

## EFFECTOS DE LOS EXTRACTOS DE NEEM (*Azadirachta indica* a. Juss.) EN EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*. Genn)

### EFFECTS OF NEEM EXTRACTS (*Azadirachta indica* a. Juss.) ON THE CONTROL OF WHITE FLY (*Bemisia tabaci*. Genn)

Darien Miranda Pérez<sup>1\*</sup>, Liselis Valdés Hernández<sup>2</sup>, Yuneisy Ravelo Arteaga<sup>3</sup>, Katuska Ravelo Pimentel<sup>4</sup>, Eliseidi Pileta Grecesqu<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Pinar del Río, Departamento de Agronomía de Montaña San Andrés, Pinar del Río, Cuba, CP 22600.

<https://orcid.org/0000-0002-3601-2228>

<sup>2</sup>Universidad de Pinar del Río, Centro Universitario Municipal, La Palma; Pinar del Río, Cuba, CP 22600.

<https://orcid.org/0000-0003-2061-3931>

<sup>3</sup>Universidad de Pinar del Río, Departamento de Agronomía de Montaña San Andrés, Pinar del Río, Cuba, CP 22600.

<https://orcid.org/0000-0001-7123-3088>

<sup>4</sup>Universidad de Pinar del Río, Departamento de Agronomía de Montaña San Andrés, Pinar del Río, Cuba, CP 22600.

<https://orcid.org/0000-0001-7622-6602>

<sup>5</sup>Empresa Minera del Caribe Km 1/2, Carretera Santa Lucía Minas de Matahambres, Pinar del Río. Cuba, CP 22300.

<https://orcid.org/0009-0000-4820-3921>

\*Autor para la correspondencia (e-mail): [darien961103@gmail.com](mailto:darien961103@gmail.com)

Recibido para su publicación: 18/12/2023 - Aceptado para su publicación: 20/03/2024

#### Resumen

Durante los meses de octubre a diciembre de 2022, se llevó a cabo un estudio experimental en las instalaciones de la empresa Agropecuaria Cubaquivir, con el objetivo de evaluar el efecto insecticida de los extractos de Neem sobre la mosca blanca en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) en invernaderos. El 22 de octubre de 2023 se sembraron los pepinos, y el 21 de noviembre se realizó la primera visita al cultivo para seleccionar un lote para la demostración con el producto y un lote control (sin tratamiento). Ambos lotes, demostrativo y control, abarcan un área de 600 m<sup>2</sup>. El lote demostrativo se identifica con una cinta roja para facilitar las aplicaciones y monitoreos. La recolección de las semillas se realizó en estado de verde sazón se lleva a cabo en los meses de julio y agosto, en horas de la tarde. Se seleccionan los frutos que cumplen con los criterios de inclusión y se almacenan en bolsas oscuras envueltas en papel aluminio para protegerlos de la luz solar, antes de trasladarlos al laboratorio para la elaboración del bioinsecticida. Los resultados del análisis estadístico indicaron que el producto elaborado a partir de la semilla de Neem (*Azadirachta indica*) demostró eficiencia en el control y reducción de la población de mosca blanca. Además, se observó que el bioinsecticida elaborado con una concentración del 10% fue aún más efectivo en el control y reducción de la plaga.

*Palabras clave:* bioinsecticida, lote, control, reducción.

#### Abstract

During the months of October to December 2022, an experimental study was carried out at the facilities of the Agropecuaria Cubaquivir company, with the objective of evaluating the insecticidal effect of Neem extracts on the whitefly in the cultivation of cucumber (*Cucumis sativus*) in greenhouses. On October 22, 2023, the cucumbers were planted, and on November 21, the first visit to the crop was made to select a batch for the demonstration with the product and a control batch (without treatment). Both lots, demonstration, and control, cover an area of 600 m<sup>2</sup>. The demonstration lot is identified with a red ribbon to facilitate applications and monitoring. The collection of the seeds was carried out in a state of greenness and is carried out in the months of July and August, in the afternoon. The fruits that meet the inclusion criteria are selected and stored in dark bags wrapped in aluminum foil to protect them from sunlight, before moving them to the laboratory for the preparation of the bioinsecticide. The results of the statistical analysis indicated that the product made from Neem seed (*Azadirachta indica*) demonstrated efficiency in controlling and reducing the whitefly population. In addition, it will be controlled that the bioinsecticide made with a concentration of 10% is even more effective in controlling and reducing the pest.

*Keywords:* bioinsecticide, batch, control, reduction.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la agricultura mundial está siendo afectada por muchos factores que ponen en riesgo no solo la alimentación de toda la población, sino la supervivencia de millones de campesinos alrededor del mundo, la explotación excesiva de los recursos naturales y la contaminación de los ecosistemas está empezando a pasar factura

con intereses de mora cobrados por adelantado. No existe otro factor más evidente que el cambio climático provocado, entre otras cosas por el calentamiento global, producto de décadas de procesos económicos y sociales de predatorios y contaminantes (Vélez et al., 2022).

Viridiana *et al.*, (2023), sostiene que el uso excesivo de químicos, la contaminación de fuentes hídricas, la pérdida de fertilidad de la tierra, la erosión de los suelos, la implementación de sistemas productivos no sustentables es causa comprobada de efectos negativos en los sistemas alimentarios y agroindustriales del mundo entero. Los cambios de los patrones climáticos están afectando ya los ciclos productivos y la estabilidad de la oferta de casi todos los cultivos alimenticios, en donde se generan los nutrientes necesarios para la vida humana.

La agroecología en los últimos años está en alza por la creciente demanda por parte de los consumidores ya que es una actividad respetuosa con el medio ambiente y con la salud de las personas, la formación ambiental es la construcción de nuevos saberes y prácticas que permitan comprender y resolver los complejos problemas socio ambientales de nuestro tiempo, así como construir una nueva racionalidad hacia un desarrollo sustentable. La formación ambiental implica la elaboración de nuevas teorías, métodos y técnicas que contribuyan por un cambio hacia formas ecológicamente sostenibles (Rodríguez y Morales, 2023).

Las plantas han cumplido un rol fundamental en la vida y desarrollo del hombre, quien las ha utilizado para satisfacer sus necesidades básicas desde alimentos hasta medicina. Los estudios etnobotánicos surgen como un instrumento para rescatar tradiciones milenarias sobre los diversos usos que el hombre le ha dado a las plantas y como alternativa para dar valor agregado a los recursos vegetales (Vásquez, 2022).

Los insecticidas convencionales tienen por objetivo específico eliminar insectos plagas y como consecuencia pueden tener un impacto letal o subletal en organismos que no son su objetivo, como recicladores de nutrientes del suelo, polinizadores de plantas, depredadores de plagas, invertebrados acuáticos, incluso aves y mamíferos pequeños; además de contaminar productos alimenticios para los niveles tróficos superiores a través del proceso de biomagnificación (Ruiz, 2015).

La necesidad de controlar estos eventos y disminuir el uso de insecticidas convencionales promueve la búsqueda de nuevas alternativas que puedan ser efectivas para el control de plagas y al mismo tiempo ser económicas, rentables y que favorezcan una buena productividad de las cosechas. Manzanares (2019) considera que el empleo de extractos vegetales para el control de plagas, en el marco de una agricultura sostenible constituye una alternativa promisoriosa, debido a su efectividad, bajo costo y al no ser contaminantes de los productos de cosecha y el ambiente por su rápida degradación. Alrededor de 3.000 compuestos naturales de origen vegetal han sido registrados mostrando actividad bactericida, fungicida, insecticida, repelente y nematocida; estos compuestos químicos son derivados del metabolismo secundario de las plantas y presentan una distribución restringida en el reino vegetal, lo que significa que un producto secundario en particular, generalmente se halla solo en una especie o en un grupo de especies taxonómicamente relacionadas (Sierra *et al.*, 2018).

Los bioinsecticidas provenientes de distintas materias primas muestran beneficios a nivel mundial, como minimizar el riesgo a que los insectos desarrollen resistencia, disminuyen las consecuencias letales para los enemigos naturales, presentan nula o mínima toxicidad para el ser humano, animales y plantas, conservando sus propiedades y efectividad en su aplicación. En la actualidad estos compuestos de origen natural son la mejor alternativa para el control de plaga por lo cual se presentará la elaboración de un bioinsecticida a base de la semilla de neem como materia prima

con un principio activo (*azadiractina*) que contiene propiedades para control de plaga en los cultivos de tomate presentando propiedades que alteran el correcto desarrollo y crecimiento de los insectos, por todo lo antes expuesto se plantea el siguiente objetivo evaluar el efecto insecticida de los extractos de Neem sobre la mosca blanca en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) en casa de cultivos, trazando como hipótesis que los extractos de neem, tienen efecto insecticida en la mosca blanca en el cultivo de pepino, por lo tanto, son una alternativa de control viable en casas de cultivo, que puede sustituir el uso de agroquímicos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Condiciones del área de estudio

La Empresa Agropecuaria Cubaquivir, se encuentra en la llanura sur de Pinar del Río, en el Municipio Los Palacios, en el Km 2 1/2 de la carretera a Paso Quemado, posee 9 Unidades Empresariales de Base, dedicadas a la producción y comercialización de productos agropecuarios y la prestación de bienes y servicios al sector cooperativo y campesino. Las producciones fundamentales son Tabaco, plátano, cultivos protegidos, hortalizas, frutas y viandas. La topografía en algunos lugares no es la óptima pues se encuentra afectada por lagunas, arroyos y depresiones. Las áreas de la Empresa se caracterizan por una vegetación principalmente de pastos naturales y plantas cuyo hábitat son las zonas bajas y montañosas.

### Método de Diagnóstico

La investigación se desarrolla en los meses de octubre y diciembre del 2022. El cultivo de pepino se sembró el 22 de octubre de 2022 utilizando la variedad (Market More), el 21 de noviembre se hizo la primera visita al cultivo para identificar el lote para la demostración con el producto y el lote control (sin tratamiento). Cada uno de los lotes está conformado de la siguiente forma:

Ambos lotes, demostrativo y control (sin tratamiento), tienen un área de 600 m<sup>2</sup>, se establecieron con una distancia de siembra de 0,90 m entre líneas y 0.50 m entre plantas, lo que equivale a 1.333 plantas en los 600 m<sup>2</sup>. Cada lote está distribuido en 17 surcos, y a su vez cada surco, consta de 79 plantas. El lote demostrativo se demarca con una cinta de color roja, con el fin de identificarlo al momento de hacer las aplicaciones y los monitoreos.

Las plantas presentaron un buen desarrollo, con una altura y un color verde normal.

En el lote de la demostración, De acuerdo a Mitidieri y Polack (2018), se identifican 10 sectores donde hay una mayor incidencia de la mosca blanca y se enumeran con el objeto de hacerles seguimiento permanente a las plantas de cada sector.

Los tratamientos fueron aplicados con ayuda de un aspersor manual previamente calibrado, en una sola aplicación y se monitoreó diariamente durante siete días.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos aplicados.

Table 1. Description of the treatments applied.

Tratamientos	Experimento	Forma de aplicación
T1	0 % testigo	Foliar
T2	5 % extracto de Neem	Foliar
T3	8 % extracto de Neem	Foliar
T4	10 % extracto de Neem	Foliar

### Elaboración del extracto con función bioinsecticida a partir de la semilla y hojas del árbol de neem.

La elaboración del extracto con función bioinsecticida a partir de la semilla del árbol de neem (*Azadirachta indica* A. Juss), para combatir la plaga de mosca blanca en cultivos de pepino se realizó en el laboratorio de química de la Universidad de Pinar del Río, haciendo las determinaciones de análisis organolépticos en el producto terminado.

### Recolección del material para la elaboración del extracto

La cosecha de frutos y las hojas del Neem se realizó en el mes de agosto del año 2022 en la empresa Cubaquivir, se tuvo en cuenta las condiciones en las que se adquiere la materia prima para posteriormente ser seleccionada acorde a las variables de inclusión y exclusión que se presentan, así mismo la descontaminación que la misma requiere para un mejor resultado.

La recolección de los frutos se realiza cuando están en la etapa verde sazón, durante los meses (agosto) en horas de la tarde, aquí se procede a seleccionar los frutos que cumplen con los criterios de inclusión y se procede a almacenarlos en bolsas oscuras envueltas en papel aluminio para protegerlas de la luz solar (Herrera *et al.*, 2023).

### Trabajo de laboratorio

#### Materiales y equipos de laboratorio utilizados

Tabla 2. Materiales y equipos.

Table 2. Materials and equipment.

Materiales	Capacidad/tamaño	Clase/tolerancia
Mortero y pilón	-	-
Termómetro	-10 a 260 °C	± 1°C
Espátula Stainless Acero inoxidable	32×14 mm	-
Guantes de nitrilo	Talla M y L	-
Papel toalla	1000 hojas dobles	-
Moldes de aluminio	2 lb	-
Balanza Electrónica Digital	7 Jadever	-

#### Extracción acuosa de Neem (hojas)

Para la realización de este proceso se recolectaron las hojas de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss.), los folíolos fueron separados del raquis de la hoja manualmente y se pesaron 100 g del material fresco.

La extracción se llevó a cabo mediante un método solido-líquido (Herrera *et al.*, 2023) manteniendo una relación de 1:8 (p/v) de hoja y agua destilada, respectivamente. En un recipiente se colocó el agua y se mantuvo en una hornilla de calentamiento hasta llegar a una temperatura de 95°C y posteriormente se sumergieron las hojas verdes de neem por un lapso de 5 min. La extracción fue filtrada a través de papel filtro Whatman número 1, posteriormente se depositó en un frasco de vidrio ámbar y se almacenó en refrigeración hasta su utilización.

#### Extracción acuosa de Neem (semillas)

Para la extracción se implementó la metodología descrita por Gómez, (2022). El proceso inició con la limpieza de la semilla de neem, la misma se realizó de forma manual mediante la remoción de la epidermis, posteriormente las semillas se secaron durante 3 días al sol (12 a 15 h) y 15 días bajo la sombra sobre una superficie para evitar el contacto directo con el suelo, frecuentemente la materia se volteó para facilitar el secado.

Cuando las semillas se secaron fueron pesadas en una balanza y se procedió a tritúralas en molino de disco. La semilla molida fue colocada en un matraz Erlenmeyer con 200 mL de etanol al 96 % y fue colocado en un baño

maría a una temperatura de 28°C por un lapso de 2 h. Posteriormente la muestra fue filtrada utilizando papel Whatman número 1, se depositó en un frasco de vidrio ámbar y se almacenó en refrigeración hasta su utilización.

### Elaboración del extracto acuoso con función bioinsecticida

Se preparó las soluciones de la forma siguiente:

- Extracto de *Neem* 5 %
- Extracto de *Neem* 8 %
- Extracto de *Neem* 10 %.

Se tomó 50 ml, 80 ml y 100 ml del extracto de *Neem* obtenido y se enrazó en 1000 ml con H<sub>2</sub>O en un matraz aforado.

### Variables Evaluadas

- Número de adultos muertos en piso, número de adultos muertos en tallo, número de adultos muertos en hojas basales (1- 5), número de adultos muertos en hojas apicales (6-10).
- Efectividad del bioinsecticida a las 24 h y 168 h.

### Análisis estadístico

Después de obtener los resultados del laboratorio se procedió a realizar un análisis de varianza (Variables independientes), sometido a una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (KW) con 95% de confiabilidad, debido a que los datos no presentaron una distribución normal.

## RESULTADOS

### Mortalidad de adultos de *Bemisia tabaci*

Los análisis de varianza para los conteos de moscas blancas adultas muertas al final del experimento (Tabla 3) resultaron con diferencia significativa para el número de moscas encontradas en el piso, tallo, hojas basales, hojas apicales. La comparación de medias para el número de adultos encontradas en el suelo resultó con diferencias altamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos. En el análisis de comparación de medias se encontró que el T<sub>4</sub> con dosis 10 % extracto de *Neem*, resultó con el mayor número de moscas muertas en el piso y hojas apicales. El tratamiento que le siguió en efectividad fue el de extracción de semilla, el cual resultó con el mayor número de moscas muertas en el T<sub>2</sub> con dosis 5 % extracto de *Neem*, en hojas basales y hojas apicales, ocupando el segundo lugar en la efectividad de muertes totales. El T<sub>3</sub> con dosis 8 % extracto de *Neem* ocupó el tercer lugar de efectividad, superando en la mayoría de los casos al T<sub>1</sub> (testigo).

Tabla 3. Efecto de los tratamientos sobre la mortalidad de adultos en la mosca blanca.  
 Table 3. Effect of treatments on adult mortality in whiteflies.

Tratamientos	Mortalidad de adultos			
	Piso	Tallo	Hojas basales	Hojas apicales
T1	50 <sup>d</sup>	43 <sup>d</sup>	54 <sup>c</sup>	60 <sup>c</sup>
T2	200 <sup>b</sup>	100 <sup>a</sup>	150 <sup>a</sup>	240 <sup>b</sup>
T3	100 <sup>c</sup>	70 <sup>c</sup>	85 <sup>b</sup>	150 <sup>d</sup>
T4	350 <sup>a</sup>	95 <sup>a</sup>	95 <sup>b</sup>	300 <sup>a</sup>

Las letras diferentes entre cada columna indican diferencias estadísticas para ( $p < 0,05$ ) según prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

Como principales efectos provocados por el producto sobre estos se observan deshidratación, deformaciones y efectos antialimentarios. Estos resultados pueden ser comparados con los de Cruz (2018) el que evaluó el efecto insecticida de extractos de Neem sobre adultos de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en Nuevo León, México, mostrando resultados positivos similares a los de López *et al.*, (2017), el cual reporta efectos de desnutrición, desecación de huevos y ninfas, y anomalías de pupas y adultos.

### Mortalidad de adultos total

Los resultados obtenidos muestran el efecto de derribe del T4 (10 % extracto de Neem) sobre los adultos de mosca blanca tratados. En el conteo posterior a la aplicación de los tratamientos, se obtuvo una mortalidad elevada y notoria de este sobre los demás tratamientos. También se nota una mortalidad de comportamiento uniforme en la cantidad de individuos muertos en el tratamiento 2 durante los 7 días del conteo de adultos muertos de *B. tabaci*. Respecto a la dinámica de la incidencia de muerte por el efecto de los tratamientos T1 y T3, se encontró que el tratamiento con dosis de 10 % y 5 % tuvieron un mayor efecto sobre los insectos, mientras que el tratamiento testigo y el que poseía las dosis de 8 % el efecto fue más retardado, debido a que un número significativo de moscas fueron encontradas muertas hasta siete días después de la aplicación.

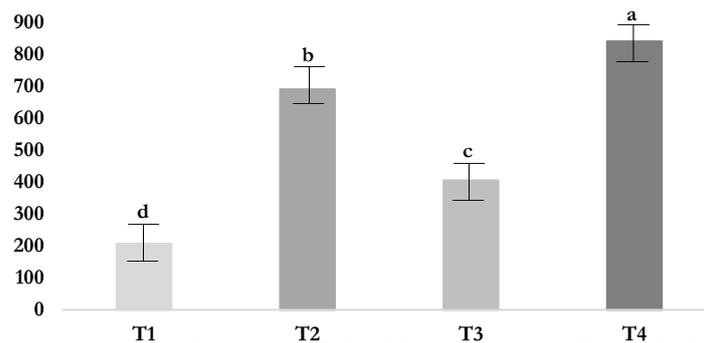


Figura 1. Efecto de los tratamientos sobre la mortalidad de adultos en la mosca blanca, las letras diferentes entre cada columna indican diferencias estadísticas para ( $p < 0,05$ ) según prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

Figure 1. Effect of treatments on adult mortality in whiteflies, different letters between each column indicate statistical differences for ( $p < 0.05$ ) according to Kruskal Wallis non-parametric test.

Resultados obtenidos por Gómez, (2022) en el control de *Diaphania hyalinata* demuestran además la acción anti alimentaria y reguladora del crecimiento de los productos derivados del Nim sobre esta plaga: los huevos se deshidratan, con cambio de color hasta marrón oscuro o negro y las larvas cambian de amarillo pálido a gris claro, mostrándose inapetentes y tres o cuatro días más tarde mueren. En cuanto a los efectos que se producen sobre la misma cuando se somete a la acción de los derivados del Nim, se aprecian además fuertes alteraciones de la metamorfosis y cambios de conducta de los insectos, lográndose -según afirma dicho autor- una acción de control aceptable, por lo que coincide con los resultados alcanzados en la presente experiencia.

Tales resultados coinciden con los de (López *et al.*, 2017), quienes estudiaron la posibilidad de limitar los daños directos provocados por *B. tabaci* con el uso de estos extractos desde las primeras fases de su desarrollo. También Salas y Mendoza (2001) hallaron un buen efecto del producto Sukrina CE - 75MR obtenido a base de extracto de semilla de Nim sobre *Bemisia tabaci* y *Liriomyza sativae* en el cultivo del tomate, uno y tres días después del tratamiento, por lo que recomiendan el uso de los bioinsecticidas de Nim.

Este estudio corrobora las potencialidades de los metabolitos secundarios producidos por esta planta en las condiciones geobotánicas de Cuba para su inserción en el manejo de mosca blanca. Varios estudios previos demostraron la eficiencia de *A. indica* y otras especies de la familia *Meliaceae* para el control de *Bemisia tabaci* (Bezerra *et al.*, 2018). Los extractos de *Azadirachta indica* se describen como insecticidas botánicos efectivos; su actividad se relaciona con la presencia de una mezcla de limonoides, entre ellos la *azadiractina*, que poseen un efecto inhibitor en el crecimiento y anti alimentario (Nicoletti *et al.*, 2012).

Se puede plantear que dicho bioinsecticida a base de *Neem*, proyecta un grado de efectividad en el control de la plaga, evidenciándose que estos tuvieron un impacto en la disminución de la mosca blanca en el cultivo del pepino, con lo que se logra controlar a la misma de manera eficiente. Este estudio puede ser comparable con los realizados por Fuentes y Lares (2018), quienes estudiaron los impactos, del *Neem Azal*®, así como otros extractos de índole artesanal a base de del aceite de semilla de *Neem*, los cuales reportaron valores de efectividad para el control de la mosca blanca en el tomate.

### Efectividad del bioinsecticida a las 24 h y 168 h de la aplicación

En la primera evaluación realizada a las 24 h después de la primera aplicación se observan diferencias estadísticas con la variante testigo y los demás tratamientos aplicados, obteniéndose los mejores resultados con T<sub>4</sub> y T<sub>2</sub>, los que se mantuvieron constantes en la reducción del número de insectos en el transcurso de la semana. En la segunda evaluación realizada siete días (168 h) posteriores, se aprecia que se mantienen las diferencias entre las variantes tratadas y el testigo, se observa que las tres variantes tratadas con productos derivados del *Nim* muestran resultados con diferencias significativamente de la variante testigo: tal situación hace evidente la acción protectora que ejercen estos productos.

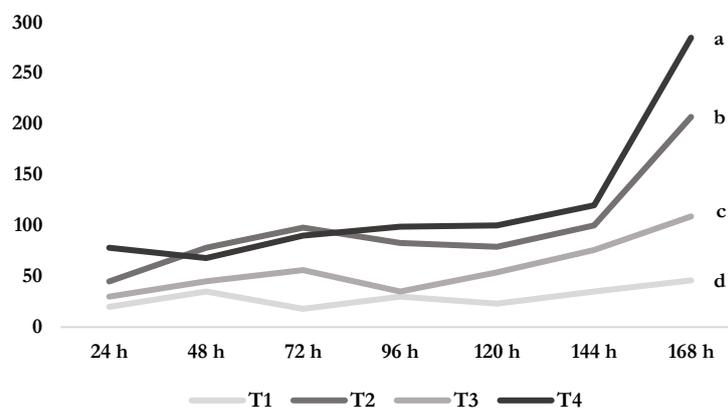


Figura 2. Efecto de los tratamientos sobre la mortalidad de adultos en la mosca blanca de 24 a 168 h después de su aplicación para las diferentes concentraciones del producto, las letras diferentes indican diferencias estadísticas para ( $p < 0,05$ ) según prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

Figure 2. Effect of treatments on adult mortality in whiteflies from 24 to 168 h after application for different concentrations of the product, different letters indicate statistical differences for ( $p < 0.05$ ) according to a non-parametric test. by Kruskal Wallis.

Resultados muy similares a los obtenidos por los autores de esta investigación reportan Delgado *et al.*, (2023), pues con los productos derivados del *Nim* aplicados con intervalos de siete días lograron reducciones significativas de hasta un 83.2 % del total de la población. Otros autores como Jiménez (2022) recomiendan el uso de los bioinsecticidas

de Nim para combatir Mosca blanca; dichos resultados corroboran también la posibilidad de insertar tales productos en el manejo integrado de esa plaga.

Por otra parte, Giraldo (2023) obtuvo reducciones de hasta un 50 % de la población de *Bemisia tabaci* quince días después de la aplicación de productos de Nim; además señaló que a los tres días de aplicados se manifiestan efectos antialimentarios, deshidratación de huevos y ninfas, y deformación de pupas y adultos. Una acción de control efectiva sobre la mosca blanca también fue observada por Rodríguez *et al.*, (2023) cuando utilizó extracto acuoso de semilla de Nim al 5 % y aceite Nim comercial, en dosis de 250 ml/100L de agua, sustituyendo el Endosulfan, insecticida de síntesis química utilizado comúnmente contra esa plaga.

Vélez *et al.*, (2022) utilizan los productos Cuba Nim SM y Foliar Nim HM en el control de *Thrips palmi* en pepino, en diferentes condiciones de cultivo, los resultados muestran que, en el caso de organopónico, fueron efectivos en el control de esta plaga. Ambos productos produjeron reducciones significativas de las poblaciones a partir de los tres días después de la primera aplicación, las que fueron más marcadas a los siete días después de la primera, manteniéndose esos niveles de protección para el caso 46 M. T, después de la segunda aplicación; resultó aún más efectivo el control que se establece con la aplicación de Cuba Nim SM, con la que se alcanzó una efectividad superior a 90 %.

#### Efectividad del bioinsecticida según concentración de *Azadirachta*

En la figura 4, se muestra el porcentaje de eficiencia del bioinsecticida elaborado a partir extracto semillas de *Neem* sobre la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en diferentes concentraciones. Los tratamientos que poseían concentraciones produjeron reducciones significativas de las poblaciones luego de aplicado el producto, pero es de destacar que el extracto que poseía las concentraciones de 10 % mostró una eficacia de un 84 %, arrojando mejores resultados en cuanto al control de la plaga, seguido del T<sub>2</sub> con concentraciones del 5 %, el T<sub>3</sub> (8%) y el T<sub>1</sub> (0%) que solo mostro reducción de un 21 %, demostrando que el efecto del producto sobre la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) era mucho más insipiente.

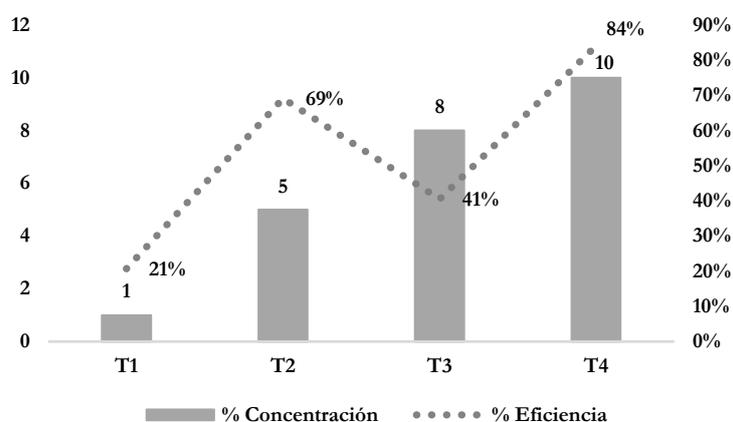


Figura 3. Porcentaje (%) de eficiencia del bioinsecticida aplicado sobre la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) según concentraciones del producto.

Figure 3. Percent (%) efficiency of the bioinsecticide applied on the whitefly (*Bemisia tabaci*) according to product concentrations.

Esto puede estar dado ya que, a mayores concentraciones del producto, mayor será la presencia de los metabolitos secundarios del Neem en el bioinsecticida elaborado a base de este; sobre esto Rodríguez *et al.*, (2023), al igual Delgado *et al.*, (2023), Fuentes y Lares (2018) ratifica la acción bioinsecticida del Neem, principalmente debido a la presencia en la semilla de compuestos triterpenos como *Azadiractina*, Solanina, Nimbina y otros, y sus modalidades de actuación ante plagas bajo el efecto anti alimentario, repelente y modificador del crecimiento y anti evolutivo.

Resultados similares a los de este estudio fueron obtenidos por (Pérez *et al.*, 2019) los que ejecutaron un proyecto para implementar el uso de extracto del árbol de neem, como una alternativa biológica en el control de *Trialeurodes vaporariorum* (mosca blanca) en un cultivo de *Solanum lycopersicum* (tomate) en el municipio del peñol, departamento de Antioquia, Colombia, bajo condiciones de invernadero, realizando monitoreo semanales a las parcelas, los cuales tuvieron en cuenta el grado de eficiencia de los tratamientos; y a través de este estudio determinaron que el extracto usado durante el proyecto mostro ser eficaz en el control de la plaga; logrando resultados en promedio mayores al 80%, en donde no se evidenciaron diferencias significativas entre las concentraciones del extracto, mostrando el extracto de (*Azadirachta indica*) con una concentración del 5 % mostro valores de una eficacia del (84,5 %), mayores a los demás aplicados, aunque la efectividad de los bioplaguicidas puede no alcanzar una eficiencia del 100 %, su aplicación unida a otros métodos de manejo integrado de plagas permitirá obtener rendimientos satisfactorios que garanticen la producción agrícola, mientras se preserva la biodiversidad y servicios ecosistémicos.

Se puede plantear que mediante el seguimiento realizado a las plantas con el tratamiento bioinsecticida se comprobó que las propiedades del principio activo son correctas y más eficaces a una mayor concentración de estas en el extracto elaborado, debido a que la plaga de mosca blanca fue controlada y las plantas tuvieron un mejor desarrollo y crecimiento.

Así de esta manera se evidencia que el extracto con función bioinsecticida a partir de la semilla del Neem es eficiente para el control de plagas en el cultivo, obteniendo resultados satisfactorios; por lo que Fuentes y Lares (2018) razonan que estos se pueden emplear dentro de los programas del manejo integrado de plagas y en las estrategias de conservación agroecológica, e impulsan la idea con un plan de acción y concientización propuesto para que estos mejoren su posición en el mercado en los próximos años respecto a los insecticidas químicos, y por supuesto, sean implementados en el sector rural por sus habitantes y comunidades a partir de la promoción de una cultura ecológica.

## CONCLUSIONES

- El producto elaborado a partir de la semilla (*Azadirachta indica*), mostró eficiencia en el control y disminución de la mosca blanca en su etapa adulta mostrando los mejores resultados para el T4.
- El bioinsecticida elaborada a partir *Azadirachta indica* y aplicado para el control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo pepino, mostraron reducciones notables de las poblaciones a partir de las 24 horas, haciéndose aún más evidentes a las 168 horas.
- El bioinsecticida elaborado en concentraciones de 10 % mostro ser más eficiente al lograr un control y reducción de la plaga en un 84 %.

## ÉTICA Y CONFLICTO DE INTERESES

Las personas autores del manuscrito en cuestión, declaran que han cumplido totalmente con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la producción del manuscrito; que no hay

conflictos de intereses de ningún tipo; que todas las fuentes financieras que se mencionan completa y claramente en la sección de agradecimientos; y que están totalmente de acuerdo con la versión final editada del artículo.

## REFERENCIAS

- Bezerra-Silva GCD, Silva MA, Vendramim JD, Dias CTDS. (2018). Insecticidal and behavioral effects of secondary metabolites from *Meliaceae* on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: *Aleyrodidae*). *Florida Entomologist*. 2018;95(3):743-751.
- Cruz, A. (2018). Extractos de neem (*Azadirachta indica* A. juss.) para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn) en un cultivo de tomate. (Tesis de Maestría). Universidad autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía. México. (pp- 59).
- Delgado-Ortiz, J. C., López-López, H., Beltrán-Beache, M., Ochoa-Fuentes, Y. M., Cerna-Chávez, E., y del Ángel, E. C. (2023). Efecto insecticida del extracto metanólico de *Argemone mexicana* para el control de *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: *Trioziidae*). *Revista Bio Ciencias*, 10.
- Fuentes, A. y Lares, M. (2018). Extractos de Neem en principales plagas del cultivo arroz (*Oryza Sativa* L.): Caso Invernadero Agrícola. Trabajo de Grado no publicado.
- Giraldo Villegas, J. S. (2023). Obtención de extractos vegetales de salvia amarga (*Austroeupeatorium inulifolium*) mediante agua subcrítica, bioetanol y arrastre con vapor para la preparación de emulsiones con posible aplicación insecticida.
- GOMEZ, C. V. (2022). Estudio Fitoquímico y evaluación insecticida del extracto orgánico de las hojas de *A. ochroleuca* S.
- Herrera-Jácome, D., Robinson, H. F., Alba, Q. S., y Carrión-Salazar, B. E. (2023). Uso de trampas con feromonas sintéticas sexuales y uso de insecticida orgánico para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Código Científico Revista de Investigación*, 4(E2), 1185-1202.
- Jiménez-Martínez, E., y García, A. A. M. (2022). Manejo del pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*) en sorgo, con insecticidas biológicos y sintéticos en Masaya, Nicaragua. *Ciencia e Interculturalidad*, 30(01), 148-161.
- López, J., Hernández, A., Estrada, ríos, J. y herrera, R. (2017). Evaluación invitro de hongos entomopatógenos nativos y extractos de Neem (*Azadirachta indica*) en *Spodoptera frugiperda*.
- Manzanares, R. (2019). Sistematización del uso de insecticidas botánicos registrados y no registrados en Nicaragua. (Tesis Maestría). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. (pp- 53).
- Mitidieri, M., y Polack, L. (2018). Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento. En Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento. Buenos Aires, Argentina.
- Nicoletti, M., Maccioni, O., Coccioletti, T., Mariani, S., Fabio, Vitali. SBN: Neem Tree (*Azadirachta indica* A. Juss) as Source of Bioinsecticides. 2012. In: *Insecticides - Advances in Integrated Pest Management* [Internet]. [411-28].

- Pérez, G., Parra, J. (2019). Uso de extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*), para el control de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*) como alternativa, para mitigar el impacto negativo de los agroquímicos en el Municipio del Peñol Antioquia. (Proyecto de investigación). Universidad Nacional Abierta y Distancia UNAD. Medellín, Colombia. (pp- 89).
- Rodríguez, D. A. I., y Morales, S. G. V. (2023). Extractos vegetales de *Magnolia spp.* como insecticidas botánicos para el control del grillo doméstico *Acheta domestica* (Linnaeus, 1758).
- Ruiz, A. (2015). Situación del uso de pesticidas en la producción agrícola en el distrito de Fernando Lores: centro poblado de Panguana primera zona, Tamshiyacu y Santa Ana primera zona-Loreto 2015. (Tesis pregrado). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de agronomía, Perú. (pp- 81).
- Salas, J. y Mendoza, O. 2001. Evaluación de un extracto de Nim en el control de *Bemisia*.
- Sierra, M., Barros, R., Gómez, D., Mejía, A., Suarez, D. (2018). Productos naturales: metabolitos secundarios y aceites esenciales. Fundación universitaria agraria de Colombia. (7-49).
- Vásquez-Morales, S. G., Alvarez-Vega, E. A., Infante-Rodríguez, D. A., Huchin-Mian, J. P., y Pedraza-Reyes, M. (2022). Evaluación de extractos de árboles endémicos (*Magnolia spp.*) de México contra la plaga mosca de la fruta y estudio fitoquímico preliminar. *Polibotánica*, (53), 167-182.
- Vélez-Ruiz, M. C., Meza-Vera, R. J., Abasolo-Pacheco, F., y Álvarez-Romero, P. I. (2022). Uso de extractos botánicos para el control de pulgón (*Myzus persicae: Aphididae*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci: Aleyrodidae*) en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum: Solanaceae*), en Ecuador. *Terra Latinoamericana*, 40.
- Viridiana, L. V. P. R. L., Mendez-Rocha, V., Ríos-Gastélum, N. J., Hernández-Martínez, E. L., Chávez-Olvera, M. I., Infante-Rodríguez, D. A., y Gisela, S. G. V. M. S. (2023). Extractos vegetales de *Magnolia spp.* como insecticidas botánicos para el control del grillo doméstico *Acheta domestica* (Linnaeus, 1758). *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 21, 1-9.