

10. Diagnóstico de la problemática generada por la cochinilla del nopal tunero, *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Hemíptera: Dactylopiidae) en dos comunidades de Puebla



DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.425.10>

KARLA MAXIMINA HUERTA BARTOLOME *

GLORIA CARRIÓN **

DINORAH L. LIMA-RIVERA ***

ALEJANDRO SALINAS-CASTRO ****

JOSÉ DANIEL LÓPEZ-LIMA *****

Resumen

El cultivo del nopal tunero *Opuntia albicarpa* Scheinvar tiene importancia para zonas semiáridas y áridas de México, principalmente por la derrama económica al comercializar los frutos. Uno de los parásitos del nopal tunero es la cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Hemíptera: Dactylopiidae) que genera un problema fitosanitario, debido a que se alimenta de la savia de los cladodios y frutos. En el presente estudio se evaluó la incidencia y el grado de infestación de la cochinilla silvestre en tres predios sembrados con nopal tunero de diferente edad, ubicados en los municipios de Quecholac y Felipe Ángeles, Puebla. Se realizaron encuestas a productores sobre las principales actividades para el manejo del cultivo y productos utilizados

* Ingeniera Agrónoma de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, México. Correo electrónico: karlhrt14@gmail.com

** Doctora en Ciencias. Investigadora del Instituto de Ecología, A.C. México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0637-6108>; correo electrónico: gloria.carrion@inecol.mx

*** Doctora en Ciencias Agropecuarias. Profesora de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8936-3796>; correo electrónico: dlima@uv.mx

**** Doctor en Ciencias Agropecuarias. Investigador en el Centro de Investigación en Micología Aplicada, Universidad Veracruzana, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7169-7675>; correo electrónico: asalinas@uv.mx

***** Doctor en Ciencias. Profesor de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0523-8192>; correo electrónico: danielopez@uv.mx

entorno al control de la cochinilla silvestre. Los resultados muestran que, en los tres predios estudiados sin importar la edad del cultivo, la mayor incidencia y grado de infestación de la cochinilla se presentó en el estrato medio de las plantas de nopal tunero. Para el control de la cochinilla silvestre, los productores de tuna utilizan principalmente insecticidas organofosforados y carbamatos y en menor proporción los piretroides. Los resultados de la encuesta muestran que el cultivo sigue siendo económicamente rentable aun con la infestación de la cochinilla silvestre, sin embargo, es necesario realizar investigación para el manejo de sus poblaciones y la sustitución de insecticidas sintéticos altamente tóxicos.

Palabras clave: *Opuntia albicarpa*, *cochinilla silvestre*, *grado de infestación*, *insecticidas*

Introducción

México es el centro de origen y domesticación de diversas especies del género *Opuntia* (Cactaceae), son parte de la flora de los ecosistemas de zonas áridas y semi-áridas, con más de 90 especies distribuidas en aproximadamente el 60% de la superficie del país (Léia, 2011). En el Valle de Tehuacán, el uso de varias especies de *Opuntia* spp. se remonta a más de 9,000 años y junto con el maguey (*Agave* spp.), frijol (*Phaseolus* spp.) y maíz (*Zea mays*) han sido el principal alimento de los pueblos chichimecas, quienes lo llamaron *nohpalli*, que en náhuatl significa “árbol que lleva tunas” (Callen, 1967). El consumo de las especies de *Opuntia* sigue arraigado en las zonas rurales de diversos lugares de la República Mexicana, incluso aún se encuentran plantas de nopales como cultivos de traspatio (Guevara, 2024). Los cladodios (tallos planos) de los nopales son consumidos como hortaliza, así como la diversidad de frutos comúnmente llamados tunas, siendo importantes en la gastronomía nacional y en los últimos años han tomado relevancia en el mercado internacional debido a su palatabilidad y contenido nutricional (Maki-Díaz *et al.*, 2015). Además, la industria de alimentos ha desarrollado aditivos naturales a partir del mucilago para obtener espesantes, sustitutos de grasas y recubrimientos para alargar la vida de anaquel y mejorar la calidad

de los alimentos frescos, también se emplea en la nutrición animal y en el sector de la farmacología (Torres-Ponce *et al.*, 2015; Inglese *et al.*, 2018).

La diversidad genética del nopal permite la obtención de tunas de diferentes tonalidades: verdes, rojas, amarillas y blancas. Las principales especies cultivadas son *Opuntia megacantha* Salm-Dyck (tuna roja), *O. albicarpa* Scheinvar (tuna blanca), *O. ficus indica* (L.) Mill. (nopal de castilla) y *O. streptacantha* Lem. (nopal cardón) (Gallegos-Vázquez *et al.*, 2011; Márquez-Berber *et al.* 2012). La superficie cultivada de nopal tunero a nivel nacional es de 42,393 hectáreas, la mayoría de temporal (SIAP, 2024). Los principales estados productores son Aguascalientes, Baja California, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas. El mayor volumen de producción nacional de tunas se concentra en el Estado de México (175,629 t), Puebla (122,025 t) y Zacatecas con 102, 222 t (SIAP, 2024). En 2023 se exportaron 22,793 toneladas de tuna dulce (*O. albicarpa*) y xoconostle o tuna agria (*Opuntia joconostle* Web) a países como Estados Unidos, Chile, Canadá, Emiratos Árabes Unidos, Francia, Japón y Reino Unido, con un valor de la producción de más de 10 millones de dólares (SIAP, 2024). En particular, el estado de Puebla cuenta con una superficie sembrada de 4,824 hectáreas concentradas principalmente en San Sebastián Villanueva, Municipio de Acatzingo y Santa Catarina Villanueva, Municipio de Quecholac, esta última comunidad cosecha anualmente alrededor de 480 hectáreas con un volumen de 10,693 t (SIAP, 2024).

La cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Cockerell, 1896), es un insecto específico del género *Opuntia*, debido a que ha co-evolucionado con sus hospederos, su única fuente de alimento es la savia de los cladodios y tunas, ya que la cutícula blanda permite la inserción de su estilete, el cual es tan largo como todo el cuerpo del insecto (Chávez-Moreno *et al.*, 2009). Al succionar la savia, la planta desarrolla síntomas como clorosis y raquitismo, que resulta en la producción de brotes débiles. El debilitamiento general de la planta y las heridas provocadas por los insectos causan que los cladodios se desprendan y favorecen la entrada de otros patógenos, que pueden provocar la muerte de la planta en infecciones severas (Torres y Giorgi, 2018). Asimismo, los frutos dañados son menos dulces y la presencia de los filamentos cerosos reducen la calidad estética de la tuna, lo que se traduce en menor precio de venta (Mazzeo *et al.*, 2019).

El establecimiento de monocultivos de nopal tunero ha traído como consecuencia el incremento de la población de *D. opuntiae*, el principal método de control es la aplicación de insecticidas sintéticos que tienen poca eficiencia, debido al recubrimiento ceroso desarrollado por ninfas y adultos que los protege del contacto directo con los ingredientes activos de los insecticidas (Torres-Gabriola y Cuevas-Salgado, 2019). En el cultivo del nopal tunero de la zona del valle de Tehuacán no hay certeza de la problemática que representa el incremento poblacional de la cochinilla silvestre, ya que aún con las aspersiones reiteradas de insecticidas sintéticos la afectación continua. Por anterior los objetivos del presente trabajo fueron evaluar el nivel de infestación de la cochinilla silvestre *D. opuntiae* en predios de nopal tunero de diferente edad y conocer mediante encuestas a los productores, las principales actividades para el manejo del cultivo y los productos utilizados para control de la cochinilla.

Materiales y métodos

Selección y caracterización de los predios de nopal tunero

Se seleccionaron dos predios cultivados con nopal tunero *O. albicarpa* con tres y 40 años de haber sido sembrados, ubicados en Santa Catarina Villanueva municipio Quecholac (18° 59' 54" latitud N, 97° 36' 52" longitud O), a 2340 msnm, así como un predio con 25 años, ubicado en San José Buenavista municipio General Felipe Ángeles (18° 59' 00" latitud N, 97° 37' 00" longitud O) a 2380 msnm, ambos municipios ubicados en el estado de Puebla. En cada predio se seleccionaron 10 plantas distribuidas en un patrón zigzag a lo largo del terreno. Cada planta se dividió por estratos: alto, medio y bajo, dividiendo la planta longitudinalmente en tercios y se asignaron tres categorías a los cladodios: joven, maduro y viejo. De cada estrato de nopal tunero se cuantifico el número total de cladodios por categoría y seis de estos fueron seleccionados para medir longitud, anchura, grosor y el nivel de infestación de la cochinilla silvestre, esto mediante la escala propuesta por Vanegas-Rico y colaboradores (2010) para *D. opuntiae* en cladodios de nopal. Esta escala considera seis niveles de infestación que van desde pocas colonias en el Nivel 1 hasta el Nivel 6, el cual indica que el 76-100% del cladodio está cubierto por colonias de cochinilla (figura 10.1).

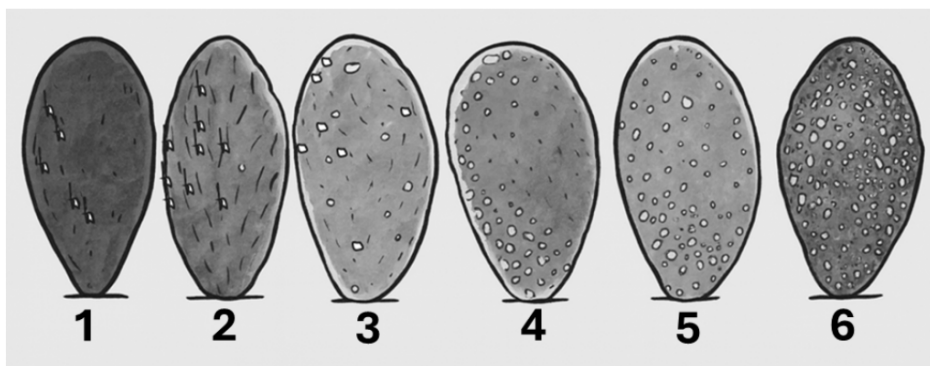
Análisis de datos

Los datos obtenidos sobre el tamaño de cladodios, incidencia y grado de infestación de *D. opuntiae* fueron sometidos a un análisis de Kruskal-Wallis y la prueba de comparaciones múltiples para determinar diferencias entre estratos de la planta.

Encuesta a productores de nopal tunero

Para contar con datos que revelen el estado actual del cultivo del nopal tunero y la problemática causada por la cochinilla silvestre *D. opuntiae*, se realizó una encuesta a 50 productores de la localidad de Santa Catarina Villanueva, Quecholac, Puebla sobre plaguicidas utilizados (ingredientes activos), así como temporada de aplicación, frecuencia y maquinaria utilizada. También se recabó información sobre la edad de los productores, el manejo del cultivo y los costos de producción.

Figura 10.1. Escala de infestación de *Dactylopius opuntiae* en cladodios de nopal. Nivel 1 = 1-5 colonias, Nivel 2 = 6-15 colonias, Nivel 3 = 16 colonias hasta 25% 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. Tomada de Vanegas-Rico, et al. (2010).



Fuente Fuente: Elaboración propia

Resultados y discusión

Caracterización de los predios

La edad del nopal tunero tiene relación directa con la conformación de las plantas. El número promedio de cladodios por planta fue menor en el predio de tres años (57 cladodios) y los cultivos de 25 y 40 años presentaron en promedio 225 y 305 cladodios respectivamente. En general, en los tres predios el estrato medio es el que presentó la mayor cantidad de cladodios. En el predio más joven (tres años) las plantas presentan 19% de cladodios jóvenes, 72% de maduros y 9% de viejos (tabla 10.1). Las plantas de 25 años presentaron el 11% de cladodios jóvenes, 68% de maduros y 21% de viejos. El predio con plantas de 40 años tuvo el 23% de cladodios viejos, 70% de maduros y 7% de jóvenes (tabla 10.1).

Tabla 10.1. Número de cladodios por estrato en plantas de *Opuntia albicarpa* Scheinvar en los tres predios evaluados.

	Estratos	Estado de madurez de los cladodios		
		Viejo	Maduro	Joven
Santa Catarina Villanueva 3 años	Alto	0	7.3	3.3
	Medio	1	21.5	4.8
	Bajo	4.1	12.4	2.7
San José Buenavista 25 años	Alto	0	21.1	3.8
	Medio	12.1	93.8	13.5
	Bajo	35.4	39.1	6.3
Santa Catarina Villanueva 40 años	Alto	0	41.9	5.6
	Medio	22.5	121.7	8.9
	Bajo	47.9	50.8	5.9

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las características del cladodio, en el predio de tres años, la longitud fue significativamente mayor ($p < 0.01$) en el estrato medio y bajo con respecto al estrato alto. El ancho de los cladodios también fue significativamente ($p < 0.01$) mayor en el estrato medio (29.72 cm) y bajo (34.60

cm) respecto al estrato alto (10.45 cm). Se encontró diferencia significativa entre los estratos de las plantas en cuanto al grosor de los cladodios siendo mayor el estrato bajo (5.95 cm) respecto al medio (1.86 cm) ($p < 0.01$) y éste último mayor que en el estrato alto (0.91 cm). En el predio con 25 años, los cladodios en general presentaron menor longitud que los cladodios del predio de tres años. Asimismo, el predio con 25 años presentó una longitud de los cladodios significativamente mayor ($p < 0.01$) en el estrato bajo con respecto al estrato alto, pero no mayor que el estrato medio. El ancho de los cladodios fue significativamente ($p < 0.01$) mayor en los estratos bajo (31.35 cm) y medio (26.24 cm) respecto al estrato alto (11.39 cm). El grosor de los cladodios fue significativamente mayor en el estrato bajo (6.08 cm) respecto a los dos estratos restantes, a su vez el grosor de los cladodios en el estrato medio (2.24 cm) fue significativamente ($p < 0.01$) mayor que en el estrato alto (0.94 cm). El tercer predio (40 años) mostró cladodios significativamente más largos ($p < 0.01$) en el estrato bajo con respecto al estrato alto (21.88 cm) pero no mayor que el estrato medio (47.72 cm). El ancho de los cladodios fue significativamente ($p < 0.01$) mayor en los estratos bajo (31.07 cm) y medio (28.19 cm) respecto al estrato alto (13.89 cm). El grosor de los cladodios fue significativamente mayor en el estrato bajo (6.92 cm) respecto a los dos restantes,

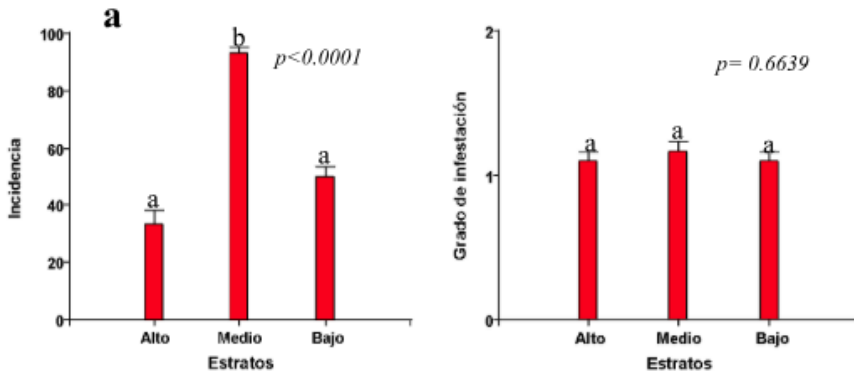
Infestación de Dactylopius opuntiae en Opuntia albicarpa

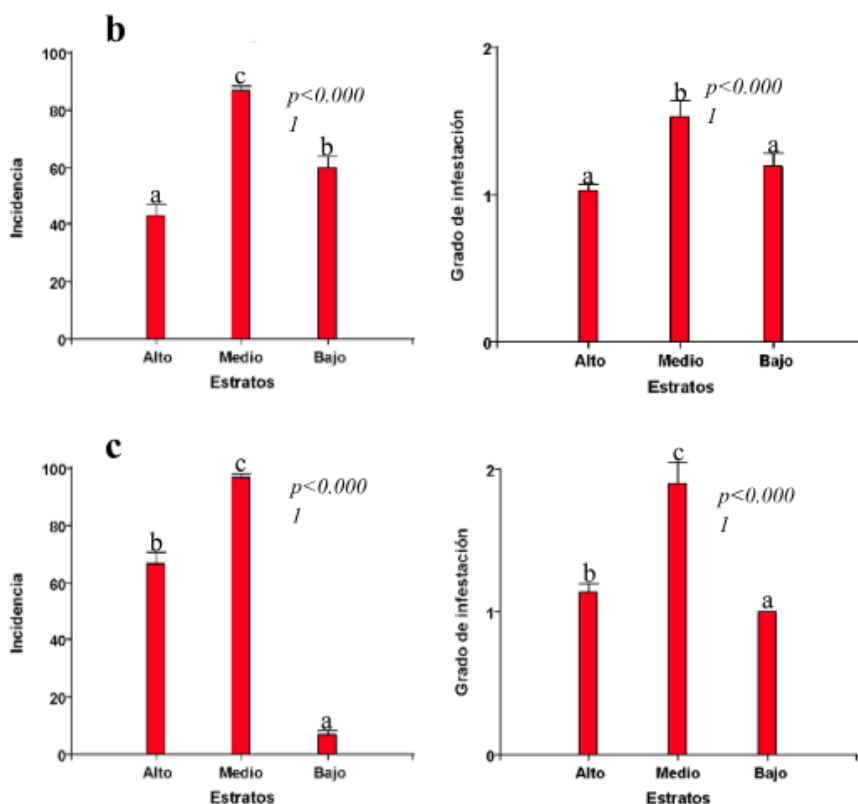
Los tres predios evaluados independientemente de la edad presentaron la mayor infestación en el estrato medio. En el cultivo de tres años en Santa Catarina Villanueva, los cladodios del estrato medio presentaron una incidencia de 93.3%, en contraste con los estratos alto y bajo con incidencias de *D. opuntiae* de 33.3 y 50% respectivamente. En contraste, el grado de infestación en los cladodios afectados fue similar en los tres estratos (figura 2a). En el predio analizado en la localidad de San José Buenavista (25 años), los cladodios del estrato medio presentaron una incidencia de 86.6%, mientras los cladodios en los estratos alto y bajo presentaron una incidencia de 43.3 y 60% respectivamente. El grado de infestación también fue mayor en el estrato medio con un promedio de 1.53, en comparación con 1.03 y 1.2 en los estratos alto y bajo respectivamente (figura 2b). En el análisis del cultivo

con 40 años en la localidad de Santa Catarina Villanueva, los cladodios del estrato medio mostraron una incidencia promedio de 96.7%, seguido por el estrato alto con una incidencia de 66%. En contraste, el estrato bajo presentó una incidencia de 7%. Asimismo, el grado de infestación promedio en el estrato medio fue de 1.9, mientras que los estratos alto y bajo presentaron un grado de infestación promedio de 1.1 y 1 respectivamente (figura 2c).

La metodología para la caracterización de la estructura de *O. albicarpa* desarrollada en este trabajo arrojó datos que se pueden utilizar para muestreos en otros lugares, siendo ideal para el estudio del comportamiento de insectos plaga. En otras investigaciones mencionan que es la parte interna y el tercio inferior de la planta de nopal tunero los sitios donde están presentes las poblaciones de *D. opuntiae*, ya que están más protegidas del viento y el frío del invierno (Mena, 2011), esto concuerda con los resultados de este trabajo, donde se encontró que el estrato medio y bajo de la planta es donde se concentran mayor presencia del insecto plaga. La evaluación del grado de infestación utilizado en este trabajo fue con base en la escala de infestación de *D. opuntiae* en *O. ficus-indica* que se realizó en Tlalnepantla, Morelos (Vanegas-Rico *et al.*, 2010) el cual muestra que tres es el grado de infestación más frecuente, aunque también se presentan niveles del cuatro al seis que son los más altos con respecto a la escala. Por el contrario, las plantas evaluadas en este trabajo mostraron niveles bajos respecto a la escala

Figura 2. Incidencia y grado de infestación por estrato en plantas de nopal tunero en Santa Catarina Villanueva y San José Buena Vista. Letras diferentes indican diferencias entre estratos después de la prueba de Kruskal-Wallis con comparaciones múltiples de medias.





Fuente: Elaboración propia

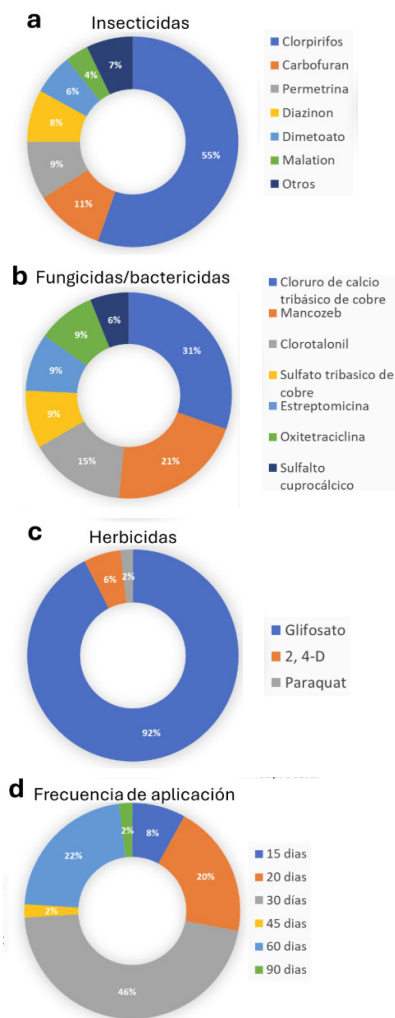
al momento del muestreo, esto podría explicarse, por las condiciones de manejo intensivo debido a la alta incidencia del insecto plaga, lo cual genera que los agricultores realicen aplicaciones constantes de insecticidas para su control. Asimismo, en este trabajo el muestreo se realizó en plena época de aplicación de insecticidas (final del invierno), lo que pudo influir el bajo grado de infestación encontrado. Por otro lado, no se tiene un referente que indiquen el momento oportuno para aplicar métodos de control como un umbral económico y nivel de daño económico. Es necesario determinar estos parámetros ya que es probable que algunas aplicaciones de insecticidas sintéticos sean innecesarias en niveles de infestación bajos.

La metodología para la caracterización de la estructura de *O. albicarpa* desarrollada en este trabajo arrojó datos que se pueden utilizar para muestreos en otros lugares, siendo ideal para el estudio del comportamiento de insectos plaga. En otras investigaciones mencionan que es la parte interna y el tercio inferior de la planta de nopal tunero los sitios donde están presentes las poblaciones de *D. opuntiae*, ya que están más protegidas del viento y el frío del invierno (Mena, 2011), esto concuerda con los resultados de este trabajo, donde se encontró que el estrato medio y bajo de la planta es donde se concentran mayor presencia del insecto plaga. La evaluación del grado de infestación utilizado en este trabajo fue con base en la escala de infestación de *D. opuntiae* en *O. ficus-indica* que se realizó en Tlalnepantla, Morelos (Vanegas-Rico *et al.*, 2010) el cual muestra que tres es el grado de infestación más frecuente, aunque también se presentan niveles del cuatro al seis que son los más altos con respecto a la escala. Por el contrario, las plantas evaluadas en este trabajo mostraron niveles bajos respecto a la escala al momento del muestreo, esto podría explicarse, por las condiciones de manejo intensivo debido a la alta incidencia del insecto plaga, lo cual genera que los agricultores realicen aplicaciones constantes de insecticidas para su control. Asimismo, en este trabajo el muestreo se realizó en plena época de aplicación de insecticidas (final del invierno), lo que pudo influir el bajo grado de infestación encontrado. Por otro lado, no se tiene un referente que indiquen el momento oportuno para aplicar métodos de control como un umbral económico y nivel de daño económico. Es necesario determinar estos parámetros ya que es probable que algunas aplicaciones de insecticidas sintéticos sean innecesarias en niveles de infestación bajos.

Entrevista a agricultores

Los 50 agricultores entrevistados en la comunidad de Santa Catarina Villanueva, Puebla presentaron edades de 19 a 76 años. El 26% tenía al momento de la encuesta entre 19 y 29 años, el 30% entre 30 y 49 años, el 36% de ellos tenía entre 50 y 69 años y el 8% fueron productores con más de 70 años. La encuesta realizada indicó que se utilizan 11 insecticidas sintéticos para el control de la cochinilla silvestre, los cuales únicamente se clasifican en dos modos de acción, inhibidores de la acetilcolinesterasa

Figura 10.3. *Plaguicidas utilizados para el manejo fitosanitario en plantaciones de Opuntia albicarpa en la comunidad de Santa Catarina Villanueva.*



Fuente: Elaboración propia

(carbamatos y organofosforados) y moduladores de los canales de sodio (piretroides). El insecticida más utilizado es el clorpirifos, con más del 50%, seguido por carbofuran y permetrina con 11 y 9% respectivamente (figura 3a). La mayoría de las aplicaciones de insecticidas se realizan en invierno y primavera, debido a que, según los encuestados, es necesario reducir poblaciones en esta época para asegurar la producción del fruto. Por otro lado, los agricultores utilizan otros plaguicidas, como fungicidas, bactericidas y herbicidas. El fungicida más utilizado es el cloruro de calcio tribásico de cobre con más del 30% (figura 3b), mientras que el herbicida más empleado es el glifosato con el 92% de uso entre los encuestados (figura 3c). El intervalo de aplicación va de los 15 a los 90 días, aunque el 46% de los encuestados realizan aplicaciones cada 30 días, mientras que el 22% lo hacen cada 60 días (figura 3d). Para llevar a cabo el trabajo de aspersion, el 42% de los productores utiliza parihuela, seguido por bomba de aspersion motorizada con 41% y el 17% restante lo hace con bomba manual.

El gasto promedio del manejo fitosanitario por ha al año es de \$ 11,600.00 pesos mexicanos, considerando plaguicidas, aplicaciones y labores culturales, lo que representa aproximadamente el 80% del gasto de producción por ha. Finalmente, según los encuestados, las utilidades promedio rondan los

\$ 24,000.00 pesos mexicanos por ha, lo que indica que el sistema sigue siendo rentable a pesar de las afectaciones causadas por *D. opuntiae*.

Aunque se utilizan 11 ingredientes activos distintos, ocho de estos comparten el mismo sitio de acción en los insectos (inhibición de la acetilcolinesterasa) y los tres restantes también comparten sitio de acción (inhibidores de los canales de sodio). El hecho de que según los encuestados las poblaciones de cochinilla se mantienen durante todo el año a pesar de la constante aplicación de insecticidas, puede indicar el desarrollo de poblaciones resistentes a los sitios de acción de los plaguicidas utilizados. Es necesario realizar investigación para determinar el desarrollo de resistencia en las poblaciones estudiadas. Asimismo, es necesario implementar un programa de manejo de la resistencia a insecticidas, incorporando ingredientes activos con modos y sitios de acción distintos a los utilizados actualmente.

El registro de las actividades del sistema de producción de la tuna que llevan a cabo los agricultores locales nos ayuda en el análisis de la problemática y la identificación de las actividades más adecuadas para la resolución de la problemática que se está generando con el uso de plaguicidas en el cultivo. El 30 % de los agricultores cuenta con superficies cultivadas de más de una hectárea, lo que implica una demanda considerable de insumos para su manejo, con la finalidad de obtener mejores rendimientos y calidad del fruto para su comercialización.

En otros trabajos relacionados, se ha indicado que la falta de asesoría técnica, la ineffectividad de los plaguicidas y el costo de los insumos son las principales limitantes para el cultivo de *O. albicarpa* y *O. megacantha* infestados con *Dactylopius indicus* Green en Axapusco, Estado de México (Márquez-Berber *et al.*, 2012). El control de la cochinilla silvestre es complicado debido a las características propias de la especie, la hembra en su estado adulto se muestra completamente recubierta por los filamentos blancos serosos. En la etapa de oviposición, cuando alcanza el máximo tamaño, los huevos permanecen protegidos en la parte baja de su cuerpo, al eclosionar y llegar a la etapa de ninfas del instar II ya empiezan a formar su cubierta de filamentos, abandonan el cuerpo de la madre para dispersarse en busca de un mejor sitio del cladodio donde puedan insertar su estilete para alimentarse (Palafox-Luna *et al.*, 2018).

Por esta razón, los agricultores dedicados al cultivo de tuna han incorporado al manejo del cultivo la aspersión de diversos insecticidas químicos. Sin embargo, las poblaciones de este insecto plaga se mantienen y el uso reiterado de insecticidas considerados peligrosos en los agroecosistemas ha tenido consecuencias negativas como contaminación ambiental y afectaciones a la salud humana debido a su alta toxicidad y poder residual (Mdeni *et al.*, 2022). Asimismo, las propuestas ecológicas para el control de la cochinilla silvestre no han sido del todo funcionales, entre ellas, el cepillado o barrido mecánico de los insectos que se encuentra sobre el cladodio (Mena, 2011). También, se han evaluado extractos vegetales (Vigueras *et al.*, 2009), aceites esenciales y aspersión de silicio orgánico e inorgánico mezclado con jabones biodegradables (Mena, 2013; López-Rodríguez *et al.*, 2021). Sin embargo, en todos estos métodos el éxito es parcial y depende del estadio de desarrollo en que se encuentren los insectos (Ramírez-Sánchez *et al.*, 2019). El diagnóstico de la problemática generada por alta incidencia de cochinilla silvestre en las plantas de nopal tunero en las comunidades productoras, es el primer paso para el diseño e implementación de estrategias de manejo de esta plaga, dando prioridad a métodos de bajo impacto ambiental como el control biológico y el uso de productos orgánicos (Da Silva-Santos *et al.*, 2016).

Conclusiones

Las plantas evaluadas presentan una alta incidencia y un grado de infestación de bajo a medio de *D. opuntiae*, siendo el estrato medio el más afectado sin importar la edad de la plantación. La principal actividad realizada por los agricultores para el manejo de las poblaciones de *D. opuntiae* es el uso intensivo de insecticidas sintéticos sin tomar en cuenta el manejo de la resistencia a insecticidas. De acuerdo con los datos obtenidos, a pesar del alto costo del manejo fitosanitario, el cultivo sigue siendo productivo y rentable. El mantenimiento de las poblaciones de *D. opuntiae* a pesar de las constantes aplicaciones de insecticidas indica el desarrollo de resistencia. Es necesario implementar estrategias de manejo que incorporen insecticidas con modos de acción no utilizados antes en la zona junto con insecticidas biorracionales y otras estrategias de manejo como control físico para mitigar las poblaciones de cochinilla silvestre.

Referencias

- Callen, E. (1967). Analysis of the Tehuacán coprolites. En D. S. Byers (Ed.), *The prehistory of the Tehuacán Valley 1: Environment and subsistence* (pp. 261–289). University of Texas Press.
- Chávez-Moreno, C. K., Tecante, A., y Casas, A. (2009). The *Opuntia* (Cactaceae) and *Dactylopius* (Hemiptera: Dactylopiidae) in Mexico: A historical perspective of use, interaction and distribution. *Biodiversity and Conservation*, 18(13), 3337–3355. doi.org
- Da Silva-Santos, A. C., Soares, O. R. L., Da Costa, A. F., Vieira, T. P., y de Oliveira, N. T. (2016). Control de *Dactylopius opuntiae* con *Fusarium incarnatum*–complejo de especies equiseti y extractos de *Ricinus communis* y *Poincianella pyramidalis*. *Journal of Pest Science*, 89(2), 539–547. <https://doi.org/10.1007/s10340-015-0689-4>
- Gallegos-Vázquez, C., y Mondragón Jacobo, C. (2011). *Cultivares selectos de tuna de México al mundo*. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Universidad Autónoma Chapingo.
- Guevara, E. M. (Ed.). (2024). *Soberanía alimentaria a través del consumo del nopal en la Sierra Gorda queretana*. Transdigital.
- Inglese, P., Candelario Mondragón, J., Nefzaoui, A., y Sáenz, C. (2018). *Ecología del cultivo, manejo y uso del nopal*. FAO. <http://www.fao.org/3/i7628es/i7628ES.pdf>
- Léa, A. L. (2011). *Simposium: Diversidad de nopales silvestres, cultivados y otras cactáceas de México*. Estrategia de conservación. UNAM, Instituto de Biología. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. IU008.
- López-Rodríguez, P. E., Aquino-Pérez, G., Morales-Flores, F. J., Mena-Covarrubias, J., Rodríguez-Leyva, E., y Méndez-Gallegos, S. D. J. (2021). Productos no convencionales como alternativa de control de *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(3), 417–424.
- Maki-Díaz, G., Peña-Valdivia, C. B., García-Nava, R., Arévalo-Galarza, M. L., Calderón-Zavala, G., y Anaya-Rosales, S. (2015). Características físicas y químicas de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica*) para exportación y consumo nacional. *Agrociencia*, 49(1), 31–51.
- Márquez-Berber, S. R., Torcuato-Calderón, C., Almaguer-Vargas, G., Colinas-León, M. T., y Khalil Gardezi, A. (2012). El sistema productivo del nopal tunero (*Opuntia albicarpa* y *O. megacantha*) en Axapusco, Estado de México. Problemática y alternativas. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 18(1), 81–93. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2012000100006
- Mazzeo, G., Nucifora, S., Russo, A., y Suma, P. (2019). *Dactylopius opuntiae*, a new prickly pear cactus pest in the Mediterranean: An overview. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 167(1), 59–72.

- Mdeni, N. L., Adeniji, A. O., Okoh, A. I., y Okoh, O. O. (2022). Analytical evaluation of carbamate and organophosphate pesticides in human and environmental matrices: A review. *Molecules*, 27(3), 618. <https://doi.org/10.3390/molecules27030618>
- Mena, C. J. (2011). Alternativas para el manejo integral de grana cochinilla, *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae) en nopal tunero. En A. R. E. Vázquez, F. Blanco, R. Blanco M., y C. Valdez (Eds.), *Memorias del X Simposium-Taller Nacional y III Internacional de Producción y Aprovechamiento del Nopal y Maguey* (pp. 73–81). Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Mena, C. J. (2013). Tecnologías de manejo integrado para los insectos plaga del nopal tunero en el Altiplano Mexicano. En C. Gallegos Vázquez, S. de J. Méndez Gallegos, y C. Mondragón Jacobo (Eds.), *Producción sustentable de la tuna* (pp. 127–161). Fundación Produce San Luis Potosí.
- Palafox-Luna, J. A., Rodríguez-Leyva, E., Lomeli-Flores, J. R., Viguera-Guzmán, A. L., y Vanegas-Rico, J. M. (2018). Life cycle and fecundity of *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae) in *Opuntia ficus-indica* (Caryophyllales: Cactaceae). *Agrociencia*, 52(1), 103–114.
- Ramírez-Sánchez, C. J., Morales-Flores, F. J., Alatorre-Rosas, R., Mena-Covarrubias, J., y Méndez-Gallegos, S. J. (2019). Efectividad de hongos entomopatógenos sobre la mortalidad de *Dactylopius opuntiae* en condiciones de laboratorio. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 22, 1–14. doi.org
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2024). *Estadística de producción agrícola: Datos abiertos*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. siap.gob.mx
- Torres, J. B., y Giorgi, J. A. (2018). Management of the false carmine cochineal *Dactylopius opuntiae* (Cockerell): Perspective from Pernambuco state, Brazil. *Phytoparasitica*, 46(3), 331–340.
- Torres-Gabriola, K., y Cuevas-Salgado, M. I. (2019). Control de *Dactylopius opuntiae* Cockerell con aceites vegetales reciclados bajo condiciones de laboratorio. *Entomología Mexicana*, 6, 134–139.
- Torres-Ponce, R. L., Morales Corral, D., Ballinas Casarrubias, M. L., y Nevárez Moorillón, G. V. (2015). El nopal: Planta del semidesierto con aplicaciones en farmacia, alimentos y nutrición animal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(5), 1129–1142.
- Vanegas-Rico, J. M., Lomeli-Flores, J. R., Rodríguez-Leyva, E., Mora-Aguilera, G., y Valdez, J. M. (2010). Enemigos naturales de *Dactylopius opuntiae* en *Opuntia ficus-indica* en el centro de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 26(2), 415–433.
- Viguera, A. L., Cibrián-Tovar, J., y Pelayo-Ortiz, C. (2009). Uso de extractos botánicos para el control de cochinilla silvestre (*Dactylopius opuntiae* Cockerell) en nopal. *Acta Horticulturae*, 811, 229–234. doi.org