocado Hass, and the percentage of parasitoidism on branches and fruits were 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 parasitoidism on armored scales were assessed bimonthly (from May to September 2010). The totals of scales species alive and parasitized scales per 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 ten, 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* in 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 parasitoidism in armored scales infecting branches was bigger than in infested fruits; the number of parasitized scales increased between July and September 2010, possibly influenced by higher recorded temperatures and the relative humidity of the orchards. *Encarsia citrina*, which 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.

Introducción

En México la producción y exportación de hortalizas y frutas frescas representan cerca del 50% de los ingresos del sector agrícola. De las frutas, el aguacate (*Persea americana* Miller, 1769), variedad Hass es la de mayor producción y la única que se exporta (Echánove 2008). Michoacán tiene el 29% de la superficie plantada de aguacate en el país, el 36,5% de la producción mundial y representa el 22% de la exportación mundial. Este cultivo genera 47 mil empleos directos, 70 mil estacionales, 187 mil indirectos permanentes, 10,5 millones de jornales anuales y una derrama económica de 800 millones de dólares (INIFAP 2009).

Los árboles de aguacate son atacados por un complejo de plagas como barrenadores de hueso y rama (Coleoptera: Curculionidae), trips (Thysanoptera: Thripidae), así como por ácaros (Acarinae: Tetranychidae) y varias especies de escamas armadas (Hemiptera: Diaspididae). En el mundo se reportan 53 especies de escamas armadas que atacan al aguacate (Evans *et al.* 2009), algunas de las cuales adquieren importancia económica cuando se presentan en altas infestaciones. Las escamas armadas son abundantes en ramas, hojas y frutos. Estos insectos aparecen como infestaciones progresivas y en fuertes infestaciones secan las ramas y provocan su muerte. En frutos, el principal daño es estético al restar calidad para su venta en el mercado (Waite 1988) y aumenta los

¹ M.Sc., Colegio de Postgraduados, km 36.5 carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, C.P. 56230, México. lazarocarlos@colpos.mx. ² Ph. D., Postgrado en Fitosanidad-Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados, km 36.5 carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, C.P. 56230, México. hgzhdz@colpos.mx, autor para correspondencia; jrlomelif@colpos.mx; ladeorar@colpos.mx. ³ Ph. D., División de Estudios de Postgrado e Investigación, UAM Agronomía y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, Tamaulipas, C.P. 87149, México. smyartse@uat.edu.mx. ⁴ Ph. D., Facultad de Agrobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Paseo Lázaro Cárdenas esquina Berlín s/n, Colonia Viveros, Uruapan, Michoacán, México. salvador.ochoa@prodigy.net.mx.

costos de producción debido a que se requiere su remoción manual o mecánica en línea de empaque (Ripa *et al.* 2007).

En Michoacán, González *et al.*, en 2008 (datos sin publicar) detectaron nueve especies de escamas armadas donde *Hemiberlesia lataniae* (Signoret, 1869) y *Abgrallaspis aguacatae* (Evans, Watson y Miller, 2009) fueron las de mayor distribución y abundancia. Ante la creciente demanda de alimentos inocuos y la necesidad de manejo de plagas con métodos amigables con el ambiente, el control biológico representa una alternativa ecológicamente viable. En México no existe suficiente información sobre enemigos naturales de escamas armadas en el cultivo de aguacate, por lo que los objetivos del presente trabajo fueron reconocer los enemigos naturales asociados a los diaspididos y sus niveles de parasitoidismo en ramas y frutos en huertos comerciales de aguacate Hass en el estado de Michoacán.

Materiales y Métodos

Para el estudio, se seleccionaron huertas comerciales que tienen certificación para exportación de aguacate Hass y con presencia de escamas armadas. Las huertas se ubicaron en nueve municipios del estado de Michoacán entre 1.385 y los 2.098 msnm (Tabla 1). 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 para la obtención de parasitoides y depredadores. Mientras que en las huertas La Troje Colorada y Las Pilas en el municipio de Ario de Rosales, Zandanche I y Jeyiz en Tingambato, La Violeta y El Saltillo en Ziracuaretiro, Los Aguacates y Los Talayotes en Los Reyes, y Las Tinajas en Periban, se realizaron muestreos bimestrales en el periodo de mayo a septiembre de 2010 para determinar el porcentaje de parasitoidismo así como otros entomófagos. De las 14 huertas sólo cuatro (Estación Cupanda, La Violeta, El Saltillo y los Talayotes) tuvieron un sistema de manejo agronómico orgánico, mientras que el resto un manejo convencional.

En cada huerta se seleccionaron al azar 10 árboles con 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 en bolsas de papel de estraza con su respectiva identificación, para su posterior traslado y procesamiento en el laboratorio de Plagas de Frutales 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 para colectar ejemplares que se encontraran depredando escamas armadas. Los especímenes colectados se conservaron en frascos con etanol al 80% para su posterior identificación.

Para la obtención de parasitoides se tomaron las ramas y hojas que no fueron seleccionadas para conteo de escamas. Se identificaron y separaron las especies de escamas armadas presentes en el sustrato con microscopio estereoscópico. Una parte del material se colocó en cajas Petri con papel absorbente para evitar exceso de humedad, procurando dejar sólo una especie de escama armada por caja. La otra parte del material se revisó cuidadosamente, las escamas con signos de parasitoidismo se colocaron individualmente en cápsulas de gelatina tamaño "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 $25 \pm 2^\circ\text{C}$, HR de $60 \pm 10\%$ y fotoperiodo de 14:10 horas luz-oscuridad para permitir el desarrollo de los parasitoides, mismos que se colectaron y preservaron en alcohol al 80%.

Para obtener el porcentaje de parasitoidismo, se tomaron en cuenta los muestreos bimestrales realizados en las 14 huertas. En laboratorio se tomaron de cada bolsa cuatro ramas, en cada rama se tomó una sub muestra de 5 cm, el material se revisó con microscopio estereoscópico para identificar las especies de escamas armadas. De cada especie se contabilizó el total de escamas vivas, muertas y aquellas con signos de parasitoidismo u orificio de emergencia en la cubierta. El porcentaje de parasitoidismo se estimó, de acuerdo a lo propuesto por Matadha *et al.* (2005), con base en el total de escamas vivas susceptibles a éste (ninfas de 2°, 3er estadio, hembras adultas y pupas macho) y del número de escamas parasitadas que sumados representaron el 100%. Para frutos se tomaron al azar cuatro de cada bolsa, en cada fruto se tomaron tres sub muestras del pericarpio con sacabocados de 2,54 cm de diámetro para hacer el conteo de escamas anteriormente descrito. Las huertas "El Saltillo" y "Jeyiz" se incorporaron hasta el segundo muestreo bimestral, por lo que sólo se presentan datos de las dos fechas subsecuentes.

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 laminilla con bálsamo de Canadá siguiendo la técnica de Noyes (1982) con algunas variaciones sugeridas por Myartseva la cual consiste en colocar en una gota de aceite de clavo para separar cabeza y tórax, sin desprender antenas y alas, posteriormente se agrega suficiente bálsamo de Canadá para cubrir el cuerpo del insecto. 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), claves de especies mexicanas del género *Marietta* (Motschulsky, 1863) (Myartseva y Ruíz-Cancino 2001). Las especies de Encyrti-

Tabla 1. Localización geográfica y altitud de huertos de aguacate Hass muestreados en el Estado de Michoacán, México.

Nombre de la huerta	Coordenadas	Altitud (msnm)
La Goleta	19°20'17"N, 101°46'18"W	1.781
Quinta La Luz	19°13'17"N, 101°28'00"W	1.558
Estación Cupanda	19°14'53"N, 101°27'59"W	1.811
Cherangueran	19°28'27"N, 102°05'00"W	1.913
La Hierbabuena	19°23'29"N, 102°07'05"W	1.861
La Troje Colorada	19°12'38"N, 101°41'16"W	2.003
Las Pilas	19°13'14"N, 101°40'29"W	2.098
Zandanche I	19°29'04"N, 101°53'29"W	1.848
Jeyiz	19°29'03"N, 101°53'46"W	1.829
La Violeta	19°25'17"N, 101°54'24"W	1.385
El Saltillo	19°25'18"N, 101°54'24"W	1.427
Los Aguacates	19°38'44"N, 102°24'42"W	1.652
Los Talayotes	19°40'42"N, 102°25'48"W	1.698
Las Tinajas	19°31'02"N, 102°26'03"W	1.599

dae fueron determinadas por la Dra. Myartseva, las especies de Signiphoridae fueron identificados siguiendo las claves para género de Woolley (1997) y para especie, las de Quezada *et al.* (1973). Los depredadores fueron identificados con las claves de Gordon (1985). Se hicieron depósitos de los entomófagos 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.

Resultados y Discusión

Se identificaron tres especies de escamas armadas asociadas al aguacate Hass. Los entomófagos identificados fueron los parasitoides *Encarsia citrina* (Craw, 1891), *Encarsia juanae* (Myartseva y Evans, 2008), *Aphytis* sp., *Marietta mexicana* (Howard, 1895) (Hymenoptera: Aphelinidae); *Plagiomerus* nr. *diaspidis* (Crawford, 1910) (Hymenoptera: Encyrtidae), y *Signiphora* nr. *borinquensis* (Quezada, De Bach y Rosen, 1973) (Hymenoptera: Signiphoridae), además del depredador

Chilocorus cacti (Linnaeus, 1767) (Coleoptera: Coccinellidae).

Escamas armadas. La escama armada *Hemiberlesia lataniae* fue la de mayor distribución, debido a que estuvo presente en 10 de los huertos muestreados de nueve municipios (Tabla 2). En los árboles de aguacate Hass esta escama se encontró infestando hojas en ambos lados, ramas y frutos, como lo indica Waite (1988). Es una especie cosmopolita que ataca una amplia diversidad de cultivos (Ben Dov y Miller 2011). Esta escama se encuentra comúnmente en las diferentes áreas productoras de aguacate de Estados Unidos de América (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 países. En altas infestaciones provoca debilidad y ocasionalmente la muerte del árbol (Waite 1988).

Abgrallaspis aguacatae se encontró en nueve huertos ubicados en seis municipios (Tabla 2), es una especie de re-

Tabla 2. Entomófagos asociados a escamas armadas en aguacate Hass del estado de Michoacán, México. 2009-2010.

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

ciente descripción asociada a aguacate Hass en Michoacán (Evans *et al.* 2009). Aunque *A. aguacate* es de amplia distribución en el estado de Michoacán, no se detectó en la huerta La Goleta. La escama armada *Hemiberlesia rapax* (Comstock, 1881) únicamente se encontró en dos huertos del municipio de Ario de Rosales (Tabla 2). Esta escama es polífaga y de distribución cosmopolita asociada a frutos de hueso (incluyendo aguacate) y kiwi (Charles y Henderson 2002). En Nueva Zelanda es una especie de importancia cuarentenaria para el cultivo de kiwi (MacLeod 2006).

Parasitoides y depredadores. *Encarsia citrina* fue el parasitoide de mayor distribución (Tabla 2) y la especie más frecuente (Tabla 3), todos los especímenes fueron hembras y tuvieron como huésped a las tres especies de escamas armadas. En la escama *H. lataniae* se obtuvieron ejemplares de *E. citrina*, que emergieron de pupas de macho (PM), hembras adultas (HA), ninfas de tercer estadio (N3) y ninfas de segundo estadio (N2). En *A. aguacatae* se obtuvieron ejemplares de *E. citrina* de PM, HA, N3 y de N2; mientras que en *H. rapax* emergieron de PM y de N3. *E. citrina* es un endoparasitoide 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 mayormente colectado de julio a septiembre de 2010 con emergencia del 74,06%, y su presencia fue permanente durante el estudio, a excepción de dos meses en 2010 (Tabla 3). En México se reporta en nueve Estados parasitando, además de escama latania, a las escamas armadas *Abgrallaspis cyanophylli* (Signoret, 1869), *Aonidiella aurantii* (Maskell, 1879), *Unaspis citri* (Comstock, 1883) y *Parlatoria pseudaspidotus* (Lindinger, 1905), en árboles de cítricos, mango, hibisco, anona, pinos y plantas ornamentales (Myartseva y Evans 2008; Myartseva y González-Hernández 2008).

Encarsia juanae fue la tercera especie en distribución (Tabla 2) y la segunda en frecuencia (Tabla 3), todos los especímenes fueron hembras y parasitó a dos especies de escamas armadas. En escama latania los individuos de *E. juanae* emergieron de HA, N3 y de PM; en *A. aguacatae* emergieron de HA, N3, y de PM. En todos los casos, *E. juanae* se encontró como endoparasitoide solitario primario. Esta especie se detectó de julio a septiembre de 2009 y 2010 (Tabla 3), y fue en el primer año donde se obtuvo la mayor emergencia de ejemplares con el 73,91%. *Encarsia 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 armadas *A. aurantii* y *Hemiberlesia* sp. (Myartseva y Evans 2008; Myartseva *et al.* 2008).

Plagiomerus nr. *diaspidis* fue la cuarta especie en distribución (Tabla 2). En *H. lataniae* se obtuvieron individuos de HA y N3. Los integrantes de este género son parasitoides primarios pero pueden presentar hiperparasitoidismo en la misma especie; sin embargo, *P.* nr. *diaspidis* es endoparasitoide solitario (Beardsley 1976) y ataca únicamente escamas armadas (Noyes 1980). Esta especie se colectó en ocho de los 14 meses en que se realizó el estudio; en agosto de 2010 emergió el 72,30% de los individuos (Tabla 3), observación que concuerda con Japoshvili *et al.* (2010) quienes registraron en un sólo mes en el sureste de Grecia, 86% de parasitoidismo sobre *Diaspis echinocacti* (Bouché, 1833). En México Coronado *et al.* (1998) hacen referencia a este parasitoide atacando a *D. echinocacti* sobre plantas de nopal en Tamaulipas.

Signiphora nr. *borinquensis* fue la segunda especie en distribución (Tabla 2). Se obtuvieron hembras y machos, de dos especies de escamas armadas. En *H. lataniae* se obtuvieron individuos de este parasitoide, de HA, PM, N3 y N2. En *A. aguacatae* se obtuvieron individuos que emergieron de HA y 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

Tabla 3. Emergencia de parasitoides asociados a escamas armadas de aguacate Hass en Michoacán, México. 2009-2010.

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 (% individuos)	108 (69,5)	69 (42,1)	65 (39,6)	23 (14,0)	5 (3,0)	2 (1,2)	272 (100)

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, pero puede presentar 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 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 el mayor porcentaje se registró en agosto de 2010 con 43,47% (Tabla 3). Se reporta a esta especie como parasitoide de *Aspidiotus destructor* (Signoret, 1869) en cultivos de banana en Puerto Rico (Quezada *et al.* 1973) y espárrago en Nicaragua (Maes 2002), en México no había sido registrada.

Marietta mexicana y *Aphytis* sp. fueron los parasitoides menos frecuentes. Del primero se obtuvieron sólo cinco ejemplares, tres machos y dos hembras en HA de *H. lataniae* del huerto “Quinta La Luz”. De *Aphytis* sp., se obtuvieron dos hembras que emergieron de *A. aguacatae* (HA y N3) del huerto “Estación Cupanda”. *Marietta mexicana* se reporta como hiperparasitoide de otras especies de afelinidos como *E. citrina*. Por su presencia en el huerto antes mencionado donde se registró alta presencia de *E. juanae* es probable que actúe como parasitoide secundario de esta especie. En el caso de *Aphytis* sp., no se pudo determinar la especie debido a que los ejemplares se secaron en las cápsulas de gelatina. *Aphytis* sp., es ectoparasitoide primario, ataca a escamas armadas y es de distribución cosmopolita (Myartseva *et al.* 2010). En Israel se reporta a *Aphytis diaspidis* (Howard, 1881) atacando a *Abgrallaspis cyanophylli*, así como a algunos diaspíidos 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).

Del depredador *Chilocorus cacti* se colectaron cinco ejemplares, tres hembras y dos machos, que se encontraron depredando a *H. lataniae* y *A. aguacatae* en dos huertos (Tabla 2), 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, en julio de 2009, junio y septiembre del 2010. *C. cacti* es un depredador de insectos escama, se encuentra distribuido en Norte, Centro y Sudamérica e Islas del Caribe (Gordon 1985). En Colima, México, se reporta como depredador de la escama armada 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 cochinita silvestre del nopal (Vanegas-Rico *et al.* 2010).

Porcentajes de parasitoidismo. Los porcentajes de parasitoidismo en ambas escamas armadas en ramas y frutos fueron variables. Las huertas “Troje Colorada” y “Las Pilas” no fueron consideradas como parte del análisis debido a que no se encontraron ejemplares de las especies de mayor distribución (*H. lataniae* y *A. aguacatae*).

Parasitoidismo en *Hemiberlesia lataniae*. El parasitoidismo sobre *H. lataniae* se presentó en mayo de 2010 en las huertas “Las Tinajas”, “Estación Cupanda”, “Zandanche I” y “Los

Talayotes” con 78,0, 74,5, 52,5 y 1,4%, respectivamente. En las huertas “El Saltillo” y “Los Aguacates” no se encontró *H. lataniae* en ramas, por ello se omitieron en el análisis (Fig. 1); el resto de las huertas no presentó parasitoidismo. En julio de 2010 se encontró en la mayoría de las huertas a excepción de “La Hierbabuena” en donde no se detectó a *H. lataniae* en esa fecha; los porcentajes fluctuaron entre 35,1% en “La Goleta” hasta el 100% en “Cherangueran”. En septiembre de 2010, se registró en 10 huertas, donde “Quinta la Luz” fue la de menor porcentaje con el 7,1, mientras que “La Hierbabuena” fue la más alta con el 91,8%, el resto osciló entre 33,3 y 66,5%. Las huertas “Las Tinajas”, “Estación Cupanda” y “Zandanche I” presentaron altos porcentajes en las tres fechas de muestreo, lo que indica actividad de los parasitoides para mantener bajas las poblaciones de la escama latania en ramas. La mayor actividad de los entomófagos se observó en julio y septiembre, con niveles cercanos o superiores a 50% en siete de las huertas.

En lo que se refiere al parasitoidismo en fruto de aguacate Hass, en mayo de 2010 se obtuvieron frutos únicamente en tres huertas; sin embargo, en ningún caso se detectó (Fig. 2). Por el contrario, en julio de 2010 en los huertos “Cherangueran”, “Jeyiz”, “Los Talayotes” y “La Goleta”, se detectaron porcentajes de 100, 30,8, 3,1 y 2,3%, respectivamente, el resto de las huertas no presentaron. En septiembre de 2010 en

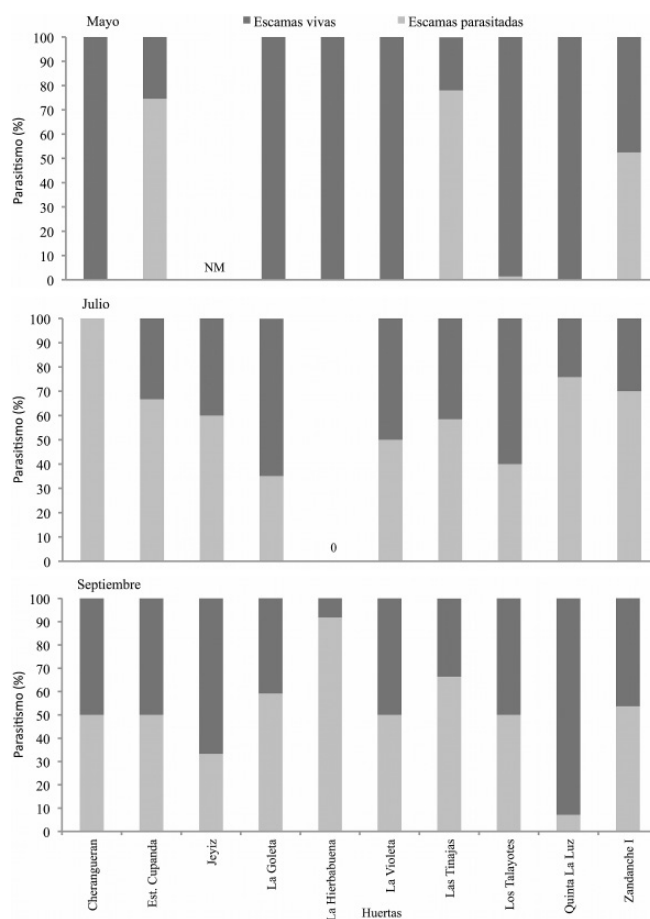


Figura 1. Parasitoidismo sobre la escama armada *Hemiberlesia lataniae* asociada a ramas de aguacate en tres fechas de muestreo en 2010, Michoacán, México. Tamaño de muestra: 40 ramas por huerta. NM: Huerta No Muestreada; 0: No se detectaron escamas armadas.

cuatro huertas no se detectó *H. lataniae* en frutos y en otros tres huertos no se detectó. En cambio, en los huertos “Las Tinajas”, “La Goleta”, “Quinta La Luz” y “La violeta”, los porcentajes fueron de 50,0, 34,2, 16,7 y 7,0%, respectivamente. En comparación con ramas el porcentaje de parasitoidismo en frutos fue menor.

Parasitoidismo en *Abgrallaspis aguacatae*. La especie *A. aguacatae* no se presentó en ramas de aguacate Hass en la huerta “La Goleta”. En mayo de 2010 sólo se detectó parasitoidismo en el huerto “Los Aguacates” en un 89,6% (Fig. 3). En julio de 2010, se registró en ocho huertas, el más bajo en “Estación Cupanda” con 7,4%, mientras que los más altos en “Las Tinajas” y “El Saltillo” con 66,7 y 62,5%, respectivamente, en el resto de las huertas osciló entre el 22 y 50%, en contraste en ese mes, en los huertos “Cherangueran” y “La Hierbabuena” no se detectó. En septiembre de 2010 los huertos “Las Tinajas” y “El Saltillo” presentaron parasitoidismo de 100 y 57,3%, respectivamente, mientras que en la huerta “Quinta La Luz” se registró el menor valor (8,3%). En tres huertas no se detectó y en dos más no hubo presencia de esta escama. “Los Aguacates” fue la huerta que presentó parasitoidismo en las tres fechas de muestreo, aunque éste disminuyó de mayo a septiembre. En general, el mayor nivel de parasitoidismo en la mayoría de las huertas se encontró en

julio, mientras que el menor en septiembre, a excepción de “Las Tinajas” donde éste aumentó de 66,7 en julio a 100% en septiembre, y “El Saltillo” donde se mantuvo cercano al 60%.

En frutos de aguacate Hass, el parasitoidismo sobre *A. aguacatae* fue similar a lo encontrado en ramas. En mayo de 2010 no hubo frutos en cinco huertas y en cuatro huertos no se detectó; por el contrario, en “Quinta La Luz” se detectó en un 33,3% (Fig. 4). En julio de 2010 el parasitoidismo en “Cherangueran” fue de 100%, “Los Talayotes 33,3%”, “Quinta La Luz” 25% y “El Saltillo” 18,8%, mientras que seis huertas no presentaron y en dos no se detectó presencia de la escama. En septiembre de 2010 “Estación Cupanda” presentó porcentaje de parasitoidismo del 16,7%, “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 parasitoidismo en las tres fechas de muestreo, mismo que fue disminuyendo de mayo a septiembre. En ramas y frutos del aguacate Hass, la mayor actividad de los parasitoides se reflejó en julio con una disminución en septiembre.

En ambas especies de escamas armadas se presentan mayores porcentajes de parasitoidismo en ramas con respecto a los frutos y en ambos sustratos en julio y septiembre de 2010 aumentó el número de escamas parasitadas, lo cual puede estar influenciado por el incremento en la población del huésped, así como por las temperaturas y humedad relativa

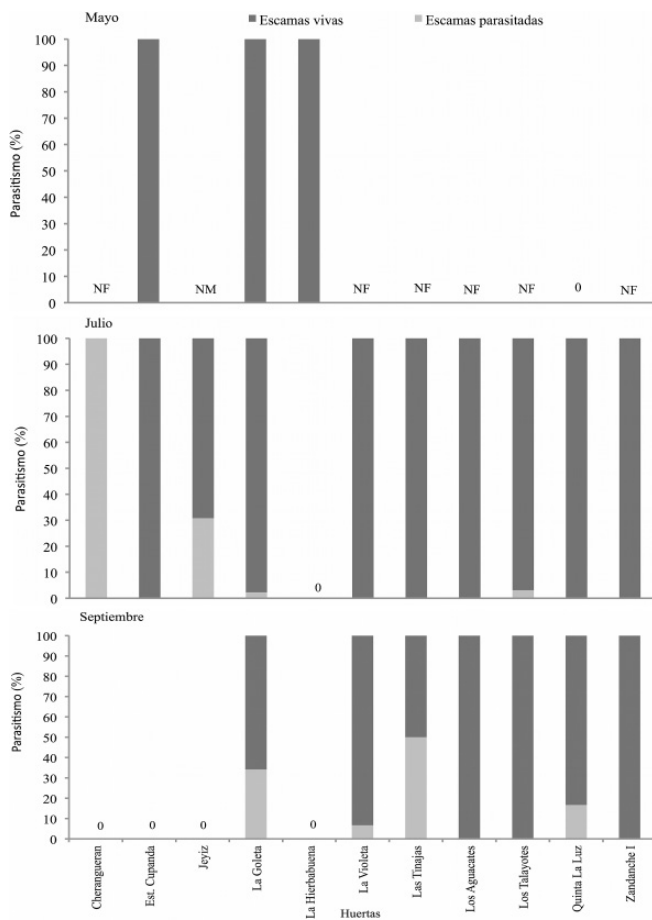


Figura 2. Parasitoidismo sobre la escama armada *Hemiberlesia lataniae* asociada a frutos de aguacate en tres fechas de muestreo en 2010, Michoacán, México. Tamaño de muestra: 40 frutos por huerta. NM: Huerta No Muestreada; NF: No Hubo Fruto; 0: No se detectaron escamas armadas.

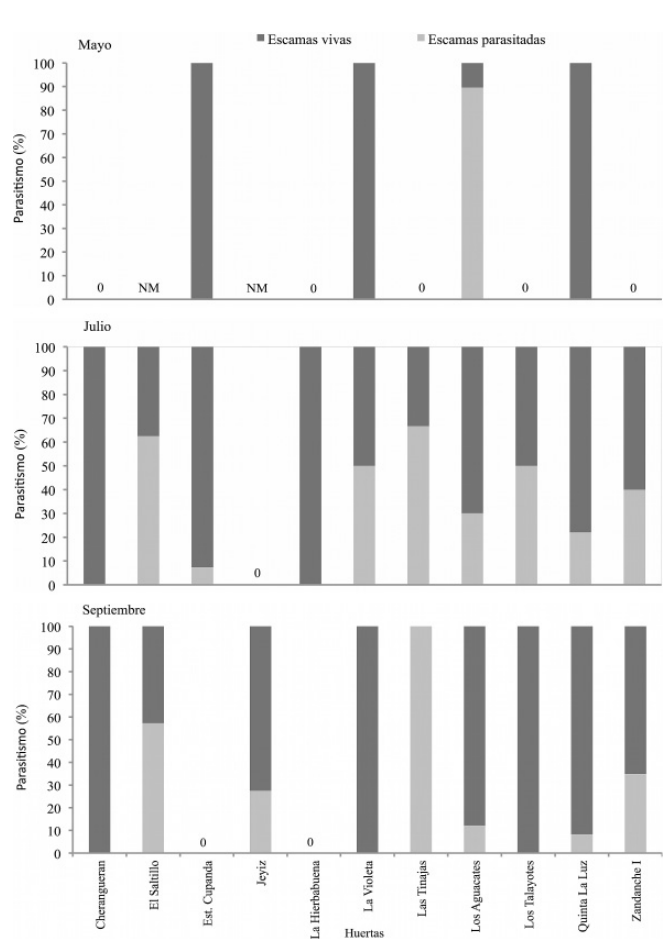


Figura 3. Parasitoidismo sobre la escama café *Abgrallaspis aguacatae* asociada a ramas de aguacate en tres fechas de muestreo en 2010, Michoacán, México. Tamaño de muestra: 40 ramas por huerta. NM: Huerta No Muestreada; 0: No se detectaron escamas armadas.

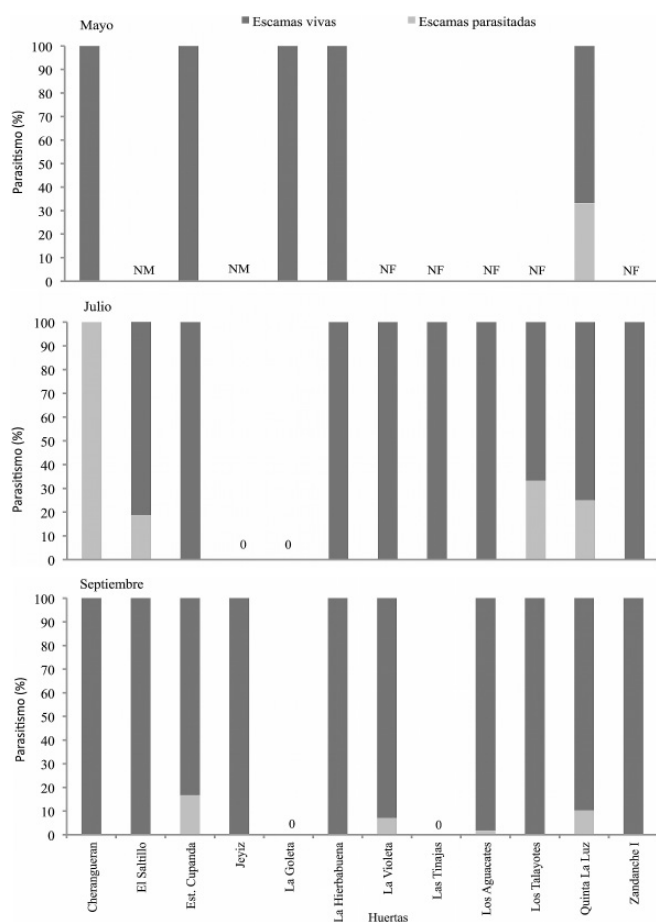


Figura 4. Parasitoidismo sobre la escama café *Abgrallaspis aguacatae* asociada a frutos de aguacate en tres fechas de muestreo en 2010, Michoacán, México. Tamaño de muestra: 40 frutos por huerta. NM: Huerta No Muestreada; NF: No Hubo Frutos; 0: No se detectaron escamas armadas.

durante verano por el 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, así como supervivencia, reproducción y muerte de adultos. Ponsonby y Copland (2000) reportan que temperaturas de 20 a 28°C y humedad relativa entre 55 y 65% fueron favorables para el desarrollo de *Abgrallaspis cyanophylli*, condiciones que se alcanzan fácilmente en huertos en Michoacán en primavera, verano y otoño. De acuerdo con Rochat y Gutiérrez (2001) y Matadha *et al.* (2004), la temperatura afecta la interacción huésped-parasitoide y la eficiencia de los parasitoides al influir en ambos, en los índices de desarrollo, fecundidad, producción de progenie, longevidad y proporción de sexos. Rochat y Gutiérrez (2001) observaron en la escama del olivo *Parlatoria oleae* (Colvée, 1880) a los parasitoides *Aphytis maculicornis* (Masi, 1911) y *Coccophagoides utilis* (Doutt, 1966), los cuales fueron más activos en primavera, verano y otoño, cuando las temperaturas son benignas.

Diversos autores señalan que *H. lataniae* suele estar regulada de manera eficiente por sus enemigos naturales, que incluye a depredadores de los géneros *Chilocorus* y *Rhyzobius* (Coccinellidae); *Crysopa* y *Hemerobius* (Chrysopidae);

Hemisarcophaga (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); algunas especies de estos géneros también se encontraron en el presente estudio sobre *A. aguacatae*, y se asume que mantienen reguladas las poblaciones de ambas especies de escamas armadas en Michoacán.

Conclusiones

El aguacate Hass en Michoacán mantiene al menos tres especies de escamas armadas de las cuales *Hemiberlesia lataniae* y *Abgrallaspis aguacatae* son las más comunes. Estas escamas sostienen una fauna de enemigos naturales diversa, especialmente parasitoides. Se detectaron cinco parasitoides primarios, uno secundario y un depredador. *Encarsia citrina* y *Encarsia juanae* fueron los parasitoides primarios más frecuentes, mientras que *Signiphora* nr. *borinquensis* se reporta por primera vez en México. *Encarsia citrina* es la especie con mejores perspectivas de uso en control biológico de estas escamas armadas, debido a su abundancia, distribución, adaptación y capacidad de parasitar a las tres especies de escamas armadas de importancia en aguacate Hass en Michoacán, México.

El presente estudio es la base para la planeación de algún método de control biológico, sea clásico, por incremento o conservación. También aporta información sobre los meses con mayor actividad e incidencia de parasitoides y depredadores sobre las poblaciones de escamas, lo cual podría ayudar a la planeación de actividades dentro de un programa de MIP en aguacate.

Agradecimientos

A la Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de Michoacán, A.C. (APEAM), por el apoyo económico y logístico en la realización del presente proyecto de investigación. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado durante los estudios de Maestría del primer autor. A Nuvia Orduño Cruz, Juan M. Vanegas Rico, Armando Hernández Gutiérrez, Leopoldo Adame Espinoza, Samurai Guerra Meléndez y Marina J. Hernández Cruz, por su apoyo en los muestreos de campo y trabajo en laboratorio. A los dueños de las huertas de aguacate seleccionadas y a los ingenieros de las diferentes Juntas Locales de Sanidad Vegetal del Estado de Michoacán por las facilidades brindadas.

Literatura citada

- BEARDSLEY, J. W. 1976. A synopsis of the Encyrtidae of the Hawaiian Islands with keys to genera and species (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society* 22: 181-195.
- BEN-DOV, Y.; MILLER, D. 2011. ScaleNet Web Site. Disponible en: <http://www.sel.barc.usda.gov/scalenet/scalenet.htm>. Fecha última revisión: 30 noviembre 2011.
- CHARLES, J. G.; HENDERSON, R. 2002. Catalogue of the exotic armored scale insects (Hemiptera: Coccoidea: Diaspididae) in New Zealand. *Journal of the Royal Society of New Zealand* 32 (4): 587-615.
- CORONADO B., J. M.; RUIZ, E.; TRJAPITZIN, V. 1998. Nuevo registro de *Plagiomerus diaspidis* Crawford en Tamaulipas, México,

- sobre la escama *Diaspis echinocacti* (Bouche). Acta Zoológica Mexicana 75: 203-204.
- DE VILLIERS, E.; VAN DEN BERG, M. 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, Tecmán, Colima. 4 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.; WATSON, W.; MILLER, D. 2009. A new species of armored scale (Hemiptera: Coccoidea: Diaspididae) found on avocado fruit from México and a key to the species of armored scales found on avocado worldwide. Zootaxa 1991: 57-68.
- GERSON, U.; ZOR, Y. 1973. The armored scale insects (Homoptera: Diaspididae) of avocado trees in Israel. Journal Natural History 7: 513-533.
- GONZÁLEZ, H. H.; ORTEGA-ARENAS, L.; VILLEGAS, N.; LÓPEZ, M.; ROJAS, P. 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 México. Journal of the New York Entomological Society 93: 1-912.
- HERATY, J. M.; POLASZEK, A.; SCHAUFF, M. 2008. Systematic and biology of *Encarsia*. pp. 71-87. In: Gould, J.; Hoelmer, K.; Goolsby, J. (Eds.). Classical Biological Control of *Bemisia tabaci* in the United States. Springer Science+ Business Media B.V. 343 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 (INIFAP), Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, Campo Experimental Uruapan. Publicación Especial Número 2, Texcoco, México. 76 p.
- JAPOSHVILI, G. O.; STATHAS, G.; KAMPOURIS, S. 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). Bulletin of the Ohio Biology Survey. Ohio State, 2, 120 p.
- 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 espárrago en Nicaragua. Disponible en: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/MaesInsectosEsparrago.pdf>. [Fecha revisión: 11 enero 2011].
- MATADHA, D.; HAMILTON, G.; LASHOMB, J. 2004. Effect of temperature on development, fecundity, and life table parameters of *Encarsia citrina* Craw (Hymenoptera: Aphelinidae), a parasitoid of euonymus scale, *Unaspis euonymi* (Comstock), and *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock) (Homoptera: Diaspididae). Environmental Entomology 33 (5): 1185-1191.
- MATADHA, D.; HAMILTON, G.; LASHOMB, J.; ZHANG, J. 2005. Ovipositional preferences and functional response of parasitoids of euonymus scale, *Unaspis euonymi* (Comstock) and San Jose Scale, *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock) (Homoptera: Diaspididae). Biological Control 32: 337-347.
- McCLURE, M. S. 1990. Influence of environmental factors. pp. 319-330. En: 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. 386 p.
- MYARTSEVA, S. N.; RUÍZ-CANCINO, E. 2001. Mexican species of parasitoid wasps of the genus *Marietta* (Hymenoptera: Aphelinidae). Florida Entomologist 84 (2): 293-297.
- MYARTSEVA, S. N.; EVANS, G. 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.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, A. 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 Zoológica Mexicana 24 (2): 101-114.
- MYARTSEVA, S. N.; RUÍZ-CANCINO, E.; CORONADO-BLANCO, J. 2008. *Encarsia aurantii* species-group (Hymenoptera: Aphelinidae), parasitoids of armored scales (Hemiptera: Diaspididae) in Mexico, with key and description of a new species. Zootaxa 17: 67-71.
- MYARTSEVA, S. N.; RUÍZ-CANCINO, E.; CORONADO-BLANCO, J. 2009. Identificación de los géneros de Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) de México. pp. 935-939. En: Estrada-Venegas, E. (Ed.). Sociedad Mexicana de Entomología, Entomología Mexicana, Volumen 8.
- MYARTSEVA, S. N.; RUÍZ-CANCINO, E.; CORONADO-BLANCO, J. 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). Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology 41 (3): 107-253.
- NOYES, J. S. 1982. Collecting and preserving chalcid wasps (Hymenoptera: Chalcidoidea). Journal of Natural History 16: 315-334.
- PEÑA, J. 2008. Plagas del palto en Florida. pp. 310-313. En: R. Ripa; P. Larral (Eds.). Manejo de plagas en Paltos y Cítricos. Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura, Colección libros INIA, N° 23. 400 p.
- PONSONBY, D. J.; COPLAND, M. 2000. Environmental effects on the development and survival of the scale insect *Abgrallaspis cynophylli* (Signoret) (Homoptera: Diaspididae) with reference to its suitability for use as a host for rearing biological control agents. Biocontrol Science and Technology 10: 583-594.
- QUEZADA, J. R.; DEBACH, P.; ROSEN, D. 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.; VARGAS, R.; LARRAL, P.; 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.; GUTIÉRREZ, A. 2001. Weather-mediated regulated of olive scale by two parasitoids. Journal of Animal Ecology 70: 476-490.
- RUGMAN-JONES, P. F.; MORSE, J.; STOUTHAMER, R. 2009. Rapid molecular identification of armored scale insects (Hemiptera: Diaspididae) on Mexican "Hass" avocado. Journal of Economic Entomology 102 (5): 1948-1953.
- SALAS-ARAIZA, M. D.; JONES, R.; MONTESINOS-SILVA, G.; SALAZAR-SOLÍS, E.; PARRA-NEGRETE, L.; MARTÍNEZ-JAIME, O.; RAMÍREZ-MALAGÓN, R.; FLORES-MEJÍA, S. 2008. Population dynamics of the agave scale, *Acutaspis agavis* (Hemiptera: Diaspididae), on *Agave tequilana* var. azul (Agavaceae) in Central México. Southwestern Entomologist 33 (4): 289-298.
- VANEGAS-RICO, J. M.; LOMELI-FLORES, J.; RODRÍGUEZ-LEYVA, E.; MORA-AGUILERA, G. 2010. Enemigos naturales de *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) en *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller en el centro de México. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie) 26 (2): 415-433.
- VARGAS, R.; RODRÍGUEZ, S. 2008. Escama latania. pp. 163-170. En: Ripa, R.; Larral, P. (Eds.). Manejo de plagas en Paltos y Cítricos. Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura, Colección libros INIA, N° 23. 400 p.
- WAITE G, K. 1988. Biological control of latania scale on avocados in south-east Queensland. Queensland Journal of Agricultural and Animal Science 45 (2): 165-167.
- WOOLLEY, J. B. 1997. Signiphoridae. pp. 693-699. En: Gibson, G.; Huber, J.; Woolley, J. (Eds.). Annotated keys to the genera of nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada. 794 p.