


Monitoreo de las poblaciones de insectos plaga en limón Persa por efecto del neem *Azadirachta indica*

*Monitoring of insect pest populations in Persian lemon due to the effect of neem *Azadirachta indica**

Megchun Garcia, J. V.; Castañeda Chavez, Ma. del R.; Lucho-Constantino, G. G.

 J. V. Megchun Garcia
juanvalente.m@itsjc.edu.mx
Tecnológico Nacional de México/Instituto
Tecnológico Superior de Jesús Carranza, México

 Ma. del R. Castañeda Chavez
mariacastaneda@bdelrio.tecnm.mx
Tecnológico Nacional de México/Instituto
Tecnológico de Boca del Río, México

 G. G. Lucho-Constantino
gonzalucho02@gmail.com
Tecnológico Nacional de México/Instituto
Tecnológico Superior de Jesús Carranza, México

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua
ISSN-e: 2410-7980
Periodicidad: Semestral
vol. 9, núm. 17, 2023
czuniga@ct.unanleon.edu.ni

Recepción: 04 Enero 2023
Aprobación: 21 Junio 2023

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/394/3943882009/>

DOI: <https://doi.org/10.5377/ribcc.v9i17.15495>

Autor de correspondencia: juanvalente.m@itsjc.edu.mx

Copyright (c) 2023 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Resumen: Introducción: El limón persa (*Citrus latifolia* Tan), también conocido como limón Tahití, limón pérsico es un cultivo susceptible a plagas, las cuales merman la producción y calidad de los frutos. El objetivo fue evaluar diferentes dosis de Neem en la densidad poblacional de insectos plaga y su efectividad biológica en árboles de limón Persa. **Materiales y métodos:** El experimento se desarrolló en el Instituto Tecnológico Superior de Jesús Carranza en una parcela con 20 árboles de limón persa juvenil, las dosis de los tratamientos aplicados del bioplaguicida neem fueron 2, 3 y 4 ml/L, cada ocho días durante el periodo de agosto a noviembre, se utilizó como testigo el insecticida cipermetrina (2 ml/L); las variables evaluadas fueron: determinación del porcentaje de efectividad del bioplaguicida, número de insectos plagas, e identificación taxonómica de insectos plaga a nivel de árbol. **Resultados y discusión:** La actividad insecticida se observó en dosis de 3 ml/L (T4) y 4 ml/L (T5), las cuales mostraron una reducción de la población de trips (*Pezothrips kellyanus*) y mosquita blanca (*Dialeurodes citri*). El bioplaguicida utilizado mostró una efectividad del 46% en el control de insectos-plagas. **Conclusión:** El bioplaguicida a base neem es promisorio para el manejo agroecológico de las plagas en cultivos de limón Persa en concentraciones superiores, además que permite la presencia de insectos benéficos en el dosel del árbol.

Palabras clave: Bioplaguicida, repelente, extractos vegetales.

Abstract: Introduction: The Persian lemon (*Citrus latifolia* Tan), also known as Tahiti lemon and Persian lemon, is a crop susceptible to pests, which reduce the production and quality of the fruits. The goal was to evaluate different doses of the neem in the population density of pest insects and their biological effectiveness in a Persian lemon tree. **Materials and methods:** The experiment was carried out at the Instituto Tecnológico Superior de Jesús Carranza in a plot with 20 juvenile Persian lemon trees, the doses of the neem biopesticide treatments applied were 2, 3 and 4 ml/L every eight days during period from August to November, the insecticide cypermethrin (2 ml/L) was used as a control; the variables evaluated were: determination of the percentage of effectiveness of the biopesticide, number of pest insects, and taxonomic identification of pest insects at the tree level. **Results and discussion:** the insecticidal

activity was observed in dose of 3ml/L (T4) and 4 ml/L (T5), which showed a reduction of thrips (*Pezothrips kellyanus*) and whitefly (*Dialeurodes citri*) population. The biopesticide used showed an effectiveness of 46% in the control of insect pest. **Conclusion:** The neem-based biopesticide is an alternative for the agroecological management of pest in Persian lemon crops in higher concentrations, also allows the presence of beneficial insects in the tree canopy.

Keywords: Biopesticide, repellent, vegetables extracts.

INTRODUCCIÓN

El árbol de Neem *Azadirachta indica* A. Juss, es una planta perenne arbórea originaria de la India, se adapta y crece bien en zonas de clima tropical y subtropical. Esta planta tiene propiedades insecticidas, en el control de plagas de campo y almacén; además, tiene uso medicinal, forestal y farmacológico, debido a estas características muchos países han hecho el esfuerzo por importarla. En México fue introducido en 1989 y ha sido objeto de estudio en los lugares donde se ha establecido (Cruz y del Ángel, 2004)

La distribución y aprovechamiento del árbol de Neem como bioinsecticida en México, representa una alternativa factible de uso para el control de plagas agrícolas, principalmente en comunidades rurales de bajo nivel tecnológico. El “Neem” por su amplio espectro de acción en la agricultura puede incluirse en el Manejo Integrado de Plagas (MIP), tiene potencial para utilizarse en la industria agrícola. El Neem es un bioinsecticida de fácil elaboración y aplicación en los cultivos, no contamina el ambiente y no es tóxico al ser humano. Es un insecticida botánico que puede sustituir a los plaguicidas sintéticos, debido a su uso discriminado, está impactando negativamente los recursos naturales y causando daños a la salud pública, en los últimos años los insectos-plagas se volvieron resistentes a los plaguicidas sintéticos, y como resultado se han incrementado los costos de producción agrícola y la incorporación de nuevas formulaciones de plaguicidas más efectivos (Cruz y del Ángel, 2004; López y Estrada, 2005; Megchun *et al.*, 2018).

El árbol de Neem contiene 30 metabolitos con propiedades insecticidas; de ellos, el más importante es la sustancia identificada como Azadiractina (AZA). El metabolito AZA realiza actividades sinérgicas con otros metabolitos del Neem, lo que permite actuar como un insecticida efectivo (Kilani *et al.*, 2021).

La AZA es una sustancia aislada que es reconocida como el principal compuesto activo de mayor bioactividad contra los insectos; aunque ha sido encontrada en todas las partes de la planta, y es en la semilla donde se almacena hasta cuatro veces más que en las hojas (Cruz, 1998).

La eco-intensificación en la citricultura está enfocada al modelo de una agricultura orgánica y agroecológica, donde se combinan técnicas agronómicas para mejorar los procesos de producción, con el uso de tecnologías de nutrición (materia orgánica o vegetal) y el manejo integrado de plagas y enfermedades, con productos de origen botánico, biológico, que contribuyan a minimizar el impacto del cambio climático global. Además, la materia orgánica en el suelo funciona como híbrido retenedor y con el desprendimiento de los coloides orgánicos, se atraen las moléculas de agua y las conservan para cuando un organismo vivo la necesite (Marinero *et al.*, 2014; Ubela *et al.*, 2018; Rebolledo *et al.*, 2019).

El limón persa (*Citrus latifolia* Tan), también conocido como limón Tahití, limón pérsico o limón sin semilla, se ha convertido en un cultivo ícono de México, donde sus excelentes contenidos de ácidos, su carencia de semilla y su mayor tamaño comparado con el limón mexicano (*Citrus aurantifolia*) han favorecido

NOTAS DE AUTOR

juanvalente.m@itsjc.edu.mx

su demanda en el mercado nacional e internacional. La producción invernal tiene los mejores precios en México, pero se puede encontrar la menor carga de frutos en el árbol (Almaguer *et al.*, 2011; Sánchez *et al.*, 2011; Arias y Suarez, 2016; SIAP, 2017, López *et al.*, 2020).

La presencia de plagas en los frutales de cítricos representa una gran amenaza para la producción y calidad de los frutos. Cuando la incidencia de plagas es muy alta, llegan a reducir hasta la pérdida total del árbol, por lo que, es importante diseñar adecuadas medidas de control (Morales, 2013; Santistevan *et al.*, 2016; Sonorza *et al.*, 2020; Megchun *et al.*, 2023; Sánchez *et al.*, 2023). Por lo anterior, se evaluará diferentes dosis de Neem en la densidad poblacional de insectos plaga y su efectividad biológica en árboles de limón Persa.

MATERIALES Y MÉTODOS

1.-Sitio experimental

El estudio se realizó en la Unidad de Producción Agrícola y Zootecnia (UPAZ) del Instituto Tecnológico Superior de Jesús Carranza, ubicado en el Km 127+620 de la carretera Coatzacoalcos–Salinas Cruz, tramo Acayucan limite Estados de Veracruz/Oaxaca, México. La parcela de limón Persa tiene alrededor de 150 árboles de las cuales se consideraron veinte árboles de limón Persa de un año de edad, establecidos a una distancia entre árboles de 4 m y 6 m entre hileras, la densidad de plantación es de 416 árboles/ha, el experimento fue considerado para llevarse a cabo durante el período del 18 de agosto al 30 de noviembre.

2.-Descripción de los tratamientos

Los tratamientos evaluados consistieron en la aplicación de una solución acuosa (testigo absoluto), una solución a base de cipermetrina al 21.40% (testigo químico), y tres dosis de una solución de Neem formulado con azadiractina y aceite de neem al 60% (Tabla 1).

TABLA 1
Descripción de los tratamientos de las diferentes dosis del insecticida a base de Neem para el control de plagas en árboles de limón Persa

Tratamiento	Insecticida botánico	Dosis ml/L de agua
T1	Testigo	0
T2	Cipermetrina	2
T3	Neem dosis baja	2
T4	Neem dosis media	3
T5	Neem dosis alta	4

3.- Técnicas y equipos

El producto utilizado fue un bioinsecticida comercial botánico, a base de extracto de neem al 60%+ polimerasas+coadyuvante+otros ingredientes inertes, compuesto por azadiractina y aceite de neem. Para realizar las aplicaciones de los diferentes tratamientos, se utilizó un fumigador de una capacidad de volumen de 3 L de uso agrícola, el cual fue calibrado antes de ser utilizado. Se consideró un volumen de aplicación de 2 L de la solución preparada de cada tratamiento por cada unidad experimental. La aplicación se realizó cada ocho días durante la mañana para evitar la degradación del compuesto activo por efecto de la luz solar.

El manejo agronómico consistió en el control de arvenses periódicamente, principalmente en la época de lluvia, con el uso de desbrozadora, azadón y el control con paraquat. Se realizó la poda de chupones de los árboles de limón, y brotes que salen en el portainjerto, se realizó el monitoreo y control de la gallina ciega del suelo. En la parcela experimental se lleva un manejo agroecológico con el uso de enmiendas orgánicas a base de lombricomposta que inicio partir del 2021 hasta el 2022, evaluando la nutrición de los árboles de limón Persa en la etapa de juvenilidad, actualmente los árboles empiezan a ensayar la producción de frutos.

4.- Diseño experimental

Para el establecimiento del experimento, se consideró un diseño experimental en bloques completos al azar, y a cada tratamiento se designó cuatro repeticiones, y la unidad experimental fue un árbol de limón Persa.

5.- Variables de estudio

En la parcela experimental de árboles de limón se detectó la presencia de insectos-plagas y a partir de estos datos se seleccionaron árboles infestados para evaluar la efectividad del bioplaguicida a base de neem.

Para cada tratamiento, se realizó un monitoreo directo al dosel del árbol que consistió en la detección visual de la presencia de plagas en hojas principales y brotes tiernos. Los insectos fueron depositados en frascos de vidrio con tapa de plástico con una solución de alcohol al 70% para su conservación, e identificación. Se evaluó en cada tratamiento el:

a) Porcentaje de efectividad del Neem a través de la siguiente formula:

$$PE(\%) = \left[\frac{NIT - NITr}{NIT} \right] \times 100$$

PE=Porcentaje de efectividad (%); NIT=Número de individuos del testigo; NITr=Número de individuos del tratamiento.

b) Número de insectos por tratamiento. Se realizó un conteo de los insectos después de la aplicación del producto y los resultados se compararon con los obtenidos del conteo inicial.

Los datos obtenidos se vaciaron en una base de datos en el Programa Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corp.) y con ayuda del software Statistica v. 7.0, se realizó análisis de varianza por una vía para evaluar la significancia estadística ($P \leq 0.05$), y prueba de media de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.- Porcentaje de efectividad en los tratamientos

El objetivo de haber determinado el porcentaje de efectividad del producto, es conocer el comportamiento de manera directa el estado poblacional de los insectos-plaga en la copa de los árboles (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de efectividad de los tratamientos en árboles de limón Persa.

TABLA 2
Porcentaje de efectividad de los tratamientos en árboles de limón Persa

Tratamiento	Dosis ml/L de agua	Total de insectos plaga	Efectividad (%)
T1	0	132	0.00
T2	2	93	29.54
T3	2	94	28.78
T4	3	69	47.72
T5	4	73	44.69

La Tabla 2, muestra una reducción de la población de los insectos plaga en el tratamiento T4 y T5 alcanzando hasta un 46% en promedio de efectividad en relación al testigo (T1). Similares resultados han sido reportados en el control de *Toxoptera citricida* mediante el uso de bioplaguicidas comerciales a base de Neem (Jothi *et al.*, 1990; Tang *et al.*, 2002). Otros estudios indican que la interacción dosis tiempo y altas concentraciones del compuesto activo AZA promueve una mayor actividad insecticida en períodos cortos de aplicación, extractos con alta concentración de AZA podría ser el precursor de una nueva generación de insecticidas y acaricidas y protectores de los cultivos, debido a que la mayor concentración AZA se encuentra en las hojas (Arias *et al.*, 2009; Esparza-Díaz *et al.*, 2010). Resultados de investigación en árboles de limón de tres años de edad en el estado de Michoacán de México, se encontró que el aceite de neem + aceite de ricino + aceite de gobernadora + aceite de canela + aceite de ajo + aceite de mostaza, mostró nulidad del 0% en la

presencia de psílidos a los tres hasta los 12 días de su aplicación y después de los 20 días de la aplicación mostró una mortalidad del 71.43% (Miranda-Ramírez *et al.*, 2021). Por lo consiguiente, el Neem podría suplir al insecticida sintético cipermetrina en el manejo agronómico del limón, además representa una alternativa que podría ser considerada en los programas de Manejo Integral de Plagas.

2.-Monitoreo directo de plagas en árboles de limón

Se realizó un monitoreo visual con el objetivo de medir la densidad y estimar la distribución de plagas alrededor de la copa del árbol de limón Persa de un año de edad. En la Figura 1, se observa que la población de ácaros encontrados en los árboles de limón no muestra diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos evaluados. Estudios reportan que el aceite del Neem proveniente de la semilla y por su acción sistémica es altamente efectivo contra insectos de cuerpo suave y ácaros, ya que rompe con los ciclos reproductivos, las puestas de huevo, larvas, ninfas y pupas impidiendo llegar al estado adulto (González *et al.*, 2015; Sirohi y Tandon, 2014; Guerra, 2020). Ruíz-Jiménez *et al.*, (2021) señalan que de acuerdo a la forma de actuar de los mecanismos de acción de los compuestos del extracto, el desarrollo de la resistencia del ácaro es mínima. Sin embargo, bajas concentraciones del disulfido en el aceite provocan una baja bioactividad en insectos con tegumento poco esclerotizado (Isman *et al.*, 2006). La ficha técnica del insecticida Neem, muestra su eficiencia en el control de ácaros, aunque la dinámica que se presentaron en los árboles de limón Persa, no fue muy elevada en el testigo absoluto, se puede observar en la Figura 1, que los árboles de limón presentan entre los tratamientos baja incidencia, por lo que habría que realizar otras aplicaciones en diferentes fechas de aplicación durante el ciclo del cultivo, y monitorear la dinámica en específico de esta plaga.

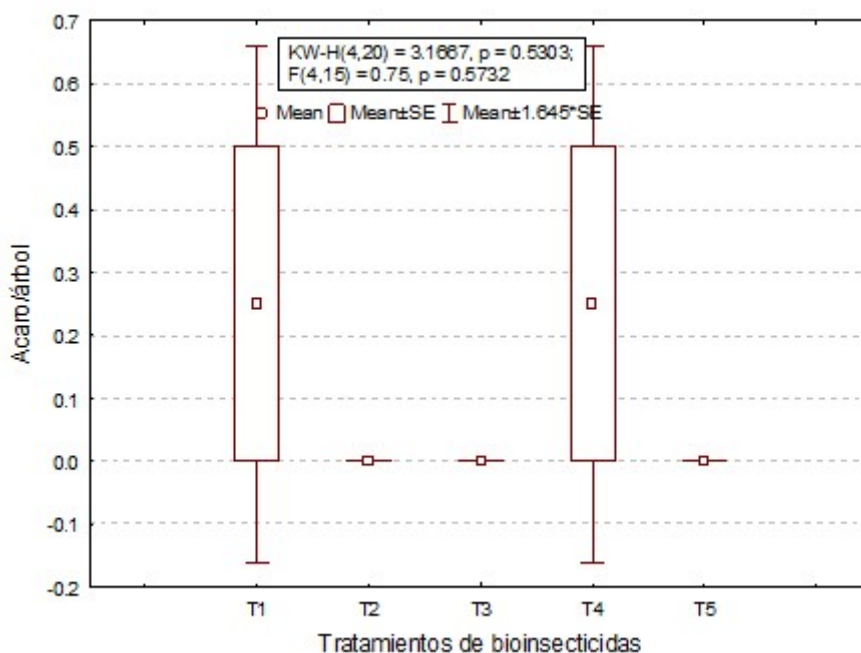


FIGURA 1. Número de ácaros (*Tetranychus urticae* C.L. Koch) encontrados en árboles de limón después del tratamiento con bioinsecticida.

De acuerdo a las observaciones de la Figura 2, el número de pulgones es similar en los tratamientos evaluados; cabe señalar que la densidad poblacional de pulgones registrados fue más alta, que el reportado para los ácaros (Figura 1).

Recientemente, reportan en un estudio en el que se observó que el enriquecimiento de fertilizantes orgánicos con polvo de hojas de Neem y cenizas de caldera mejoraba significativamente la resistencia de las plantas contra la infestación de pulgones (Brotodjojo y Arbiwati, 2016). Cabe señalar que estos árboles se

han mantenido con fertilización orgánica a base de lombricomposta durante su desarrollo, de alguna manera pudiera estar contribuyendo a un efecto anti-alimentario y repelente.

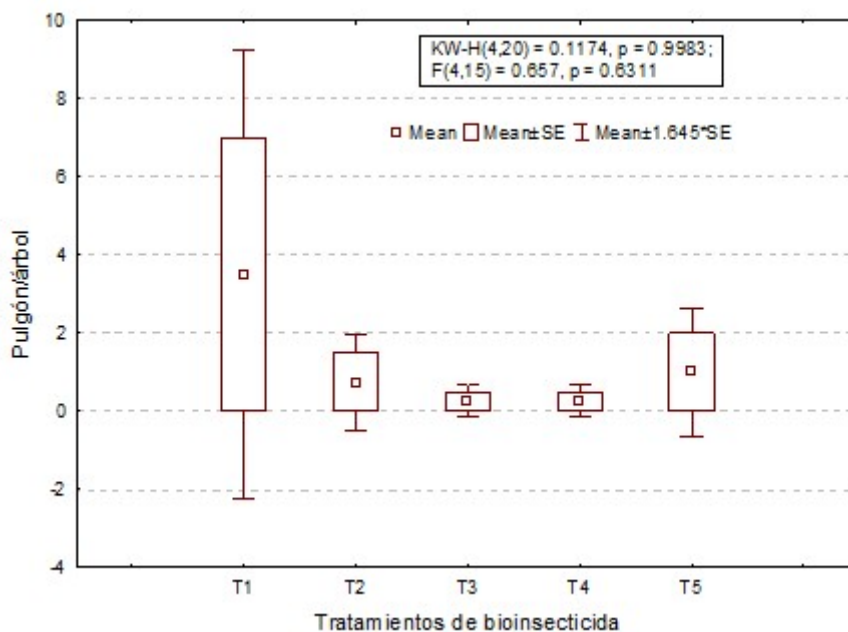


FIGURA 2.

Número de pulgones (*Toxoptera citricida*) encontrados en árboles de limón después del tratamiento con bioinsecticida.

El tratamiento T2 y T4 mostraron diferencias estadísticas significativas con respecto al tratamiento T1 y T3 (Figura 3), estos resultados implican que la aplicación de 4 ml del bioinsecticida muestran un efecto similar al insecticida químico reduciendo el nivel poblacional de Trips. Los Trips muestran una gran resistencia a la acción de insecticidas químicos, por lo que ocasionan daños en el árbol provocando necrosis del tejido celular, entre los productos químicos evaluados para el control de Trips en árboles, se puede mencionar al grupo químico de los organofosforados, pyriproxyfen, fiproles, avermectina y neonicotinoides, este último grupo químico genera la muerte de las abejas polinizadoras (INFOAGRO, 2007; Loera *et al.*, 2018; Megchun *et al.*, 2019).

Se ha reportado que el compuesto bioactivo Azadiractina presenta un efecto antialimentario en los insectos con tegumento blando al activar las células disuasorias (Jennifer *et al.*, 1998). Sin embargo, la aplicación de un bioplaguicida a base del compuesto activo AZA mostró ser efectivo en la reducción de la población (Figura 3). Los aceites esenciales derivados de plantas tienen un efecto sobre *Frankliniella occidentalis* mostrando más del 80% de mortalidad (Cloyd *et al.*, 2009; González y García, 2012). Estos resultados podrían explicarse en sentido del mecanismo de acción de la AZA, la cual es estructuralmente similar a la hormona de los insectos “ecdisona”, responsable de la metamorfosis de los insectos.

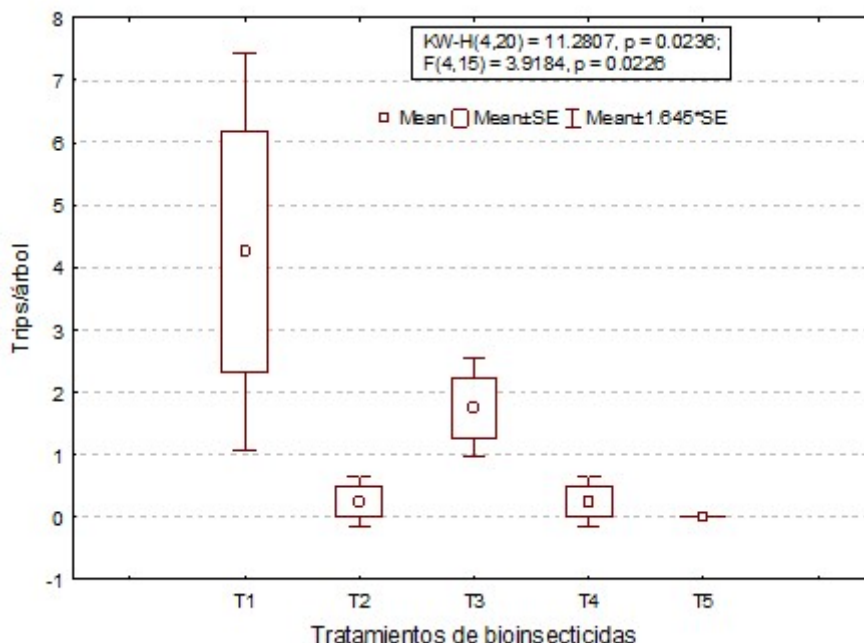


FIGURA 3.
 Número de Trips (*Pezothrips kellyanus*) encontrados en árboles de limón después del tratamiento con bioinsecticida.

La Figura 4, indica que el tratamiento T2, T4 y T5 estadísticamente son diferentes con respecto al testigo (T1). El mayor efecto del bioinsecticida en el número de mosca blanca se registró en las dosis de 3 y 4 ml/L de producto aplicado. Valle-Pinheiro *et al.*, (2009), reporta que el extracto del aceite del neem al 1% de concentración, induce la mortalidad de las ninfas de la mosca blanca en el primero y tercer instar al comparar las concentraciones de 0.5%, la reducción de la población fue estimada en un 80% después de seis días de aplicación del extracto al 1%. Esto podría estar asociado a que las dosis de 3 y 4 ml aplicadas en nuestro estudio afectaron a los estados ninfales, los cuales son más susceptibles comparado al estado adulto. Existe resultado de la evaluación de la efectividad de productos comerciales a base de neem, para el control de *Trialeurodes vaporariorum* West. (Hemiptera: Aleyrodidae), en invernadero, los resultados sugieren que el producto comercial Neem Oil Spray y PHC Neem mostraron mejor efecto insecticida con el 82.6% y 72.3 % de mortalidad de la mosca blanca; por otra parte existen otros resultados de excelente efectividad del neem en el control de la mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidae), en jitomate en condiciones de invernadero (Muñis *et al.*, 2016; Murillo *et al.*, 2020; Artola *et al.*, 2020).

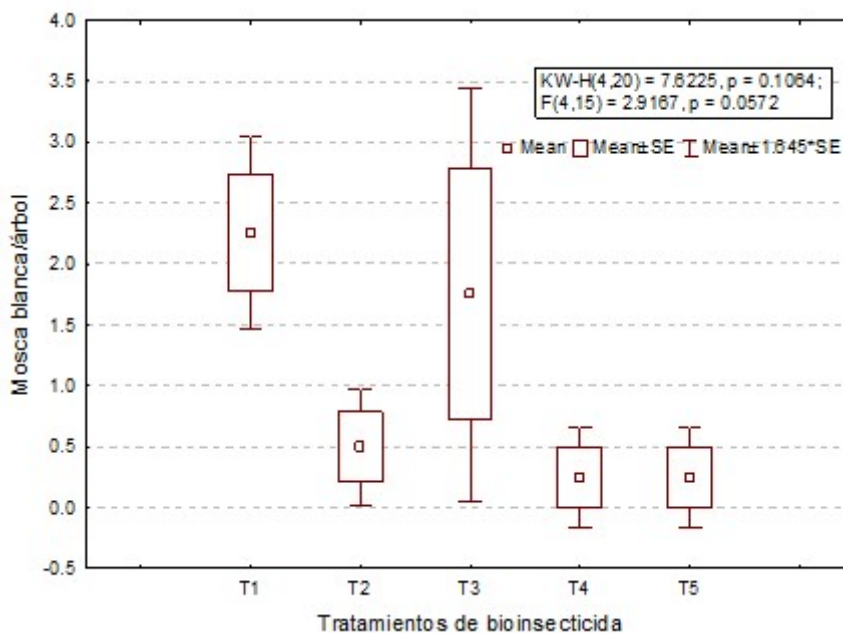


FIGURA 4.
 Número de moscas blancas (*Bemisia tabaci*) encontrados en árboles de limón después del tratamiento con bioinsecticida.

En la Figura 5, se observa que no hubo diferencias estadísticas significativas, lo que podría indicar que la cipermetrina (T2) y el bioinsecticida a base de Neem (T3) no afectaron la dinámica poblacional del gusano minador. Estos resultados podrían indicar que es necesario aplicar dosis elevadas de Neem para disminuir la población del gusano minador. Gutiérrez-García *et al.*, (2010) sugiere utilizar concentraciones del 20 % para disminuir el ataque a los cultivos por parte de *Spodoptera frugiperda*.

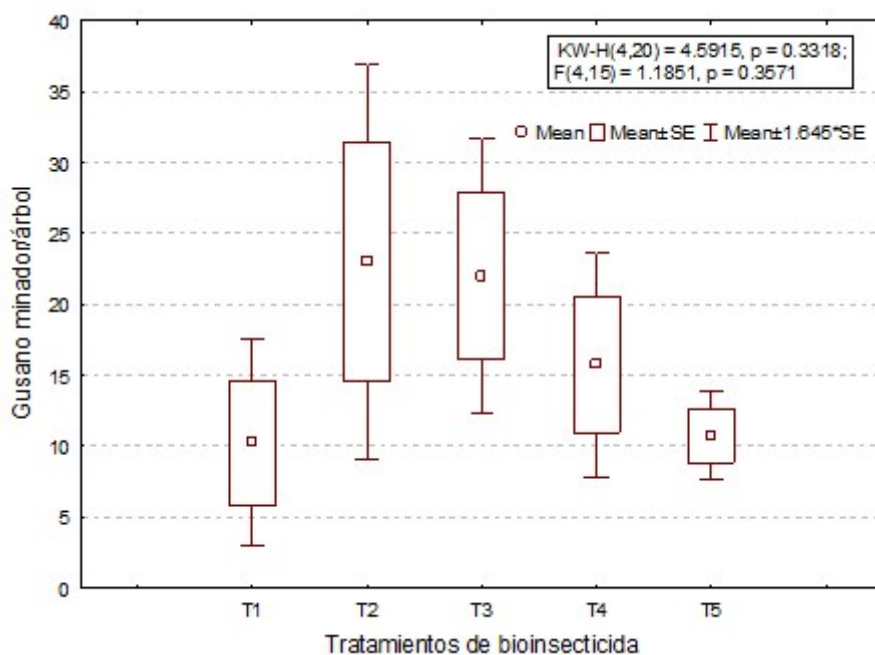


FIGURA 5. Número de gusano minador (*Phyllocnistis citrella*) encontrados en árboles de limón después del tratamiento con bioinsecticida

CONCLUSIONES

El monitoreo directo es un método alternativo que permite localizar los focos de infección de los insectos plaga, y a través de su control, la actividad insecticida más relevante ocurrió con la aplicación de la dosis de 3 y 4 ml/L, mostrando una reducción de hasta el 46% de insectos plaga, trips y mosquita blanca en relación al testigo. El bioplaguicida Neem aplicado resulta promisorio en el “Manejo integral de las plagas” de estos insectos en cultivos de limón Persa. Se recomienda aplicar dosis altas para reducir la población de gusano minador en árboles de limón.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almaguer, V. G., Espinoza, E. J. R., Quirós, G. J. L., (2011). Desfasamiento de cosecha de limón Persa. Revista chapingo, serie hortícola, 17(3), 197-205.
- Arias, D., Vázquez, G., Montañez, L., Álvarez, R., Pérez, V., (2009). Determinación del *Azadirachta indica*). Revista ingeniería UC, 16(3), 22-26.
- Arias, F., Suarez, E., (2016). Comportamiento de las exportaciones de limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) al mercado de los Estados Unidos. Journal of Agriculture and Animal Sciences, 5(2), 22-33.
- Artola, D. A. J., Duarte, H. M. A., Raudez, C. D., Estrada, S. D. C., (2020). Efecto de bioinsumos en la dinámica poblacional de *Bemisia tabaci* (GEN) *Liriomyza spp.* en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) San Isidro 2017-2018. Revista Iberoamericana De Bioeconomía Y Cambio Climático, 6(12), 1456–1480. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v6i12.9932>
- Brotodjojo, R. R., Arbiwati, D. (2016). Effect of application of granular organic fertilizer enriched with boiler ash and neem leaves powder on plant resistance against insect pests. Int. J. Biosci. Biochem. Bioinformatics, 6, 152. DOI 10.17706/ijbbb.2016.6.4.152-157.

- Cloyd, R. A., Galle, C. L., Keith, S. R., Kalscheur, N. A., Kemp, K. E. (2009). Effect of commercially available plant-derived essential oil products on arthropod pests. *Journal of Economic Entomology*, 102(4), 1567-1579.
- Cruz, F. M y del Ángel, S. R. (2004). El Árbol de Nim, Establecimiento y Aprovechamiento en la Huasteca Potosina. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Huichihuayán y Campo Experimental Ébano. Folleto Técnico Núm. 3. San Luis Potosí, México. 23 p.
- Cruz, F. M., (1998). Dinámica de la azadiractina en árboles de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) de México y su efecto contra dos insectos de almacén. Tesis de Doctorado. UANL. Facultad de Agronomía. 73 p.
- Esparza-Díaz, G., López-Collado, J., Villanueva-Jiménez, J. A., Osorio-Acosta, F., Otero-Colina, G., Camacho-Díaz, E. (2010). Concentración de Azadiractina, efectividad insecticida y fitotoxicidad de cuatro extractos de *Azadirachta indica* A. JUSS. *Agrociencia* 44, 821-833.
- González, M. M. B., García G. C., (2012). Uso de biorracionales para el control de plagas de hortalizas en el norte de Sinaloa. *Ra Ximhai*, 8(3), 31-45.
- González, M. Ma. B., Gurrola R. J. N., Chaírez H. I., (2015). Productos biológicos para el control de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 41 (2), 200-204.
- Guerra, M. G., (2020). El aceite de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) una alternativa a los insecticidas químicos. *Hombre Ciencia y Tecnología*, 25(1), 122-128.
- Gutiérrez-García, S. del C., Sánchez-Escudero, J., Pérez-Domínguez, J. F., Carballo-Carballo, A., Bergvinson, D., Aguilera-Peña, M. M. (2010). Efecto del nim en el daño ocasionado por el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en tres variables agronómicas de maíz resistente y susceptible. *Acta zoológica mexicana*, 26(1), 1-16. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S00651737201000100001&lng=es&tlng=es.
- INFOAGRO, 2007. Programa Nacional de Agricultura Orgánica de Costa Rica. Disponible en: <http://www.infoagro.com>
- Isman, M. B., 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annu. Rev. Entomol.* 51, 45–66. DOI: 10.1146/annurev.ento.51.110104.151146.
- Jennifer, M. L. A., Simmonds, M. S., Ley, S. V., Blaney, W. M., Mordue, W., Nasiruddin, M., et al., (1998). Actions of azadirachtin, a plant allelochemical, against insects. *Pestic. Sci.* 54, 277–284. DOI: 10.1002/(SICI)1096-9063(1998110)54:3<277::AID-PS801>3.0.CO;2-I
- Jothi, B. D., Verghese, A., Tandon, P. L., (1990). Evaluation of different plant oils and extracts against citrus aphid, *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy). *Indian journal of plant protection*, 18(2), 251-254.
- Kilani, M. S., Morakchi, G. H., Sifi, K. (2021). Azadirachtin based insecticide: overview, risk assessments, and future directions. *Frontiers in agronomy*. 3. DOI=10.3389/fagro.2021.676208.
- Loera, A. E., Rodríguez, P.Y., Sánchez, V. M., Loera A. Ma. E., Pinto, V. M., Luna, C. A., (2018). Insecticidas de diferente grupo toxicológico evaluados para el control de trips en gladiola (*Gladiolus glandiflorus* Hort.) en campo. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 21, 539-546.
- López, D. M. T. y Estrada, O. J., (2005). Los bioinsecticidas de nim en el control de plagas de insectos en cultivos económicos. La Habana (Cuba). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*. 37(2), 41-50. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382838551004>.
- López, H. W. A., Garza, B. L. E., Cruz, G. B., Nieto, A. R., (2020). Competitividad del limón persa en la región del Papaloapan, Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10 (4), 921-934.
- Marinero, O. E. A., Vargas, C. J. I., Martíne, C. G., Martínez, L., Sardinias, G. O. F., Zuñiga, G. C. A., (2014). Análisis de la agenda pública y privada de la bioeconomía en Centroamérica y el Caribe: Estudio de caso de El Salvador, Honduras, Cuba and Nicaragua. *Revista Iberoamericana de bioeconomía y Cambio Climático*, 1(1), 242-270. Doi:<https://doi.org/10.5377/ribcc.v1i1.2151>.
- Megchun, G. J. V., Castañeda, C. M. del R., Rodríguez, L. D. A., Adame, G. J., Murguía, G. J., Lango, R. F., Leyva, O. O. R., (2018). Use of thiamethoxam, associated with insect populations in papaya (*Carica papaya* Linnaeus) cultivation. *International Journal of Research - Granthaalayah*, 6(1), 428-439. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1168978>.

- Megchun, G. J. V., Castañeda, C. Ma. Del R., Del Ángel, P. A. L., Constantino, L. G. G., Nataren, V. J., Zaragoza, V. E., (2023). Synthetic fertilizers and vermicompost in juvenile persian lime (*Citrus X latifolia* Tanaka ex Q. Jimenez) trees. *Agroproductividad*, 16(2), 65-74. <https://doi.org/10.32854/agrop.v16i2.2384>
- Megchun, G. J. V., Castañeda, C. Ma. del R., Rodríguez, L. D. A., Murguía, G. J., Lango, R. F., Leyva O. O. R., (2019). Impact of thiamethoxam in papaya (*Carica papaya* Linnaeus) in rotation with watermelon (*Citrullus lanatus*) crops. *Agriculture*, 9 (129). doi:10.3390/agriculture9060129
- Miranda-Ramírez, J. M., Perales-Segovia, C., Miranda-Salcedo, M. A., & Miranda-Medina, D. (2021). Insecticidas de bajo impacto ambiental para el control de *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae) en limón mexicano (*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle). *Revista chilena de entomología*, 47(4), 723-732. <https://dx.doi.org/10.35249/rche.47.4.21.09>
- Morales I. D., 2013. swfrec. Obtenido de swfrec: https://swfrec.ifas.ufl.edu/hlb/database/pdf/22_DeSantos_13.pdf.
- Muñis, R. E., Ramos, B. C. A., Rodríguez, H. C., Ortega, A. L. D., (2016). Actividad biológica de nim en adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Aleyrodidae) West. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 7(6):1283-1295.
- Murillo, C. F. D., Cabrera, M. H., Adame, G. J., Fernández, V. J. A., Villegas, N. J., López, M. V., Vázquez, H. A., Meneses, M. I., (2020). Evaluación de insecticidas biorracionales en el control de mosca blanca (Hemiptera:Aleyrodidae) en la producción de hortalizas. *Biotecnia* 22(1): 39-47.
- Rebolledo, M. L., Megchún, G. J. V., Rebolledo, M. A., Orozco, C. D. M. (2019). Asociación de frutales de limón Persa (*Citrus latifolia*) y palma de coco (*Cocos nucifera* L.) con el aporte de materia seca por cultivos anuales. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, Vol. 5(10), 2410-7980.
- Ruiz-Jiménez, K. Z., Osorio-Osorio, R., Hernández-Hernández, L. U., Ochoa-Flores, A. A., Silva-Vázquez, R., Méndez-Zamora, G. (2021). Actividad acaricida de extractos vegetales sobre el ácaro rojo de las palmas *Raoiella indica* (Acar: Tenuipalpidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, vol. 80 (1).
- Sánchez, B. Ma. G., Escobar, S. L., Zavala, H. F., Carachure, O. P., Ascencio, A. L. de J., Álvarez, D. G., (2023). Insectos depredadores asociados en cultivos de limón (*Citrus limon*), como agente de control biológico. *Ciencia latina revista multidisciplinar*, 7(1), 9887-9904.
- Sánchez, T. Y., Matus, G. J. A., García, S. J. A., Martínez, D. M. A., (2011). Estimación de la demanda de importaciones de limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en Estados Unidos procedentes de México (1994-2008). *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(3), 819-827.
- Santistevan, M. M., Helfgott, L. S., Loli, F. O., Julca, O. A., (2016). Comportamiento del cultivo del limón (*Citrus aurantifolia* swingle) en dos localidades de Santa Elena, Ecuador. *Revista científica y tecnológica UPSE*, 3(2), 15-20.
- SIAP, (2017). Limón: casi 2.44 millones de toneladas en 2016. http://infosiap.siap.gob.mx:8080-agricola_siap_gob_mx_ResumenProducto.do
- Sirohi, A., Tandon, P. (2014). Insecticidal effects of various parts of *Azadirachta indica* on adults of *Aulacophora foveicollis* (Lucas) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Trends Biosci.* 7, 3947–3949.
- Sonorza, R. D., Zambrano, G. F. E., Moreira, S. J. R., Zambrano, D. J. F., Armiñana, G. R., Fimia, D. R., (2020). Percepción de los agricultores sobre la eficacia de parasitoides en el control de plagas y en la sostenibilidad agroecológica del limonero, Riochico, Portoviejo, Ecuador. *Neotropical Helminthology*, 14(1), 75-84.
- Tang, Y. Q., Weathersbee, A. A., Mayer, R. T., (2002). Effect of Neem Seed Extract on the Brown Citrus Aphid (Homoptera: Aphididae) and its Parasitoid *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Aphidiidae), *Environmental Entomology*, 31(1), 172–176. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-31.1.172>.
- Úbela, R. J. S., Delgado, D. Y., (2018). La infiltración del agua en los suelos y componentes artificiales y materia orgánica que se utilizan en ellos para la agricultura. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 4(7), 889-894. DOI:<https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i7.6299>
- Valle-Pinheiro, P., Dias-Quintela, E., Pereira de Oliveira, J., Seraphin, J. C. (2009). Toxicity of neem oil to Bemisia tabaci biotype B nymphs reared on dry bean. *Entomology –Pesq agropec. Bras* 44 (4). <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000400004>.