



Efectividad biológica de insecticidas biorracionales en el control de poblaciones de mosca blanca

Biological effectiveness of biorational insecticides in the control of whitefly populations

Adalid Graciano-Obeso¹, Gregorio Pollorena-López¹, Cruz-Enrique Beltrán-Burboa¹

¹ Tecnológico Nacional de México – ITS de Guasave, Sinaloa, México.

Recibido: 31-10-2023
Aceptado: 25-11-2023

Autor corresponsal: adalid.go@guasave.tecnm.mx

Resumen

En México una de las principales plagas que comprometen el rendimiento en cultivos hortícolas es la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), hoy en día para su control se buscan alternativas sostenibles que no pongan en riesgo el patrimonio de los productores agrícolas. El objetivo de la presente investigación fue realizar una comparación de la efectividad biológica y el rendimiento del fruto de tomate, utilizando hongos entomopatógenos, extractos de nim (*Azadirachta indica*) y una combinación de hongos entomopatógenos con extractos de nim en dos sitios de Guasave, Sinaloa, durante el ciclo OI 2021-2022. Para lograrlo, se estableció un Diseño por Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres repeticiones, como variable de respuesta fue la efectividad biológica de los insecticidas biorracionales sobre poblaciones de adultos, ninfas y huevos de mosca blanca en cada uno de los tratamientos. De lo anterior, se tiene que el mayor porcentaje de reducción fue en el T5 donde se aplicó el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* combinado con extracto de nim, con un 90.31% de reducción en el Campo Experimental de la Asociación de Agricultores del Río Sinaloa Poniente A.C., el T5 fue estadísticamente diferente ($p < 0.05$) comparado con los demás tratamientos. El rendimiento promedio del fruto fue estadísticamente diferente entre los dos sitios de estudio. Con base a lo anterior, se tiene que los insecticidas biorracionales son una opción viable para el control de mosca blanca sin comprometer el rendimiento en el cultivo.

Palabras clave: *Bemisia tabaci*, extracto vegetal, hongos entomopatógenos.

Abstract

In Mexico, one of the main pests that compromise the yield of horticultural crops is the whitefly (*Bemisia tabaci*); today, to control it, sustainable alternatives are sought that do not put the assets of agricultural producers at risk. The objective of the present investigation was to carry out a comparison of the biological effectiveness and yield of tomato fruit, using entomopathogenic fungi, neem extracts and a combination of entomopathogenic fungi with neem extracts in two sites in Guasave, Sinaloa, during the cycle. AW 2021-2022. To achieve this, a Completely Randomized Block Design (DBCA) was established with three repetitions. The response variable was the biological effectiveness of biorational insecticides on populations of adults, nymphs and whitefly eggs in each of the treatments. From the above, it appears that the highest percentage of reduction was in T5 where the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* combined with neem extract was applied, with a 90.31% reduction in the

Experimental Field of the Association of Farmers of the Sinaloa River Poniente A.C., T5 was statistically different ($p < 0.05$) compared to the other treatments. The average fruit yield was statistically different between the two study sites. Based on the above, biorational insecticides are a viable option for whitefly control without compromising crop performance.

Key words: *Bemisia tabaci*, plant extract, entomopathogenic fungi.

Introducción

La mosca blanca es una plaga que causa pérdidas económicas en la agricultura a nivel mundial, los cultivos más importantes afectados son chile, berenjena, papa, tomate, entre otras especies de cucurbitáceas y euforbiáceas (Chen et al., 2016). El ciclo de vida de la mosca blanca incluye estados de huevo, ninfas, pupa y adulto, mismo que dura 28 días cuando las temperaturas son de 20-22°C. Con temperaturas más bajas, el ciclo dura es más largo (INIA, 2018).

El control biológico es una de las alternativas que se utilizan alrededor del mundo para el control de la mosca blanca, con el uso de insecticidas botánicos, los cuales pueden ser preparaciones de plantas, de las cuales se aprovechan sus raíces, semillas, tallos, flores, hojas y aceites esenciales. Los extractos concentrados o líquidos de hojas, son de los más utilizados hoy en día (Pavela, 2016). Así mismo, los hongos entomopatógenos son microorganismos usados comunmente en el control de plaga agrícolas, las esporas de los hongos entomopatógenos atraviesan la cutícula de los insectos, logrando su desarrollo dentro del cuerpo del insecto, los cuales ocasionan su muerte (Zelaya-Molina et al., 2022).

En el presente trabajo de investigación se realizó una comparación del efecto en la efectividad biológica y el rendimiento de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea*) y extractos de nim sobre densidades de huevos, ninfas y adultos de mosca blanca en dos sitios de estudio ubicados en Guasave, Sinaloa, durante el ciclo OI 2021-2022.

Materiales y métodos

Ubicación y manejo del experimento

El experimento se realizó dos sitios de estudio; en una hectárea del Campo Experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave ubicado entre 25°31'31N y 108°22'38W y en una hectárea del Campo

Experimental de la Asociación de Agricultores del Río Sinaloa Poniente A.C. ubicado entre 25°32'46N y 108°29'02W, durante el ciclo agrícola OI 2021-2022. La siembra se realizó el 17 de agosto del 2021, a los 30 y 31 días se hizo el trasplante de las plántulas, los tratamientos se establecieron con base en la aplicación de hongos entomopatógenos y combinaciones de con extracto de nim con hongos entomopatógenos como se describe en el Cuadro 2.

Las aplicaciones se realizaron con un aspersora de mochila previamente calibrada para suministrar 250 L ha⁻¹ de acuerdo a Góngora et al., (2020), en dos aplicaciones y se monitoreó durante catorce días, realizando el conteo total el día catorce. En cuanto al fertirriego, se realizó mediante solución Steiner a 100 % (Steiner, 1961).

Variables evaluadas y tratamientos experimentales

Densidad poblacional

En ambos sitios evaluó la efectividad biológica de los insecticidas biorracionales en poblaciones de huevos, ninfas y adultos de *Bemisia tabaci*. Para el conteo de huevos y ninfas se tomaron muestras de hojas y se trasladaron al Laboratorio de Fitopatología del Tecnológico Nacional de México, Campus Guasave, donde se realizó el conteo con ayuda de un microscopio estereoscópico VE-S1, mientras que para el conteo de poblaciones de adultos de *B. tabaci*, se realizó en campo, observando el lado abaxial de las hojas. Las poblaciones de huevos, ninfas y adultos de mosca blanca se reportaron en individuos por cm⁻² (Reddy & Miller, 2014).

Porcentaje de reducción (%R)

Se calculó el porcentaje de reducción de poblaciones de mosca blanca basados en Henderson y Tilton (1955), utilizando la siguiente ecuación:

$$\%R = \left(1 - \frac{Ta \times Cb}{Tb \times Ca}\right) \times 100$$

Donde:

Tb representa los insectos registrados antes de las aplicaciones al tratamiento.

Ta representa los insectos registrados después de las aplicaciones al tratamiento.

Cb representa los insectos registrados en el control antes de las aplicaciones al tratamiento.

Ca representa los insectos registrados en el control después de las aplicaciones al tratamiento.

Diseño experimental

Para el desarrollo del presente experimento se estableció un Diseño por Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres repeticiones, donde la variable de respuesta fue la efectividad biológica de los insecticidas biorracionales sobre poblaciones de huevos, ninfas y de adultos de *Bemisia tabaci*, así como en el rendimiento del fruto en los tratamientos establecidos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos establecidos en el experimento.

Tratamientos	Dosis de las alternativas para el control de mosca blanca
T1 Testigo	<i>Isaria fumosorosea</i> ® (1.2×10^9 conidios- mL^{-1})
T2	<i>Beauveria bassiana</i> (10^8 esporas- mL^{-1})
T3	Extractos de nim (98.77 mg de aceite extraído-g de semillas utilizadas ⁻¹)
T4	<i>Beauveria bassiana</i> (10^8 esporas- mL^{-1}) combinado con extractos de nim (98.77 mg de aceite extraído-g de semillas utilizadas ⁻¹)
T5	<i>Isaria fumosorosea</i> ® (1.2×10^9 conidios- mL^{-1}) combinado con extractos de nim (98.77 mg de aceite extraído-g de semillas utilizadas ⁻¹)

Fuente: los Autores.

Rendimiento del fruto

El rendimiento del fruto se realizó siguiendo la metodología descrita por Góngora et al., (2020), donde a partir del día 73 después del trasplante, se recolectaron los frutos de la fila central de los tratamientos, donde se consideraron frutas sin daño para el registro del rendimiento, el cual se reportó en kg planta^{-1} .

Análisis estadístico

Se desarrolló una investigación cuantitativa, en la cual los datos se obtuvieron directamente en campo experimental con un muestreo de tipo aleatorio, donde para el análisis estadístico se utilizó el programa Minitab 19 y Sigma Plot 14, donde se aplicó un análisis de varianza para identificar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos del experimento y sus repeticiones, así mismo, se aplicó el método de Tukey ($\alpha=0.05$), con el objetivo de determinar diferencias entre los ambientes de prueba.

Resultados y discusión

Densidad poblacional de mosca blanca y porcentaje de reducción

De acuerdo al análisis de varianza aplicado, los datos mostraron diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la densidad de huevos, ninfas y adultos *Bemisia tabaci* evaluados en cada uno de los tratamientos (Figura 1, 2 y 3). Lo anterior demuestra que los insecticidas biorracionales tienen un efecto insecticida sobre las poblaciones de *bemisia tabaci*, es decir, las densidades de mosca blanca en distintos estadíos, varía en función del insecticida biorracional aplicado. En los últimos años, los insecticidas biorracionales se han evaluado para el control de mosca blanca en el cultivo de tomate, en los estudios de Garzon (2018) con extractos de ajo-ají reportan mortalidad en huevo (38%), ninfas (20%) y en adultos (56%), otros estudios como Murillo-Cuevas et al. (2020) demostraron la eficacia de los insecticidas biorracionales elaborados a base del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* en el control de plagas del cultivo de chile tanto en campo abierto y como en invernadero, sin embargo, existen investigaciones que indican la eficiencia de *Beauveria bassiana* en el control de plagas en cultivos hortícolas como sugieren González-Maldonado y García-Gutierrez (2012).

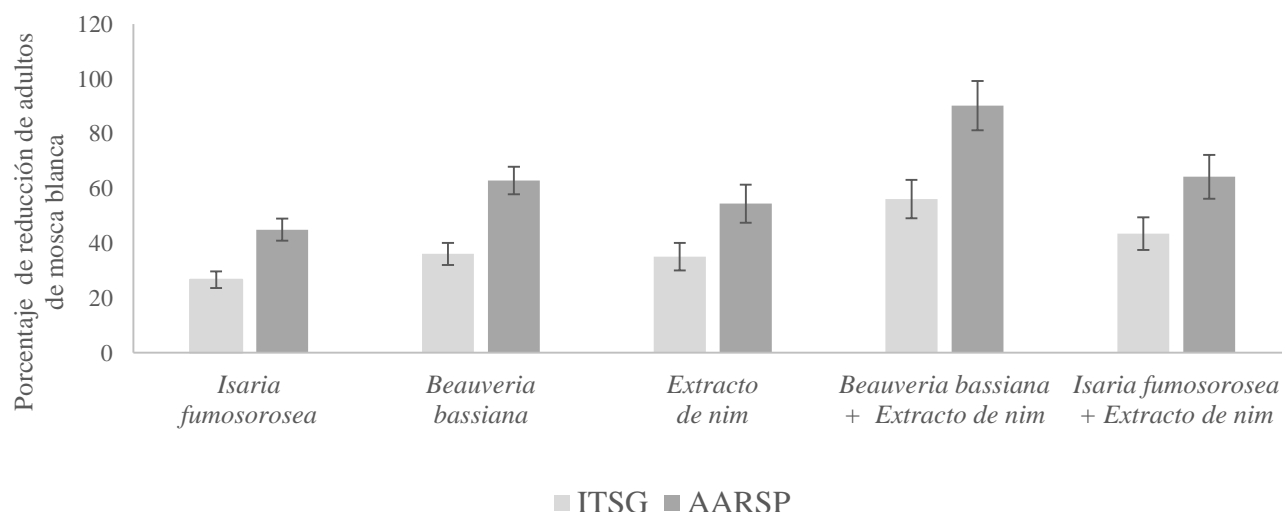


Figura 1. Porcentaje de reducción (%R) de adultos de mosca blanca en dos sitios de estudio: ITSG y AARSP A.C. Fuente: los Autores.

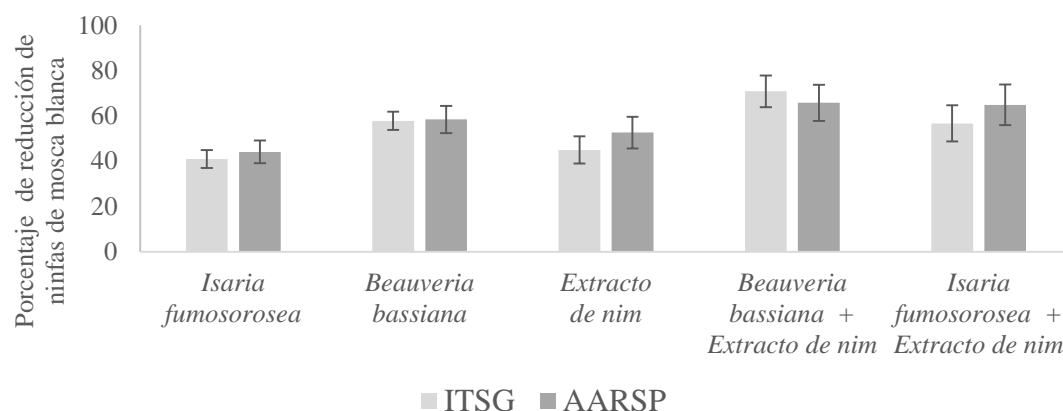


Figura 2. Porcentaje de reducción (%R) de ninfass de mosca blanca en dos sitios de estudio: ITSG y AARSP A.C. Fuente: los Autores.

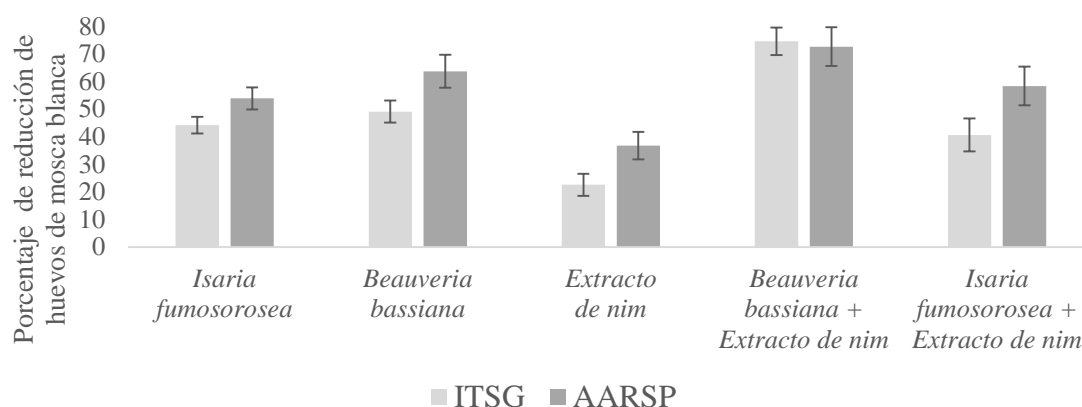


Figura 3. Porcentaje de reducción (%R) de huevos de mosca blanca en dos sitios de estudio: ITSG y AARSP A.C. Fuente: los Autores.

La aplicación del insecticida biorracional elaborado a base del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* y extracto de plantas de nim en el diseño experimental establecido en el Campo Experimental de la AARSP A.C. muestran un mayor porcentaje de reducción de adultos de mosca blanca con una reducción de 90.31% en adultos, 65.78% en ninfas y 72.59% en huevos, en un estudio realizado por Pimente et al., (2022) el extracto de nim tuvo una mayor efectiva sobre el adulto 87% seguido por la reducción en ninfas de 62% y el huevo 28%. Resultado diferente al aplicar el extracto de nim combinado con el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* en el campo Experimental del ITSG, con una efectividad de reducción del 56.14% adultos, 70.89% ninfas y 74.5% en huevos.

Los resultados de aplicar *Isaria fumosorosea* con extracto de nim fueron menos efectivos que el uso de *Beauveria bassiana* combinado con extracto de nim, sin embargo, si tiene un efecto insecticida sobre las poblaciones de mosca blanca con 64.27% de reducción de adultos, 64.92% en ninfas y 58.36% en huevos de muestras tomadas en Campo Experimental de la AARSP A.C., mientras que el mismo tratamiento de *Isaria fumosorosea* con extracto de nim en el Campo Experimental del ITSG, tuvo un porcentaje de reducción de 43.51% en adultos, 56.71% en ninfas y 41.13 en huevos, lo cual demuestra que el hongo entomopatógeno *Isaria fumosorosea* con extracto de nim es más efectivo en etapa de ninfas comparada con la reducción de adultos, la investigación de Macías (2013) demuestra que el hongo *Isaria fumosorosea*, tiene un efecto insecticida en los estados de huevo, ninfas y pulgas de mosca blanca, lo cual no ocurre en con los adultos de *Bemisia tabaci*.

Rendimiento del fruto

En cuanto al rendimiento de fruto de tomate, el análisis de varianza aplicado no mostró diferencia significativa entre los tratamientos analizados por sitio de estudio. Sin embargo se tuvo una diferencia significativa al comparar el rendimiento entre los dos sitios de estudio, siendo mayor en el Campo Experimental del ITSG, con rendimientos que van de 3.26 a 1.98 kg planta⁻¹, valores que mayores a la media nacional reportados por López-Martínez et al., (2016), donde señalan rendimientos de producción nacional de tomate, con valores de 1.5 a 2.8 kg planta⁻¹. Así mismo, los valores de rendimiento de frutos de primera y segunda calidad obtenidos en el Campo Experimental del ITSG, son mayores a los descritos por Góngora et al., (2020), los cuales reportaron producción en frutos de primera y segunda calidad que van de 2.66 a 1.44 kg planta⁻¹, lo anterior se atribuye debido a que el estado de Sinaloa, por sus condiciones medio ambientales que le da su ubicación geográfica, lo convierte en un estado líder en la producción de tomate (SIAP, 2022).

Conclusiones

En los dos sitios de estudio donde se evaluó la efectividad biológica de los hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea*) y extractos de nim sobre densidades poblacionales de huevos, ninfas y adultos de mosca blanca en Guasave, Sinaloa, durante el ciclo OI 2021-2022, se tiene que en el tratamiento donde se combinó el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* con extracto de nim tuvo un mayor porcentaje de reducción en los tres estadios de *B. Tabaci*, del mismo modo, en cuanto al rendimiento del fruto, fue el tratamiento que tuvo una mayor producción en frutos de primera calidad,

debido a lo anterior, existe potencial en la aplicación de hongos entomopatógenos combinados con extractos vegetales para disminuir las poblaciones de *Bemisia tabaci* en cultivo de tomate, sin comprometer los rendimientos en cultivo de tomate a campo abierto.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Asociación de Agricultores del Río Sinaloa Poniente A.C. y al Instituto Tecnológico Superior de Guasave por su apoyo en la presente investigación.

Referencias bibliográficas

- Chen, W., Hasegawa, D., Kaur, N., Klot, A., P., V., Luan, J., Douglas, A. (2016). The draft genome of whitefly *Bemisia tabaci* MEAM1, a global crop pest, provides novel insights into virus transmission, host adaptation, and insecticide resistance. *BMC BIOLOGY*, 1-15.
- FAOSTAT. (15 de febrero de 2023). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <https://www.fao.org/faostat/es/#data/RP/visualize>
- Góngora, C., Sánchez, E., Gómez, H., & Morenos, A. (2020). Effect of biorational insecticides and neicotinoids on the population density of *Bemisia tabaci* and fruit yield in tomato. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 1-9.
- Garzon, E., Fuentes, Q., & Arias, R. (2018). Manejo sostenible de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en tomate (*Solanum lycopersicum*) mediante estrategias basadas en agentes de control biológico.
- González-Maldonado, M., & García-Gutierrez, C. (2012). Uso de biorracionales para el control de plagas de hortalizas en el norte de Sinaloa. *Ra Ximhai*, 31-45.
- Henderson, C., & Tilton, E. (1955). Test whit acaricides against the brow wheat mite. *J. Econ.*, 157-161.
- INIA. (2018). *Manejo integrado de plagas y enfermedades: Mosquita Blanca*. Santiago, Chile: Centro regional INIA La Platina.
- López-Martínez, J. D., Vázquez-Díaz, D. A., Esparza- Rivera, J. R., García-Hernández, J. L., Castruita-Segura, M. A., Preciado-Rangel, P. (2016). Yield and nutraceutical quality of tomato fruit produced with nutrient solutions prepared using organic materials. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 39: 409 – 414.

- Macías, A., Días, M., Ramos, L., Navarro, S. E., & D.J., R. (2013). Estudio de hongo entomopatógeno *Isaria fumosorosea* como control microbiológico de la mosquita blanca Bemincia Tabaci. *Interciencia*, 523-528.
- Murillo-Cuevas, F., Cabrera Mireles, H., Adame-garcía, J., Fernadez-Vios, J., Villegas-Narváez, J., López-Morales, V., & Meneses-Márquez, I. (2020). Evaluació de insecticidas biorracionales ne el control de msoca blanca (Hemiptera: Aleyrodidas) en la producció de hortalizas. *Biotechnia*, 39-47.
- Pavela, R. (2016). History, presence and perspective of using plant extracts as commercial botanical insecticides and farm products for protection against insects - a review. *Plant protect. Sci.*, 229-241.
- Pereira da Costa, J., Cambiaso, V., Pratta, L., & Rodriguez, G. (2021). Mejoramiento de la calidad del fruto por la incorporación de genes de especies silvestres en el tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *BAG, Journal of basic and applied genetics*, 41-50.
- Perring, T., Stany, P., Lui, T., Smith, H., & Andreason, S. (2018). Whiteflies: Biology, ecology, and management. En *ustainable management of arthropod pests of tomato* (págs. 73-110). Academic Press.
- Pimentel, K., Pérez, D., L.E.T., P., Pérez, T., & Revol, M. (2022). USso de extracto obtenido de semilla de Azadirachta indica para el control de Bemisia tabaci en tomate. *ECOVIDA*, 192-199.
- Reddy, G., & Miller, R. (2014). biorational versus conventional insecticides-comparative field study for managing red spider mite and fruit borer on tomato. *crop Protection*, 88-92.
- SIAP. (2022). (08 de mayo de 2023). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Panorama Agroalimentario 2022. https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2022/Panorama-Agroalimentario-2022.
- Steiner, A. (1961). A universal method for preparing nutrient solution of a Certain desired composition. *Plant Soil*, 134-154.
- USDA. (2022). *Tomatoes and Products Annual*. México: Global Agricultural Information Network. Obtenido de https://agfstorage.blob.core.windows.net/misc/FP_com/2022/06/17/Ato.pdf

Zelaya-Molina, L., Chávez-Díaz, I., de los santos-Villalobos, S. C.-C., Ruíz-Ramírez, S., & Rojas-Anaya, E. (2022). Control biológico de plagas en la agricultura mexicana. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 69-79.