

Efectividad biológica de insecticidas en el control de cochinilla del nopal (*Dactylopius opuntiae*) en Morelos, México

Biological effectiveness of insecticides in the control of nopal mealybug (*Dactylopius opuntiae*) in Morelos, Mexico

Recibido: 24 de septiembre de
2024

Aceptado: 15 de noviembre de 2024

Daniel Perales-Rosas
Laboratorio Nacional CONAHCYT para la Evaluación de Productos Bióticos-LaNAEPBi
unidad de servicio Tecnológico Nacional de México / I. T. de Ciudad Valles
<http://orcid.org/0000-0003-4257-3993>

Mairel Valle-de la Paz*
Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Guerrero, Av. Universidad
S/N. Ex. Rancho Shalako, C.P. 39106, Carr. Nal. Petaquillas-Chilpancingo. Las
Petaquillas, Guerrero, México.
<http://orcid.org/0000-0002-5411-1481>

*Autor de correspondencia: 159665@uagro.mx

Pedro Aguilar-Zárate
Laboratorio Nacional CONAHCYT para la Evaluación de Productos Bióticos-LaNAEPBi
unidad de servicio Tecnológico Nacional de México / I. T. de Ciudad Valles
<https://orcid.org/0000-0002-7983-9022>

Rafael Nieto-Aquino
Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico de Ciudad Valles. Carretera al
Ingenio Plan de Ayala Km.2, Col. Vista Hermosa, Ciudad Valles, San Luis Potosí,
México, C.P. 79010
<https://orcid.org/0000-0003-1661-8043>

RESUMEN

La cochinilla del nopal (*Dactylopius opuntiae*) es la plaga más agresiva en el cultivo de nopal verdura en el estado de Morelos, los productores realizan hasta dos aplicaciones semanales con insecticidas sin registro de uso ante COFEPRIS, limitando la comercialización al mercado internacional y presentando residuos de plaguicidas que sobre pasan las tolerancias permitidas. Para lo cual se evaluó la efectividad biológica de las mezclas de insecticidas + detergente biodegradable Persil[®] y su comparación con los tratamientos del coadyuvante no iónico Break Thru[®] y Persil[®] sin mezcla de insecticida para el control de la cochinilla del nopal. El estudio se realizó de septiembre a noviembre del 2022 en el municipio de Tlalnepantla, Morelos. Se aplicó un diseño experimental de bloques completos al azar de 17 tratamientos y 4 repeticiones, la variable respuesta fue el porcentaje de daño por cladodio. Los resultados muestran que con las dosis bajas de New Leverage[®] 085 OD (75 mL/100 L de agua + 0.5 L Persil[®]); Velfidor[®] 350 SC (75 mL/100 L de agua + 0.5 L Persil[®]); Applaud[®] 40 SC (50 mL/100 L de agua + 0.5 L Persil[®]) y Movento[®] 150 OD (25 mL/100 L de agua + 0.5 L Persil[®]) son la mejor alternativa para el control de cochinilla del nopal con eficacias superiores al 86%, también se observó que los tratamientos de Break Thru[®] y Persil[®] se obtuvieron eficacias superiores al 70% desde la primer evaluación, por lo que pueden ser utilizados en poblaciones iniciales de la cochinilla del nopal, eliminando de esta forma la problemática de los residuos de plaguicidas en el nopal verdura.

Palabras clave: Control químico, residuos de plaguicidas, nopal verdura, eficacia.

Abstract

The nopal mealybug (*Dactylopius opuntiae*) is the most aggressive pest in the nopal crop in the state of Morelos. Producers make up to two applications per week with insecticides without registration of use before COFEPRIS, limiting the commercialization to the international market and presenting pesticide residues that exceed the permitted tolerances. The biological effectiveness of mixtures of insecticides + Persil[®] biodegradable detergent

and their comparison with treatments of the non-ionic coadjuvant Break Thru[®] and Persil[®] without insecticide mixture for the control of the nopal mealybug was evaluated. The study was conducted from September to November 2022 in the municipality of Tlalnepantla, Morelos. A randomized complete block experimental design with 17 treatments and 4 replicates was applied, the response variable was the percentage of damage per cladode. The results show that low doses of New Leverage[®] 085 OD (75 mL/100 L of water + 0.5 L Persil[®]); Velfidor[®] 350 SC (75 mL/100 L of water + 0.5 L Persil[®]); Applaud[®] 40 SC (50 mL/100 L of water + 0.5 L Persil[®]) and Movento[®] 150 OD (25 mL/100 L of water + 0.5 L Persil[®]) are the most effective treatments. 5 L Persil[®] are the best alternative for nopal mealybug control with efficacies higher than 86%. It was also observed that Break Thru[®] and Persil[®] treatments obtained efficacies higher than 70% from the first evaluation, so they can be used in initial populations of the nopal mealybug and in the control of the nopal mealybug.

Keywords: Chemical control, pesticide residues, vegetable nopal, efficacy.

INTRODUCCIÓN

El estado de Morelos se caracteriza por ser el principal productor de nopal verdura en México, en el ciclo agrícola 2023 se cultivaron 4, 219 ha, sobresaliendo el municipio de Tlalnepantla con 3, 030 ha, Tlayacapan con 572 ha y Totolapan con 553 ha (SIAP, 2024). Una de las principales plagas que afectan al cultivo de nopal verdura en el estado de Morelos es la cochinilla del nopal (*Dactylopius opuntiae* Cockerell). Las especies de este género se caracterizan por tener cuerpo blando y su aspecto distintivo es la excreción de cera de color blanco de apariencia algodonosa a través de las estructuras cuticulares (Vanegas, 2009; Rodrigo et al., 2010). Esta cera envuelve la totalidad del insecto y es su mecanismo de defensa contra depredadores (Fig. 1) (Tulloch, 1970). Los adultos muestran un dimorfismo sexual marcado. En el ciclo de vida de los machos se reconocen cinco estados que comprenden huevo, ninfa, prepupa, pupa y adulto; mientras en las hembras sólo se observan huevo, ninfa y adulto (Gullan y Kosztarab, 1997; Rodrigo et al., 2010). Las hembras adultas tienen cuerpo de forma ovalada con antenas cortas de siete segmentos, patas cortas y no tienen alas (Rodrigo et al., 2010).

Las hembras se asientan en los cladodios de diferentes edades y se sujetan a ellos mediante su aparato bucal que es de tipo chupador. Allí permanecerán toda su vida succionando la savia y causando daño constante a la planta (Mondragón et al., 2012). Los machos pupan encima de las hembras, tienen alas que les permiten moverse y su única función es fecundar a las hembras, por lo que su vida es muy corta (Fig. 1) (Romero et al., 2006). El daño lo ocasionan las colonias de ninfas y hembras de cochinilla que se fijan al cladodio, succionando la savia, ocasionando debilitamiento y clorosis de las pencas, además de un daño estético que reduce el valor comercial del nopal (Fig. 1).

Debido a que existe solo un insecticida con registro en nopal para el control de cochinilla (Sivanto Prime[®] 200 SL: RSCO-INAC-0189-0672-009-17.09) ante COFEPRIS, por considerarse un cultivo tradicional y regional en México, los productores de nopal verdura del estado de Morelos, utilizan una gran diversidad de agroquímicos, sobre todo residuales sin Límites Máximos de Residuos (LMR), que ponen en riesgo la salud de los consumidores. Ramírez-Bustos (2018) encontró residualidad de plaguicidas en centros de acopio de nopal verdura en el estado de Morelos, de los siguientes ingredientes activos, Carbendazim (18 muestras), seguido de Clorpirifos e Imidacloprid (15 muestras), Malatión (4 muestras), Dimetomorf I (2 muestras) y Ometoate (1 muestra). A nivel de parcela encontró a Clorpirifos (0.309 mg/kg), Dimetomorf I (0.029 mg/kg), Malation (0.155 mg/kg), Ometotato (0.032 mg/kg) y Carbendazim (0.090 mg/kg) e Imidacloprid (0.058 mg/kg).



Figura 1.

a). Ciclo biológico de cochinilla del nopal. a). Huevo, b). Ninfa I, c-d) Ninfa II, e) Hembra, f). Macho, tomadas de Rangel-Estrada et al. 2013. b). Daño ocasionado por cochinilla del nopal (*Dactylopius opuntiae*) en pecas de nopal verdura, Morelos, 2023, Fotografía de Perales-Rosas, D.

Hernández-Pérez et al. (2019) mencionan que el control de la cochinilla del nopal (*Dactylopius opuntiae* Cockerell) en nopal verdura (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), en el estado de Morelos es apremiante por la importancia alimenticia en la población y fuente de ingreso económicos para los productores, utilizando 2 a 3 insecticidas mezclados y aplicando hasta dos veces por semana, generando resistencia de la plaga, fitotoxicidad al cultivo, residualidad en nopal verdura fresco e intoxicaciones de trabajadores y consumidores, impidiendo su comercialización en el mercado internacional.

En respuesta a la problemática anteriormente mencionada, el personal técnico del Comité Estatal de Sanidad Vegetal del estado de Morelos realiza recomendaciones de insecticidas comerciales a dosis bajas (New Leverage[®] 085 OD, Velfidor[®] 350 SC, Applaud[®] 40 SC, Sivanto Prime[®] 200 SL, Movento[®] 150 OD) en combinación con un detergente líquido biodegradable de uso doméstico (Persil[®]) y un coadyuvante no iónico (Break Thru[®]) para el control de la cochinilla del nopal, sin embargo, estas recomendaciones no han sido validadas en campo, por lo que se planteó evaluar la efectividad biológica de las mezclas de insecticidas + detergente biodegradable Persil[®] y su comparación con los tratamientos del coadyuvante no iónico Break Thru[®] y Persil[®] sin mezcla de insecticida para el control de la cochinilla del nopal.

METODOLOGÍA

Diseño de investigación. El estudio se realizó del 21 de septiembre del 2022 al 17 de noviembre del 2022 en el municipio de Tlalnepantla, Morelos, México, en las coordenadas Latitud:19°00'55.47" N y Longitud de 99°00'05.72" O en una huerta comercial de nopal

verdura (*Opuntia ficus-indica*) variedad Milpa Alta en etapa de desarrollo vegetativo (Fig. 2).

Muestra. Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar con 17 tratamientos y 4 repeticiones (Cuadro 1), el tamaño de la unidad experimental fue de 23 m² y la parcela útil de 18.4 m², con una superficie total de 1564 m² (Cuadro 1).



Figura 2.
Sitio de ubicación del estudio en campo, Tlalneplantla, Morelos, México.

BLOQUES			
I	II	III	IV
T8	T7	T1	T11
T2	T11	T10	T15
T3	T5	T17	T10
T17	T13	T16	T3
T9	T12	T12	T5
T15	T4	T7	T2
T11	T10	T5	T13
T5	T19	T3	T12
T4	T8	T8	T14
T16	T6	T14	T6
T12	T3	T15	T16
T13	T15	T4	T8
T6	T2	T13	T9
T1	T14	T9	T1
T7	T1	T11	T7
T14	T9	T6	T17
T10	T16	T2	T4

Cuadro 1.
Croquis de distribución de los tratamientos en campo.

Se realizaron dos aplicaciones de los tratamientos a intervalos de 14 días, dirigiendo la aplicación a la base de los cladodios, utilizando una mochila motorizada marca Arimitzu de 22 L de capacidad con dos boquillas de cono lleno, con un gasto de 652 L de agua/ha. Los tratamientos aplicados se observan en el Cuadro 2 y las especificaciones de los insecticidas en el Cuadro 3.

Cuadro 2.
Dosis y tratamientos aplicados en el control de daño de cochinilla del nopal (Dactylopius opuntiae) en el estado de Morelos, 2022.

Dosis de los tratamientos			
Tratamiento	Ingredientes activos	Dosis (mL/100 L agua)	Persil (L/100 L agua)
T1	Imidacloprid + Deltametrina + Persil [®]	75	0.5
T2	Imidacloprid + Deltametrina + Persil [®]	100	0.5
T3	Imidacloprid + Deltametrina	150	0.5

	+ Persil [®]		
T4	Imidacloprid + Persil [®]	75	0.5
T5	Imidacloprid + Persil [®]	100	0.5
T6	Imidacloprid + Persil [®]	150	0.5
T7	Buprofezin + Persil [®]	50	0.5
T8	Buprofezin + Persil [®]	75	0.5
T9	Buprofezin + Persil [®]	100	0.5
T10	Spirotetramat + Persil [®]	25	0.5
T11	Spirotetramat + Persil [®]	37.5	0.5
T12	Spirotetramat + Persil [®]	50	0.5
T13	Flupyradifurone + Persil [®]	1L/ha	0.5
T14	Break Thru [®]	60	-----
T15	Break Thru [®]	2.5 mL/ L agua)	-----
T16	Persil [®]	_____	0.5
T17	TESTIGO ABSOLUTO	_____	_____

Cuadro 3.

Especificaciones técnicas de los insecticidas aplicados en campo para el control de cochinilla del nopal (Dactylopius opuntiae) en el estado de Morelos, 2022.

Datos del plaguicida	Plaguicida evaluado	Plaguicida evaluado	Plaguicida evaluado	Plaguicida evaluado	Plaguicida evaluado
Plaguicida	Insecticida	Insecticida	Insecticida	Insecticida	Insecticida
Nombre común	Imidacloprid + Deltametrina	Imidacloprid	Buprofezin	Flupyradifurone	Spirotetramat
Nombre comercial y/o código (de existir)	New Leverange [®] 085 OD	Velfidor [®] 350 SC	Applaud [®] 40 SC	Sivanto Prime [®] 200 SL	Movento [®] 150 OD
Formulación	Dispersión en aceite	Suspensión Concentrada	Suspensión Concentrada	Concentrado soluble	Dispersión en aceite
Concentración (% en peso)	Imidacloprid al 7.60% + Deltametrina al 1.01 %	Imidacloprid al 30.2%	Buprofezin al 40.91%	Flupyradifurone al 17.09%	Spirotetramat al 15.3%
Equivalente en g. i.a./L o kg	75 g de Imidacloprid + 10 g de Deltametrina/L	350 g de Imidacloprid/L	445.92 g de Buprofezin/L	200 g de Flupyradifurone/L	150 g de Spirotetramat/L
Otros	Detergente biodegradable Persil [®]	Detergente biodegradable Persil [®]	Detergente biodegradable Persil [®]	Detergente biodegradable Persil [®]	Detergente biodegradable Persil [®]

Se realizó una preevaluación y 4 evaluaciones subsecuentes a intervalos de 7 días, el tamaño de muestra fue de 10 plantas por unidad experimental, 40 plantas por tratamientos, la variable evaluada fue el porcentaje de daño de cochinilla del nopal en el cladodio basal, utilizando la escala de Mora-Aguilera et al. (2000) (Cuadro 4).

Cuadro 4.

Escala logarítmica de evaluación de infestación de Dactylopius opuntiae propuesta por Mora-Aguilera et al. (2000).

INDICE	DESCRIPCION DEL DAÑO
0	0 % colonias
1	1 a 5 % de superficie cubierta con Colonias
2	6 a 15 % de la superficie cubierta con Colonias
3	16 colonias a 25% de superficie cubierta con colonias.
4	De 25% a 50% de superficie cubierta con colonias.
5	De 51% a 75% de superficie cubierta con colonias.
6	De 76% a 100% de superficie cubierta con colonias.

Los índices de daño se transformarán en porcentajes de daño usando la fórmula de Townsend y Heuberger, 1943.

$$P = \frac{\sum(n*V)}{\text{Categoría mayor} * N} \times 100$$

Donde:

P= Porcentaje de daño

n= Numero de plantas por categoría

V= Valor numérico de cada categoría

N= Número total de plantas en la muestra

Efectividad Biológica. Con las medias por tratamientos de los datos de campo se determinó la efectividad biológica aplicando la fórmula de Abbott (1925).

$$EB = (IT-it/IT)100$$

Dónde:

IT= Severidad en el testigo absoluto

it= Severidad en el tratamiento con insecticida

Los datos obtenidos en las diferentes fechas de evaluación fueron sometidos a un análisis de varianza y a la prueba de comparación de medias con Tukey ($\alpha=0.05$) con el paquete de análisis estadístico SAS[®].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Previo a la aplicación de los tratamientos se llevó a cabo la preevaluación, en ella se observó que las poblaciones de cochinilla del nopal (*Dactylopius opuntiae*) presentaban porcentajes de daño entre 21 a 30%, sin diferencias estadísticas entre las poblaciones de cochinilla del nopal en los distintos tratamientos (Cuadro 5). La primera evaluación se llevó a cabo a los 7 días después de la primera aplicación de los tratamientos en campo, todos los tratamientos de insecticidas + jabón biodegradable Persil[®] presentaron porcentajes de daños inferiores al 26%, logrando suprimir el daño de la plaga en 19.15% y eficacias de control de las poblaciones de ninfas y hembras de cochinilla del nopal superiores al 42% (Figura 3 y 4), siendo estadísticamente iguales todos los tratamientos, con diferencias estadísticas con el testigo absoluto por el efecto de control de los insecticidas y coadyuvantes (Cuadro 5). La segunda evaluación se realizó a los 14 días después de la primera aplicación de los tratamientos, en ella podemos observar que todos los tratamientos de mezcla de insecticida + jabón biodegradable Persil[®] presentaron eficacias de control superiores al 80%, sobresaliendo la dosis alta de Velfidor[®] 350 SC (150 mL/100 L de agua) + 0.5 L de Persil[®] con 94.0% de eficacia en el control del porcentaje de daño de la cochinilla del nopal (*Dactylopius opuntiae*), seguido por el tratamientos 12 (50 mL/100 L de agua) de Movento[®] 150 OD + 0.5 L de Persil[®] y No. 13 (1 L/ha) de Sivanto Prime[®] 200 SL + 0.5 L Persil[®], con eficacias del 93.3% ,

siendo estadísticamente iguales entre ellos y diferentes al resto de los tratamientos con insecticida + jabón biodegradable Persil[®] y al testigo absoluto (Cuadro. 5, Fig. 4). Estos porcentajes de control son muy aceptables ya que son superiores al 80%, estos resultados superan los registrados por De Brito et al. (2008) ya que evaluaron jabón en polvo y detergente al 5 % evaluando a los 8 DDA registraron valores superiores de mortalidad de 83.8 y 89.9 % respectivamente.

Cuadro 5.

Comparación de medias del porcentaje de daño de la cochinilla del nopal (Dactylopius Opuntiae) del cultivo de nopal en el estado de Morelos.

Trat.	Producto	Dosis (mL/100 L agua)	Persil (L/100 L agua)	Pre-eval.	Agrupación (Eficacia)			
					1ra. Eval.	2da. Eval.	3ra. Eval.	4ta. Eval.
T1	New Laverange [®] 085 OD + Persil [®]	75	0.5	26.22 a	19.12 b (57.4)	8.72 b (82.2)	4.15 bc (92.8)	8.70 b (87.1)
T2	New Laverange [®] 085 OD + Persil [®]	100	0.5	24.12 a	15.8 b (64.8)	8.30 b (83.1)	7.87 b (86.3)	9.55 b (85.9)
T3	New Laverange [®] 085 OD + Persil [®]	150	0.5	29.55 a	25.8 b (42.6)	8.32 b (83.0)	2.87 c (95.0)	6.62 b (90.2)
T4	Velfidor [®] 350 SC + Persil [®]	75	0.5	30.37 a	16.2 b (63.9)	7.90 b (83.9)	7.90 b (86.3)	12.05 b (82.2)
T5	Velfidor [®] 350 SC + Persil [®]	100	0.5	29.12 a	11.65 b (74.0)	3.30 c (93.2)	7.05 b (87.8)	10.80 b (84.0)
T6	Velfidor [®] 350 SC + Persil [®]	150	0.5	26.62 a	12.07 b (73.1)	2.90 c (94.0)	4.97 b (91.4)	8.27 b (87.8)
T7	Applaud [®] 40 SC + Persil [®]	50	0.5	21.22 a	17.02 b (62.1)	3.70 b (92.4)	5.80 b (89.9)	10.37 b (84.7)
T8	Applaud [®] 40 SC + Persil [®]	75	0.5	29.12 a	12.47 b (72.2)	5.80 b (88.1)	7.07 b (87.7)	8.30 b (87.7)
T9	Applaud [®] 40 SC + Persil [®]	100	0.5	28.27 a	17.45 b (61.1)	7.47 b (84.7)	4.15 b (92.8)	6.20 b (90.8)
T10	Movento [®] 150 OD + Persil [®]	25	0.5	23.30 a	13.32 b (70.3)	4.95 b (89.9)	5.40 b (90.6)	8.72 b (87.1)
T11	Movento [®] 150 OD + Persil [®]	37.5	0.5	29.12 a	9.97 b (77.8)	7.05 b (85.6)	4.97 b (91.4)	12.45 b (81.6)
T12	Movento [®] 150 OD + Persil [®]	50	0.5	26.22 a	13.7 b (69.5)	3.27 c (93.3)	2.02 c (96.5)	8.32 b (87.7)
T13	Sivanto Prime [®] 200 SL + Persil [®]	1L/ha	0.5	23.72 a	12.87 b (71.3)	3.27 c (93.3)	6.65 b (88.5)	8.70 b (87.1)
T14	Break Thru [®]	60	-----	28.32 a	14.55 b (67.6)	8.30 b (83.1)	4.55 bc (92.1)	14.12 b (79.2)
T15	Break Thru [®]	2.5 mL/ L agua	-----	29.55 a	12.05 b (73.1)	10.40 b (78.8)	5.40 b (90.6)	9.55 b (85.9)
T16	Persil [®]	-----	0.5	26.62 a	11.65 b (74.0)	10.37 b (78.8)	5.37 b (90.7)	11.22 b (83.4)
T17	Testigo absoluto	-----	-----	26.22 a	44.95 a	49.15 a	57.87 a	67.90 a

Nota: Letras distintas en una misma columna difieren por Tukey ($\alpha \leq 0.05$).

El porcentaje de daño disminuyó drásticamente en la tercera evaluación por el efecto acumulado de las dos aplicaciones de insecticidas + detergente biodegradable Persil[®], los mejores tratamientos en la tercera evaluación fueron el No. 3 (150 mL/100 L de agua de New

Laverange[®] 085 OD + 0.5 L Persil[®]), No. 12 (50 mL/100 L agua de Movento[®] 150 OD + 0.5 L de Persil[®]) con porcentajes de daño de cochinilla del nopal inferiores al 2.87% (Figura 3). Vavrina et al (1995) proponen el uso de jabones contra insectos de cuerpo blando por la remoción de las capas de cera cuticular, por lo que el efecto del detergente Persil[®] y del coadyuvante no iónico Break Thru[®] fue remover la capa cerosa de las ninfas y hembras adultas de la cochinilla del nopal, exponiéndolas al efecto de los tratamientos insecticidas y al efecto de los factores ambientales y parasitoides (Figura 2). López-Rodríguez et al. (2021) sugieren que la utilización de jabones es una opción para el manejo de *D. opuntiae*, pudiendo ser una táctica eficiente y amigable con el ambiente.

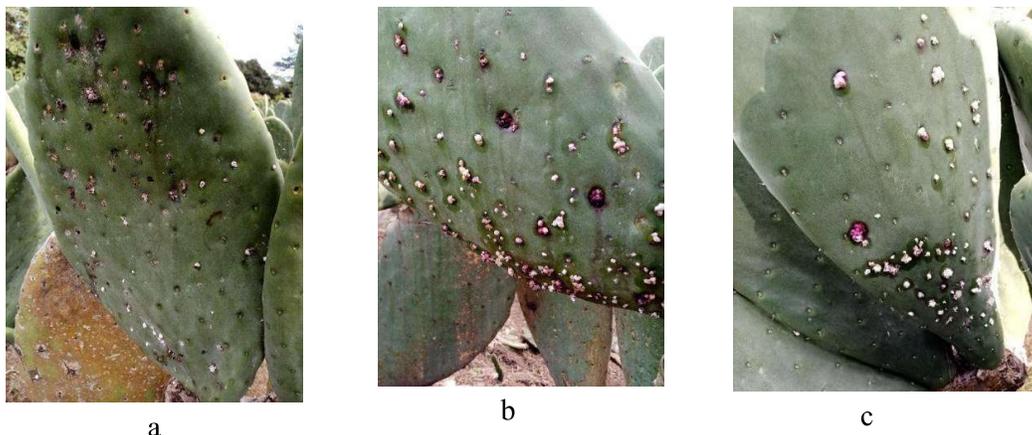


Figura 2.

Efecto de los tratamientos de Break Thru[®] y Persil[®]. a). No. 14 (60 mL/100 L de agua de Break Thru[®]). b). No.15 (2.5 mL/L de agua de Break Thru[®]); c). No.16 (0.5 L de Persil[®]/ 100 L de agua), observa el ablandamiento y remoción de las capas de cera de las colonias de *Dactylopius opuntiae*.

En la cuarta evaluación el porcentaje de daño en el testigo absoluto alcanzó 67.90% se observó una disminución de 53.78% de daño en los tratamientos de insecticida + jabón biodegradable Persil[®], Break Thru[®] y Persil[®]. El testigo absoluto fue estadísticamente diferente a todos los tratamientos, el mejor tratamiento para la disminución del porcentaje de daño fue el No. 9 (100 mL/100 L agua de Applaud[®] 40 SC + 0.5 L de Persil[®]) con un porcentaje de daño de 6.20%, seguido del tratamiento No.3 (150 mL/100 L de agua de New Laverange[®] 0.85 OD + 0.5 L de Persil[®]) con un porcentaje de daño de 6.62%, todos los tratamientos con insecticidas, Break Thru[®] y Persil[®] fueron estadísticamente iguales en la cuarta evaluación (Cuadro 5, Figura 3).

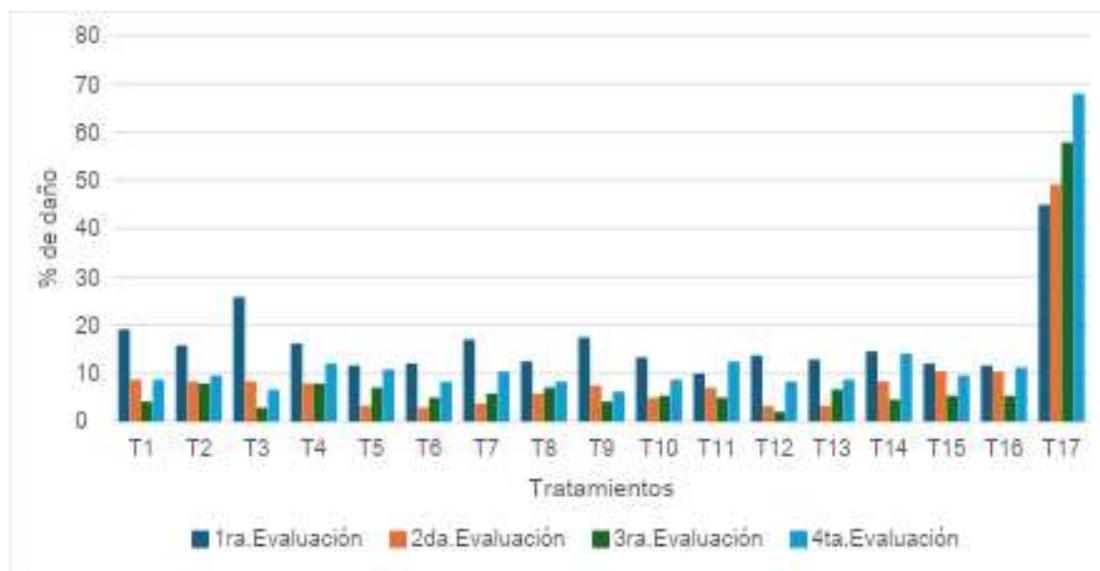


Figura 3. Comparación de medias por tratamiento del porcentaje de daño de cochinilla del nopal (*Dactylopius opuntiae*) en el sitio 2 en Tlalnepantla, Morelos, 2022.

La efectividad biológica más elevada se observaron en la tercera evaluación, con eficacias de control superiores al 86%, en todos los tratamientos aplicados con insecticidas + jabón biodegradable Persil[®] (Figura 3), encontrándose estas eficacias biológicas dentro del rango definido en la Norma Oficial Mexicana NOM-032-SAG/FITO-2014, que para el caso de insecticidas deben ser mayores al 85%, estos resultados son también superiores a los observados por Palacios-Mendoza et al. (2004) que reportan al detergente de uso doméstico Roma[®] y otro clasificado como producto misceláneo Peak Plus[®] obtuvieron eficacias de control de *Dactylopius opuntiae* cercanos al 50% bajo condiciones de laboratorio.

Cabe mencionar que se realizaron cuatro evaluaciones, dos después de las dos aplicaciones de los tratamientos y dos posteriores a estas cada 7 días, con el fin de evaluar la residualidad de los tratamientos aplicados.

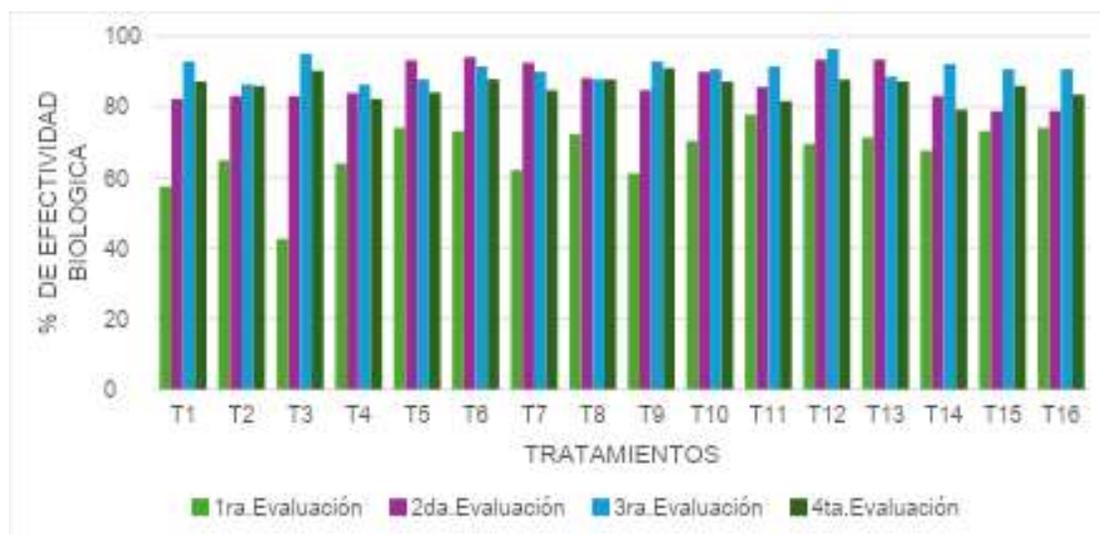


Figura 4.

Comparación de eficacias de los tratamientos de New Laverange[®] 085 OD + Persil[®] (T1, T2, T3), Velfidor[®] 350 SC + Persil[®] (T4, T5 y T6), Applaud[®] 40 SC + Persil[®] (T7, T8 y T9), Movento[®] 150 OD + Persil[®] (T10, T11 y T12), Sivanto Prime[®] 200 SL + Persil[®] (T13), Break Thru[®] (T14, T15), Persil[®] (T16) en el control de cochinilla del nopal (*Dactylopius opuntiae*) en el sitio 2 en Tlalnepantla, Morelos, 2022.

Los tratamientos 14 (60 mL/100 L de agua de Break Thru[®]), tratamiento 15 (2.5 mL/L de agua de Break Thru[®]) y tratamiento 16 (0.5 mL/100 L de agua de Persil[®]) sin mezcla de insecticidas presentaron eficacias de control superiores al 67 % desde la primera evaluación (Figura 4), por lo que se pueden utilizar como un control alternativo no químico de cochinilla del nopal. Los resultados de eficacia de Break Thru[®] son coincidentes con los reportados por Rangel-Estrada *et al.*, 2013 quien probó el efecto de 2.5 mL/L de agua de Break Thru[®] con eficacias del 72.5 %, similares a Suprathion[®] (1 L/ha) y Lorsban[®] 480 (1.5 L/ha) en el control de ninfas y adultos de cochinilla del nopal. Por otra parte, nuestros resultados comparten la característica de la utilización de jabones con la investigación desarrollada por López-Rodríguez *et al.* (2021) ya que evaluaron tratamiento a base de jabón Zote[®], a una concentración de 4 %, registrando eficiencias del 67.2 % de mortalidad, seguido por el detergente Axió Complete[®] con 54.4 % de efectividad, a la misma concentración; estos mismos tratamientos redujeron la población de *D. opuntiae* en 58 y 54.2 %, respectivamente, a los 6 DDA. Por lo que el utilizar jabones para el control de esta plaga los vuelve de fácil adquisición y de poco impacto al ambiente.

CONCLUSIÓN

El control de las poblaciones de cochinilla en nopal verdura se puede lograr con las aplicaciones de las dosis bajas de la mezcla de los insecticidas + detergente biodegradable Persil[®] (No.1. 75 mL/100 L de agua de New Laverange[®] 085 OD + 0.5 L de Persil[®]; No.4. 75 mL/100 L de agua de Velfidor[®] 350 SC + 0.5 L de Persil[®]; No.7. 50 mL/100 L de agua de Applaud[®] 40 SC + 0.5 L de Persil[®]; No. 10. 25 mL/100 L de agua de Movento[®] 150 OD + 0.5 L de Persil[®]) para el control de cochinilla del nopal (*Dactylopius opuntiae*), con eficacias de control superiores al 86% respetando los intervalos de seguridad de los plaguicidas. Los tratamientos del coadyuvante organosiloxanos no inico Break Thru[®] y el detergente líquido biodegradable Persil[®] se pueden utilizar en poblaciones iniciales de *Dactylopius opuntiae* en nopal verdura con efectos de control prometedores, sin el impacto negativo de los insecticidas.

REFERENCIAS

- Abbott, W.S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*: 18: 265-266. <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- De Brito, C. H., E. B. Lopes, L. C. de Albuquerque and J. L. Batista (2008) Avaliação de produtos alternativos e pesticidas no controle da cochonilha-do-carmim. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 8:1-5.
- Gullan, P. J. and M. Kosztarab. (1997). Adaptations in scale insects. *Annual Review of Entomology* 42: 23-50.
- Hernández-Pérez, R., Bravo-Silva, G., Martínez-Martínez, J., Hernández, Á. G., & Pedraza, T. D. J. R. (2019). Evaluación de la efectividad biológica de bioinsecticida para el

- control de cochinilla silvestre (*Dactylopius opuntiae* Cockerell), en nopal (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), en Totolapan, Morelos, México. *Revista Chilena de Entomología*, 45(1).
https://www.insectachile.cl/rchen/pdfs/2019v45-1/Hern%C3%A1ndezP%C3%A9rez_et_al_2019.pdf
- López-Rodríguez, Patricia E., Aquino-Pérez, Gildardo, Morales-Flores, Francisco J., Mena-Covarrubias, Jaime, Rodríguez-Leyva, Esteban, & Méndez-Gallegos, Santiago de Jesús. (2021). Productos no convencionales como alternativa de control de *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae). *Revista fitotecnia mexicana*, 44(3), 417-424. Epub 31 de octubre de 2023.
<https://doi.org/10.35196/rfm.2021.3.417>
- Mondragón, J. C., Espinosa H. E., Mora A. M. A. y González C. M. (2012). Propagación tecnificada del nopal tunero para reducir incidencia de enfermedades y multiplicar nuevas variedades. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Centro. Campo Experimental Bajío. Folleto Técnico No. 8. México. 36 p.
- 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.
- Norma Oficial Mexicana NOM-032-SAG/FITO-2014. Por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarios para la realización de estudios de efectividad biológica de plaguicidas agrícolas y su Dictamen Técnico. SAGARPA. En: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/818544/Modificaci_n_NOM-032-FITO-1995_110815.pdf
- Palacios-Mendoza, C., Nieto-Hernández, R., Llanderal-Cázares, C., & González-Hernández, H. (2004). Efectividad biológica de productos biodegradables para el control de la cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Cockerell)(Homoptera: Dactylopiidae). *Acta zoológica mexicana*, 20(3), 99-106.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v20n3/v20n3a7.pdf>. versión On-line ISSN 2448-8445
- Ramírez-Bustos, I. I. (2018). Residuos y curvas de disipación de plaguicidas en nopal verdura [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.], en Morelos, México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos. 80 p.
- Rangel-Estrada, S.E., Ramírez-Rojas, S., Osuna-Canizales, F.J. (2013). Manejo del picudo del nopal, cochinilla y mancha negra en Morelos. SAGARPA: INIFAP: Centro de Investigación Regional Pacífico Sur, Campo Experimental Zacatepec. Libro Técnico No.13. 40 p.
- Rodrigo, E., Catalá-Oltra M. y Granero M. (2010). Estudio comparativo de la morfología y biología de *Dactylopius coccus* Costa y *D. opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae), dos especies presentes en la comunidad Valenciana. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*. 36: 23-35.
- Romero, L., B. E., Flores, H. A., Santamaría, C.E., Salazar, T., J. C., Ramírez, D., M. y Pedroza, S., A. (2006). Identificación, biología y adaptación de la cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Homoptera: Dactylopiidae) a las condiciones de Bermejillo, Durango. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* 5: 41-48.
- SIAP (2024). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Consultado el 20 de marzo del

2023. En: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Townsend, G.R. y Heuberger, J.V. (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Report*, 24: 340-343.
- Tulloch, A. P. (1970). The composition of beeswax and other waxes secreted by insects. *Lipids* 5: 247-258.
- Vanegas, R., J. M. (2009). Dinámica poblacional de *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) y sus enemigos naturales en Tlalnepantla, Morelos. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 95 p.
- 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.