

ENEMIGOS NATURALES DE *DACTYLOPIUS OPUNTIAE* (COCKERELL) EN *OPUNTIA FICUS-INDICA* (L.) MILLER EN EL CENTRO DE MÉXICO

J. M. VANEGAS-RICO*, J. R. LOMELI-FLORES, E. RODRÍGUEZ-LEYVA,
G. MORA-AGUILERA y J. M. VALDEZ

Colegio de Postgraduados, Posgrado en Entomología y Acarología, Montecillo, 56230 Texcoco,
Estado de México, MÉXICO

*autor para correspondencia; e-mail: juanmanuel@colpos.mx

Vanegas-Rico, J. M., J. R. Lomeli-Flores, E. Rodríguez-Leyva, G. Mora-Aguilera & J. M. Valdez.

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.

RESUMEN. El nopal *Opuntia ficus-indica* se cultiva con diversos propósitos en el mundo, mientras que en México, principal productor y consumidor mundial, particularmente se consume como verdura (nopalitos). La producción de nopalitos se ubica, principalmente, en los alrededores de la Ciudad de México donde las cochinillas silvestres *Dactylopius* spp. son de los insectos más nocivos para el cultivo. El control químico es el método de más uso por los productores, aunque el control biológico podría ser útil para un manejo integrado de plagas. No obstante, los estudios taxonómicos sobre las especies de cochinilla y sus enemigos naturales en México no son abundantes. En esta investigación se planteó conocer las especies presentes de *Dactylopius* y sus enemigos naturales en Tlalnepantla, Morelos, una de las áreas de mayor producción de nopalitos en México. Se seleccionaron 30 sitios distribuidos en esta región y se establecieron cinco sitios para monitoreo de enemigos naturales cada dos semanas durante un año. La única especie de cochinilla silvestre del nopal que se encontró correspondió a *Dactylopius opuntiae* (Cockerell), los enemigos naturales en orden de abundancia fueron *Leucopis bellula*, *Symphorobius barberi*, *Laetilia coccidivora*, *Hyperaspis trifurcata*, *Salpingogaster cochenillivorus*, *Symphorobius angustus* y *Chilocorus cacti*. Se proporcionan descripciones de biología de los enemigos naturales en campo y laboratorio. Diversos factores relacionados con el manejo del cultivo tuvieron un efecto sobre las poblaciones de *D. opuntiae* y sus enemigos naturales.

Palabras clave: Nopal, plagas, Dactylopiidae, depredadores, control biológico

Vanegas-Rico, J. M., J. R. Lomeli-Flores, E. Rodríguez-Leyva, G. Mora-Aguilera & J. M. Valdez.

2010. Natural enemies of *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) on *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller in Central Mexico. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 26(2): 415-433.

ABSTRACT. Prickly pear, *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, is cultivated for many purposes around the world. In Mexico, people consume young pads as vegetables and call them "nopalitos". The production of nopalitos occurs mainly around Mexico City where cochineal insects (*Dactylopius* spp.) are one of the most important pests. Farmers partly control *Dactylopius* using insecticides, but biological control could offer a tool for the Integrated Pest Management. In this paper the cochineal insects and their

natural enemies were studied in Tlalnepantla, Morelos, one of the most important regions for nopalitos production in Mexico. In order to determine *Dactylopius* species, 30 samples sites were selected in this region. Additionally natural enemies were collected every other week during one year period in five different zones. *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) was the only cochineal species found in Tlalnepantla. The natural enemies, in order of abundance, were *Leucopis bellula*, *Symphorobius barberi*, *Laetilia coccidivora*, *Hyperaspis trifurcata*, *Salpingogaster cochenillivorus*, *Symphorobius angustus*, and *Chilocorus cacti*. We also included some lab and field biology descriptions of these predators. Diverse factors of crop management appeared to affect *D. opuntiae* population and their natural enemies.

Key words: Prickly pear, pests, Dactylopiidae, predators, biological control

INTRODUCCIÓN

El centro y sur de México son uno de los lugares de distribución y domesticación más importantes de *Opuntia ficus-indica* L. (Miller) en el continente americano (Nobel 2002, Griffith 2004). Ésta es una de las cactáceas con una larga historia de domesticación y actualmente es la especie más importante en la economía nacional para la producción de nopalitos (nopal verdura) y frutos para consumo en fresco (Mann 1969, Nobel 2002, Griffith 2004). En México se cultivan alrededor de 11,000 ha de esta especie y se producen cerca de 683,000 t de nopalitos cada año (SIAP 2008). Los estados productores más importantes son Distrito Federal con 4,337 ha y Morelos con 2,737 ha; juntos aportan 80% de la producción nacional (SIAP 2008).

Las plagas de insectos son una de las limitantes bióticas más importantes en la producción de nopal verdura en México. En las dos zonas más importantes de producción, la cochinilla silvestre del nopal, *Dactylopius* spp., y el picudo del nopal, *Metamasius spinolae* (Gyllenhal) son plagas primarias (Anónimo 2005, Delgadillo *et al.* 2008). A pesar de que en la zona de estudio se conoce la importancia de la cochinilla silvestre del nopal como una de las plagas más relevantes, se carece de estudios taxonómicos que permitan conocer la identidad específica de esta plaga.

Dactylopius es un género de la familia Dactylopiidae de origen norteamericano que incluye diez especies (Pérez-Guerra & Kosztarab 1992, Ben-Dov & Marotta 2001, Portillo & Viguera 2006). El daño que ocasionan estas especies es una clorosis en cladodios y frutos, que debilita a la planta y favorece la infección por agentes fitopatógenos, además de provocar su caída prematura. Altas densidades poblacionales pueden causar la muerte de la planta. Dentro de este grupo algunas especies como *D. ceylonicus* y *D. opuntiae* se localizan en la mayoría de los estados de la República Mexicana (MacGregor & Sampedro 1984).

Existen pocas alternativas para combatir la cochinilla silvestre del nopal, el control físico mediante el cepillado de cladodios puede usarse ocasionalmente cuando las poblaciones son bajas (Palacios-Mendoza *et al.* 2004). Aunque existen propuestas para usar jabones (Palacios-Mendoza *et al.* 2004) o extractos botánicos para su combate (Viguera *et al.* 2009), en poblaciones altas el control químico, especialmente el uso de insecticidas organofosforados es la herramienta más común.

Al respecto, Badii y Flores (2001) señalan que los insecticidas más utilizados contra estos insectos son Malatión, Paratión metílico y Triclorfón.

A pesar de la importancia socio-económica del nopal en México, no existen insecticidas autorizados para esta plaga (CICOPLAFEST 2009). Los riegos por el mal uso de estos productos pueden provocar consecuencias desfavorables a productores y consumidores. Por esta razón, el uso o conservación de enemigos naturales para combatir a esta plaga pudiese ser una de las alternativas del manejo integrado. Sin embargo, existen pocos estudios sobre enemigos de la cochinilla silvestre del nopal, y ninguno relaciona la presencia de los enemigos naturales con niveles de infestación de la plaga. Por ejemplo, el estudio de niveles de infestación y enemigos naturales son importantes en el manejo de “la cochinilla rosada del hibisco”, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), cuya campaña en México se basa en evaluaciones sobre el grado de infestación de la plaga para realizar liberaciones de sus enemigos naturales (González *et al.* 2008).

Las publicaciones sobre los enemigos naturales de especies de *Dactylopius* en el continente americano se resumen de la siguiente manera: Mann (1969) y Zimmermann *et al.* (1979) enlistan a insectos asociados a cactáceas de distintas áreas de América, incluyendo a *Dactylopius* spp. y sus enemigos naturales. En Norteamérica se identificaron depredadores de *Dactylopius* sp. en La Isla de Santa Cruz (Goeden *et al.* 1967), *D. confusus* (Cockerell) en Texas (Gilreath & Smith 1988) y *Dactylopius* sp. en Argentina (Diodato *et al.* 2004). En México las investigaciones sobre cochinilla silvestre del nopal y sus depredadores se encuentran principalmente en publicaciones informales (informes técnicos, folletos para productores y tesis), y en la mayoría de los casos carecen de identificación taxonómica por especialistas y se enfocan principalmente a los depredadores de la grana cochinilla *D. coccus* Costa (Piña 1977, Portillo & Vigueras 1998).

Considerando lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo estudiar las poblaciones de la cochinilla silvestre del nopal en la parte central de México, con la finalidad de conocer su identidad taxonómica y aspectos sobre biología básica de sus entomófagos, además de su relación con los niveles de infestación de la plaga en las plantas. Esta información proporcionará herramientas que contribuyan a diseñar las bases para realizar propuestas de control biológico en cultivos de nopal verdura de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de los sitios de muestreo

La investigación se efectuó en huertas comerciales de nopal verdura, ubicadas en el municipio de Tlalnepantla, Morelos (18° 57' N y 98° 14' O), cuya altitud oscila entre 1,740 y 2,400 m. Para conocer los enemigos naturales de la cochinilla silvestre del nopal, se establecieron dos rangos altitudinales: zona baja (1700 a 2050 m) y zona alta (2051 a 2400 m). Se seleccionaron cinco sitios de muestreo, a cada sitio se le

designó con la letra L y un número consecutivo de acuerdo a la altitud. De esta forma las localidades fueron: L1 (1,741m), L2 (1,848 m), L3 (2,105 m), L4 (2,132 m) y L5 (2,200 m). Por cuestiones operativas la distribución de localidades se dividió en dos grupos, zona baja (L1 y L2) y zona alta (L3, L4 y L5).

Determinación de *Dactylopius* spp.

Se realizaron 30 muestreos distribuidos en toda el área de producción, en cada sitio se recolectaron colonias de cochinilla silvestre del nopal para su determinación específica. Las muestras se procesaron de acuerdo a la técnica sugerida por Hamon y Kosztarab (1979) con modificaciones sugeridas por H. González Hernández (Colegio de Postgraduados, com. personal). Los ejemplares se determinaron con las claves de De Lotto (1974) y Ferris (1955). La especie de *Dactylopius* fue corroborada por el Dr. Héctor González (Colegio de Postgraduados).

Colecta de *Dactylopius* spp. y sus enemigos naturales

En las localidades experimentales se hicieron muestreos semanales de febrero de 2008 a febrero de 2009. En cada muestreo se seleccionaron 10 plantas que presentaran cochinilla silvestre del nopal y de cada una se escogió un cladodio, de estos cladodios, se recolectaron cinco colonias maduras de cochinilla silvestre del nopal con hembras grávidas. De esta manera se obtuvo una muestra de 50 colonias por localidad por semana. Las colonia se colocaron en cajas de Petri de acrílico de 2.5 cm de diámetro, y se llevaron al laboratorio para su inspección.

De cada cladodio donde se tomaron las muestras se registró el grado de infestación de cochinilla silvestre del nopal, diseñándose previamente una escala logarítmica con el programa 2LOG ver 1.0 (Mora-Aguilera *et al.* 2000). Con base en el número de colonias, y el área que cubrían respecto del área total del cladodio, se establecieron seis niveles de infestación (Fig. 1).



Figura 1. Escala de infestación de *Dactylopius opuntiae* en cladodios de nopal (*Opuntia ficus-indica*). Nivel 1 = 1-5 colonias, Nivel 2 = 6 -15 colonias, Nivel 3 = 16 colonias hasta 25% de recubrimiento de la superficie del cladodio, Nivel 4 = 26 a 50% de la superficie del cladodio, Nivel 5 = 51 a 75% de la superficie del cladodio, Nivel 6 = 76 a 100% de la superficie del cladodio.

Abundancia de entomófagos por colonia y observación de su comportamiento

Cada colonia de cochinilla silvestre del nopal se revisó bajo un estereomicroscópio, se contó y registró el número de hembras adultas por colonia, así como los insectos entomófagos presentes. Estos se separaron de acuerdo con su identidad taxonómica y estado de desarrollo (larva, pupa). Los entomófagos en estado larval se colocaron en recipientes individuales (cajas Petri de 2.5 cm de diámetro) y se alimentaron con colonias de *D. opuntiae* criadas en laboratorio. Las pupas se mantuvieron individualmente en cápsulas de gelatina dura del "00". De esta forma se obtuvieron los depredadores, y en algunos casos parasitoides de los depredadores.

Los depredadores adultos se conservaron en recipientes plásticos de 4 l de capacidad con un orificio de 5 cm de diámetro sellados con tela de organza para favorecer ventilación. En cada recipiente se introdujeron cladodios infestados de cochinilla silvestre del nopal para alimentación y ovoposición de los enemigos naturales. Además de ninfas de cochinilla silvestre del nopal se proporcionó dos mechas de algodón, una saturada en agua y otra con una solución de agua y miel de abeja. Se realizaron observaciones durante un tiempo aproximado de 4 h diarias de lunes a sábado con la intención de observar y registrar el comportamiento de cada especie de enemigo natural que se logró mantener en el laboratorio.

Determinación de especies de enemigos naturales

Los enemigos naturales se preservaron en alcohol al 70%, con excepción de los lepidópteros y dípteros, los cuales se mantuvieron en frascos húmedos. Se realizó una determinación preliminar con base en la literatura disponible: Agnew *et al.* (1981) para Hemerobiidae, Cole (1969) para Syrphidae, Gordon (1985) para Coccinellidae, Heinrich (1956) para Pyralidae, y McAlpine (1987) para Chamaemyiidae. Posteriormente se enviaron muestras del material para su corroboración y/o identificación específica a los siguientes especialistas: Dra. Alma Solís (USDA), Pyralidae; Dr. Steve Gaimari (California Department of Food and Agriculture), Chamaemyiidae; Dr. John Oswald (Texas A&M University), Hemerobiidae; Dr. Enrique Ramírez (Instituto de Biología, UNAM estación Chamela, México), Syrphidae; y M.C. Antonio Marín (INIFAP, Guanajuato), Coccinellidae. El material se mantiene como especímenes de referencia en la colección de los especialistas, y se depositó un duplicado en la colección de enemigos naturales de insectos plaga en el Colegio de Postgraduados.

RESULTADOS

Determinación de *Dactylopius* spp.

Del total de muestras se procesaron 150 preparaciones en laminillas de cochinilla silvestre del nopal de toda el área de cultivo en Tlalnepantla, Morelos. La totalidad de las muestras determinadas correspondió a la especie *Dactylopius opuntiae* (Cockerell).

Cuantificación de entomófagos por colonia y observación de su comportamiento

Las poblaciones de *D. opuntiae* presentaron una asociación con grupos de insectos depredadores. Los ejemplares colectados pertenecen a cuatro órdenes, cinco familias y siete especies (Cuadro 1), cuatro de ellas se recolectaron con mayor frecuencia durante los muestreos sistemáticos y las otras tres se recolectaron ocasionalmente. Se recolectaron un total de 6,058 individuos, de los cuales 5 especies (99.8 %), se colectaron en los muestreos quincenales y el resto (0.02%) en recolectas esporádicas (Cuadro 2).

El depredador más frecuentemente recolectado en los muestreos quincenales fue *Leucopis bellula* (Diptera: Chamaemyiidae) con cerca de 45% del total de enemigos naturales (Cuadro 1). Su población mayor se registró en la localidad L2 y la menor en L1, ambas en la zona considerada como de baja altitud (Cuadro 2). La segunda especie más frecuente fue *Sympherobius barberi* (Neuroptera: Hemerobiidae) con 25.1% del total de depredadores (Cuadro 1). La localidad con el mayor número de ejemplares fue L2 y la menor L4. El pirálido *Laetilia coccidivora* fue la tercera especie más colectada (17.9%), la localidad con mayor número de ejemplares fue L5 y la menor L4 (Cuadro 2). El coccinélido *Hyperaspis trifurcata* fue la cuarta especie más frecuentemente colectada, 12.2% del total (Cuadro 2).

La localidad L5 registró la mayor cantidad de coccinélidos colectados y L3 la menor (Cuadro 2). Dos enemigos naturales no se registraron en los muestreos sistemáticos, un sírfido y un coccinélido. El sírfido, *Salpingogaster cochenillivorus*, se recolectó en estado de larva y no se apreciaron adultos durante el periodo de muestreo. Los ejemplares se recolectaron en nopales de ornato en el poblado de Tlalnepantla, Morelos. El coccinélido *Chilocorus cacti* fue el menos abundante de las siete especies, se registraron dos ejemplares en una parcela cercana a L3 ubicada a 1,892 m. Se registró un ejemplar de *Sympherobius angustus* en L2 y dos en L5 (Cuadro 2).

Los siete enemigos naturales estuvieron presentes en cladodios con más de cinco colonias de cochinilla silvestre del nopal. De acuerdo con el registro de niveles de infestación se aprecia que los enemigos naturales de *D. opuntiae* estuvieron presentes en intervalos de infestación de 25 a 75%. (Cuadro 1), exceptuando a *C. cacti*, el cual se observó en plantas infestadas con nivel de 25 a 50% (Cuadro 1). Las localidades ordenadas en mayor porcentaje de enemigos naturales capturados fueron: L2, L3, L5, L1 y L4.

Las especies *Leucopis bellula*, *Laetilia coccidivora* y *Salpingogaster cochenillivorus* tienen hábito depredador sólo en estado de larva, el resto, *Chilocorus cacti*, *Hyperaspis trifurcata* y *Sympherobius angustus* y *S. barberi* son depredadores en estado de larva y adulto. Tanto *H. trifurcata* como *S. barberi* se alimentan de las hembras y machos adultos (Cuadro 3).

Cuadro 1. Enemigos naturales de *Dactylopius opuntiae* de acuerdo a niveles de infestación sobre *O. ficus-indica* en Tlalhepantla, Morelos (febrero 2008 a febrero 2009).

Orden	Familia	Especie	Número de ejemplares	%	Nivel de infestación de <i>D. opuntiae</i>					
					1	2	3	4	5	6
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Chilocorus cacti</i> (L.)	2	0.03	-	-	X	X	-	-
		<i>Hyperaspis trifurcata</i> Schaeffer	740	12.25	-	X	X	X	X	X
		<i>Leucopis bellula</i> Williston	2,703	44.74	-	X	X	X	X	X
Diptera	Chamaemyiidae Syrphidae	<i>Salpingogaster cochenillivorus</i> (Guérin-Méneville)	11	0.18	-	-	X	X	X	-
		<i>Laetilia coccidivora</i> (Comstock)	1,081	17.89	-	X	X	X	X	X
Lepidoptera	Pyralidae	<i>Symphorobius angustus</i> (Banks)	3	0.03	-	-	X	-	X	-
Neuroptera	Hemerobiidae	<i>Symphorobius barberi</i> (Banks)	1,518	25.1	-	-	X	X	X	X
Total			6,058	100						

Niveles de infestación: 1 = 1 a 5 colonias, 2 = 6 a 15 colonias, 3 = 16 colonias hasta 25% de la superficie del cladodio, 4 = 26 a 50%, 5 = 51 a 75%, 6 = 76 a 100%.

Cuadro 2. Enemigos naturales de *D. opuntiae* más frecuentes en los sitios de muestreo sistemático en Tlalhepantla, Morelos (febrero 2008 a febrero 2009).

Localidad	Enemigos naturales			Total	%
	<i>H. trifurcata</i>	<i>L. coccidivora</i>	<i>S. barberi</i>		
L1 (1,741 msnm)	93	225	401	942	15.59
L2 (1,848 msnm)	183	254	662	1,718	28.41
L3 (2,105 msnm)	65	238	612	1,514	25.05
L4 (2,132 msnm)	179	88	489	782	12.94
L5 (2,200 msnm)	220	276	539	1,089	17.99
Total	740	1,081	2,703	6,045	99.98*

* El restante 0.02% correspondió a 13 ejemplares de las especies *Chilocorus cacti* y *Salpingogaster cochenillivorus* que fueron recolectadas en otras localidades.

Cuadro 3. Observaciones de campo y laboratorio acerca de la alimentación de los depredadores de *D. opuntiae* en Tlalnepantla, Morelos.

Depredadores Especie	Estado de desarrollo	Estados de desarrollo de la presa <i>Dactylopius opuntiae</i>			
		Huevo	Ninfa	Adulto hembra	Adulto macho
<i>C. cacti</i>	Larva	X	X	X	+
<i>C. cacti</i>	Adulto	X	X	X	+
<i>H. trifurcata</i>	Larva	X	X	X	X
<i>H. trifurcata</i>	Adulto	X	X	X	+
<i>L. coccidivora</i>	Larva	X	X	X	-
<i>L. coccidivora</i>	Adulto	-	-	-	-
<i>L. bellula</i>	Larva	X	X	+	+
<i>L. bellula</i>	Adulto	-	-	-	-
<i>S. cochenillivorus</i>	Larva	X	X	X	-
<i>S. cochenillivorus</i>	Adulto	-	-	-	-
<i>S. angustus</i>	Larva	X	X	X	X
<i>S. angustus</i>	Adulto	-	X	-	+
<i>S. barberi</i>	Larva	X	X	X	X
<i>S. barberi</i>	Adulto	-	X	-	+

X=Se alimentan. - =No se alimentan. + =No se observó pero es probable que se alimenten.

En este trabajo no se recolectaron parasitoides de *D. opuntiae*, pero sí de los depredadores *Hyperaspis trifurcata*, *Laetilia coccidivora*, *Leucopis bellula* y *Symphorobius barberi*. De los restantes depredadores, no se observaron ni recuperaron parasitoides del material que se colectó en campo.

DISCUSIÓN

Dactylopius opuntiae

La especie *Dactylopius opuntiae* es un nuevo registro para Tlalnepantla, Morelos. Antes de este trabajo en el Estado se conocían las especies *D. ceylonicus* (Green), y *D. opuntiae* en Cuautla; demás de *D. confusus* (Cockerell) en Cuautla y Cuernavaca (MacGregor & Sampedro, 1984, Pérez-Guerra & Kosztarab 1992). Aunque existen reportes, en trabajos informales, de *D. opuntiae* en otras regiones del país no existe material de referencia que permita conocer cuál es la distribución de esta especie. Adicionalmente, se menciona la presencia de *D. indicus* (Green) en la zona nopalera de Milpa Alta, D.F. (Delgadillo *et al.* 2008) que se encuentra a escasos 10 km de la

zona de estudio; sin embargo, de las colectas que el primer autor ha realizado en esa localidad sólo se ha detectado la presencia de *D. opuntiae*, lo cual indica que se requieren más estudios de distribución de especies de *Dactylopius* en México para corroborar algunas de las observaciones y/o mejorar el conocimiento de este género y su distribución.

Enemigos naturales

Sympherobius barberi y *S. angustus* son nuevos registros sobre *D. opuntiae* en México. Los depredadores *C. cacti*, *H. trifurcata*, *L. coccidivora*, *L. bellula* y *Sympherobius* sp. son organismos recurrentes en otras especies de cochinillas silvestres de nopal en Texas (Gilreath & Smith 1988) y California, EUA (Goeden *et al.* 1967), México (Piña 1977, Aldama-Aguilera *et al.* 2005) y en algunos países sudamericanos (Rodríguez-Leyva *et al.* 2010). Sin embargo, en las publicaciones de México para *D. opuntiae* no se especifican las localidades de recolecta, ni los procedimientos taxonómicos para su determinación, y en muchos casos no se indica el resguardo de especímenes de referencia depositados en colecciones para su corroboración.

El camémido *L. bellula* es un depredador asociado a diversas especies de cochinilla silvestre del nopal (Goeden *et al.* 1967, Mann 1969, Piña 1977, Gilreath & Smith, 1988) aunque ningún trabajo anterior lo registró como el depredador más importante. De igual manera, *S. barberi* fue la segunda especie más colectada en este trabajo (Cuadro 1) y difiere con lo presentado por otros autores que mencionan a *S. barberi* como un visitante esporádico (Goeden *et al.* 1967, Zimmermann *et al.* 1979, Gilreath & Smith 1988). Aldama-Aguilera *et al.* (2005) mencionan poblaciones bajas de *Sympherobius* sp. en un cultivo de *D. coccus*.

Laetilia coccidivora fue la tercer especie más colectada en este trabajo (Cuadro 1), lo cual contrasta con lo reportado por Mann (1969) quien la consideró el depredador más importante de cochinilla silvestre del nopal en Estados Unidos de América. Los resultados del presente trabajo sobre el número y frecuencia de *H. trifurcata* difieren con los resultados de Aldama-Aguilera *et al.* (2005) y las observaciones de Mann (1969) quienes mencionan que este coccinélido es el depredador más frecuente en poblaciones de *D. opuntiae* y *Dactylopius* spp., respectivamente.

El sírfido *S. cochenillivorus*, tuvo una presencia baja en Tlalnepantla (11 organismos). Además, los ejemplares sólo se encontraron en plantas de ornato. En otras localidades del Distrito Federal y Estados de México y Morelos, fueron más conspicuos en plantas de ornato y en un cultivo de *D. coccus* (Vanegas-Rico, datos sin publicar). Se conoce que en Norteamérica las especies *Salpingogaster conopida* (Philippi) y *Salpingogaster texana* Curran, depredan a *Dactylopius* spp. (Mann 1969, Zimmermann *et al.* 1979) y *D. confusus* (Curran 1932, Gilreath & Smith 1988), respectivamente.

Basados en los muestreos y las observaciones sobre la presencia de *S. cochenillivorus* en áreas con mayor vegetación, menor cantidad de aplicaciones de insecticidas, en plantas de ornato de casas y áreas verdes recreativas, probablemente las hembras de *S. cochenillivorus* requieran de cierta cantidad de presa y un recurso floral para producción de huevos (Schneider 1969). Se recomiendan más estudios, principalmente sobre biología básica; ya que de las siete especies de depredadores en este estudio, *S. cochenillivorus* fue la especie menos conocida de acuerdo con la literatura disponible.

Finalmente, la baja presencia de *Chilocorus cacti* en este trabajo (2 ejemplares) contrastó con las observaciones de Badii y Flores (2001) quienes señalan a *C. cacti* como una especie común en cultivos de nopal en México; además de lo reportado por Delgadillo *et al.* (2008) quienes mencionan a *C. cacti* como el enemigo natural más abundante en los cultivos de nopal de Milpa Alta (Distrito Federal).

Pocos trabajos presentan datos sobre abundancia de depredadores de cochinillas en cultivos de nopal, pues se concretan a enlistar las especies encontradas y mencionar su abundancia de forma cualitativa. Sólo Aldama-Aguilera *et al.* (2005) presentaron abundancia de enemigos naturales de *D. coccus* y su dinámica poblacional. En el presente estudio se observaron algunos factores que probablemente desempeñan un papel importante en la presencia y abundancia de los enemigos naturales de *D. opuntiae*. En general, la presencia de depredadores aumentó conforme se incrementó la altitud de la localidad y alcanzó su mayor densidad entre las altitudes 1848 a 2105 m (Cuadro 2). Esta tendencia se interrumpió en L4 (2132 m), cuya disminución fue drástica. Esto podría explicarse, en parte, por las condiciones de manejo, ya que las áreas ubicadas en esta altitud presentaron incidencia de la mancha negra (*Pseudocercospora opuntiae* Ayala-Escobar, Braun & Crous), la cual requirió de aplicaciones de fungicidas para su control. Es probable que la combinación de productos químicos para combatir cochinilla silvestre del nopal y otros destinados para la mancha negra ejerciera un efecto negativo en las poblaciones de enemigos naturales de *D. opuntiae*. Algo semejante ocurrió en la localidad L1, la cual presentó como problema al picudo del nopal, *Metamasius spinolae*, en conjunto con *D. opuntiae*.

El manejo de malezas en Tlalnepantla, Morelos, depende de la condición económica de los productores. La eliminación se realiza mediante control manual, químico o quema de vegetación. Se conoce que especies de enemigos naturales como hemeróbidos y coccinélidos utilizan plantas aledañas al cultivo como refugio y fuente de alimento (Miliczky & Horton 2005). Probablemente la eliminación de vegetación dentro y fuera de los cultivos de nopal redujo la disponibilidad del recurso floral utilizado por depredadores de *D. opuntiae* ya que se ha demostrado que la destrucción del hábitat reduce la presencia de enemigos naturales en otros cultivos (Van Amburg *et al.* 1981, Hansen & Sutton 1985). Estas evidencias sugieren estudiar

el efecto del manejo de la maleza en la abundancia y distribución de los enemigos naturales para poder probar estas hipótesis.

Durante el periodo de muestreo se registraron algunos depredadores que visitaron con cierta frecuencia los cultivos de nopal infestado con *D. opuntiae* y se incluyen en el presente trabajo debido a que por sus hábitos generalistas pudiesen ser potenciales enemigos naturales de la cochinilla silvestre del nopal. Se colectaron tres especies de coccinélidos relacionados a *O. ficus-indica/D. opuntiae*. El coccinélido *Cycloneda emarginata* Mulsant se observó alimentarse únicamente de las secreciones dulces de la base de las areolas tanto en presencia como en ausencia de *D. opuntiae*. Fue más frecuente en las localidades L3 y L4, además de otros cultivos de nopal ubicados a más de 2,000 msnm. La especie *Scymnus louisianae* Chapin, se recolectó una sola ocasión en estado de pupa debajo de una colonia de *D. opuntiae*. Mientras que *Nephus* sp. se recolectó una vez en la localidad L4, se observó alimentarse en estado de larva sobre huevos de *D. opuntiae* y completó su desarrollo en condiciones de laboratorio alimentándose de inmaduros de esta plaga. El hemeróbido *Hemerobius discretus* Navás, se observó en las localidades L2 y L3 en nopales infestados con *D. opuntiae*, aunque sólo se observó utilizar al nopal como sitio de descanso o refugio.

Aspectos sobre biología y comportamiento de enemigos naturales

Los estudios sobre enemigos naturales de *Dactylopius* spp. (Goeden *et al.* 1967, Gilreath & Smith 1988, Diodato *et al.* 2004, Portillo & Viguera 2006) tienen información limitada sobre aspectos básicos de biología, por ello se consideró importante observar y comentar algunos aspectos de campo y laboratorio.

Chamaemyiidae: *Leucopis bellula*

La información sobre la biología de *Leucopis* spp. es escasa (Sluss & Foote 1971, Fréchette *et al.* 2008) y aún más la referente a *L. bellula*. De acuerdo a la literatura se observa un mayor enfoque hacia especies depredadoras de áfidos (Gaimari & Tuner 1997, Brewer *et al.* 2005, Fréchette *et al.* 2008). En el presente trabajo se observó que sus larvas permanecen principalmente debajo de las cochinillas silvestres del nopal e incursionan en el área existente entre el abdomen del dactilópido y su cera que está adherida al nopal, ya que en este sitio se ubican los huevos y ninfas de su presa. Cabe mencionar que aunque no se observó a *L. bellula* alimentarse de hembras adultas (Cuadro 3), en ocasiones se apreció una desecación más evidente en las hembras de *D. opuntiae* en una colonia con un incremento en la población de larvas de *L. bellula*, estas observaciones sugieren que al reducirse el alimento, las larvas de *L. bellula* podrían dañar la cutícula de las hembras en busca de alimento.

La movilidad de la larva de *L. bellula* estuvo limitada a una colonia de su presa, en laboratorio se observó que fue la única especie cuya larva no mostró desplazamiento de una colonia de cochinilla silvestre del nopal a otra durante el periodo de luz. Esta conducta de permanecer en una colonia y pupar en un espacio entre dos hembras de cochinilla silvestre del nopal o incluso debajo de una hembra y cubierta por la cera, podría ser una estrategia del díptero para: 1) evitar la desecación, 2) reducir tiempo de búsqueda de alimento y 3) evitar depredación y parasitismo.

En observaciones en campo y laboratorio se apreció que las larvas de *L. bellula* tuvieron mayor movilidad a través de la cera de las colonias de *D. opuntiae*, cuando ésta era menos compacta. La compactación de la cera en los dactilópodos depende de la incidencia del sol; ya que mayor presencia de luminosidad sobre el cladodio provoca que la cochinilla silvestre del nopal produzca una cera más compacta. Por tanto, existe una mayor probabilidad de encontrar a los leucópodos en colonias ubicadas en áreas de la planta protegidas de la lluvia y el sol. En condiciones de laboratorio, larvas del último instar de *L. bellula* tuvieron mayor movilidad, inclusive muchas de ellas puparon fuera de la protección de las colonias de cochinilla silvestre del nopal. Esta conducta es semejante a lo reportado por Fréchette *et al.* (2008) para *Leucopis annulipes* Zetterstedt. Tanto en campo como en laboratorio se observó un comportamiento gregario en las larvas de último instar para pupar. Se registró la presencia de dos parasitoides calcidoideos sobre pupas.

Coccinellidae: *Chilocorus cacti*

En las observaciones de campo y laboratorio se apreció una preferencia de los estados inmaduros y los adultos de *C. cacti* para alimentarse de huevos e inmaduros de la cochinilla silvestre del nopal, aunque los adultos de este coccinérido pueden depredar a las hembras adultas de *D. opuntiae*. Tanto las larvas como los adultos son fácilmente distinguibles en los cladodios cuando forrajean fuera de las colonias, su coloración oscura resalta sobre el color blanquecino de la cochinilla. En adición se observó que *C. cacti* pupa sobre el cladodio, puede buscar un lugar cercano a las colonias de cochinilla silvestre del nopal o inclusive pupar encima de la colonia. En este estudio no se registraron parasitoides de esta especie.

Este coccinérido se utilizó en campañas de control biológico de insectos escama como *Asterolecanium pustulans* (Cockerell), *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni y *Diaphorina citri* en Puerto Rico (Cruz & Segarra 1992, Pluke *et al.* 2005). Samways *et al.* (1999) mencionan otras liberaciones en Colombia, Haití, México, República Dominicana y EUA, entre otros sin especificar lugar ni presa. En México, reportes e informes técnicos mencionan que *C. cacti* depreda a “la escama de nieve” *Unaspis citri* (Comstock) (SENASICA 2006), “la escama blanca del mango” *Aulacaspis tubercularis* Newstead (González-Carrillo *et al.* 2008) y la “escama de la palma” *Comstockniella sabalis* (Comstock) (Gaona-García *et al.* 2001). Además de estos

países se conoce que se distribuye en la parte sur y oeste de los Estados Unidos (Gordon 1985).

Los productores de nopales en México tienen puntos de vista diferentes sobre este coccinélido, al considerar que sus larvas son “una especie de cochinilla que ataca a los nopales” y por lo tanto debe ser eliminado. Sin embargo, algunos productores del Distrito Federal y los estados de Morelos y de México reconocen su importancia como reguladores de poblaciones de cochinilla silvestre del nopal *Dactylopius* spp.

Coccinellidae: *Hyperaspis trifurcata*

En condiciones de campo y laboratorio se observó que la estrategia de forrajeo de las larvas de este coccinélido fue alimentarse dentro de la colonia principalmente de huevos y ninfas; también buscaron alimento dentro de la colonia o encima de ella. Cuando se alimentaron en la superficie de la colonia depredaron ninfas y en menor frecuencia machos fuera del capullo. Los adultos se alimentaron en mayor frecuencia de ninfas fuera de la colonia o bien levantaron a las hembras adultas de la periferia de la colonia para alimentarse de sus huevos y ninfas. Cuando forrajearon encima de la colonia, depredaron ninfas y machos expuestos; tanto larvas como adultos depredaron hembras adultas de *D. opuntiae* cuando disminuyeron las ninfas y huevos. Con frecuencia puparon encima de la colonia o dentro de ella. En condiciones de laboratorio se obtuvieron encírtidos parasitoides en el último instar larval y en estado de pupa. Gordon (1985) menciona que *H. trifurcata* se distribuye en la parte sur de Estados Unidos, sobre esta especie se desconoce su distribución mundial.

Hemerobiidae: *Sympherobius barberi* y *S. angustus*

Los adultos de estos hemeróbidos se observaron alimentándose ocasionalmente de ninfas, mientras que los estados inmaduros se alimentaron principalmente de huevos y ninfas. Sus larvas son más móviles que *L. bellula* y pueden desplazarse dentro de la colonia o en su superficie. En condiciones de campo y laboratorio se observó desplazamiento en el cladodio buscando alimento. Los machos de la cochinilla silvestre del nopal fueron depredados por las larvas cuando estaban dentro del capullo.

Las larvas de último instar de *S. barberi* fueron capaces de alimentarse de hembras adultas, aunque esta acción fue poco frecuente y se consideró que al igual que la depredación sobre machos fue una alternativa alimentaria cuando disminuyó la cantidad de ninfas y/o huevos de su presa. Esta capacidad para alimentarse de todos los instares de *D. opuntiae* y su movilidad le confieren una versatilidad para aprovechar el recurso. De igual forma son versátiles al utilizar cualquier sitio protegido para pupar, el cual generalmente se registró debajo de la colonia y ocasionalmente pueden utilizar capullos abandonados de coccinélidos y pirálidos.

Respecto a *S. angustus* se apreció un comportamiento depredador en estado de larva semejante a *S. barberi*. Fue poco común encontrar en la misma colecta a las dos especies *S. barberi* y *S. angustus*, los cuales no son fáciles de diferenciar a simple vista. Con el estereoscopio se observa que los adultos de *S. angustus* difieren de *S. barberi* por la coloración uniforme de la antena y el margen pronunciado con una coloración café en la inserción de las sedas del ala anterior, mientras que *S. barberi* presenta una antena con la base oscura y el resto es de color más claro, además de una mancha oscura en las inserciones de sedas de la vena 1A del ala anterior. El rango de distribución de *S. angustus* abarca del sureste de Canadá hasta México, aunque podría ampliarse a Centroamérica, *S. barberi* tiene un rango más amplio de distribución de Norteamérica a Centroamérica (John Oswald, Texas A&M, com. personal).

Pyralidae: *Laetilia coccidivora*

Se observó que las larvas pequeñas permanecieron debajo de una sola cochinilla silvestre del nopal y se alimentaron de los huevos y ninfas debajo de la hembra. La conducta observada en el presente estudio fue semejante a la observada en *Leucopis bellula*. Una vez consumidos los huevos y ninfas de *D. opuntiae*, la larva se alimentó de la hembra adulta. Conforme el pirárido incrementó su tamaño depredó más hembras adultas. De día las larvas de *L. coccidivora* permanecieron debajo de una colonia de cochinilla silvestre del nopal, donde la larva forrajeó protegida por una secreción de seda. La movilidad de las larvas estuvo relacionada con la cantidad de recurso alimentario, aunque completaron su desarrollo consumiendo una colonia, en ocasiones se dirigieron a una colonia cercana protegidos por una estructura con forma de túnel construida por ellas mismas mediante una secreción de seda. Este comportamiento se aprecia en varias especies de Phycitinae, debido a esta característica algunos productores de grana cochinilla los conocen como “gusano telero” (Portillo & Viguera 1998).

Las cochinillas silvestres de nopal *Dactylopius* sp. *D. tomentosus*, *D. confusus* son presas de *L. coccidivora* (Heinrich 1956). En algunas localidades de México se reporta a *L. coccidivora* como uno de los principales depredadores de *D. coccus* (Portillo & Viguera 2003). Por otra parte, depreda una gran variedad de insectos escama, de los cuales se mencionan a *Cerococcus*, *Ceroplastes*, *Coccus*, *Iceria*, *Kermes*, *Pseudococcus*, entre otros (Forbes 1923, Clausen 1972, Solís 2008); además se reporta como depredador ocasional de *Toumeyella lignumvitae* Williams (Williams 1993) y como depredador común de *Lecanium nigrofasciatum* Pergande (Simanton 1916). Se obtuvo al menos una especie de Ichneumonidae, una de Chalcididae y una de Braconidae como parasitoides del último instar de *L. coccidivora*.

Syrphidae: *Salpingogaster cochenillivorus*

Algunas larvas estuvieron presentes depredando cochinilla silvestre del nopal en nopales de ornato y en cultivos abandonados. Esta especie se presentó en niveles de infestación de la cochinilla silvestre del nopal en un rango de 25 a 75 % (Cuadro 1). En adición, la presencia de *S. cochenillivorus* fue semejante en muestreos realizados en otros Estados (Vanegas-Rico, datos sin publicar) donde se recolectaron larvas en plantas de ornato con una abundancia de hasta cinco larvas por cladodio en infestaciones de cochinilla silvestre del nopal con un rango de 50 a 100 %.

Se observó que las larvas de *S. cochenillivorus* consumen colonias completas de cochinilla silvestre del nopal. En variedades de *O. ficus-indica* sin espinas pupó generalmente en el cladodio, en ocasiones encima de la colonia; mientras que en las variedades con espinas pupó más frecuentemente en las espinas o inclusive en plantas cercanas. Se registraron parasitoides gregarios de la familia Pteromalidae que emergieron del estado de pupa en localidades del estado de México y Distrito Federal (Vanegas-Rico, datos sin publicar).

Originalmente *S. cochenillivorus* se describió como *Baccha cochenillivora* Guérin-Ménéville (Guérin-Ménéville 1848), varios autores reportan a *Baccha* como una especie de sírfido depredador de *Dactylopius* spp. en México y otros países de América (Piña 1977, Diodato *et al.* 2004). Es probable que la especie reportada como *Baccha* corresponda a *S. cochenillivorus*. Esto también lo sugieren Portillo (2005) y Portillo y Viguera (1998) para los sírfidos depredadores de *D. coccus* en Jalisco, Oaxaca y Edo. de México. Mientras que Esparza y Viguera (2008) mencionan que *S. cochenillivora* ataca a *D. coccus*.

Respecto a *S. cochenillivorus*, se observó que las larvas son más móviles que las propias de los camémidos y pirálidos. La forma de alimentación es consumir la colonia desde el exterior, avanzando hacia su interior, durante este proceso las larvas no consumen la cera que protege a las cochinillas silvestres del nopal ni los capullos de machos, al final dejan sólo la cera de la colonia y avanzan en busca de otra colonia.

La heterogeneidad en el manejo del cultivo así como la combinación de los factores involucrados como cantidad y concentración de ingredientes activos en aplicaciones para el control de cochinilla silvestre del nopal y otros problemas fitosanitarios, cantidad y tipo de abono, manejo de malezas, cobertura vegetal cercana al cultivo, diversidad de plantas cercanas al cultivo, etc., son elementos a considerar en futuras investigaciones sobre enemigos naturales de dactilópodos, ya que aún cuando no se realizaron experimentos que correlacionaran estos factores con la presencia y cantidad de los enemigos naturales de *D. opuntiae*, se apreció una disminución en la densidad de enemigos naturales en las localidades con un mayor manejo de agroquímicos.

AGRADECIMIENTOS. Los autores expresan su agradecimiento a CONACYT y COMECYT por el apoyo económico al primer autor. Asimismo, se agradece a los taxónomos: Alma Solís, Antonio Marín, Enrique Ramírez, John Oswald, Steve Gaimari, quienes contribuyeron a la identificación del material entomológico; al grupo Consejo Municipal de Nopaleros de Tlalnepantla y al Grupo Interdisciplinario de Investigación de Nopal por el apoyo brindado en campo.

LITERATURA CITADA

- Agnew, C. W., W. L. Sterling & D. A. Dean.** 1981. Notes on the Chrysopidae and Hemeroptera of eastern Texas with keys for their identification. *Southwestern Entomologist*, 4:1-20.
- Aldama-Aguilera, C., C. Llanderal-Cázares, M. Soto-Hernández & L. E. Castillo-Márquez.** 2005. Producción de grana-cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) en plantas de nopal a la intemperie y en microtúneles. *Agrociencia*, 39:161-171.
- Anónimo.** 2005. *Diagnóstico fitosanitario del nopal verdura (Opuntia ficus-indica L.) en Tlalnepantla, Morelos*. Documento de Trabajo “Primera Reunión del Grupo Interdisciplinario de Investigación del Nopal”. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 85 p.
- Badii, M. H. & A. E. Flores.** 2001. Prickly pear cacti pest and their control in Mexico. *Florida Entomologist*, 84:503-505.
- Ben-Dov, Y. & S. Marotta.** 2001. Taxonomy and family placement of *Coccus bassi* Targioni Tozzetti, 1867 (Hemiptera: Coccoidea). *Phytoparasitica*, 29:169-170.
- Brewer, M. J., T. Noma & N. C. Elliott.** 2005. Hymenopteran parasitoids and dipteran predators of the invasive aphid *Diuraphis noxia* after enemy introductions: Temporal variation and implication for future aphid invasions. *Biological Control*, 33:315–323.
- Clausen, C. P.** 1972. *Entomophagous insects*. Hafner Publishing company. New York, USA. 688 p.
- Cole, F. R.** 1969. *The flies of western North America*. University of California Press. USA. 693 p.
- CICOPLAFEST.** 2009. Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas y Sustancias Tóxicas. <http://www.sagarpa.gob.mx/v1/cicoplafest/>. Consultado en línea (30 de junio de 2009).
- Cruz, C. & A. Segarra.** 1992. Potential for biological control of crop pests in the caribbean. *Florida Entomologist*, 75:400-408.
- Curran, C. H.** 1932. The American Syrphidae with notes. *American Museum Novitates*, 519:1-9
- De Lotto, G.** 1974. On the status of the cochineal insects (Homoptera: Coccoidea: Dactylopiidae). *Journal of Entomological Society of South Africa*, 37:167-193.
- Delgadillo, V. I., M. A. González, & R. Rivera.** 2008. *Manejo fitosanitario del nopal verdura en Milpa Alta, Distrito Federal*. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Distrito Federal (CESAVEDF). 63 p.
- Diodato, L., M. Iturre, & M. E. Paz.** 2004. Especies de *Dactylopius* en Argentina y factores que inciden en su producción. *Quebracho*, 11:67-72.
- Esparza, G. & A. L. Viguera.** 2008. *Salpingogaster cochinelivora* Guérin-Ménéville (Syrphidae) entomófago de Dactylopiidae y su confusión con los géneros *Baccha* sp. y *Allograpta* sp. Pp 46-49. In: Llanderal C., D. H. Zetina, A. L. Viguera & L. Portillo. (Eds.). *Grana cochinilla y colorantes naturales*. Colegio de Postgraduados. México.
- Ferris, G. F.** 1955. *Atlas of the scale insects of North America*. Vol. VII. Stanford University Press. Stanford, California. U.S.A. 233 p.
- Forbes, W. M.** 1923. The Lepidoptera of New York and neighboring states. *Cornell University Agricultural Experimental Station Memoirs*, 68:1-729.
- Fréchette, B., F. Larouche & E. Lucas.** 2008. *Leucopis annulipes* larvae (Diptera:Chamaemyiidae) use a furtive predation strategy within aphid colonies. *European Journal of Entomology*, 105:399-403.

- Gaimari, S. D. & W. J. Turner.** 1997. Behavioral observations on the adults and larvae of *Leucopis ninae* and *L. gaimarii* (Diptera: Chamaemyiidae), predators of russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae). *Journal of Kansas Entomological Society*, 70:153-159.
- Gaona-García, G., S. Myartseva & E. Ruiz-Cancino.** 2001. Enemigos naturales de la escama de la palma *Comstockiella sabalis* (Homoptera: Diaspididae) en Tamaulipas, México. Pp. 121-122. In: Memorias del XXIV Congreso Nacional de Control Biológico. Chihuahua, México.
- Gilreath, M. E. & J. W. Smith, Jr.** 1988. Natural enemies of *Dactylopius confusus* (Homoptera: Dactylopiidae): Exclusion and subsequent Impact on *Opuntia* (Cactaceae). *Environmental Entomology*, 17:730-738
- Goeden R. D., C. A. Fleschner & D. W. Ricker.** 1967. Biological control of prickly pear cacti on Santa Cruz Island, California. *Hilgardia*, 38: 579-606.
- González G., E. G. Sánchez & E. Quezada G.** 2008. *Determinación, monitoreo y control de la cochinilla rosada del hibisco Maconellicoccus hirsutus* (Green). Instituto Nacional de Investigaciones forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Libro Técnico No. 5. 132 p.
- González-Carrillo, J. A., M. A Urías-López & N. C. García-Álvarez.** 2008. Fluctuación poblacional de insectos depredadores de la escama blanca (Hemiptera: Diaspididae) del mango en Nayarit. Pp 144-148. In: Lozano, J., M. P., España, E. González & J. E. Ibarra. Memorias del XXXI Congreso Nacional de Control Biológico. Zacatecas, México.
- Gordon, R. D.** 1985. The Coccinellidae (Coleoptera) of América North of México. *Journal of the New York Entomological Society*, 93: 1-912.
- Griffith, M. P.** 2004. The origins of an important cactus crop, *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae): new molecular evidence. *American Journal of Botany*, 91: 1915-1921.
- Guérin-Méneville, F.E.** 1848. Note sur deux Insectes parasites de la cochenille et qui font un grand tort à cette culture en Amérique. *Revue Zoologique*. 11: 349-350.
- Hamon, A. B. & M. L. Kosztarab.** 1979. Morphology and systematic of the first instar of the genus *Cerococcus* (Homoptera: Coccoidea: Cerococcidae). *Virginia State University Research Division Bulletin*, 146: 1-122.
- Hansen, J. D. & J. E. Sutton.** 1985. Insect activity on a burned site after a range fire. Abstracts, 38th Annual Meeting of Society Rangeland Management 11-14 February, Salt Lake City, UT.
- Heinrich, C.** 1956. *American moths of the subfamily Phycitinae*. *United States National Museum Bulletin*, 1-207.
- Mann, J.** 1969. Cactus-feeding insects and mites. *United States Natural Museum Bulletin*, 256:1-158.
- McAlpine, J. F.** 1987. Chamaemyiidae. Pp. 965-971. In: McAlpine, J. F., B. V. Paterson, G. E. Shewell, H. J. Teskey, J. R. Vockeroth & D. M. Wood (Eds.). *Manual of nearctic Diptera*. Vol. 2. Research Branch Agriculture Canada, Monograph 28. Canada.
- MacGregor, R. & R. Sampedro.** 1984. Catálogo de cóccidos mexicanos. I. Familia Dactylopiidae. (Homoptera:Dactylopiidae). *Anales del Instituto de biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología* (1): 217-223.
- Miliczky E. R & D. R. Horton.** 2005. Densities of beneficial arthropods within pear and apple orchards affected by distance from adjacent native habitat and association of natural enemies with extra-orchard host plants. *Biological Control*, 33: 249-259.
- Mora-Aguilera, G., P. Rivas-Valencia, C. Góngora-Cantú, A. Tovar-Soto, J. Cristóbal-Alejo, E. Loeza-kuk, S. Michereff, A. Marinelli & K. Osada-Velázquez.** 2000. Sistemas Computarizados en la epidemiología: I. 2-LOG ver 1.0 y su aplicación en el diseño de escalas diagramáticos logarítmicas. Pp. 1-20. In: Memorias del XXIX Simposio Nacional de Parasitología Agrícola. Puerto Vallarta, México.
- Nobel, P. S. (Ed.).** 2002. *Cacti: biology and uses*. University of California, Berkeley, California, USA.

- Palacios-Mendoza, C., R. Nieto, C. Llanderal & H. González.** 2004. Efectividad biológica de productos biodegradables para el control de la cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Homoptera: Dactylopiidae). *Acta Zoológica Mexicana n.s.* 20: 99-106.
- Pérez-Guerra, G. y M. Kosztarab.** 1992. Biosystematics of the family Dactylopiidae (Homoptera: Coccinea) with emphasis on the life cycle of *Dactylopius coccus* Costa. *Studies on the Morphology and Systematics of Scale Insects*, 16:1- 90.
- Piña, L. I.** 1977. *La Grana o Cochinilla del Nopal*. Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial (LANFI), México, Monografía No. 1. 54 pp.
- Pluke, R. W. H., A. Escribano, J. P. Michaud & P. A. Stansly.** 2005. Potential Impact of Lady Beetles on *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Puerto Rico. *Florida Entomologist* 88: 123-128.
- Portillo, L.** 2005. Origen de *Dactylopius coccus* Costa (Hemiptera: Dactylopiidae): ¿Norte o Sudamérica? *Dugesiana*, 12: 1-8.
- Portillo, L.** 2008. *Dactylopius opuntiae*: una especie en peligro de extinción. Pp. 69-73. In: Llanderal, C., D. H. Zetina, A. L. Viguera y L. Portillo. (Eds.). *Grana cochinilla y colorantes naturales*. Colegio de Postgraduados. México.
- Portillo, L. & A. L. Viguera G.** 1998. Natural enemies of cochineal (*Dactylopius coccus* Costa): importance in México. *Journal of the Professional Associated Cactus Development* 3: 43-49.
- Portillo L. & A. L. Viguera.** 2003. *Cría de grana cochinilla*. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 51 p.
- Portillo, L. & A. L. Viguera.** 2006. A review on the cochineal species in México, Host and natural enemies. Proceedings of the V International Congress on cactus pear and cochineal. *Acta Horticulturae*, 728: 249-255.
- Rodríguez-Leyva, E., J. R. Lomeli-Flores, & J. M. Vanegas-Rico.** 2010. Enemigos naturales de la grana cochinilla del nopal *Dactylopius coccus* Costa (Hemiptera: Dactylopiidae). Pp. 1-12. In: L. Portillo y A. L. Viguera (Coord.). *Conocimiento y aprovechamiento de la grana cochinilla*. Publicación FAO, CACTUS-NET. En prensa.
- Samways, M. J., R. Osborn, H. Hastings & V. Hattingh.** 1999. Global Climate Change and Accuracy of Prediction of Species' Geographical Ranges: Establishment Success of Introduced Ladybirds (Coccinellidae, *Chilocorus* spp.) Worldwide. *Journal of Biogeography*, 26: 795-812.
- Schneider, F.** 1969. Bionomics and physiology of aphidophagous Syrphidae. *Annual Review of Entomology*, 14: 103-124.
- SENASICA.** 2006. Control biológico de la escama de nieve *Unaspis citri* (Comstock). Ficha Técnica CB-25. 1-2 pp. Versión de internet 148.243.71.63/includes/asp/download.asp?iddocumento=784&idurl=1393. Consultado en línea (30 de junio de 2009).
- SIAP.** Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2008. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ventana.php?idLiga=1043&tipo=1>. Consultado en línea (30 de junio de 2009).
- Simanton, F. L.** 1916. The terrapin scale, an important insect enemy of peach orchards. *United States Department of Agriculture Bulletin*, 351: 1-99.
- Sluss, T. P. & B. A. Foote.** 1971. Biology and immature stages of *Leucopis verticalis* (Diptera: Chamaemyiidae). *The Canadian Entomologist*, 103:1427-1434.
- Solís, M. A.** 2008. Pyraloidea and Their Known Hosts (Insecta: Lepidoptera) of Plummer's Island, Maryland. *Bulletin of the Biological Society of Washington*, 15:88-106.
- Van Amburg, G. L., J. A. Swaby & R. H. Pemble.** 1981. Response of arthropods to a spring burn of a tallgrass prairie in northwestern Minnesota. *Ohio Biological Survey Biological Notes*, 15: 240-243.
- Viguera, A. L., J. Cibrán-Tovar & C. Pelayo-Ortiz.** 2009. Use of botanical extracts to control wild cochineal (*Dactylopius opuntiae* Cockerell) on Cactus Pear. In: Proceedings of the VI International Congress on cactus and cochineal. *Acta Horticulturae*, 811: 229-234.

- Williams, M. L.** 1993. *Toumeyella lignumvitae*, a new species of scale insect from the Florida keys (Homoptera: Coccidae). *The Florida Entomologist*, 76: 566-572.
- Zimmermann, H. G., H. E. Erb & R. E. McFayden.** 1979. Annotated list of some cactus-feeding insects of South America. *Acta Zoologica Lilloana*, 33: 101-112.