Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 20(3): 99-106 (2004)

EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE PRODUCTOS BIODEGRADABLES PARA EL CONTROL DE LA COCHINILLA SILVESTRE *DACTYLOPIUS OPUNTIAE* (COCKERELL) (HOMOPTERA: DACTYLOPIIDAE)

Celina PALACIOS-MENDOZA, Ramón NIETO-HERNÁNDEZ,
Celina LLANDERAL-CÁZARES y Héctor GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ
Programa de Entomología y Acarología. Instituto de Fitosanidad.
Colegio de Postgraduados 56230. Montecillo, Edo. de México, MÉXICO
nilecpm@yahoo.com.mx

RESUMEN

Se evaluaron dos clases de productos biodegradables, un detergente de uso doméstico (Roma®) y otro clasificado como producto misceláneo (Peak Plus, en trámite de registro) contra ninfas I, ninfas II y hembras adultas de la cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) en condiciones de laboratorio, por el método de aspersión dirigida a cladodios de nopal infestados. Las concentraciones probadas para ambos productos fueron 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 y 6.0%; además se evaluó el efecto de una aplicación repetida de las concentraciones comprendidas de 0.5 a 3.0% sobre las mismas etapas de desarrollo. Se observó una mayor susceptibilidad de ninfas I, teniendo una mortalidad cercana al 50% con 5% del detergente Roma®, mientras que las ninfas II y hembras adultas fueron más susceptibles al Peak Plus, lográndose un control cercano al 50% con las concentraciones de 1.5 y 3.0%, respectivamente. En la aplicación repetida, el efecto mayor se observó en hembras adultas para ambos productos.
Palabras Clave: Detergente, cochinilla silvestre, nopal, mortalidad.

ABSTRACT

Two classes of biodegradable products were evaluated against nymphs I, nymphs II, and mature females of the wild cochineal *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) under laboratory conditions: a domestic detergent (Roma®) and a new unclassified product (Peak Plus, in registration). Each was sprayed on directly infested prickly pear cladodes. Concentrations tested for both products were 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 and 6.0%. Replicated applications of the same concentrations, also were evaluated from 0.5 to 3.0% over the same development stages. Higher susceptibility of nymphs I was observed, showing mortality of nearly 50% with 6% Roma®, while nymphs II and mature females were more susceptible to Peak Plus, achieving approximately 50% control with concentrations of 1.5 and 3.0%, respectively. In repeated applications, the highest mortality was observed in mature females for both products.
Key Words: Detergent, wild cochineal, prickly pear, mortality.

INTRODUCCIÓN

En México el género *Opuntia* spp. adquiere importancia económica al ser cultivado para obtener de él beneficios alimenticios tanto para humanos como para animales, entre otros usos; esto ha conducido a incrementar sus superficies de cultivo en los últimos años y detectar que durante su desarrollo, el nopal es atacado por un complejo de insectos (Longo

& Rapisarda 1995, Pimienta 1997), en el que se incluye a varias especies del género *Dactylopius*, mejor conocidas como “cochinillas silvestres”, de las cuales *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) se encuentra ampliamente distribuida en el país (MacGregor & Sampedro 1983). Al succionar la savia de la planta, este insecto ocasiona un amarillamiento local en los cladodios que conlleva a un debilitamiento general de ésta e incluso a su pérdida cuando el ataque es severo (Méndez 1994).

En ocasiones el combate de la cochinilla silvestre se realiza en forma manual, mediante el cepillado de los cladodios cuando se observan los primeros individuos, pero también se recurre al uso de insecticidas químicos de amplio espectro como son paratión metílico, malatión, clorpirifos, carbaril y cipermetrina, entre otros (Pretorius *et al.* 1992, Longo & Rapisarda 1995). La aplicación de este tipo de productos, además de contaminar el agroecosistema, afecta a las poblaciones de insectos benéficos y puede causar intoxicaciones tanto a los individuos en el momento de aplicar, como a consumidores del nopal en fresco, por la alta cantidad de residuos tóxicos. El único insecticida autorizado en el cultivo de nopal está elaborado a base de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) para el control de *Paramyelois transitella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) (SAGAR 1999).

Longo & Rapisarda (1995) señalan que los insectos escama son difíciles de eliminar aún con insecticidas convencionales, al parecer por la cera que cubre al insecto y que lo protege durante la mayor parte de su vida. Miller & Kostarab (1979) recomiendan hacer aplicaciones sobre ninfas y machos adultos, para lograr una mayor efectividad de estos productos.

Vavrina *et al*. (1995) proponen el uso de jabones contra insectos de cuerpo blando (pulgones, mosca blanca, psílidos y escamas), ya que causan obstrucción de los espiráculos y remoción de la capa de cera cuticular y dan como resultado una deshidratación severa que produce la muerte del insecto. Liu & Stansly (1995) y Avilés (1999) consideran que los jabones pueden utilizarse en el Manejo Integrado de Plagas; por su parte, Yepsen (citado por Vavrina *et al*. 1995) menciona que en sistemas de producción orgánica, puede usarse una concentración de hasta 1% para el control de diversas especies de insectos plaga.

En México se han logrado resultados prometedores con los jabones y/o detergentes en el complejo de mosca blanca, áfidos y ácaros (Arteaga 1994, Bautista 1997, Avilés 1999, Silva 1999).

Por lo anterior, es conveniente investigar si los jabones y/o productos con características similares tienen efectos en otras especies de insectos de cuerpo blando. Por ello el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto tóxico de dos productos biodegradables, el detergente Roma® y del producto misceláneo Peak Plus (los cuales parecen tener acciones similares en insectos de cuerpo blando) sobre ninfas y hembras adultas de *D. opuntiae*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Fisiología de Insectos del Colegio de Postgraduados, ubicado en Montecillo, Texcoco, Estado de México, de octubre de 2000 a mayo de 2001.

La identificación taxonómica se hizo sobre hembras adultas. Para la preparación y el montaje de los ejemplares se usó la técnica de Hamon & Kosztarab (1979) y la confirmación de la especie *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) se hizo mediante las claves dicotómicas de Ferris (1955) y De Lotto (1974).

La cría del insecto se inició con cladodios de nopal infestados con adultos de cochinilla silvestre colectados en la Comunidad de Tulantongo, Municipio de Texcoco, Edo. de México.

Con el propósito de incrementar la población del insecto bajo condiciones de laboratorio, se utilizaron cladodios de nopal *Opuntia ficus- indica* (L.) Miller de 8 a 10 meses de edad, los cuales se colocaron en posición horizontal sobre estantes de madera con la finalidad de distribuir sobre ellos aproximadamente 30 hembras en etapa de oviposición. Para asegurar un incremento rápido de la población, a las 24 h de haber sido infestada una de las caras del cladodio, se infestó la otra cara al distribuir las mismas hembras sobre la superficie; al cabo de otras 24 h, los cladodios ya infestados se colgaron en posición vertical por medio de un gancho de alambre TW 10 en una estructura de madera. El gancho se introdujo en la base de las pencas, a través de una perforación de forma triangular hecha en ellas 48 h antes de la infestación con la ayuda de una navaja tratada con una solución clorada al 5% para evitar contaminaciones posteriores. La cría del insecto se llevó a cabo en una cámara que se mantuvo a una temperatura de 25 ± 2 EC, 50 ± 8 % de humedad relativa y 12 h de luz. Una vez que se incrementó la cría, se procedió a infestar una sola cara de cada uno de los cladodios destinados a los bioensayos, lo cual se realizó bajo condiciones de oscuridad total por un lapso de 24 h, ya que de esta manera se evita una migración excesiva de las ninfas antes de que se fijen a la penca. La cría se mantuvo escalonada durante tres generaciones consecutivas, de manera que se contó con material de todos los estados biológicos para poder efectuar los bioensayos.

Se emplearon dos productos biodegradables con antecedentes insecticidas, uno de los productos fue un detergente de uso doméstico (Roma®) y el otro fue un producto misceláneo (Peak Plus, en vía de registro) desarrollado por Rodríguez Maciel[1] (comunicación personal 2001). La composición del producto misceláneo Peak Plus es: 3.0% de proteínas (equivalente a 30 g de i.a./kg), 2.0% de grasas (equivalente a 20 g de i.a./kg), 11.0% de carbohidratos (equivalente a 110 g de i.a./kg), 80.0% de ácidos grasos y 4% de inertes.

Debido a la naturaleza de los productos, cada una de las concentraciones utilizadas (0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 y 6.0%) se preparó en forma independiente, empleando en cada caso, un volumen de agua corriente de 200 ml. Así mismo, con el propósito de tener soluciones homogéneas, cada concentración se mantuvo por tres minutos sobre una plancha de agitación magnética.

Las concentraciones se aplicaron por aspersión dirigida a pencas de nopal en posición vertical, infestadas con ninfas de primero y segundo instar, así como con hembras adultas, mediante atomizadores de uso cosmético con capacidad de 350 ml. Las aplicaciones se

[1] Rodríguez Maciel J. Concepción. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. 56230 Montecillo, Edo. de México.

hicieron en el interior de una campana de extracción, a una distancia de 25 a 30 cm entre el aspersor y la superficie de las pencas a tratar. Se realizó un cubrimiento completo en cada aplicación y por ambas caras del cladodio, tomando como criterio el punto de goteo; después de la aplicación, las pencas de nopal con los insectos tratados se mantuvieron bajo las condiciones controladas de temperatura, humedad relativa y luminosidad de la cámara de cría antes mencionada.

En una segunda fase del estudio y para cada una de los estados biológicos mencionados, se realizó una segunda aplicación de las seis concentraciones comprendidas en el rango de 0.5 a 3.0%, a los cinco días después de haber hecho la primera, considerando un testigo al cual se le aplicó agua corriente y cuya población sirvió para comparar la apariencia de la cubierta cerosa y viabilidad de los insectos, con respecto a los tratados con los productos.

Se utilizó un diseño completamente aleatorio con tres repeticiones de cada uno de los tratamientos, considerando la mortalidad del insecto como la variable de estudio. Como criterio de mortalidad se consideró la deshidratación completa del insecto y/o la no emanación de hemolinfa al perforar con un alfiler alguna parte de la cutícula. Estas observaciones se realizaron en un microscopio estereoscópico a los 5, 7 y 10 días después de cada aplicación en ninfas de primero, segundo estadio y hembras adultas, respectivamente. Para cada tratamiento se consideró un tamaño de muestra promedio de 780 insectos.

Los resultados se analizaron mediante la técnica estadística ANDEVA en la variable porcentaje de mortalidad de tres poblaciones de *Dactylopius opuntiae* (Cockerell), tratadas con diferentes concentraciones para los dos tipos de productos, con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Cuando el nivel observado de significancia (α) fue # a 0.05 se hizo una separación de medias mediante la prueba de Tukey (SAS 1997).

RESULTADOS

En las tres etapas de desarrollo de *D. opuntiae* (Cockerell) evaluadas, la supervivencia del insecto mostró un efecto negativo a la aplicación de los dos productos en comparación con el testigo, en el cual el 100% de los insectos tratados con agua sobrevivieron a la aplicación.

El porcentaje de mortalidad registrado para cada uno de los estados de desarrollo mostró una tendencia positiva, de acuerdo con el incremento en la concentración tanto de Peak Plus como del detergente Roma® (Cuadro 1).

Fue evidente que las ninfas de primer estadio fueron más susceptibles al detergente Roma®, en cambio las ninfas de segundo estadio y las hembras adultas mostraron mayor susceptibilidad al Peak Plus.

Cuando se realizó una doble aplicación de cada una de las concentraciones evaluadas para los dos productos biodegradables, se observó un incremento en el porcentaje de mortalidad en cada una de las etapas de desarrollo, aunque el efecto mayor fue sobre las hembras adultas (Cuadro 2).

Cuadro 1

Porcentaje de mortalidad registrado con una aplicación a diferentes concentraciones de los productos Peak Plus y Roma®, sobre diferentes etapas de desarrollo de *D. opuntiae* (Cockerell).

Concentración		**Peak Plus**			**Roma®**	
(%)	Ninfa I	Ninfa II	Hembra	Ninfa I	Ninfa II	Hembra
0.5	5.9 b	13.3 d	1.5 d	48.3 d	13.0 c	0.9 b
1.0	19.4 b	38.0 c	3.5 d	68.4 c	18.1 c	1.6 b
1.5	29.8 ba	48.9 bc	6.6 dc	72.3 c	19.1 bc	3.2 b
2.0	35.1 ba	62.9 b	13.2 dc	73.4 c	31.8 bac	4.0 b
2.5	36.5 ba	66.7 b	19.5 c	75.5 bc	50.9 ba	5.5 b
3.0	64.7 a	69.9 ba	48.0 b	81.8 ba	52.1 a	8.3 b
6.0	73.0 a	91.4 a	96.7 a	88.7 a	57.2 a	37.6 a
DMS	45.3	23.4	15.0	7.9	32.5	9.7

Valores con letras iguales dentro de una misma columna no son estadísticamente diferentes (Tukey a= 0.05). Diferencia Mínima Significativa (DMS).

Cuadro 2

Porcentaje de mortalidad registrado con dos aplicaciones de diferentes concentraciones de los productos Peak Plus y Roma®, sobre diferentes etapas de desarrollo de *D. opuntiae* (Cockerell).

Concentración		**Peak Plus**			**Roma®**	
(%)	Ninfa I	Ninfa II	Hembra	Ninfa I	Ninfa II	Hembra
0.5	15.6 d	18.2 d	4.3 f	55.2 e	16.9 d	2.3 e
1.0	32.3 c	43.0 c	13.0 e	70.5 d	20.3 d	2.6 e
1.5	53.7 b	58.7 b	23.7 d	79.0 c	36.0 dc	16.5 d
2.0	57.9 b	69.8 ba	44.2 c	79.9 bc	42.4 bc	21.3 c
2.5	78.3 a	71.2 a	64.0 b	86.2 ba	58.6 ba	38.5 b
3.0	79.8 a	74.2 a	75.2 a	92.0 a	67.4 a	48.7 a
DMS	5.0	11.2	6.9	6.5	20.6	3.0

Valores con letras iguales dentro de una misma columna no son estadísticamente diferentes (Tukey a= 0.05). Diferencia Mínima Significativa (DMS).

El efecto letal en ninfas I fue muy evidente en todas las concentraciones evaluadas, pero en las concentraciones de 0.5, 1.0 y 1.5% de Peak Plus a los tres días después del tratamiento, algunos individuos volvieron a secretar la capa algodonosa. La no supervivencia de ninfas II y hembras adultas (Figs. 1 b, c, d) se registró de cuatro a seis días después de la aplicación, aún en las concentraciones de 2.5, 3 y 6% de ambos productos. En el caso de las pupas de machos expuestas a las diferentes concentraciones tanto del detergente Roma® como del Peak Plus, se observó el efecto letal a los cuatro días después del tratamiento (Fig. 1 f).

DISCUSIÓN

El efecto diferencial en términos de mortalidad, sobre todo en el caso de las hembras, que fueron sensibles a partir de la concentración de 3.0% de Peak Plus y de 6.0% para el detergente Roma®, es posible que se deba a una mayor capacidad abrasiva del Peak Plus.

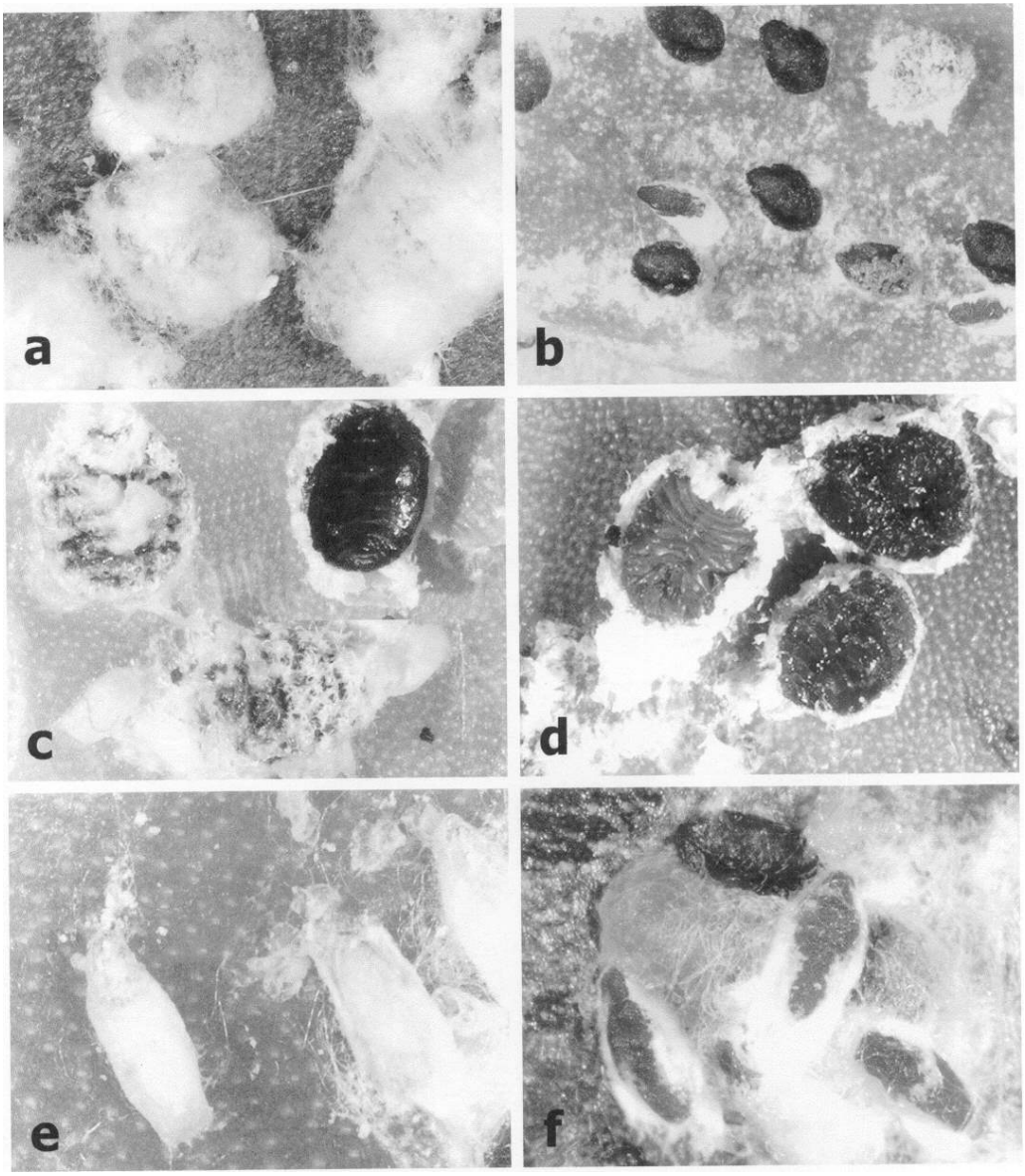


Figura 1

Efecto de los productos biodegradables sobre la cubierta cerosa en ninfas II, hembras adultas y pupas de machos. **a**. aspecto normal de hembras adultas, **b** ninfas II deshidratadas (tratadas con Peak Plus), **c** aspecto ventral y dorsal de hembras adultas deshidratadas (tratadas con Peak Plus), **d** diferentes niveles de deshidratación (tratadas con detergente Roma®), **e** pupas de machos antes de la aplicación y **f** mortalidad en pupas de machos después de la aplicación de Peak Plus al 1.5%.

Con base en la discriminación de los promedios de mortalidad de los diferentes tratamientos (Prueba de Tukey), se puede inferir que con una concentración de tan sólo 0.5% de detergente Roma®, sería posible eliminar cerca de la mitad de una población de ninfas recién nacidas, luego para disminuir más la población se sugiere aplicar Peak Plus al 1.5% sobre ninfas II, completando el manejo con la aplicación de Peak Plus al 3% para combatir a los posibles sobrevivientes que pudiesen alcanzar la fase adulta.

La aplicación repetida de jabones contra insectos de cuerpo blando fue experimentada por Vavrina *et al*. (1995), quienes recomiendan aplicar concentraciones de 0.25 a 0.5% del jabón de uso doméstico New Day para el control de ninfas de mosca blanca. Según estos investigadores, la aplicación de concentraciones relativamente bajas evita problemas de fitotoxicidad.

El efecto biológico causado por los productos evaluados en este trabajo se debió a la remoción de la cubierta "algodonosa" del insecto, lo que probablemente ocasionó una deshidratación excesiva en ninfas y adultos (Figs. 1 b, c, d) que, aunado al posible taponamiento de los espiráculos, les causó la muerte, aunque ésta tuvo lugar después de tres a seis días de haber efectuado el tratamiento, dependiendo de la etapa de desarrollo tratada, siendo más susceptibles los machos en estado de pupa y las ninfas I, debido probablemente a que por su menor tamaño tienen un mayor coeficiente de evaporación por unidad de superficie. Observaciones similares son reportadas por Butler *et al*. (1993) y Vavrina *et al.* (1995) al evaluar diferentes jabones en mosca blanca.

Las observaciones sobre la recuperación de las escamas en las diferentes etapas de desarrollo fueron importantes para determinar el momento de hacer una segunda aplicación de los productos, con base en la deposición gradual de la cubierta cerosa del insecto, que ocurre en aproximadamente cinco días después de la primera aplicación. Lo anterior indica que tanto el detergente Roma® como el Peak Plus pueden ser utilizados como una alternativa en el control de la cochinilla silvestre, con ventajas en cuanto a la ausencia de residuos tóxicos, ya que el intervalo de seguridad prácticamente no existe en el caso de los dos productos evaluados, por lo que pueden ser aplicados en plena cosecha de nopal para verdura o fruta.

Los productos biodegradables (detergente Roma® y Peak Plus) son efectivos a concentraciones de 0.5 a 3.0% contra ninfas y adultos de *D. opuntiae*. El primer efecto es la remoción de la cubierta de cera cuticular que protege el cuerpo de los insectos, lo que provoca su deshidratación y como consecuencia la muerte de los mismos. La aplicación repetida de los productos incrementa los porcentajes de mortalidad en cada una de las concentraciones de ambos productos.

LITERATURA CITADA

Arteaga G., L. E. 1994. Evaluación de soluciones acuosas de jabón para el control de mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* West. (Homoptera: Aleyrodidae) en invernadero. *Tesis de Maestría en Ciencias.* Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 50 p.

Avilés G., M. 1999. Evaluación de jabones para el control de mosquita blanca (*Bemisia* sp.) en el cultivo de tomate del Valle de Culiacán, Sinaloa, México. *Hortalizas, Frutas y Flores* (Marzo) pp: 23-24.

Bautista, V. B. 1997. Evaluación de jabones para el control de mosquita blanca en calabacita *(Cucurbita pepo L.)*. *Tesis Profesional*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 59 pp.

Butler, G. D. Jr., T. J. Henneberry, P. A. Stansly, & D. J. Schuster. 1993. Insecticidal effects of selected soaps, oils and detergents on the sweetpotato whitefly: (Homoptera: Aleyrodidae). *Florida Entomol.* 76: 161 - 166.

De Lotto, G. 1974. On the status and identity of the cochineal insects (Homoptera: Coccoidea: Dactylopiidae). *J. Ent. Soc. Sth. Afr*. 37 (1): 167-193.

Ferris, G. F. 1955. *Atlas of the scale insects of North America*. Vol. VII. Stanford Univ. Press. Stanford, California, U. S. A. 233 pp.

Hamon, A. B. & M. Kosztarab. 1979. Morphology and sistematics of the first instars of the genus *Cerococcus* (Homoptera: Coccoidea: Cerococcidae). Morphology and sistematics of scale insects No. 11. *Vir. Poly. Inst. and State Univ. Research Div. Bull.* 146. 122 pp.

Liu, T. X. & P. A. Stansly. 1995. Toxicity of biorational insecticides to *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato leaves. *J. Econ. Entomol.* 88: 564 –568.

Longo, S. & C. Rapisarda. 1995. *Pests of Cactus Pear*. Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. FAO. Rome, Italy. 219 pp.

MacGregor R., L. & G. R. Sampedro. 1983. Catálogo de cóccidos mexicanos – I. Familia Dactylopiidae (Homoptera: Coccoidea). *Anales del Instituto de Biología, Ser. Zool*. 54 (I): 217-223.

Méndez G., S. de J. 1994. Principales plagas del nopal. En: *Memorias de Aportaciones técnicas y experiencias de la producción de tuna en Zacatecas*, Morelos, Zac, México. F. S. Esparza y S. de J. G., Méndez (Eds.). pp. 49- 57.

Miller, D. R. & M. Kosztarab. 1979. Recent advances in the study of scale insects. *Ann. Rev. Entomol*. 24: 1-27.

Pimienta, E. 1997. *El nopal en México y el mundo*. Cactáceas. CONABIO, SEMARNAP, UNAM. México. 143 pp.

Pretorius, M. W., A. H. Van & V. H. Ark. 1992. Further insecticide trials for the control of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae) as web as *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae) on spineless cactus. *Phytophylactica* 24: 229-233.

SAGAR. 1999. *Guía de plaguicidas autorizados de uso agrícola*. Dirección General de Sanidad Vegetal, SAGAR. México. 124 pp.

SAS.1996. *The SAS system for Windows*. Release 6.12. University of Minnesota.

Silva, F. M. A. 1999. Ácidos grasos de cebo de res para el combate de ácaros y áfidos en rosal de invernadero en Tenancingo, Hidalgo. *Tesis de Maestría en Ciencias*. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 32 pp.

Vavrina, C. S., P. A. Stansly & T. X. Liu. 1995. Household detergent on tomato: phytotoxicity and toxicity to silverleaf whitefly. *Hort Science* 30: 1406-1409.

Recibido: 21 de junio 2002
Aceptado: 2 de abril 2004