

Efecto de Tabaquina, Oleonim y *Heterorhabditis amazonensis* Andaló *et al.* en el manejo de mosca blanca en cultivo de frijol

Effect of Tabaquina, Oleonim and *Heterorhabditis amazonensis* Andaló *et al.* on whitefly management in common beans



<https://eqrcode.co/a/lxHkoD>

Daniel Rafael Vuelta Lorenzo*, Miriela Rizo Mustelier

Universidad de Oriente, Campus J. A. Mella. Avenida de Las Américas s/n. Santiago de Cuba, CP 90400. Cuba.

RESUMEN: El experimento se desarrolló en la finca La Amada, perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida Roberto Macías Gallego de Santiago de Cuba. El objetivo fue evaluar la efectividad de la aplicación de Tabaquina, Oleonim y *Heterorhabditis amazonensis* sobre el manejo de las poblaciones de *Bemisia tabaci* y su influencia en el crecimiento y productividad del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivar Velazco largo). Se utilizó un diseño de bloques al azar, con 4 tratamientos y 5 réplicas. Los datos obtenidos fueron procesados en el paquete estadístico R Commander mediante un análisis de varianza simple, aplicándose la prueba de comparación múltiple de medias de Duncan para $p \leq 5$. Los resultados obtenidos mostraron la eficiencia que tuvieron los tratamientos en el rendimiento del frijol, reduciendo las poblaciones de la plaga, destacando el tratamiento con nematodos entomopatógenos con 89 % de eficiencia técnica, alcanzando el cultivo un rendimiento de 0,8 t/ha.

Palabras clave: plaga, nematodos entomopatógenos, frijol, insecticidas botánicos, manejo.

ABSTRACT: The experiment was carried out at the farm La Amada, belonging to the Cooperativa de Creditos y Servicios Fortalecida Roberto Macías Gallego in Santiago de Cuba. The objective was to evaluate the effectiveness of applying Tabaquina, Oleonim or *Heterorhabditis amazonensis* on management of *Bemisia tabaci* populations and their influence on growth and productivity of beans (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivar Velazco Largo). It was used a randomized block design with 4 treatments and 5 replications. The data obtained were processed in the R Commander statistical package by means of a simple variance analysis, applying Duncan's multi range test for $p \leq 0.05$. The results obtained showed the efficiency the treatments had in bean yield and pest population reduction, highlighting the treatment with entomopathogenic nematodes with 89% technical efficiency, reaching the crop a yield of 0.8 t / ha.

Key words: pest, entomopathogenic nematodes, beans, botanical insecticides, management.

INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa de grano muy importante para el consumo humano. Posee propiedades nutritivas con alto contenido proteico y menor aporte de carbohidratos, vitaminas y minerales, dependiendo del cultivar, también es una buena fuente de fibra (1).

Así mismo, el frijol es rico en componentes bioactivos como inhibidores de enzimas, lecitinas, etc., además dentro de sus actividades biológicas están la capacidad antioxidante, la reducción de colesterol y lipoproteínas, por lo que tiene un efecto protector contra enfermedades cardiovasculares y se ha mostrado que el consumo de frijol tiene efectos favorables contra el cáncer. (2)

La estrategia de manejo utilizada por el agricultor frente a las plagas normalmente se basa en el uso

de plaguicidas. El uso de esta alternativa, incrementa los costos de producción y afecta la dinámica del suelo ya que se utilizan moléculas de los grupos de los organofosforados, carbamatos y algunos productos fumigantes de alta residualidad. La aplicación de estos productos, catalogados como plaguicidas, causan fuertes problemas de contaminación ambiental (3).

Uno de los problemas fitosanitarios de mayor connotación en las dos últimas décadas ha sido, sin duda, la afectación en el rendimiento causada en diversos cultivos por grandes poblaciones de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius.) (Hemiptera: Aleyrodidae). (4).

La importancia de esta plaga insectil radica en el complejo y difícil manejo y control debido a su habilidad de adquirir resistencia a plaguicidas, obligando al productor a utilizar productos más fuertes como los organofosforados y los piretroides (5).

*Correspondencia a: Daniel Rafael Vuelta Lorenzo. E-mail: dvuelta@uo.edu.cu

Recibido: 17/5/2021

Aceptado: 16/7/2021

En los últimos años, el uso de extractos naturales ha sido una alternativa en el combate insecto-plaga. Estos extractos han tomado importancia debido a la búsqueda de un equilibrio entre el ambiente, la producción y el ser humano, en los que se consideran aspectos como la acción específica sobre el objetivo y un impacto bajo o nulo en organismos circundantes, el ambiente y el cultivo (6).

Los nematodos de las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae son muy utilizados como agentes de control biológico (7). Ambas familias son parásitos obligados de insectos y matan rápidamente a sus hospedantes (8). Estos nematodos poseen diversos atributos como agentes de control biológico, ya que son seguros para el hombre y, por lo general, seguros para organismos no dianas y el ambiente; además, por su relativa fácil producción y aplicación, amplia gama de hospedantes y capacidad de búsqueda (9).

Los resultados obtenidos en investigaciones confirman una disminución de la población de la mosca blanca con métodos de control biológico, que permite mayor eficiencia en el control y reducción de individuos de mosca blanca. (10).

Por todo lo antes expuesto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la efectividad de la aplicación de Tabaquina, Oleonim y *Heterorhabditis amazonensis* Andaló *et al.* cepa HC1 sobre el manejo de las poblaciones de *Bemisia tabaci* en el cultivo del frijol.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la finca “La Amada” del productor Oscar Báez, ubicada en el Km 5 de la carretera de El Cobre en la zona No. 3 de la agricultura suburbana. Esta finca pertenece a la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF) Roberto Macías Gallego del municipio y provincia Santiago de Cuba.

Se realizó en condiciones de huerto intensivo sobre un suelo pardo sin carbonato, según la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba (11). Las características de este suelo son las siguientes: estructura fragmentaria media, textura loam arcilloso, buen drenaje superficial e interno, contenido de materia orgánica alrededor de 2 %, profundidad efectiva de 25-30 cm, velocidad de infiltración de 30 mm. ha⁻¹, un pH de 5-6 (ligeramente ácido), capacidad de campo de 4,7 %, densidad real de 2 g. cm⁻³ y densidad aparente de 1,5 g. cm⁻³.

El cultivo investigado fue el frijol, *Phaseolus vulgaris* L, cultivar Velazco Largo. La siembra se realizó del 1º de octubre al 30 de noviembre de 2019, teniendo en cuenta que el periodo óptimo para áreas sin riego es del 1º de septiembre al 15 de octubre.

Para la investigación se aplicó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cinco réplicas. Se utilizó un área de 0,25 ha, con un marco de plantación de 0,90 x 0,25 m; se plantaron 11 111 plantas/ha.

Descripción de los tratamientos

1. Testigo sin aplicación.
2. Aplicación de Tabaquina a razón de 0,7 g / L y solución final de 400 L/ha.
3. Aplicación de Oleonim a razón de 10 m L / L y solución final de 300 L/ha.
4. Aplicación de *Heterorhabditis amazonensis* a razón de 25 000 000 JI /ha.

El Oleonim provenía del centro productor del poblado de Guaro, municipio Mayarí, de la provincia Holguín, en tanto *Heterorhabditis amazonensis* procedía del Centro de reproducción de entomófagos y entomopatógenos (CREE) del municipio Contramaestre en Santiago de Cuba.

Para preparar la solución de tabaquina se utilizó 1 kg de palillos de tabaco en 100 L de agua y se dejó reposar 24 horas (maceración). Posteriormente, se filtró el producto resultante a través de una malla fina y, 30 minutos antes de aplicar el producto, se adicionó 1 kg de hidrato de cal (cal viva), según recomienda el Manual Técnico para Organopónicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprottegida (12).

Los productos se mezclaron con agua y se asperjaron a la zona foliar del cultivo directamente en el envés de las hojas, en forma de llovizna, por medio de mochila MATABI de 16 L. las aplicaciones se realizaron en tres momentos (7, 14 y 21 días después de la siembra).

Cada planta se dividió de forma artificial en tres secciones: tercio basal, medio y tercio superior de la planta. De cada sección se tomaron 33 hojas, más una hoja del medio, totalizando 100 hojas. Las muestras foliares tomadas de las plantas del área neta experimental se observaron por el envés de las hojas, realizando el conteo de huevos y ninfas. En el caso de los adultos de *B. tabaci*, la base del monitoreo se realizó por medio de trampas amarillas con pegamento (20 trampas por hectárea). La toma de muestras se realizó a las 72 horas después de cada aplicación y se observaron por medio de un estereomicroscopio de marca Shenzhen, de fabricación china y con aumento de 30X.

Se evaluaron, además, el rendimiento del cultivo y la efectividad técnica de la aplicación de los tratamientos.

Para determinar el porcentaje de efectividad de los tratamientos, se aplicó la fórmula de Henderson - Tilton, según la cual:

$$\% \text{ efectividad técnica} = (1 - Td/Cd \times Ca/Ta) \times 100$$

Donde:

Ta = infestación de la parcela tratada antes del tratamiento.

Td = infestación de la parcela tratada después del tratamiento.

Ca = infestación en parcela testigo antes del tratamiento.

Cd = infestación en parcela testigo después del tratamiento.

Los datos experimentales para cada variable se sometieron a análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA), y las comparaciones de medias se realizaron según la prueba de rango múltiple de Duncan para $p \leq 0,05$. El programa estadístico utilizado fue R Commander versión 3.6.2 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los resultados (Tabla 1) reveló diferencias significativas de todos los tratamientos respecto al control, en el cual se detectaron las mayores cantidades de huevos y ninfas. En el tratamiento 4, donde se aplicó el control biológico *H. amazonensis*, se contabilizó una menor cantidad de los diferentes estadios de mosca blanca analizados, excepto a los adultos, por lo que fue superior con relación al resto de los tratamientos. Los tratamientos 2 y 3, en los que se aplicaron los extractos vegetales, no mostraron diferencias significativas entre ellos, en cuanto al número de los huevos, ninfas y adultos. No se detectaron diferencias significativas entre el control y los diferentes tratamientos con relación al número de adultos detectados.

Cabrera *et al.* (5), en investigaciones realizadas en Ecuador, indicaron que se puede controlar mosca blanca por medio de diversos insecticidas de origen natural como ají (*Capsicum annuum* L.) y tabaco (*Nicotiana tabacum*), los que reducen considerablemente las poblaciones de esta plaga.

También otras investigaciones han puesto de manifiesto como válido el uso de otros extractos de origen vegetal, como, por ejemplo: tomillo (*Thymus*

vulgaris L.), chile picante (*Capsicum annuum* L.) /ajo (*Allium sativum* L.) y canela (*Cinnamomum verum* J.) /clavo de olor (*Syzygium aromaticum* L.) (10), con efectos de control sobre mosca blanca.

Es importante señalar que se debe comenzar la aplicación de estos productos en fases tempranas de la infestación, pues después de varias semanas se incrementa sustancialmente la población de esta plaga, ocasionando mayores perjuicios (13).

Por otra parte, la utilización de nematodos entomopatógenos resulta recomendable por su alta efectividad en el control de mosca blanca y otras plagas insectiles (14).

Un factor que incide en el crecimiento poblacional de una plaga, como la mosca blanca, es la temperatura que acorta el ciclo de vida y da oportunidad a incrementar el número de generaciones. Sin embargo, si se hace un adecuado manejo se puede eliminar en tiempo y en forma los focos de infestación, lo cual incide negativamente en el crecimiento poblacional de esta plaga.

En la Tabla 2 se observa el porcentaje de efectividad técnica en los tratamientos evaluados. En el tratamiento 4, con la dosis de 25 millones de nematodos por hectárea, se alcanzó la mayor efectividad técnica en el control de la mosca blanca superando estadísticamente a los demás tratamientos, seguido por el tratamiento 3 a base de Oleonim y por el 2 (Tabaquina).

El modo de acción de los nematodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* se basa en que, una vez que este localiza al hospedero, lo penetra a través de las aberturas naturales como la boca, ano y/o espiráculos y, en algunos casos, a través de la cutícula. Cuando se encuentra en el hemoceloma del insecto, regurgita o defeca la bacteria simbiótica, especie específica, en

Tabla 1. Densidad total y promedio de las poblaciones de *B. tabaci* en cada tratamiento aplicado en parcelas de frijol en una finca suburbana. / Total and average density of *B. tabaci* populations in each treatment applied to bean plots in a suburban farm.

Tratamiento	7 días			15 días			21 días		
	Huevos	Ninfas	Adultos	Huevos	Ninfas	Adultos	Huevos	Ninfas	Adultos
Testigo	298 c	368 c	4 a	335 c	654 c	5 a	425 c	822 c	6 a
Tabaquina	217 b	275 b	4 a	191 b	227 b	4 a	117 b	189 b	4 a
Oleonim	216 b	272 b	2 a	188 b	222 b	2 a	112 b	186 b	1 a
NEP	158 a	144 a	0 a	118 a	102 a	0 a	82 a	59 a	0 a
ESx	0,9885	0,8766	0,8886	0,8666	0,8465	0,9885	0,7765	0,8965	0,8765

Medias con letras diferentes, en una misma columna, difieren significativamente ($p < 0,05$)

Tabla 2. Efectividad técnica de las aplicaciones en el cultivo del frijol en una finca suburbana. / Technical effectiveness of the applications to common beans in a suburban farm.

Tratamientos	7 días	15 días	21 días
Testigo	-	-	-
Tabaquina	42,327 c	63,255 c	78,653 c
Oleonim	45,465 b	69,250 b	82,657 b
NEP	48,825 a	72,667 a	89,300 a
ESx	1,4355	1,3695	1,5455

Letras iguales para $p = 5\%$ no difieren estadísticamente

Tabla 3. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento comercial del cultivo del frijol en una finca suburbana. / *Effect of the treatments on the commercial yield of the bean crop in a suburban farm.*

Tratamientos	Rendimiento (t/ha)
Testigo	0,670 d
Tabaquina	0,700 c
Oleonim	0,750 b
NEP	0,800 a
ESx	0,0985

Letras iguales para $p=5\%$ no difieren estadísticamente

la hemolinfa del insecto. La bacteria prolifera en el cuerpo del insecto y alcanza altas densidades. En este punto produce diversos compuestos que suprimen el crecimiento de microorganismos antagónicos, creando así un ambiente favorable para la reproducción y desarrollo del nematodo (15).

La bacteria también auxilia en la muerte del insecto y en proveer nutrientes al nematodo. El insecto infectado muere en las siguientes 48-72 horas y el nematodo se alimenta de los tejidos del insecto y adquiere nuevamente a la bacteria simbiótica (16).

En la Tabla 3 se muestra la evaluación del efecto de los tratamientos sobre el rendimiento comercial del cultivo. Se puede apreciar que el tratamiento 4, con aplicación de control biológico, presenta el rendimiento mayor, superando estadísticamente al resto.

Es notorio mencionar que, a partir de diversos estudios (17), se seleccionaron nematodos entomopatógenos para el control de diversas plagas, como *Pachnaeus litus* Guery y *Phyllophaga* spp. Pueden emplearse también en el manejo de *Plutella xylostella* L., *Spodoptera frugiperda* Smith, *Heliothis* spp., y varios representantes de Hemiptera, entre otras (18). Por lo que su uso debe extenderse para controlar diversas plagas teniendo en cuenta sus potencialidades, bajo costo y probada efectividad como control biológico de plagas insectiles (19).

Pérez y Vázquez (20) afirman que haciendo un análisis se aprecia que la producción artesanal de productos naturales y el uso de los medios biológicos han ahorrado al país, en el sector rural, cientos de miles de dólares.

Este resultado confirma que, cuando se aplica este producto biológico al cultivo del frijol afectado por mosca blanca, se obtienen mejores resultados productivos. Se puede suponer que la acción de los nematodos entomopatógenos en la disminución de la población de esta plaga insectil muestra una estrecha relación con los indicadores del crecimiento y la productividad del cultivo. Teniendo en cuenta el bajo costo de producción de este agente de control biológico y las serias limitaciones económicas del país para la importación de plaguicidas químicos, esta práctica puede constituir una alternativa viable en las unidades donde puedan existir problemas por bajos rendimientos, motivados por un elevado índice de afectación por esta plaga.

En cuanto a los insecticidas de origen botánico, puede afirmarse que mostraron resultados positivos, lograron reducir las poblaciones de la plaga objeto de estudio e incrementar los rendimientos del cultivo, por lo que su uso puede considerarse como una alternativa viable.

CONCLUSIONES

Se comprobó la efectividad del nematodo *Heterorhabditis amazonensis* para el control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo del frijol; este tratamiento fue el más efectivo, con índices de población inferiores, seguido por el Oleonim y la Tabaquina, que también tuvieron buenos resultados, aunque los rendimientos alcanzados fueron superiores cuando se aplicó nematodos entomopatógenos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a los obreros de la finca “La Amada” por el apoyo en la ejecución del trabajo y al Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Santiago de Cuba.

REFERENCIAS

- Fernández V, Fernanda A, Sánchez E. Estudio de las propiedades físico químicas y calidad nutricional en distintas variedades de frijol consumidas en México. *Nova Scientia*. 2017; 9(8):133-148
- Suárez-Martínez SE, Ferriz-Martínez RA, Campos-Vega R, Elton-Puente JE, de la Torre Carbot K, García-Gasca T. Bean seeds: leading nutraceutical source for human health. *CyTA-Journal of Food*. 2016; 14(1):131-137.
- Díaz O, Betancourt Aguilar CR. Los pesticidas; clasificación, necesidad de un manejo integrado y alternativas para reducir su consumo indebido: una revisión. *Revista Científica Agroecosistemas*. 2018; 6(2):14-30. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>
- Tapia L, Macías D, Morán N, Narea F, Morán I. Comparación de métodos control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*. Gennadius) en fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Vines, Ecuador. *PROSCIENCIAS: REVISTA DE PRODUCCIÓN*,

- CIENCIAS E INVESTIGACIÓN, E-ISSN: 2588-1000, ABRIL. 2019; 3(21):6-12.
5. Cabrera R, Morán J, Mora B, Molina H, Moncayo O, Díaz E, *et al.* Evaluación de dos insecticidas naturales y un químico en el control de plagas en el cultivo de frijol en el litoral ecuatoriano. *Idesia (Arica)*. 2016; 34(5):27-35. Epub 30 de octubre de 2016. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-3429201605000025>
 6. Molina N. Uso de extractos botánicos en control de plagas y enfermedades. *Revista Manejo Integrado de Plagas*. 2001; (59):76-77.
 7. Askary TH, Ahmad MJ. Entomopathogenic Nematodes: Mass Production, Formulation and Application. In: M.M.M Abd-Elgawad, T.H Askary & J. Coupland (Eds.). *Biocontrol Agents: Entomopathogenic and Slug Parasitic Nematodes*. (c)CAB International. 2017; 261-286.
 8. Gulcu B, Cimen H, Raja RK, Hazir S. Entomopathogenic Nematodes and their Mutualistic Bacteria: Their Ecology and Application as Microbial Control Agents. *Biopestic*. 2017; 13(2):79-112.
 9. Shapiro-Ilan DI, Grewal PS. Entomopathogenic nematodes and insect management. En: Capinera, J.L. (Ed.), *Encyclopedia of Entomology*, second ed. Springer, Dordrecht, The Netherlands. 2008; 1336-1340. Second Edition. ISBN: 978-1-4020-6242-1
 10. Moreno F, Fandiño G. Manejo integrado de la mosca blanca en cultivos de tomate en el municipio de sibaté boletín Semillas Ambientales. *Boletín Semillas Ambientales Bogotá, Colombia* ISSN: 2463-0691. 2017; 11(1):6-17.
 11. Hernández JA, Pérez J, Bosch D, Castro N. Clasificación de los suelos de Cuba. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA. 2015; 93 p.
 12. Grupo Nacional de Agricultura Urbana. *Manual Técnico para Organopónicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida*, Ciudad de la Habana. 2007; pp.183
 13. Corrales CJ, Rodríguez AA, Villalobos MK, Hernández VS, Alvarado RO. Evaluación de tres extractos naturales contra *Bemisia tabaci* en el cultivo del melón, Puntarenas, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 2018; 42(2):3-106. <https://dx.doi.org/10.15517/rac.v42i2.33781>
 14. Ortega ES, Veggiani-Aybar CA, Ávila AL, Reguilón C. Estudio preliminar de la fluctuación de *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) en cultivos de tomate y pimiento bajo cubierta, Tucumán, Argentina. *Intropica*. 2019; 14(1):60-64. <https://doi.org/10.21676/23897864.2766>
 15. Pacheco M, Reséndiz J, Arriola V. Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México: una revisión. *Revista mexicana de ciencias forestales*. 2019; 10(56):4-32. Epub 30 de abril de 2020. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i56.496>
 16. Grifaldo P, Vargas H, Martínez R, García F, Azuara A, Lázaro M, *et al.* Nematodos entomopatógenos nativos del cultivo de la caña de azúcar en Autlán de Navarro, Jalisco3. *Rev. Mex. Fitosanidad*. 2019; 3(2):11-17.
 17. Fimbres Cubillas G, Flores-Lara Y. Potencialidad y retos del uso de nematodos entomopatógenos para el control biológico de plagas. I: Control biológico mediante una asociación simbiótica NEP-Bacteria. *Unison*. 2016; 11(1):27-36.
 18. Koppenhofer MA, Fuzy EM. Effect of soil type on infectivity and persistence of the entomopathogenic nematodes *Steinernema scarabai*, *Steinernema glaseri*, *Heterorhabditis zealandica* and *Heterorhabditis bacteriophora*. *Journal of invertebrate Pathology*. 2006; 92:11-22. DOI: [10.1016/j.jip.2006.02.003](https://doi.org/10.1016/j.jip.2006.02.003)
 19. Gabriel-Ortega J, Manobanda-Guamán M (Ed.) *Entomología aplicada para Agropecuarios*. Grupo COMPAS, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador. 2021. 155 p.
 20. Pérez N, Vázquez LL. Manejo ecológico de plagas. En: *Transformando el campo cubano. Avances de la Agricultura Sostenible*. Ed. ACTAF. La Habana. 2001:191-223.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no poseen conflicto de intereses.

Contribución de los autores: Daniel Rafael Vuelta Lorenzo participó en la conceptualización, formulación y diseño de los objetivos de la investigación. Interpretación de los resultados del análisis estadístico y la revisión bibliográfica. Responsable de la conservación de los datos y anotaciones tomadas en el transcurso de la investigación. Contribuyó en la escritura, revisión y corrección del documento. Miriela Rizo Mustelie hizo la revisión crítica del borrador y recomendó modificaciones, supresiones y adiciones en el mismo. Contribuyó en la preparación, creación y presentación del trabajo publicado. Participó en la redacción del documento y la rectificación de los señalamientos realizados al mismo por los árbitros y Consejo Editorial.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)