

Universidad Zamorano.
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
**Evaluación de Tres Agentes de Control Biológico, un Insecticida
Inorgánico y un Extracto Botánico Para el Control de Mosca Blanca
(*Bemisia Tabaci* G.) y Áfidos (*Aphis Gossypii* G.) en el Cultivo de Frijol
(*Phaseolus Vulgaris* L.) y Okra (*Abelmoschus Esculentus* (L.) Moench)**

Estudiantes

Diego Alejandro Rosa Rodriguez

Gelfer Junior Valdiviezo Valdiviezo

Asesores

Rogelio Trabanino, M.Sc.

Carolina Avellaneda, Ph.D.

Honduras, octubre 2025

Autoridades

KEITHW L. ANDREWS

Rector i.a.

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA ODILA TREJO RAMOS

Directora del Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

JULIO NAVARRO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Figuras	6
Resumen	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Materiales y Métodos	13
Ensayo 1 - Control de <i>Bemisia Tabaci</i> en el Cultivo de Frijol (<i>Phaseolus Vulgaris</i>)	13
Tratamientos.....	13
Aplicaciones de los Tratamientos en Campo	14
Variables Evaluadas	14
Mortalidad de Ninfas	14
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	15
Ensayo 2 – Control de <i>Aphis Gossypii</i> en el Cultivo de Okra (<i>Abelmoschus Esculentus</i>)	15
Tratamientos.....	15
Aplicación de los Tratamientos en Campo	16
Variables Evaluadas	17
Mortalidad de Ninfas	17
Porcentaje de Infectividad de Áfidos en Laboratorio	17
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	17
Resultados y Discusión.....	19
Ensayo 1 - Control de <i>Bemisia Tabaci</i> en el Cultivo de Frijol (<i>Phaseolus Vulgaris</i>)	19
Ensayo 2 – Control de <i>Aphis Gossypii</i> en el Cultivo de Okra (<i>Abelmoschus Esculentus</i>)	20
Promedio de Ninfas de Áfidos (<i>Aphis Gossypii</i>) por Hoja.....	20
Conclusiones	23

Recomendaciones..... 24

Referencias..... 25

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Descripción de los tratamientos evaluados para el control de mosca blanca en frijol, Universidad Zamorano, Honduras	13
Cuadro 2 Descripción de los Tratamientos Evaluados para el Control de Áfidos en Okra, Universidad Zamorano, Honduras	16
Cuadro 3 Promedio de Ninfas Bemisia Tabaci por Hoja Trifoliada Después de la Aplicación de los Tratamientos en el Cultivo de Frijol (Phaseolus Vulgaris), Universidad Zamorano, Honduras	19
Cuadro 4 Promedio de Aphis Gossypii Ninfas por Hoja Trifoliada Después de la Aplicación de los Tratamientos en el Cultivo de Okra (Abelmoschus Esculentus) Universidad Zamorano, Honduras....	21
Cuadro 5 Porcentaje de infectividad y mortalidad evaluado en laboratorio de hongos entomopatógeno en áfidos, Universidad Zamorano, Honduras.	22

Índice de Figuras

Figura 1 Distribución de los tratamientos evaluados para el control de mosca blanca en frijol, Universidad Zamorano, Honduras	14
Figura 2 Distribución de los Tratamientos Evaluados para el Control de Áfidos en Okra Universidad Zamorano, Honduras	16

Resumen

Se evaluó la efectividad de tres agentes de control biológico (hongos entomopatógenos: *Beauveria bassiana* cepa GHA, *B. bassiana* cepa CR e *Isaria fumosorosea*), un insecticida inorgánico (caldo sulfocálcico), un extracto botánico (Neem) y un tratamiento químico para el manejo de ninfas de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en frijol (*Phaseolus vulgaris*) y áfidos (*Aphis gossypii*) en okra (*Abelmoschus esculentus*), en condiciones de campo y laboratorio en la Universidad Zamorano, Honduras. Se midió mortalidad de ninfas en campo y en laboratorio se evaluó infectividad de los hongos en áfidos. En el cultivo de frijol, *I. fumosorosea* y caldo sulfocálcico redujeron significativamente las poblaciones de ninfas de *B. tabaci* alcanzando medias de 6.2 y 7.2 ninfas respectivamente luego de 25 días de la primera aplicación; comparado a la población inicial que contaba con una media de 43 y 59 ninfas para *I. fumosorosea* y caldo sulfocálcico respectivamente. En okra, el extracto de Neem mostró mortalidad de *A. gossypii* a partir del día 10 después de la primera aplicación, mientras *B. bassiana* cepa CR igualó la mortalidad del extracto de Neem 20 días después de la primera aplicación. En laboratorio, *B. bassiana* cepa CR infectó el 90% de áfidos, superando a la cepa GHA (40%) e *I. fumosorosea* (60%). Los resultados destacan el potencial de controles biológicos alternativos a químicos, con limitaciones ambientales, promoviendo manejo integrado de plagas para reducir resistencias e impactos ecológicos.

Palabras clave: controladores biológicos, esporas, infectividad, manejo Integrado de plagas, mortalidad.

Abstract

The effectiveness of three biological control agents (entomopathogenic fungi: *Beauveria bassiana* strain GHA, *B. bassiana* strain CR, and *Isaria fumosorosea*), an inorganic insecticide (lime-sulfur solution), a botanical extract (Neem), and a chemical treatment was evaluated for the management of whitefly (*Bemisia tabaci*) nymphs in common bean (*Phaseolus vulgaris*) and aphids (*Aphis gossypii*) in okra (*Abelmoschus esculentus*), under field and laboratory conditions at Zamorano University, Honduras. Nymph mortality was measured in the field, while in the laboratory both nymph mortality and fungal infectivity on aphids were assessed. In the bean crop, *I. fumosorosea* and lime-sulfur solution significantly reduced *B. tabaci* nymph populations, reaching averages of 6.2 and 7.2 nymphs respectively, 25 days after the first application; compared to the initial populations which averaged 43 and 59 nymphs for *I. fumosorosea* and lime-sulfur solution, respectively. In okra, the Neem extract showed mortality of *A. gossypii* from day 10 after the first application, while *B. bassiana* strain CR matched the mortality caused by Neem extract 20 days after the first application. In the laboratory, *B. bassiana* strain CR infected 90% of aphids, surpassing strain GHA (40%) and *I. fumosorosea* (60%). The results highlight the potential of biological controls as alternatives to chemicals, with environmental limitations, promoting integrated pest management to reduce resistance and ecological impacts.

Keywords: biological control, spores, infectivity, Integrated Pest Management, mortality.

Introducción

En Honduras, el frijol es uno de los principales cultivos básicos, tanto por su importancia alimentaria, como por su valor económico y cultural y es considerado parte fundamental de la dieta de la población hondureña, junto al maíz (Escoto, 2015). De acuerdo con reportes de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (Secretaría de Agricultura y Ganadería [SAG], 2022), en Honduras se tiene un área de producción de 193,182 hectáreas, con una producción nacional estimada de 3.4 millones de quintales.

La okra (*Abelmoschus esculentus*), conocida también como quimbombó o bamia, es un cultivo vegetal de relevancia para países en desarrollo, valorado por su alto contenido nutricional, incluyendo vitaminas, minerales y fibras que a menudo faltan en las dietas locales (Dantas et al., 2021). Honduras se mantiene como el país con mayor exportación de América del mercado de okra fresca hacia Estados Unidos. (SAG, 2022) menciona que el rendimiento promedio en el país es de 12 toneladas por hectárea, sembrándose mayormente en la zona sur, en alrededor de 3500 manzanas.

Una de las plagas que afecta el frijol es la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Esta plaga, es un insecto pequeño con alas de color blanco y cuerpo amarillo pálido; vive en el envés de las hojas, donde se protege del sol y lluvia. La mosca blanca presenta un ciclo de vida característico de tres etapas: huevos, ninfas y adultos (Sani et al., 2020). Los huevos son depositados en el envés de las hojas, donde una hembra adulta puede llegar a depositar entre 50 y 400 huevos durante toda su vida. Estos, dan origen a las ninfas, las cuales chupan la savia de las hojas y pueden llegar a transmitir el virus del Mosaico Dorado (Jimenez, 2016). En los últimos años, la mosca blanca se ha convertido en la plaga de mayor importancia económica del frijol, debido a que su manejo es complejo y difícil de realizar. (Ferreira et al., 2024) exponen que los virus transmitidos por mosca blanca pueden causar pérdidas de rendimiento que a veces alcanzan hasta el 100%, dependiendo de la población del insecto y la presión de enfermedad.

Asimismo, *Bemisia tabaci* tiene la habilidad de adquirir resistencia a insecticidas utilizados para su control, principalmente los órgano-fosforados y los piretroides por su condición de ser polífaga, se encuentra hospedando en numerosas plantas cultivadas y en las malezas; se adapta a diferentes ambientes climáticos desde el nivel del mar hasta altitudes de 1200 msnm (Corrales et al., 2018). De esta manera, surge la necesidad del control de la mosca blanca en frijol sin necesidad de depender directamente de los productos químicos, entrando en juego el control biológico.

Por otro lado, en la okra una plaga clave son los áfidos (*Aphis gossypii*), también conocido como áfido del algodón. Es un insecto de cuerpo blando que puede ser amarillo o verde. En climas cálidos, su ciclo de vida es simple: las hembras adultas dan a luz crías (ninfas) sin necesidad de machos, y estas ninfas crecen rápidamente hasta convertirse en adultas en pocos días (Madahi et al., 2018). Esta plaga daña los cultivos al chupar la savia de las hojas, haciendo que estas se enrollen o se pongan amarillas. También producen melaza, una sustancia pegajosa que fomenta el crecimiento de hongos, lo que afecta la fotosíntesis (Ounis et al., 2024). Del mismo modo, (Shannag et al., 2007) explican que los áfidos son un gran problema en okra, debido a que transmiten virus como el mosaico de venas amarillas y reducen el rendimiento del cultivo entre un 5-57%.

En la agricultura convencional se utilizan insecticidas químicos para el control de plagas, sin embargo, productos químicos aplicados en sistemas agrícolas industriales no solo puede llegar a contaminar fuentes de agua y deteriorar la fertilidad de los suelos, también pueden afectar la fauna y salud humana (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, 2010). El uso de agentes biológicos resulta una buena opción, debido a que estos no se acumulan en la cadena alimenticia, no dejan residuos tóxicos en los productos, no afectan a insectos benéficos y son inocuos al hombre, animales y medio ambiente (Marquez, 2008).

Beauveria bassiana es un hongo entomopatógeno que se caracteriza por formar una capa de micelio en la superficie del hospedero. Es capaz de infectar a más de 200 especies de insectos y en cuanto a su mecanismo de acción, las esporas generadas por el hongo germinan en la cutícula de la

plaga, penetrando sus cuerpos y colonizando internamente (Intagri, 2016). La colonización puede variar en 76-120 horas, dependiendo del patógeno, insecto y condiciones (Moreno, 2021).

Por otro lado, *Isaria fumosorosea* es un patógeno que se utiliza contra ninfas y adultos de *Bemisia tabaci*, contagiando a los insectos, para posteriormente causarles la muerte. El hongo al desarrollarse libera toxinas contra el insecto que provocan su muerte, básicamente, se adhiere al dorso, el tubo germinal penetra y la hifa se mantiene presente en el homecele del insecto 24 horas después (flores et al., 2013). También, se destacan enzimas líticas extracelulares como proteasas, quitinasas, quitobiasas, lipasas y lipooxigenasas; que degradan el exoesqueleto del insecto, facilitando la entrada del hongo (Tellez et al., 2009).

Los insecticidas botánicos 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 y presentan nula o mínima toxicidad para el ser humano. El extracto de Neem se extrae de las semillas y follaje del árbol de Neem, el cual contiene fitoquímicos que se extraen para la elaboración de insecticidas. Este efecto se lo da una sustancia llamada azadiractina, que inhibe la alimentación del insecto y no deja desarrollar su estado larvario (Diaz et al.). Para su efecto, (Soto et al., 2013) describen que el efecto tóxico del caldo sulfocálcico a los insectos y ácaros se da por la reacción de los compuestos del producto aplicado sobre la planta con agua y gas carbónico, resultando en un gas sulfhídrico y azufre coloidal.

Los objetivos de esta investigación fueron evaluar la efectividad en campo de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* Cepa GHA, *B. bassiana* Cepa CR e *Isaria fumosorosea* Cepa Zamorano), extracto de Neem y caldo sulfocálcico para controlar ninfas de *Bemisia tabaci* en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Evaluar la efectividad en campo del extracto de Neem y hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* Cepa GHA, *B. bassiana* Cepa CR e *Isaria fumosorosea*) para controlar ninfas de *Aphis gossypii* en okra (*Abelmoschus esculentus*). Determinar el porcentaje de

infectividad de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* GHA, *B. bassiana* CR e *Isaria fumosorosea*) en áfidos (*Aphis gossypii*) bajo condiciones de laboratorio.

Materiales y Métodos

Ensayo 1 - Control de *Bemisia Tabaci* en el Cultivo de Frijol (*Phaseolus Vulgaris*)

El estudio se estableció en el Lote de Parcelas de la Universidad Zamorano, localizada en el Valle del Yeguaré, departamento de Francisco Morazán municipio San Antonio de Oriente, Honduras, Km 30 carretera de Tegucigalpa a Danlí. Localizado a 800 msnm, que cuenta con una precipitación promedio anual de 1200 mm, distribuidos principalmente entre los meses de mayo a noviembre, con una temperatura promedio de 26°C.

Tratamientos

Se evaluaron *Beauveria bassiana* Cepa CR, *Beauveria bassiana* Cepa GHA e *Isaria fumosorosea*, 1 insecticida inorgánico (Caldo sulfocálcico), 1 extracto botánico (Extracto de Neem), 1 químico (Pegasus 5C) y un testigo sin aplicación para el control ninfas de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad D'oro. Las dosis de los tratamientos están descritas en el Cuadro 1. Se establecieron 28 unidades experimentales, cada unidad contó con 10 metros de largo y una distancia entre plantas de 20 cm.

Cuadro 1

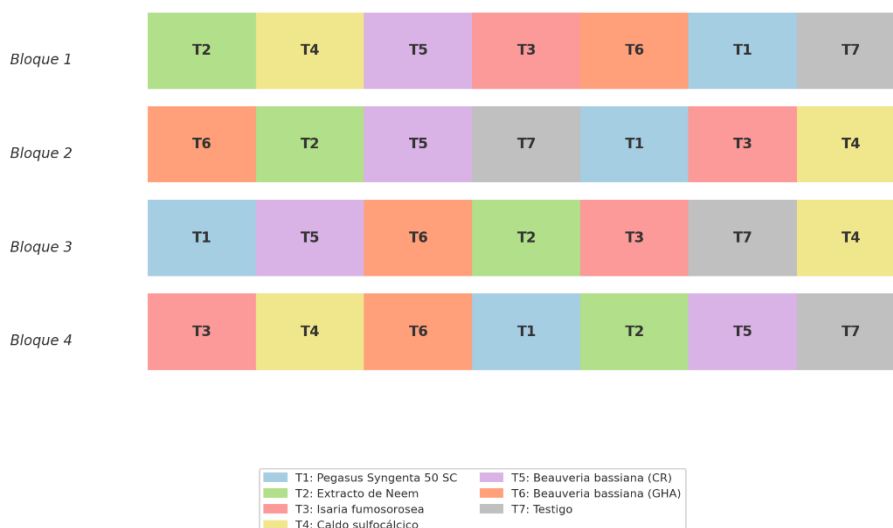
Descripción de los tratamientos evaluados para el control de mosca blanca en frijol, Universidad Zamorano, Honduras

Tratamientos	Dosis mL/L de agua
Pegasus Syngenta 50C [®]	1.0
Extracto de Neem (botánico)	10.0
Caldo sulfocálcico (inorgánico)	30.0
<i>Isaria fumosorosea</i> (1x10 ¹² blastosporas/L)	4.9
<i>Beauveria bassiana cepa</i> [CR] (1x10 ¹² blastosporas/L)	2.3
<i>Beauveria bassiana cepa</i> [GHA] (1x10 ¹² blastosporas/L)	7.3

Figura 1

Distribución de los tratamientos evaluados para el control de mosca blanca en frijol, Universidad

Zamorano, Honduras



Aplicaciones de los Tratamientos en Campo

Se realizaron un total de 5 aplicaciones con un intervalo de 5 días entre aplicación. Para la aplicación de cada tratamiento se utilizó una bomba de mochila manual de 20 L. La aplicación se realizó al follaje del cultivo cubriendo bien el envés del follaje. Las aplicaciones fueron iniciadas con el testigo (agua), para evitar contaminación cruzada entre tratamientos. Posteriormente, se realizó la aplicación de los hongos entomopatógenos, seguido del extracto de Neem y caldo sulfocálcico; se finalizó con el tratamiento químico. Por unidad experimental se aplicó 3 litros de mezcla.

Variables Evaluadas

Mortalidad de Ninfas

El monitoreo fue realizado un día antes de cada aplicación tomando 10 hojas trifoliadas al azar de cada unidad experimental en el estrato medio de la planta. Las hojas fueron trasladadas al Laboratorio de Control biológico de la, Universidad Zamorano para realizar el respectivo conteo. El

muestreo se realizó utilizando un estereoscopio, contabilizando el número de ninfas muertas de *Bemisia tabaci*.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con siete tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, resultando en 28 unidades experimentales. Los datos se analizaron por medio de un Análisis de Varianza (ANDEVA) las medias se separaron utilizando una prueba de Duncan. Los datos fueron analizados en el programa estadístico SAS® “Statistical Analysis System” versión 9.4 con un nivel de significancia del 95%.

Ensayo 2 – Control de *Aphis Gossypii* en el Cultivo de Okra (*Abelmoschus Esculentus*)

El estudio se estableció en la zona experimental de la Unidad de Control Biológico de la Universidad Zamorano, localizada en el Valle del Yeguaré, departamento de Francisco Morazán municipio San Antonio de Oriente, Honduras, Km 30 carretera de Tegucigalpa a Danlí. Localizado a 800 msnm, que cuenta con una precipitación promedio anual de 1200 mm, distribuidos principalmente entre los meses de mayo a noviembre, con una temperatura promedio de 26°C.

Tratamientos

En este estudio se evaluaron 3 agentes biológicos (*Beauveria bassiana* Cepa CR, *Beauveria bassiana* Cepa GHA e *Isaria fumosorosea*), 1 extracto botánico (Extracto de Neem) y un testigo sin aplicación (Cuadro 2) para el control del áfido (*Aphis gossypii*) en el cultivo de okra (*Abelmoschus esculentus*). Se establecieron unidades experimentales de 20.5 metros de largo con 1.5 metros de ancho con 4 repeticiones, para un total de 20 unidades experimentales.

Cuadro 2

Descripción de los Tratamientos Evaluados para el Control de Áfidos en Okra, Universidad Zamorano, Honduras

Tratamientos	Dosis
<i>Isaria fumosorosea</i>	4.25x10 ⁷ blastosporas/L
<i>Beauveria bassiana</i> [CR]	5.75x10 ⁷ blastosporas/L
<i>Beauveria bassiana</i> [GHA]	9.75x10 ⁷ blastosporas/L
Extracto de Neem (botánico)	10 mL de agua
Testigo	-

Figura 2

Distribución de los Tratamientos Evaluados para el Control de Áfidos en Okra Universidad Zamorano, Honduras



Aplicación de los Tratamientos en Campo

Se realizó un total de 4 aplicaciones con un intervalo de 5 días entre aplicación, para un total de 20 días. Para la aplicación de cada tratamiento fue utilizada una bomba de mochila manual de 20 L. La aplicación se realizó cubriendo la totalidad del follaje. Las aplicaciones fueron iniciadas con el

testigo (agua), para evitar contaminación cruzada entre tratamientos. Posteriormente, se realizó la aplicación de los hongos entomopatógenos, seguido del extracto de Neem. Por unidad experimental se aplicaron 1.5 litros de agua.

Variables Evaluadas

Mortalidad de Ninfas

Se realizó el monitoreo siguiendo exactamente el mismo procedimiento realizado con el cultivo de frijol. Se tomaron 10 hojas latifoliadas de cada unidad experimental y se contabilizó el número de ninfas muertas de *Aphis gossypii* por medio de un estereoscopio de campo.

Porcentaje de Infektividad de Áfidos en Laboratorio

Se realizó una prueba para evaluar la efectividad de infección de los tratamientos con hongos entomopatógenos. En el laboratorio se vertió previamente agar sobre envases de plástico de 2 oz y se dejó solidificar; una vez solidificado, se recolectaron hojas libres de ninfas y de adultos de áfidos. Estas, se desinfectaron con alcohol y se recortaron en círculos con un diámetro de 10 cm para colocarlas sobre las tapas de los envases de 2 oz. Paralelamente, se aislaron los adultos de áfidos y se depositaron 10 individuos en cada plato. Se prepararon los tratamientos en solución y se dosificó el volumen correspondiente a 1 mL (volumen equivalente al que entrega el atomizador) por unidad experimental. Una vez aplicados los tratamientos se cerraron los platos Petri con Parafilm y fueron depositados en una incubadora a 25°C, realizando los muestreos pasadas 48 horas, registrando aquellas ninfas que presentaron esporulación.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, resultando en 20 unidades experimentales. Los datos se analizaron por medio de un Análisis de Varianza (ANDEVA) las medias se separaron utilizando una prueba de Duncan. Para los días 15 y 20 se realizó una transformación por raíz cuadrada, para obtener una menor

variabilidad. Los datos fueron analizados en el programa estadístico SAS® “Statistical Analysis System” versión 9.4 con un nivel de significancia del 95%.

Resultados y Discusión

Ensayo 1 - Control de *Bemisia Tabaci* en el Cultivo de Frijol (*Phaseolus Vulgaris*)

En el Cuadro 3 se presentan los resultados referentes al promedio de ninfas de *Bemisia tabaci* para cada fecha de muestreo. El muestreo inicial nos muestra que no hubo diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0.4506$), lo que confirma uniformidad de la población en los tratamientos de *Bemisia tabaci*. Cinco días después de la primera aplicación se observa que todos los tratamientos presentaron reducción en la población de ninfas de *B. tabaci* a excepción del testigo tratado con agua. El testigo presentó promedios más altos de ninfas de *Bemisia tabaci* durante todo el ensayo, confirmando la ausencia de efecto. Los tratamientos de extracto de Neem y *Beauveria bassiana* cepa CR presentaron el mismo promedio de ninfas que el tratamiento químico.

Cuadro 3

Promedio de Ninfas Bemisia Tabaci por Hoja Trifoliada Después de la Aplicación de los Tratamientos en el Cultivo de Frijol (Phaseolus Vulgaris), Universidad Zamorano, Honduras

Tratamientos	Días después de la primera aplicación de los tratamientos					
	0 DÍAS	5 DÍAS	10 DÍAS	15 DÍAS	20 DÍAS	25 DÍAS
Químico [®]	61.2	56.7b ^ψ	37.7b	20.7b	20.0b	16.5bc
Extracto de Neem	54.2	43.0b	26.0bc	20.7b	21.2b	17.7b
<i>Isaria fumosorosea</i>	43.5	37.5b	16.7c	8.7c	8.5c	7.2d
Caldo sulfocálcico	59.2	55.7b	16.0c	9.2c	8.0c	6.2d
<i>Beauveria bassiana</i> CR	68.2	48.2b	28.2bc	22.5b	23.5b	21.2b
<i>Beauveria bassiana</i> GHA	50.0	55.2b	24.7bc	16.2bc	16.7bc	14.5c
Testigo	69.75	94.5 ^a	96.5a	87.0a	93.7a	95.7a
Valor P	0.4506	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
R ²	0.8418	0.7799	0.8691	0.9578	0.9601	0.9640
CV (%)	27.97	29.12	36.34	25.12	25.71	27.37

Nota. ψ . Valores con letras distintas en la columna presentan diferencias significativas según la prueba Duncan ($P \leq 0.05$).

A partir del día 10 después de la primera aplicación se observa la elevada eficacia de *Isaria fumosorosea* y el caldo sulfocálcico en comparación a los otros tratamientos, seguido de *Beauveria bassiana* cepa GHA que muestra medias similares estadísticamente para los días 10, 15 y 20 después de la primera aplicación. (Sani et al., 2020) destaca que, la eficacia de *Isaria fumosorosea* no solo se

debe a que mata ninfas de *Bemisia tabaci*, sino también a que el hongo permanece circulando en el campo. Esto explicaría la consistencia del tratamiento a lo largo de 5 monitoreos, ya que, cuando una ninfa muere, su cuerpo puede producir nuevas esporas que infectan a otros insectos, generando un efecto de reciclaje natural en la población.

El buen desempeño del caldo sulfocálcico frente a *Bemisia tabaci* también puede explicarse porque, además de su efecto insecticida, este producto aporta calcio y azufre a la superficie foliar. Dichos nutrientes cumplen un rol indirecto en la efectividad del tratamiento: el azufre actúa como un protector natural en la hoja y mejora su resistencia a condiciones adversas, mientras que el calcio favorece la firmeza y estructura de la cutícula foliar (Huai et al., 2022). Esto puede generar una superficie más homogénea y estable, facilitando la adherencia y permanencia del producto sobre la hoja y aumentando la eficacia del contacto con la plaga.

Por otro lado, a partir del día 10 después de la primera aplicación se observa que el extracto de Neem y *Beauveria bassiana* cepa CR presentaron medias similares al control químico, teniendo una menor efectividad. En cuanto a el extracto de Neem, este genera azadiractina. De este modo, (Carvalho et al., 2012) explica que este compuesto activo se fotodegrada rápidamente por radiación ultravioleta (UV), acortando su persistencia biológica. De manera que, el extracto de Neem se ve limitado por fotodescomposición rápida, lo que explica su menor efectividad comparado con otros tratamientos.

Ensayo 2 – Control de *Aphis Gossypii* en el Cultivo de Okra (*Abelmoschus Esculentus*)

Promedio de Ninfas de Áfidos (Aphis Gossypii) por Hoja

En el Cuadro 5 se observan los resultados del promedio de ninfas de *Aphis gossypii* para cada fecha de muestreo. El muestreo inicial nos muestra que no hubo diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0.3981$), lo que confirma uniformidad de la población en los tratamientos de *Aphis gossypii*. Se puede observar que 10 días después de la primera aplicación el extracto de Neem presentó el promedio más bajo de ninfas de áfidos por hoja, este promedio fue significativamente

menor que los promedios presentados por todos los tratamientos. Posteriormente, todos los tratamientos fueron iguales estadísticamente.

Cuadro 4

Promedio de Aphis Gossypii Ninfas por Hoja Trifoliada Después de la Aplicación de los Tratamientos en el Cultivo de Okra (Abelmoschus Esculentus) Universidad Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Días después de la primera aplicación de los tratamientos				
	0	5	10	15	20
<i>Isaria fumosorosea</i>	4.50	7.18	4.35ab ^ψ	5.95ab	3.55b
Extracto de Neem	4.30	5.88	1.08c	2.60b	2.73b
<i>Beauveria bassiana</i> CR	4.70	5.45	3.40b	4.12ab	2.55b
<i>Beauveria bassiana</i> GHA	4.83	4.58	2.95b	4.33ab	3.83b
Testigo	3.40	6.18	5.70a	6.30a	6.83a
Valor P	0.3981	0.4770	0.0024	0.0482	0.0469
R ²	0.7541	0.3680	0.7930	0.4740	0.5543
CV (%)	35.78	34.15	33.12	43.24	48.32

Nota^ψ. Valores con letras distintas en la columna presentan diferencias significativas según la prueba Duncan (P≤0.05).

De acuerdo con los resultados, el extracto de Neem presentó las medias de ninfas más bajas en el día 10 luego de la primera aplicación. Su efecto sobresaliente podría haberse visto potenciado por factores asociados tanto a la calidad del producto como a las condiciones del ensayo. (Rajajaran et al., 2025) hace mención de que la concentración de metabolitos bioactivos en el extracto varía según la procedencia del material vegetal y el método de extracción, lo que podría incrementar la eficacia contra *Aphis gossypii*. Formulaciones modernas como microencapsulaciones prolongan la estabilidad del producto en la superficie foliar, permitiendo un control más sostenido de la plaga (Campos et al., 2016). Finalmente, factores ambientales como la humedad y radiación solar al momento de la aplicación también influyen en la persistencia del extracto. De manera que, al desarrollarse el estudio durante la época húmeda de la región se pudo reforzar su acción biocontroladora en condiciones de campo (Mossa, 2016).

Por otro lado, los hongos entomopatógenos evaluados (*Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea*), mostraron una reducción menor a comparación del extracto de Neem en el día 10,

pero posteriormente estos logran igualarlo. Esto puede ser explicado por (Zhang et al., 2025), donde se menciona que la infección por hongos entomopatógenos suele desarrollarse en varios días, pasando por la etapa de germinación, penetración y colonización. Por ello, la mortalidad se manifiesta de forma retardada respecto a productos de acción más inmediata.

La evaluación en laboratorio de la infectividad de los hongos entomopatógenos áfidos se muestra en el cuadro 7. Es evidente que *Beauveria bassiana* CR presentó los valores de infectividad más altos estadísticamente en comparación a *Beauveria bassiana* cepa GHA (40%) y que el tratamiento con *Isaria fumosorosea* (60%).

Cuadro 5

Porcentaje de infectividad y mortalidad evaluado en laboratorio de hongos entomopatógeno en áfidos, Universidad Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Infectividad (%)
<i>Isaria fumosorosea</i>	60.00b ^ψ
<i>Beauveria bassiana</i> CR	90.00a
<i>Beauveria bassiana</i> GHA	40.00c
Valor P	0.0199
CV (%)	19.69

Nota ^ψ. Valores con letras distintas en la columna presentan diferencias significativas según la prueba Duncan ($P \leq 0.05$).

La marcada diferencia en infectividad entre las cepas de *Beauveria bassiana* (CR vs. GHA) puede explicarse principalmente por variaciones genéticas que influyen en factores de virulencia clave, tales como la diversidad en genes codificadores de enzimas hidrolíticas (como quitinasas y proteasas) y toxinas secundarias (por ejemplo, beauvericina), que facilitan la penetración y colonización del huésped (Harris et al., 2020). En cuanto a *Isaria fumosorosea*, su infectividad intermedia del 60% posiciona a este hongo como una opción viable y complementaria en estrategias integradas de manejo de plagas.

Conclusiones

Los tratamientos con *Isaria fumosorosea* y caldo sulfocálcico demostraron una mayor efectividad en la reducción poblacional de ninfas de *Bemisia tabaci* en frijol bajo condiciones de campo.

El extracto de Neem exhibió una acción inicial rápida y efectiva contra ninfas de *Aphis gossypii* en okra, con mortalidades superiores al 77% en los primeros días post-aplicación, mientras que los hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* cepa CR mostraron un efecto retardado pero sostenido hacia el final del ensayo.

En condiciones de laboratorio, la cepa *Beauveria bassiana* CR presentó la mayor infectividad (90%) en áfidos destacando variaciones genéticas en virulencia que validan su potencial para aplicaciones precisas, aunque esto contrasta con su desempeño variable en campo.

Recomendaciones

Explorar combinaciones de tratamientos, como el uso de hongos entomopatógenos con extractos botánicos, para evaluar sinergias en el control integrado de plagas chupadoras

Realizar estudios bajo condiciones controladas (invernadero) para evaluar la eficacia de los tratamientos utilizados al no estar expuestos a condiciones ambientales desfavorables.

Evaluar la persistencia y toxicidad residual de agentes biológicos en entornos de campo a largo plazo, incorporando mediciones de impacto en insectos benéficos y rendimientos de cultivo

Referencias

- Campos, E. V. R., Oliveira, J. L. de, Pascoli, M., Lima, R. de y Fraceto, L. F. (2016). Neem Oil and Crop Protection: From Now to the Future. *Frontiers in Plant Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01494>
- Carvalho, S. S., Vendramim, J. D., Pitta, R. M. y Forim, M. R. (2012). Efficiency of neem oil nanoformulations to *Bemisia tabaci* (GENN.) Biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Semina: Ciências Agrárias*, 33(1), 193–202. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n1p193>
- Corrales, J., Rodríguez Arrieta, A., Villalobos Moya, K., Hernández Villalobos, S. y Alvarado Rodríguez, O. (2018). Evaluación de tres extractos naturales contra *Bemisia tabaci* en el cultivo del melón, Puntarenas, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 42(2). <https://doi.org/10.15517/rac.v42i2.33781>
- Dantas, T. L., Alonso Buriti, F. C. y Florentino, E. R. (2021). Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) as a Potential Functional Food Source of Mucilage and Bioactive Compounds with Technological Applications and Health Benefits. *Plants*, 10(8), 1683. <https://doi.org/10.3390/plants10081683>
- Díaz, G., López, J., Villanueva, J., Osorio, F., Colina, G. y Camacho, E. Concentración de azadiractina, efectividad insecticida y fitotoxicidad de cuatro extractos de *Azadirachta indica* A. Juss. *Agrociencia*, 44(7). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952010000700008
- Escoto, N. (2015). *Manual para el cultivo de frijol en Honduras*. Manual para el Cultivo de Frijol en Honduras (III). <https://dicta.gob.hn/files/2015,-Manual-para-el-cultivo-de-frijol-en-Honduras>
- Ferreira, A. L., Ghanim, M., Xu, Y. y Pinheiro, P. V. (2024). Interactions between Common Bean Viruses and Their Whitefly Vector. *Viruses*, 16(10), 1567. <https://doi.org/10.3390/v16101567>
- flores, A., Pucheta, M., Ramos, M., Rodríguez, S., Ramoz, G. y Juárez, D. (2013). Estudio del hongo entomopatógeno *Isaria fumosorosea* como control microbiológico de la mosquita blanca *Bemisia tabaci*. *INTERCIENCIA*, 38(7), 523-527. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33928556008>
- Harris, K., Knoll, J., Punnuri, S., Niland, E. y Ni, X. (2020). Evaluation of strains of *Beauveria bassiana* and *Isaria fumosorosea* to control sugarcane aphids on grain sorghum. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, 3(1), Artículo e20047. <https://doi.org/10.1002/agg2.20047>
- Huai, B., Wu, Y., Liang, C., Tu, P., Mei, T., Guan, A., Yao, Q., Li, J. y Chen, J. (2022). Effects of calcium on cell wall metabolism enzymes and expression of related genes associated with peel creasing in Citrus fruits. *PeerJ*, 10, e14574. <https://doi.org/10.7717/peerj.14574>
- Intagri. (2016). *Beauveria bassiana en el Control Biológico de Patógenos*. <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/beauveria-bassiana-en-el-control-biologico-de-patogenos>
- Jimenez, E. (2016). *Plagas de Cultivos*.
- Madahi, K., Sahragard, A., Hosseini, R. y Baniameri, V. (2018). Life history performance of *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) on six different host plants under microcosm condition.

Journal of Entomological Society of Iran, 151-172.
<https://doi.org/10.22117/jesi.2018.121466.1216>

- Marquez, D. (2008). Residuos químicos en alimentos de origen animal: problemas y desafíos para la inocuidad alimentaria en Colombia. *Corpoica*, 9(1), 124–135. ISSN: 0122-8706
- Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. (2010). *Uso y manejo de plaguicidas: Guías BPA*.
- Moreno, D. (2021). *Comparación de dos métodos de producción de Beauveria bassiana y su uso en campo como insecticida microbiano: Revisión de Literatura* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/da7400ed-ecac-4136-825f-ac4c8072f429/content>
- Mossa, A.-T. H. (2016). Green Pesticides: Essential Oils as Biopesticides in Insect-pest Management. *Journal of Environmental Science and Technology*, 9(5), 354–378.
<https://doi.org/10.3923/jest.2016.354.378>
- Ounis, S., Turóczy, G. y Kiss, J. (2024). Arthropod Pests, Nematodes, and Microbial Pathogens of Okra (*Abelmoschus esculentus*) and Their Management—A Review. *Agronomy*, 14(12), 2841.
<https://doi.org/10.3390/agronomy14122841>
- Rajarajan, K., Singh, S., Arunachalam, A. y Handa, A. K. (2025). Evaluation of genetic variability in neem (*Azadirachta indica*) germplasm for azadirachtin yield across peninsular and central India. *Ecological Genetics and Genomics*, 36, 100371. <https://doi.org/10.1016/j.egg.2025.100371>
- Sani, I., Ismail, S. I., Abdullah, S., Jalinas, J., Jamian, S. y Saad, N. (2020). A Review of the Biology and Control of Whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), with Special Reference to Biological Control Using Entomopathogenic Fungi. *Insects*, 11(9), 619.
<https://doi.org/10.3390/insects11090619>
- Secretaría de Agricultura y Ganadería. (2022). *Honduras mayor exportador de América de Okra fresca a USA*. SAG Honduras. <https://www.prensa.sag.gob.hn/2022/07/12/honduras-mayor-exportador-de-america-de-okra-fresca-a-usa/>
- Shannag, H. K., Al-Qudah, J. M., Makhadmeh, I. M. y Freihat, N. M. (2007). Differences in growth and yield responses to *Aphis gossypii* Glover between different okra varieties. *Plant Protection Science*, 43(3), 109–117. <https://doi.org/10.17221/2250-PPS>
- Soto, A., Pallini, A. y Venzon, M. (2013). EFICACIA DEL CALDO SULFOCÁLCICO EN EL CONTROL DE LOS ÁCAROS *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard Y *Tetranychus urticae* Koch (ACARI: TETRANYCHIDAE). *Luna Azul*(37), 63–73.
<https://www.redalyc.org/pdf/3217/321729206006.pdf>
- Tellez, A., Cruz, M., Mercado, Y. y Cuenca, A. (2009). Mecanismos de acción y respuesta en la relación de hongos entomopatógenos e insectos. *Revista Mexicana De Microbiología*, 30.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-31802009000200007
- Zhang, D., Qi, H. y Zhang, F. (2025). Parasitism by Entomopathogenic Fungi and Insect Host Defense Strategies. *Microorganisms*, 13(2), 283. <https://doi.org/10.3390/microorganisms13020283>