

Universidad Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
Evaluación de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Bals. - Criv.) e *Isaria fumosorosea* Wise para el Control de Trips (*Frankliniella occidentalis* Pergande) en los Cultivos de Sandía (*Citrullus lanatus* L.) y Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Zamorano, Honduras

Estudiante

Yohel Alejandro Rivera Saucedo

Gerardo Alexis Sosa Casco

Asesores

Rogelio Trabanino, M.Sc.

Miguel Cocom, Ing. Agrónomo

Honduras, octubre 2025

Autoridades

KEITH L. ANDREWS

Rector i.a.

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento de ciencia y Producción Agropecuaria

JULIO NAVARRO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Figuras	6
Índice de Anexos	7
Resumen	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Materiales y Métodos	13
Ubicación del Ensayo	13
Ensayo en Campo.....	13
Tratamientos Evaluados.....	13
Densidad Poblacional.....	15
Infección.....	15
Diseño Experimental	15
Ensayo II en Casa Malla.....	15
Ubicación del Ensayo	15
Material Experimental	16
Determinación de Mortalidad de Ninfas	16
Evaluación de la Infección.....	16
Variables Evaluadas	17
Mortalidad	17
Infección.....	17
Tratamientos Evaluados.....	18
Diseño Experimental	18
Análisis Estadístico	18

	4
Resultados y Discusión.....	19
Ensayo de Campo en el Cultivo de Sandía	19
Ensayo en Casa Malla.....	21
Conclusiones	24
Recomendaciones.....	25
Referencias.....	26
Anexos.....	28

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Descripción de tratamientos de <i>Beauveria bassiana</i> y químicos en cultivo de sandía en campo para el manejo integrado de <i>Frankliniella occidentalis</i> en estadio adulto, El Paraíso, Honduras.	14
Cuadro 2 Fechas de aplicación y muestreo de trips para los tratamientos químicos para el control de <i>Frankliniella occidentalis</i> en el cultivo de sandía en campo, El Paraíso, Honduras.	14
Cuadro 3 Descripción de tratamientos de hongos entomopatógenos en el cultivo de frijol en condiciones de casa malla para el control de <i>Frankliniella occidentalis</i> en estadio de ninfas y adultos, Universidad Zamorano, Honduras.	18
Cuadro 4 Promedio de adultos de <i>Frankliniella occidentalis</i> por brote de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) después de las aplicaciones de los tratamientos El Paraíso, Honduras.	20
Cuadro 5 Porcentaje de infección de adultos de <i>Frankliniella occidentalis</i> con el hongo <i>Beauveria bassiana</i> cinco días después de la tercera aplicación (Día 15) de los tratamientos, El Paraíso, Honduras.	21
Cuadro 6 Porcentaje de mortalidad de ninfas de <i>Frankliniella occidentalis</i> por planta con la aplicación de los tratamientos biológicos en el cultivo de frijol en casa malla, Universidad Zamorano, Honduras.	22
Cuadro 7 Porcentaje de infección de adultos y ninfas <i>Frankliniella occidentalis</i> con el hongo <i>Beauveria bassiana</i> e <i>Isaria fumosorosea</i> cinco días después de aplicación.	23

Índice de Figuras

Figura 1 Establecimiento del ensayo con frijol en casa malla.....	16
---	----

Índice de Anexos

Anexo A Cultivo de sandía a los 60 DDT	28
Anexo B Observación con estereoscopio de número de trips esporulados	29
Anexo C Muestreo de infección de trips.....	30
Anexo D Cálculo de concentración de los tratamientos.....	31

Resumen

Este estudio evaluó la eficacia de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea* para el control de *Frankliniella occidentalis* en sandía a campo abierto y frijol (en condiciones de casa malla). En campo se evaluaron dos concentraciones de *B. bassiana* (1.4×10^{10} y 1.8×10^9 conidias viables/g) y un tratamiento químico; en casa malla se incluyeron las mismas concentraciones de *B. bassiana*, *I. fumosorosea* (4.4×10^{10} conidias viables/g) y un testigo con agua. El ensayo de sandía se condujo bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, mientras que en frijol se aplicó un diseño completamente al azar con cinco repeticiones. Se evaluaron las variables de densidad poblacional e infección de adultos *F. occidentalis* en campo abierto y el porcentaje de mortalidad de ninfas e infección en ambos estadios para el ensayo en casa malla. En el ensayo de casa malla el tratamiento de *B. bassiana* en su concentración más alta demostró una mayor eficacia para el control de trips, reduciendo progresiva y significativamente las ninfas de trips alcanzando mortalidades acumuladas de 36.7 a 76.7% y porcentajes de infección del 91.7% en ninfas y 76.2% en adultos, superando a *I. fumosorosea*. (63.7% en ninfa y 55.7% en adulto). El estudio de campo abierto, el tratamiento *B. bassiana* (1.4×10^{10} conidias viables/g) alcanzó un 61.75% de infección en adultos, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el número de trips/brote entre los tratamientos biológicos y el control químico. Se concluye que *B. bassiana* a 1.4×10^{10} conidias viables/g posee alto potencial como agente de control biológico en sistemas protegidos, donde las condiciones microclimáticas favorecen su desarrollo y persistencia.

Palabras clave: Agroecosistema, control biológico, control químico, infección de insectos, manejo integrado de plagas.

Abstract

The present study evaluated the efficacy of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Isaria fumosorosea* for the control of *Frankliniella occidentalis* in watermelon in open field and beans (under conditions of house mesh. In the field, two concentrations of *B. bassiana* (1.4×10^{10} and 1.8×10^9 viable conidia/g) and a chemical treatment were evaluated; in each mesh, the same concentrations of *B. bassiana*, *I. fumosorosea* (4.4×10^{10} viable conidia/g) and a control with water were included. The watermelon trial was conducted under a randomized complete block design with four replications, while a completely randomized design with five replications was applied in beans. The variables of population density and mortality of adult *F. occidentalis* were evaluated in the open-field trial and the percentage of nymph mortality and infection in both stages for the home mesh trial. In the house mesh trial, the treatment of *B. bassiana* in its highest concentration demonstrated greater efficacy for the control of thrips, progressively and significantly reducing thrips nymphs, reaching cumulative mortalities of 36.7 to 76.7% and infection percentages of 91.7% in nymphs and 76.2% in adults, surpassing *I. fumosorosea*. (63.7% in nymphs and 55.7% in adults). The open-field study, the treatment *B. bassiana* (1.4×10^{10} viable conidia/g) reached 61.75% infection in adults, no statistically significant differences were observed in the number of thrips/outbreak between biological treatments and chemical control. It is concluded that *B. bassiana* at 1.4×10^{10} viable conidia/g has high potential as a biological control agent in protected systems, where microclimatic conditions favor its development and persistence.

Keywords: Agroecosystem, biological control, chemical control, insect infection, integrated pest management.

Introducción

La sandía (*Citrullus lanatus* L.) y el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) son cultivos de alto valor agrícola y comercial que han cobrado gran relevancia en mercados locales e internacionales debido a su demanda creciente y a su aporte nutricional. En muchas regiones tropicales y subtropicales, la producción de sandía y frijol representa una fuente significativa de ingresos para pequeños y medianos agricultores, sin embargo, su cultivo está expuesto a diversos problemas fitosanitarios, entre los cuales destacan las plagas insectiles. Las plagas y enfermedades pueden reducir la producción de sandía (Masika et al., 2022) y en el cultivo de frijol pueden causar una gran pérdida en la producción (Adhikari et al., 2023).

Dentro de este panorama, *Frankliniella occidentalis* figura como una de las plagas más dañinas, debido a su capacidad de succionar la savia de hojas, flores y frutos, al igual que provocar daño mecánico al raspar el follaje como el fruto y las flores generando deformaciones, manchas plateadas, caída prematura y transmisión de virus como el TSWV (*Tomato spotted wilt virus*) (Cabrera et al., 2021). Estos insectos, tienen un ciclo de vida de 9 a 13 días a temperaturas promedio de 25°C (Zhang et al., 2007), poseen una alta tasa de reproducción, múltiples generaciones por ciclo productivo y una notable capacidad para refugiarse en los órganos reproductivos de la planta, lo que complica su detección y control (Bielza, 2008).

El daño directo de trips en la etapa vegetativa puede reducir la productividad de la sandía, aunque el impacto es menor en etapas de floración y fructificación, se han reportado pérdidas de 25 a 60% de las plantas afectadas en campo, dependiendo de la presión del vector y las condiciones ambientales (Aishwarya et al., 2019). El uso intensivo de insecticidas sintéticos ha sido la práctica tradicional para su manejo, sin embargo, su aplicación frecuente ha derivado en resistencia a químicos por parte de los insectos, contaminación ambiental, desequilibrios ecológicos y riesgos para la salud humana (Puerto et al., 2014).

Frente a esta problemática, el enfoque de manejo integrado de plagas (MIP) ha impulsado el desarrollo y uso de alternativas biológicas que permitan reducir el uso de agroquímicos sin comprometer la eficiencia del control. En este sentido, los hongos entomopatógenos han emergido como herramientas prometedoras en sistemas agrícolas sostenibles. Entre ellos, destaca *Beauveria bassiana*, un hongo filamentoso que infecta insectos mediante la adhesión de esporas (conidias) a la cutícula, germinación, penetración mecánica y enzimática, y posterior colonización interna que lleva a la muerte del hospedero por acción toxínica, destrucción de órganos internos o deshidratación (Ortiz-Urquiza y Keyhani, 2013).

Beauveria bassiana ha sido ampliamente estudiado en condiciones de laboratorio por su eficacia contra diferentes estadios de desarrollo de trips, logrando mortalidades significativas tanto en larvas como en adultos, Akutse et al. (2020) reportaron mortalidades de hasta el 80 % en larvas de *Frankliniella occidentalis* y un 70 % en adultos bajo condiciones controladas de 25 °C y 65% de humedad relativa. No obstante, la eficacia de los hongos entomopatógenos puede variar considerablemente bajo condiciones de campo debido a factores ambientales como temperatura, siendo una óptima de 23 a 28 °C, humedad relativa mayor de 80%, y el tiempo de exposición solar que debe ser mínimo a la hora de aplicación (Mascarin y Jaronski, 2016).

Por otra parte, *Isaria fumosorosea* ha demostrado un mayor control de trips en condiciones de laboratorio, provocando mortalidades significativas en varios de sus estadios de desarrollo. Kumar et al. (2019) reportaron una mortalidad del 75-85% en larvas de segundo instar de trips a los 7 días posteriores a la aplicación, bajo condiciones controladas de 25 °C y una humedad relativa mayor al 90%. El modo de acción del hongo implica la adhesión de conidias a la cutícula del insecto, su germinación y la penetración directa del tegumento mediante presión mecánica y enzimas quitinolíticas, lo que conduce a la colonización interna y eventual muerte del huésped (Quesada-Moraga et al., 2020). No obstante, la eficiencia en campo de *I. fumosorosea* puede verse significativamente influenciada por factores abióticos, requiriendo una humedad relativa superior al

85% para una adecuada germinación de esporas e infección, y una temperatura entre 20 y 30 °C para su desarrollo; además, su persistencia se reduce notablemente por la exposición a la radiación ultravioleta (UV) y la aplicación de ciertos fungicidas (Ahmad, 2019).

La eficacia de los hongos entomopatógenos, como *Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea*, contra trips está sujeta a la interacción crítica entre la dosis aplicada y las condiciones ambientales. Estudios en cultivos de sandía demuestran que bajo estructuras protegidas (invernaderos o casas malla), donde las temperaturas se mantienen dentro del rango óptimo (20-30 °C) y la humedad relativa es consistentemente alta (>80-85%) (Yang et al., 2022). En contraste, a campo abierto, las fluctuaciones microclimáticas son el principal factor limitante; las temperaturas a menudo superan los 35 °C y la humedad relativa desciende por debajo del 60% durante el día, condiciones que paralizan el proceso de germinación e infección fúngica. Además, la radiación ultravioleta (UV) solar degrada rápidamente los conidios, reduciendo drásticamente su persistencia y eficacia biológica (Mascarín y Jaronski, 2016). Por lo tanto, en estos ambientes adversos se requiere el desarrollo de formulaciones robustas que incluyan protectores solares y adhesivos, junto con dosis más altas y estrategias de aplicación timing para sincronizar con condiciones ambientales favorables, con el fin de lograr un control satisfactorio (Zimmermann, 2008).

En consecuencia, el presente trabajo tuvo como objetivos:

Evaluar la eficacia de dos bioplaguicidas formuladas en polvo mojable de *Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea* para el control de *Frankliniella occidentalis* en el cultivo de sandía bajo condiciones de campo abierto y en el cultivo de frijol bajo condiciones de casa malla.

Determinar cuál de las dos concentraciones de *Beauveria bassiana* tuvo una mayor eficacia sobre la mortalidad de *Frankliniella occidentalis* en cultivos de sandía y frijol bajo diferentes condiciones de manejo.

Materiales y Métodos

Se realizaron dos ensayos, el primero en campo utilizando un cultivo de sandía y el segundo en casa malla en el cultivo de frijol.

Ubicación del Ensayo

Ensayo en Campo

El estudio de campo se estableció en la finca Comunidad, ubicada en la aldea Ojo de Agua, municipio de Yuscarán, departamento de El Paraíso, Honduras, en predios pertenecientes a la empresa SOLEADO; las coordenadas geográficas del sitio son 14.0603649° N y -86.8703338° O, a una altitud de 611 m s. n. m. La zona se encuentra a 52 km de distancia de Tegucigalpa. Las condiciones agroclimáticas generales durante el ensayo incluyeron temperaturas promedio de 25 °C, humedad relativa promedio de 75 %, y presencia ocasional de precipitaciones con una media de 7 mm en los meses de estudio. El suelo es de tipo franco-arenoso, preparado mediante un pase de subsolador, tres pases de rastra con tractor y finalmente la aplicación de bordeadora. Se estableció un sistema de riego por goteo cubierto con acolchado plástico. El experimento se desarrolló entre el 28 de febrero y el 15 de marzo.

El estudio se estableció en un cultivo de sandía con la variedad *Serpens* ya establecida en el campo, el cual tenía 55 días después del trasplante. Se marcaron 12 unidades experimentales con dimensión de 5 × 5 metros, que contenían 20 plantas de sandía por parcela.

Los muestreos para determinar la densidad poblacional de trips se iniciaron a los 55 días después de trasplantada la planta, en fase de fructificación avanzada, y se extendieron hasta la etapa de cosecha. Los muestreos se realizaron a cada 5 días. El manejo del cultivo y el control de plagas fue realizado por la empresa Soleado.

Tratamientos Evaluados

Se evaluó el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* a dos concentraciones formuladas por el laboratorio de Control Biológico de Zamorano, y un tratamiento químico que involucro una

rotación de tres insecticidas: Solaris 6 SC (pirrol, disruptor mitocondrial), Exalt 60 S (espinosinas, neurotóxico) y Kilate 10 EC (piretroides, acción rápida y efecto repelente), todos con acción por contacto e ingestión, los cuales se aplicaron uno por semana en rotación. (cuadro 1)

Cuadro 1

Descripción de tratamientos de Beauveria bassiana y químicos en cultivo de sandía en campo para el manejo integrado de Frankliniella occidentalis en estadio adulto, El Paraíso, Honduras.

Tratamiento	Producto	Concentración/cantidad por litro aplicado
T1	Beauveria bassiana (A)	1.4×10^{10} conidias viables/g (1.37 g/L)
T2	Beauveria bassiana (B)	1.8×10^9 conidias viables/g (0.80 g/L)
T3.1	Solaris 6 SC	60 g/L
T3.2	Exalt 60 S	60 g/L
T3.3	Kilate 10 EC	100 g/L

Cada ingrediente activo fue aplicado una sola vez. Las aplicaciones se realizaron con bomba motorizada marca Echo de 25 litros de capacidad, con una boquilla doble separada a 12 cm, en horas de la tarde, cuando la temperatura había disminuido, para favorecer la viabilidad del hongo y reducir el riesgo de evaporación (Inglis et al., 2001). No se aplicaron fungicidas durante el ensayo. La dosis de Beauveria bassiana utilizada para el tratamiento 1 fue de 1.4×10^{10} conidias viables/g (1.37 g/L), mientras que para el tratamiento 2 fue de 1.8×10^9 conidias viables/g (0.8 g/L), aplicadas con una relación de 300 L/ha, según la recomendación de la empresa. La aplicación se realizó cubriendo por completo la planta.

Cuadro 2

Fechas de aplicación y muestreo de trips para los tratamientos químicos para el control de Frankliniella occidentalis en el cultivo de sandía en campo, El Paraíso, Honduras.

Fecha de Muestreo	Fecha de Aplicación	Tratamientos Aplicados
28 de febrero	28 de febrero	T3.1: Solaris 6 SC (Clorfenapir 240 g/L)
5 de marzo	5 de marzo	T3.2: Exalt 60 SC (Spinetoram 60 g/L)
10 de marzo	10 de marzo	T3.3: Kilate 10 EC (Lambda-cihalotrina 100 g/L)
15 de marzo	15 de marzo	T3.1: Solaris 6 SC (Clorfenapir 240 g/L)

Variables Evaluadas

Densidad Poblacional

Se realizaron muestreos para determinar la densidad poblacional de *F. occidentalis* expresada en individuos por brote. El muestreo consistió en seleccionar aleatoriamente 5 brotes apicales por unidad experimental. Cada brote era sacudido sobre un recipiente plástico con fondo blanco de un tamaño de 21 cm de ancho y 27 cm de largo, sobre el cual se contaban los trips. Los muestreos se realizaron cada 5 días, justo antes de la aplicación de los tratamientos.

Infección

Se seleccionaron aleatoriamente 5 brotes apicales de los cuales se recolectaron 10 trips adultos de cada unidad experimental después de cada aplicación de los tratamientos, los cuales fueron colocados en platos Petri que contenían papel toalla húmedo y se colocaron en el laboratorio a una temperatura promedio de 27°C. Se dejaron bajo observación en el laboratorio de control biológico y a los cinco días se realizó el conteo de trips infectados por el hongo. Los resultados fueron expresados en porcentajes de infección y para ambas variables el estadio evaluado fue el de adultos de *F. occidentalis*.

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, para un total de 12 unidades experimentales. Cada unidad experimental con dimensión de 5 × 5 metros, contenía 20 plantas de sandía por unidad experimental. Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente en campo.

Ensayo II en Casa Malla

Ubicación del Ensayo

Este estudio se llevó a cabo para evaluar la eficacia de los hongos entomopatógeno *I. fumosorosea* y *B. bassiana* para el control de *F. occidentalis*, en condiciones semicontroladas, el estudio se estableció en casa malla de la Unidad de Control Biológico, perteneciente al departamento

de Ciencia y Producción Agropecuaria de Zamorano, las condiciones ambientales prevalentes en ellas fueron de 25°C, humedad relativa promedio de 85% durante los meses de junio a julio que se estableció el ensayo.

Material Experimental

Determinación de Mortalidad de Ninfas

La unidad experimental fue una planta de frijol, las cuales fueron sembradas en un vasito plásticos de 31 cm³ y luego introducidas dentro de un vaso transparente con un volumen de un litro y con un diámetro de 10 cm y una altura de 15 cm, con una tela tipo organza en la parte superior, para evitar la salida de los trips colocados en las plantas y el ingreso de otros insectos, como se muestra en la Figura 1. Se utilizaron un total de 20 plantas de 8 días de germinadas de la variedad D`Oro, cada planta fue inoculada con 6 ninfas de trips antes de cada aplicación. Se evaluaron cuatro tratamientos, dos concentraciones de *B. bassiana*, una concentración de *I. fumosorosea* y un control absoluto (Cuadro 3) siendo este agua. Cada tratamiento tuvo 5 repeticiones.

Figura 1

*Establecimiento del ensayo con frijol en casa malla para él, manejo integrado de ninfas de *Frankliniella occidentalis*, Universidad Zamorano, Honduras.*



Evaluación de la Infección

Para esta variable se utilizaron 20 plantas de frijol adicionales, sembradas en maceteras con dimensiones de 12 cm de diámetro y 10 cm de altura que contenían sustrato, tomando 5 plantas como

una unidad experimental, las cuales fueron inoculadas con *F. occidentalis* de ambos estadios hasta lograr su establecimiento, de manera que las plantas funcionaran como hospederos para el desarrollo de los trips, el cual tomó 4 días. Posteriormente, se procedió a aplicar los tratamientos correspondientes a las plantas inoculadas con ayuda de un atomizador de un litro, el cual se mezclaba las concentraciones a su dosis recomendada con agua. seguido a la aplicación se recolectaron ninfas y adultos de *F. occidentalis* por separado. Los especímenes fueron trasladados al laboratorio y colocados en platos Petri, manteniéndose bajo condiciones controladas a una temperatura promedio de 27 °C durante un período de 5 días. Esta actividad se realizó cuatro veces, con un intervalo de 5 días entre cada una, siendo cada aplicación una repetición. Concluido este tiempo de observación (5 días), se procedió a determinar el porcentaje de infección.

Variables Evaluadas

Mortalidad

Cinco días después de cada aplicación, se contabilizó el número de ninfas de trips presentes en cada vaso. El porcentaje de mortalidad se determinó restando el porcentaje inicial (100 %) de individuos por vaso al número de ninfas vivas. Inmediatamente después del conteo, se colocaron nuevamente 6 ninfas por planta, las cuales no habían sido sometidas a ninguna aplicación, para repetir el proceso 5 días después. Estas aplicaciones se realizaron 4 veces, con intervalos de 5 días. Las evaluaciones se realizaron antes de cada aplicación, y los resultados se expresaron en porcentaje.

Infección

Se determinó recolectando seis ninfas y seis adultos de trips de cada unidad experimental después de la aplicación de los tratamientos, se colocaron en platos Petri que contenían papel toalla húmedo y se colocaron en el laboratorio a una temperatura promedio de 27°C y cinco días después se realizó el conteo de trips infectados por los tratamientos. Esta actividad se realizó cuatro veces, con un intervalo de 5 días entre cada una, siendo cada aplicación una repetición. Los resultados fueron expresados en porcentajes.

Tratamientos Evaluados

Con el objetivo de respaldar la información de campo, se evaluaron las mismas concentraciones que el ensayo de campo (sandía) y se incluyó otro tratamiento con el hongo *Isaria fumosorosea* (Cuadro 3). El estudio se estableció en casa malla de la unidad de control biológico y los hongos entomopatógenos fueron:

Cuadro 3

Descripción de tratamientos de hongos entomopatógenos en el cultivo de frijol en condiciones de casa malla para el control de Frankliniella occidentalis en estadio de ninfas y adultos, Universidad Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Producto	Concentración y dosis
T1	<i>Beauveria bassiana</i>	1.4x10 ¹⁰ conidias viables/g (1.37 g/L)
T2	<i>Beauveria bassiana</i>	1.8x10 ⁹ conidias viables/g (0.80 g/L)
T3	<i>Isaria fumosorosea</i>	4.4x10 ¹⁰ conidias viables/g (10.5 g/L)
T4	Control	Agua

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar, con cinco repeticiones, para un total de 20 unidades experimentales para determinar el porcentaje de mortalidad y 20 unidades experimentales para el porcentaje de infección.

Análisis Estadístico

El análisis de los datos se realizó utilizando el software estadístico SAS online. Se aplicó un análisis de varianza (ANDEVA) en un diseño completamente al azar. Se realizó una separación de medias de rangos múltiples de Duncan, con un nivel de significancia del 95% ($\alpha = 0.05$).

Resultados y Discusión

Ensayo de Campo en el Cultivo de Sandía

El Cuadro 4 presenta el promedio de adultos de *F. occidentalis* encontrados por brote en el cultivo de sandía tras la aplicación de dos concentraciones de *B. bassiana* y un testigo químico. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos biológicos y tratamiento químico para el promedio de adultos por brote en ninguna de las fechas en que se realizaron las aplicaciones ($P>0.05$). La población inicial promedio previa a las aplicaciones fue de 28.3 adultos por brote, un valor que supera ampliamente el nivel crítico de 5-10 trips/brote establecido para el cultivo (Mouden et al., 2017), lo que indica una infestación por encima del nivel crítico desde el inicio del experimento. No obstante, los resultados demuestran que las concentraciones aplicadas de *B. bassiana* (1.4×10^{10} y 1.8×10^9 conidias viables/g) son capaces de mantener las poblaciones de trips.

El tratamiento con la concentración más alta de *B. bassiana* (1.4×10^{10} conidias viables/g) presentó una menor densidad poblacional en la evaluación a los 5 días después de la primera aplicación (17.65 individuos/brote), aunque la población no fue estadísticamente diferente del resto de los tratamientos. Estudios recientes han demostrado que la eficacia de *B. bassiana* contra trips está fuertemente influenciada por factores ambientales, particularmente la humedad relativa y la temperatura (Wu et al., 2014), por lo que, las condiciones de campo abierto, con fluctuaciones en estos parámetros, pueden haber limitado la capacidad infectiva del hongo.

Durante el ensayo, las aplicaciones se realizaron bajo condiciones de humedad relativa promedio del 75% (rango: 65-85%) y una temperatura promedio de 25°C (rango: 22-28°C), siendo óptimo para el desarrollo de *B. bassiana* (Mascarin y Jaronski, 2016). Estas condiciones, especialmente los picos de humedad relativa son favorables para la germinación de conidias y la infección fúngica (Wu et al., 2014), no obstante, la eficacia de *B. bassiana* pudo estar influenciada por otros factores ambientales como la radiación UV, lo que podría explicar el reducido efecto de los tratamientos de *B. bassiana* desde el inicio hacia el final del periodo de evaluación.

Asimismo, la elevada población de trips a lo largo de todo el periodo experimental sugiere que la metodología de las aplicaciones realizadas no fue del todo eficiente para reducir la población de *F. occidentalis*. La falta de una reducción sostenida en el tratamiento químico, a pesar de conocerse la efectividad de los ingredientes activos utilizados contra *F. occidentalis*, sugiere un fenómeno de rápida reinfestación desde reservorios circundantes luego de la aplicación (Tyler-Julian et al., 2018).

Sin embargo, se observó una tendencia consistente en la que la dosis alta de *Beauveria bassiana* (1.4×10^{10} conidias viables/g) mantuvo valores numéricamente más bajos de adultos de *Frankliniella occidentalis* en comparación con la dosis baja y el tratamiento químico, lo que sugiere cierta capacidad de persistencia del hongo en el cultivo, coincidiendo con lo reportado por Ain et al. (2021), quienes señalan que el efecto de *B. bassiana* suele expresarse con mayor claridad entre los 7 y 10 días posteriores a la aplicación. Los promedios de población tendieron a incrementarse de manera similar en todos los tratamientos, lo que podría atribuirse a la reinfestación desde hospederos alternos en áreas adyacentes al cultivo, tal como señalan Tyler-Julian et al. (2018), acelerando el restablecimiento de la población de trips.

Cuadro 4

Promedio de adultos de Frankliniella occidentalis por brote de sandía (Citrullus lanatus) después de las aplicaciones de los tratamientos El Paraíso, Honduras.

Tratamiento	Promedio adultos de trips/ brote Días después de la primera aplicación				
	0 ^{&}	5	10	15	20
1.4×10^{10} conidias viables/g <i>B. bassiana</i>	27.4	17.6	20.7	20.6	23.7
1.8×10^9 conidias viables/g <i>B. bassiana</i>	30.3	23.4	20.4	21.4	26.7
Químico	27.2	21.5	22.1	22.3	20.9
CV	26.37	29.8	20.7128	14.4231	16.5217
(R ²)	0.4907	0.5880	0.5071	0.6870	0.6251
P< (0.05)	0.8106	0.4555	0.8449	0.5055	0.1945

Nota. [&] Población Inicial.

En el Cuadro 5 se presentan los resultados de infección en adultos de *F. occidentalis* recolectados en campo después de la tercera aplicación (día 15), donde se observa que los adultos

recolectados presentaron un porcentaje de infección arriba del 60% en el tratamiento *B. bassiana* concentración alta 1.4×10^{10} conidias viables/g y esta infección fue numéricamente mayor que el promedio de adultos infectados con la concentración baja de *B. bassiana* 1.8×10^9 conidias viables/g (61.7%), concordando con Wu et al. (2014), quien indica que *B. bassiana* posee la capacidad de infectar y matar al trips *F. occidentalis* en un rango de 3 a 5 días. Los adultos colectados en el tratamiento químico no presentaron infección por el hongo como era de esperarse, esto indica que no hubo deriva de los tratamientos adyacentes.

Cuadro 5

Porcentaje de infección de adultos de Frankliniella occidentalis con el hongo Beauveria bassiana cinco días después de la tercera aplicación (Día 15) de los tratamientos, El Paraíso, Honduras.

Tratamiento	Infección
1.4×10^{10} conidias viables/g <i>B. bassiana</i>	61.7 a [€]
1.8×10^9 conidias viables/g <i>B. bassiana</i>	40.1 a
Químico	0.0 b
Coeficiente de variación	30.08
R ²	0.6156
P < (0.05)	0.1392

Nota. [€]Medias seguidas de letras distintas en cada columna indican diferencias entre los tratamientos (P < 0.05).

Ensayo en Casa Malla

Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas (P < 0.05) en la mortalidad de ninfas de *F. occidentalis* entre los tratamientos evaluados (cuadro 6), confirmando la eficacia de los hongos entomopatógenos en el control de esta plaga. De manera consistente, la dosis alta de *B. bassiana* (1.4×10^{10} conidias viables/g) registró los mayores porcentajes de mortalidad en todas las aplicaciones, con un incremento progresivo de 36.7 % en la primera evaluación hasta 76.7 % en la cuarta, mostrando un control superior.

El tratamiento de *B. bassiana* a la dosis alta presentó valores estadísticamente iguales a los del tratamiento *I. fumosorosea* en todas las fechas evaluadas excepto en la tercera aplicación, donde

la mortalidad por el tratamiento de *B. bassiana* a la dosis alta fue significativamente mayor (66.7 % vs. 46.7 %).

El tratamiento de *B. bassiana* a la concentración baja (1.8×10^9 conidias viables/g) mostró porcentajes de mortalidad intermedios (16.7–50 %), siendo estadísticamente igual a los de *I. fumosorosea* en todas las repeticiones de las aplicaciones excepto en la segunda, donde la mortalidad con *I. fumosorosea* fue superior. Este comportamiento sugiere que la concentración baja de *B. bassiana* genera un nivel de infección que no siempre alcanza el estándar de control óptimo, en concordancia con lo reportado por Wu et al. (2014) sobre el efecto dosis-dependiente de *B. bassiana*.

Asimismo, la baja mortalidad observada en el testigo confirma que los efectos observados se deben a la acción de los tratamientos biológicos. Además, el aumento progresivo de mortalidad en la dosis alta de *B. bassiana* sugiere un efecto acumulativo, lo que coincide con Ain et al. (2021), quienes señalan que la máxima eficacia de este hongo suele expresarse entre 7 y 10 días posteriores a la aplicación.

Cuadro 6

Porcentaje de mortalidad de ninfas de *Frankliniella occidentalis* por planta con la aplicación de los tratamientos biológicos en el cultivo de frijol en casa malla, Universidad Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Porcentaje de ninfas muertas/planta			
	Aplicación			
	1	2	3	4
1.4×10^{10} conidias viables/g <i>B. bassiana</i>	36.6 a [€]	50.0 a	66.6 a	76.6 a
1.8×10^9 conidias viables/g <i>B. bassiana</i>	16.6 b	23.3 b	36.6 b	50.0 b
4.4×10^{10} conidias viables/g <i>I. fumosorosea</i>	23.3 ab	40.0 a	46.6 b	56.6 ab
Testigo (agua)	0.0 c	0.0 c	3.3 c	3.3 c
Coefficiente de variación	14.8205	14.5542	18.6271	31.8944
R ²	0.7250	0.8540	0.8817	0.8193
P < (0.05)	0.0032	<.0001	0.0001	0.0001

Nota. [€] Medias seguidas de letras distintas en cada columna indican diferencias entre los tratamientos (P < 0.05).

Los resultados presentados en el Cuadro 7 muestran que la aplicación de *B. bassiana* en su dosis alta (1.4×10^{10} conidias viables/g), en ninfas alcanzó un 91.7 % de infección, mientras que en adultos el porcentaje fue de 76.2 %, valores estadísticamente similares en ambos estadios de *F.*

occidentalis a la concentración baja de *B. bassiana* (1.8×10^9 conidias viables/g) que registro niveles de infección de 73.7 % en ninfas y 70.7 % en adultos, sin diferencias significativas respecto a *I. fumosorosea*.

La eficacia de *B. bassiana* observada en este estudio en la concentración alta y baja coincide con lo reportado en otras investigaciones donde el hongo ha mostrado una alta virulencia contra *F. occidentalis*, tanto en condiciones de laboratorio como en campo (Ain et al., 2021; Mascarín y Jaronski, 2016). Sin embargo, el desempeño de *I. fumosorosea* fue inferior a *B. bassiana* a concentración alta, alcanzando un 63.7 % de infección en ninfas y 55.7 % en adultos, con resultados estadísticamente iguales a la dosis baja de *B. bassiana*. Esto indica que, al aplicar la dosis baja de *B. bassiana* o *I. fumosorosea*, se obtienen los mismos porcentajes de infección estadísticamente. Esta diferencia sugiere que, para programas de manejo integrado de plagas (MIP), *B. bassiana* a dosis alta debería considerarse como el tratamiento que ocasiona el % más alto de infección para ninfas y adultos, mientras que *I. fumosorosea* podría emplearse en estrategias complementarias o en rotación para evitar resistencia.

Cuadro 7

Porcentaje de infección de adultos y ninfas Frankliniella occidentalis con el hongo Beauveria bassiana e Isaria fumosorosea cinco días después de aplicación.

Tratamiento	Adultos	Ninfas
1.4×10^{10} conidias viables/g <i>B. bassiana</i>	76.2 a [€]	91.7 a
1.8×10^9 conidias viables/g <i>B. bassiana</i>	70.7 ab	73.7 ab
4.4×10^{10} conidias viables/g <i>I. fumosorosea</i>	55.7 b	63.7 b
Control (agua)	0.0 c	0.0 c
Coeficiente de Variación	22.3888	21.7233
R ²	0.9279	0.9335
P<(0.05)	<.0001	<.0001

Nota. [€]: Medias seguidas de letras distintas en cada columna indican diferencias entre los tratamientos (P < 0.05).

Conclusiones

En el cultivo de sandía a campo abierto, los tratamientos biológicos con *Beauveria bassiana* fueron iguales estadísticamente al control químico en la reducción de poblaciones de trips (*Frankliniella occidentalis*), no obstante, la concentración alta de *B. bassiana* (1.4×10^{10} conidias viables/g) mantuvo niveles poblacionales inferiores en promedio, destacando su potencial como alternativa viable bajo condiciones ambientales desafiantes.

En frijol bajo casa malla, la alta dosis de *Beauveria bassiana* (1.4×10^{10} conidias viables/g) e *Isaria fumosorosea* presentaron los mismos porcentajes de mortalidad de trips (*Frankliniella occidentalis*) estadísticamente en la mayoría de las aplicaciones, sin embargo, la eficacia de *I. fumosorosea* disminuyó en la tercera aplicación y su porcentaje de infección fue inferior a la dosis alta de *B. bassiana*.

La concentración más alta de *Beauveria bassiana* (1.4×10^{10} conidias viables/g) fue más eficaz en la mortalidad de *Frankliniella occidentalis* que la concentración de 1.8×10^9 conidias viables/g en ambos cultivos y bajo diferentes condiciones de manejo. La alta dosis logró los mayores porcentajes de infección y mortalidad en ninfas y adultos, especialmente en el cultivo de frijol en casa malla.

Recomendaciones

Realizar estudios a mayor escala y en diferentes ciclos productivos para validar la eficacia de *Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea* en condiciones de campo abierto y reducir la variabilidad observada en los resultados.

Realizar ensayos con formulaciones mejoradas con protectores UV y adherentes que aumenten la persistencia de las conidias, así como ajustar la frecuencia de aplicación para sincronizarla con los estadios más vulnerables de *F. occidentalis*.

Se recomienda realizar el ensayo en un sitio donde no existan fuentes cercanas de infestación de *F. occidentalis*. Asimismo, una vez destapado el cultivo, debe darse seguimiento con aplicaciones de *Beauveria bassiana* con el fin de evitar el incremento en los niveles poblacionales de la plaga y mantener un control eficaz hasta la cosecha.

Referencias

- Adhikari, R., Seal, D., Schaffer, B., Liburd, O. y Khan, R. (2023). Within-Plant and Within-Field Distribution Patterns of Asian Bean Thrips and Melon Thrips in Snap Bean. *Insects*, *14*(2), 175. <https://doi.org/10.3390/insects14020175>
- Ahmad, T. (2019). Pathogenicity of *Isaria Fumosorosae*, *Metarhizium Anisopliae* and *Beauveria Bassiana* Against the Pupae and Adults of *Bactrocera Cucurbitae* (Diptera: Tephritidae) Under Laboratory Conditions. *Current Investigations in Agriculture and Current Research*, *7*(3). <https://doi.org/10.32474/ciacr.2019.07.000264>
- Ain, Q., Mohsin, A. U., Naeem, M. y Shabbir, G. (2021). Effect of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, on Thrips *tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) populations in different onion cultivars. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, *31*(1). <https://doi.org/10.1186/s41938-021-00445-y>
- Aishwarya, P., G. Karthikeyan, N. Balakrishnan, J. Kennedy y D. Rajabaskar (2019). Seasonal incidence of melon thrips (*Thrips palmi* Karny) and Watermelon bud necrosis virus (WBNV) in Watermelon (*Citrullus lanatus*). *Journal of Entomology and Zoology Studies*. [https://www.semanticscholar.org/paper/Seasonal-incidence-of-melon-thrips-\(Thrips-palmi-in-Aishwarya-Karthikeyan/a4778ee123e8b46de0567b609f6cbc590205b622?utm_source=consensus](https://www.semanticscholar.org/paper/Seasonal-incidence-of-melon-thrips-(Thrips-palmi-in-Aishwarya-Karthikeyan/a4778ee123e8b46de0567b609f6cbc590205b622?utm_source=consensus)
- Akutse, K. S., Fiaboe, K. K. M., Gidoin, C., Subramanian, S. y Ekese, S. (2020). Entomopathogenic fungi as prospective biological control agents of Thrips species: An overview. *Journal of Applied Entomology.*, *144*(5), 339-357. <https://onlinelibrary.wiley.com/toc/14390418/2020/144/5>
- Bielza, P. (2008). Insecticide resistance management strategies against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Pest Management Science*, *64*(11), 1131–1138. <https://doi.org/10.1002/ps.1620>
- Cabrera, M., Torres, A. y Gómez, J. (2021). Manejo integrado de trips en cultivos hortícolas en ambientes tropicales. *Revista Colombiana De Entomología*, *47*(2), 112–121. https://www.researchgate.net/profile/Alex-Bustillo/publication/277891067_El_manejo_integrado_de_los_cultivos_en_relacion_con_el_control_de_plagas/links/5575f8dc08ae7521586c29fb/El-manejo-integrado-de-los-cultivos-en-relacion-con-el-control-de-plagas.pdf
- Inglis, G. D., Goettel, M. S., Butt, T. M. y Strasser, H. (2001). Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests. En T. M. Butt, C. Jackson y N. Magan (Eds.), *Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential* (pp. 23–69). CABI Publishing. <https://doi.org/10.1079/9780851993560.0023>
- Kumar, K. K., Sridhar, J., Murali-Baskaran, R. K., Senthil-Nathan, S., Kaushal, P., Dara, S. K. y Arthurs, S. (2019). Microbial biopesticides for insect pest management in India: Current status and future prospects. *Journal of Invertebrate Pathology*, *165*, 74–81. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2018.10.008>
- Mascarin, G. M. y Jaronski, S. T. (2016). The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, *32*(11), 177. <https://doi.org/10.1007/s11274-016-2131-3>
- Masika, F., Alicai, T., Shimelis, H., Ddamulira, G., Athman, S., Ipulet, P., Andama, M. y Tugume, A. (2022). Pumpkin and watermelon production constraints and management practices in Uganda. *CABI Agriculture and Bioscience*. [10.1186/s43170-022-00101-x](https://doi.org/10.1186/s43170-022-00101-x)

- Mouden, S., Sarmiento, K. F., Klinkhamer, P. G. y Leiss, K. A. (2017). Integrated pest management in western flower thrips: Past, present and future. *Pest Management Science*, 73(5), 813–822. <https://doi.org/10.1002/ps.4531>
- Ortiz-Urquiza, A. y Keyhani, N. O. (2013). Action on the Surface: Entomopathogenic Fungi versus the Insect Cuticle. *Insects*, 4(3), 357–374. 10.3390/insects4030357
- Puerto, E., Martínez, D. y Reyes, A. (2014). Efectos del uso indiscriminado de plaguicidas sobre enemigos naturales. *Agrociencia*. <https://www.agrociencia-colpos.mx/index.php/agrociencia/article/view/250>
- Quesada-Moraga, E., Yousef-Naef, M. y Garrido-Jurado, I. (2020). Advances in the use of entomopathogenic fungi as biopesticides in suppressing crop pests. En N. Birch y T. Glare (Eds.), *Burleigh Dodds Series in Agricultural Science. Biopesticides for sustainable agriculture* (pp. 63–98). Burleigh Dodds Science Publishing. <https://doi.org/10.19103/AS.2020.0073.05>
- Tyler-Julian, K., Funderburk, J., Srivastava, M., Olson, S. y Adkins, S. (2018). Evaluation of a Push-Pull System for the Management of Frankliniella Species (Thysanoptera: Thripidae) in Tomato. *Insects*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/insects9040187>
- Wu, S., Gao, Y., Zhang, Y., Wang, E., Xu, X. y Lei, Z. (2014). An entomopathogenic strain of Beauveria bassiana against Frankliniella occidentalis with no detrimental effect on the predatory mite Neoseiulus barkeri: Evidence from laboratory bioassay and scanning electron microscopic observation. *PLoS One*, 9(1), e84732. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084732>
- Yang, F., Wu, Y., Dong, F., Tu, J., Li, X., Dong, Y., Hu, X. y Xie, F. (2022). Current status and prospect of entomopathogenic fungi for controlling insect and mite pests in tea plantations. *Journal of Applied Entomology*, 146(9), 1041–1051. <https://doi.org/10.1111/jen.13080>
- Zhang, Z.-J., Wu, Q.-J., Li, X.-F., Zhang, Y.-J., Xu, B.-Y. y Zhu, G.-R. (2007). Life history of western flower thrips, Frankliniella occidentalis (Thysan., Thripae), on five different vegetable leaves. *Journal of Applied Entomology*, 131(5), 347–354. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2007.01186.x>
- Zimmermann, G. (2008). The entomopathogenic fungi Isaria farinosa (formerly Paecilomyces farinosus) and the Isaria fumosorosea species complex (formerly Paecilomyces fumosoroseus): biology, ecology and use in biological control. *Biocontrol Science and Technology*, 18(9), 865–901. <https://doi.org/10.1080/09583150802471812>

Anexos

Anexo A

Cultivo de sandía a los 60 DDT



Anexo B

Observación con estereoscopio de número de trips esporulados



Anexo C

Muestreo de infección de trips



Anexo D*Cálculo de concentración de los tratamientos*

- T1=410g/ha (cantidad del producto comercial recomendada)
- T2=240g/ha (cantidad del producto comercial recomendada)

- La dosis por litro de agua es:

$$T1 = \frac{410 \text{ g}}{300 \text{ L}} = 1.37 \text{ g/L}$$

$$T2 = \frac{240 \text{ g}}{300 \text{ L}} = 0.8 \text{ g/L}$$

- En 25 litros (capacidad de la bomba), se aplican:

$$T1 = 1.37 \text{ g/L} \times 25 \text{ L} = 34.25 \text{ g.r}$$

$$T2 = 0.8 \text{ g/L} \times 25 \text{ L} = 20 \text{ g.r}$$