

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria**  
**Ingeniería Agronómica**



Proyecto Especial de Graduación  
**Evaluación de la efectividad biológica de dos bioplaguicidas**  
***Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea* sobre el control de ninfas y**  
**adultos de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en el cultivo de pepino**  
**(*Cucumis sativus*)**

Estudiantes

Allison Jihad Zablah Corrales

Luis Carlos Martínez Ayala

Asesores

Rogelio Trabanino, M.Sc.

Raúl Espinal, Ph.D.

Miguel Cocom, Ing.

Honduras, agosto 2021

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA, M. SC.**

Rectora

**ANA MAIER, Ph.D**

Decano(a) Académico(a)

**ROGEL CASTILLO, M. SC.**

Director(a) nombre Departamento Académico

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO, MAE.**

Secretario General

## Contenido

Contenido.....	3
Índice de Cuadros.....	4
Índice de Anexos.....	5
Resumen .....	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos.....	11
Resultados y Discusión.....	15
Conclusiones .....	20
Recomendaciones.....	21
Referencias.....	22

### Índice de Cuadros

Cuadro 1 <i>Tratamientos evaluados para el control de adultos de F. occidentalis en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.). Zamorano 2021</i> .....	12
Cuadro 2 <i>Promedio de ninfas de F. Occidentalis por planta en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.). Zamorano 2021</i> .....	16
Cuadro 3 <i>Porcentaje de mortalidad con respecto al testigo en ninfas. Zamorano 2021</i> .....	17
Cuadro 4 <i>Promedio de adultos de F. Occidentalis por planta en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.). Zamorano 2021</i> .....	18
Cuadro 5 <i>Porcentaje de mortalidad de adultos de F. occidentalis con respecto al testigo en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.). Zamorano 2021</i> .....	19

**Índice de Anexos**

Anexo A Promedio Adultos de Trips Esporulados por Cámara húmeda .....	25
Anexo B Promedio Ninfas de Trips Esporulados por Plato Petri.....	26
Anexo C <i>Establecimiento del experimento</i> .....	27

### Resumen

En la agricultura convencional se utilizan insecticidas químicos para el control de plagas, estos dejan daños irreversibles al medio ambiente y a la salud humana por ello se buscan otras alternativas como el uso de agentes biológicos. Este estudio evaluó el efecto de las aplicaciones de *Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea* bajo tres diferentes concentraciones en adultos y ninfas de *Frankliniella occidentalis* en el cultivo de pepino. El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, 32 unidades experimentales; cada unidad experimental constó de cuatro plantas. La variable evaluada fue porcentaje de mortalidad. La eficacia biológica de los hongos entomopatógenos contra adultos de *Frankliniella occidentalis* fue mayor en los tratamientos de *B. bassiana* a concentraciones de  $3 \times 10^{11}$  y  $5 \times 10^{11}$  con mortalidades de 95.25% y 95.50% e *I. fumosorosea* a concentraciones de  $6.3 \times 10^{12}$ ,  $8 \times 10^{12}$  con 93% de mortalidad y  $2.1 \times 10^{11}$  con 95%. Para ninfas el tratamiento con el porcentaje de mortalidad superior fue *I. fumosorosea*  $8 \times 10^{12}$  con una mortalidad de 97% estadísticamente igual que los demás tratamientos a excepción de *B. bassiana*  $1 \times 10^{11}$ .

*Palabras clave:* *Beauveria bassiana*, Control biológico, hongos entomopatógenos, *Isaria fumosorosea*, porcentaje de mortalidad.

### Abstract

In conventional agriculture, chemical insecticides are used for pest control, but they cause irreversible damage to the environment and human health, so other alternatives are sought, such as the use of biological agents. This study evaluated the effect of *Beauveria bassiana* and *Isaria fumosorosea* applications under three different concentrations on adults and nymphs of *Frankliniella occidentalis* in cucumber. The experiment was conducted under a completely randomized design with eight treatments and four replications, 32 experimental units; each experimental unit consisted of four plants. The variable evaluated was percentage mortality. The biological efficacy of the entomopathogenic fungi against adults of *Frankliniella occidentalis* was higher in the treatments of *B. bassiana* at concentrations of  $3 \times 10^{11}$  and  $5 \times 10^{11}$  with mortalities of 95.25% and 95.50% and *I. fumosorosea* at concentrations of  $6.3 \times 10^{12}$ ,  $8 \times 10^{12}$  with 93% mortality and  $2.1 \times 10^{11}$  with 95%. For nymphs, the treatment with the highest mortality percentage was *I. fumosorosea*  $8 \times 10^{12}$  with a mortality of 97%, statistically equal to the other treatments except for *B. bassiana*  $1 \times 10^{11}$ .

*Keywords:* Biological control, *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea*, mortality rate, entomopathogenic fungi, entomopathogenic fungi

## Introducción

EL cultivo del pepino ocupa el cuarto lugar de hortalizas más sembradas en el mundo. En Honduras en el año 2017 se registró una exportación de 29,000 toneladas de pepino, empacadas por siete grandes empresas que dominan el mercado internacional. Las exportaciones generaron un ingreso de 5.6 millones de dólares (FHIA 2017). La plaga más importante en el cultivo del pepino es *Frankliniella occidentalis* comúnmente conocida como trips occidental de la flor. Los trips causan pérdidas de hasta un 70% de la producción de pepino, lo que conlleva a una afectación económica para los productores que se dedican a la siembra de este cultivo (Huera y Edison 2018). Estos insectos perforan los tejidos superficiales y succionan los contenidos celulares del cultivo (KOPPERT 2021). Al perforar estos tejidos causan daños directos dejando manchas de color plateado en el haz de las hojas, frutos con formación de manchas necróticas y protuberancias en el pericarpio. Los trips de manera indirecta transmiten enfermedades ya que pueden ser vectores de virus (Estay y Bruna 2002). Estos daños reducen el rendimiento y calidad del fruto por el daño cosmético que ocasionan reduciendo su valor comercial (Flores et al. 2004).

*F. occidentalis* es una especie de apariencia frágil, cuerpo alargado y se caracterizan por presentar dos pares de alas con prolongaciones finas como fleco que puede presentar diversos rangos de color y tamaño cohabitando en la misma localidad (Estay y Bruna, 2002). Son insectos hemimetábolos es decir que tienen metamorfosis incompleta, se desarrolla de ninfa directamente a adulto (Minakuchi C et al. 2011). Los huevos de *Frankliniella occidentalis* son depositados dentro del tejido foliar y eclosionan entre 2-4 días a temperaturas de invernadero (20 a 30°C), luego aparecen dos instares larvales los cuales se alimentan protegidos dentro de la flor en botón y dentro de los meristemas cerrados. Después de 1-5 días como ninfas, entran en dos etapas púpales en los cuales no se alimentan y pasan generalmente al suelo y después de 3-5 días aparecen los adultos, los cuales continúan alimentándose sobre botones, flores abiertas y follaje (Cardenas y Corredor 1989).

En la agricultura convencional se utilizan insecticidas químicos para el control de plagas, la utilización de estos trae consecuencias como el desarrollo de resistencia a los mismos y la aparición de nuevas plagas por la destrucción de sus enemigos naturales (Cineros 2010). Los productos químicos que se aplican en los sistemas agrícolas industriales no sólo han contaminado las fuentes de agua y deteriorado la fertilidad de los suelos, sino también han afectado la fauna y la salud humana (Florencia 2019). Actualmente se trabaja para reducir las aplicaciones de insecticidas químicos y promover el manejo integrado de plagas (MIP) (Carrillo et al. 2009). Los organismos más importantes para el control de trips en MIP son los hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea* (Villalobos et al. 2011). El uso de estos hongos es un método innovador para reducir el uso excesivo de plaguicidas químicos (Arnulfo Monzón 2001). Los hongos entomopatógenos no causan resistencia a la plaga debido a su modo de acción, que consta de tres fases: adhesión y germinación de la espora en la cutícula del insecto, penetración en el hemocele y desarrollo del hongo, que generalmente resulta en la muerte del insecto (Jurado et al. 2009). Asimismo estos agentes biológicos no se acumulan en la cadena alimenticia, no dejan residuos tóxicos en los productos, no afectan a los insectos benéficos, son inocuos al hombre, animales y medio ambiente (Gómez et al. 2014). Estos hongos entomopatógenos son económicamente accesibles, de fácil aplicación y su presencia en el ambiente podría ser de control exitoso, reduciendo las poblaciones de plagas y manteniéndolos bajo el umbral económico establecido (Sánchez [sin fecha]).

*Beauveria bassiana* es un hongo anamórfico de la clase Deuteromycetes que produce conidios hialinos esféricos (Guagalango 2020). Es un hongo capaz de infectar a más de 200 especies de insectos dentro de estos *F. occidentalis*, su ciclo de vida consta de dos fases: la patogénica y la saprofítica (Intagri 2016). De acuerdo con el estudio realizado por Bustillo, (2009) la aplicación de *B. bassiana* en dosis de  $2 \times 10^{13}$ , logró un control de 65% de mortalidad en poblaciones de *F. occidentalis*, prolongándose el efecto 16 días después de la aplicación en cultivo de espárrago. Guagalango en el

2020 obtuvo mortalidades entre 60-70% de adultos de *F. Occidentalis* en el cultivo de rosas con *Beauveria bassiana* usando una concentración de  $3.67 \times 10^5$  UFC/g en campo.

*Isaria fumosorosea* perteneciente a la subdivisión deuteromicotina u hongos imperfectos (Prieto, 2016). Es importante para el control de diferentes órdenes de insectos como ser: Acarí, Coleóptera, Díptera, Hemíptera y entre ellas el orden Thysanoptera al cual pertenecen los trips (Piedra et al., 2019). Según estudios realizados por Piedra et al., en el año 2019, obtuvieron porcentajes de mortalidad entre un 48-69% de adultos de *F. occidentalis* con tratamientos de *I. fumosorosea*  $1 \times 10^{12}$  en campo. Así mismo el insecticida NoFly® a base de esporas de *I. fumosorosea* tuvo eficacias superiores al 60% en ensayos oficiales realizados en pimiento de invernadero en España, tras 3 aplicaciones a 200 g/hl con un intervalo de 7 días (NoFly®, 2020).

El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia biológica de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea* para el control de adultos y ninfas de *Frankliniella occidentalis* en el cultivo de pepino y determinar la concentración óptima para el control de ambos bioplaguicidas.

## Materiales y Métodos

### Efectividad biológica de *Isaria Fumosorosea* y *Beauveria bassiana* para el Control de Adultos y Ninfas de *F. occidentalis* en Campo

#### Ubicación

El estudio se realizó entre los meses de marzo a junio del 2021 en espacio de una casa malla de la unidad de control biológico de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Francisco Morazán, 14° latitud norte y 87° longitud oeste a 800 msnm. En casa malla se registró temperaturas promedio de 33 °C con una humedad relativa de 73-87% durante el estudio.

#### Cultivo y Variedad

Se utilizaron plantas de pepino de la variedad Tropicuke, cada una de las plántulas fue trasplantada en maceteros con dimensiones de 24 cm de circunferencia y 19 cm de altura equivalente a 6,500 cm<sup>3</sup> litros. Se utilizó un sustrato orgánico compuesto de raquis de maíz y compost. Se montaron ocho jaulas elaboradas de tubo PVC con medidas de 2 m de largo × 1.10 m de alto × 0.8 m ancho y cubiertas en totalidad con tela de agribón, permitiendo que la parte frontal fuera movable para poder manipular las plantas en su interior. El objetivo de colocar las plantas dentro de las jaulas fue evitar el ingreso de insectos y contaminación cruzada entre tratamientos al momento de realizar las aplicaciones, cada tratamiento contenía cuatro unidades experimentales de cuatro plantas cada una, 16 plantas por tratamiento en total.

Para brindar un mayor soporte a las plantas de pepino se tutoraron con una estaca de madera de 70 cm de alto en cada macetero. El manejo agronómico se proporcionó de manera uniforme a cada macetero (sustrato, fertilización, riego y prevención de enfermedades). Las plantas fueron fertilizadas dos veces por semana con una dosis de 2.5 mL/litro vía foliar de Fulmic Plus (0-38-26) y una al sustrato al incorporar una ración base que proporciona 0.029 kg/ha KCL (0-0-60), 0.029 kg/ha MAP (12-61-0), 0.02 kg/ha Urea (46-0-0), 0.009 kg/ha DAP (18-46-0), todo ello en una dilución de agua con 3.84 L.

## Tratamientos

Fueron evaluados ocho tratamientos en los que se utilizó dos hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea* a tres diferentes concentraciones. Las aplicaciones fueron realizadas cubriendo toda planta. Los bioplaguicidas fueron formulados a las concentraciones a evaluar por el laboratorio de Control Biológico de Zamorano. El tratamiento químico evaluado fue Cinta negra®, cuyo ingrediente activo es Lambdacialotrina y actúa por medio de contacto e ingestión.

### Cuadro 1

*Tratamientos evaluados para el control de adultos de F. occidentalis en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.). Zamorano 2021*

Tratamiento	Producto	Concentración por hectárea	Estadio
<i>B. bassiana</i>	Bazam®	1x10 <sup>11</sup>	Adultos y ninfas
<i>B. bassiana</i>	Bazam®	3x10 <sup>11</sup>	Adultos y ninfas
<i>B. bassiana</i>	Bazam®	5x10 <sup>11</sup>	Adultos y ninfas
<i>I. fumosorosea</i>	Trabazam®	2.1x10 <sup>12</sup>	Adultos y ninfas
<i>I. fumosorosea</i>	Trabazam®	6.3x10 <sup>12</sup>	Adultos y ninfas
<i>I. fumosorosea</i>	Trabazam®	8.0x10 <sup>12</sup>	Adultos y ninfas
Lambdacialotrina	Cinta negra®	240 g/L	Adultos y ninfas
Testigo	-	0	Adultos y ninfas

### Colonia de Trips

Para poder tener una densidad poblacional uniforme de trips en el ensayo, se estableció una colonia en el laboratorio. Para esto se visitaron lotes de producción de Chile y se recolectaron flores infestadas con *F. occidentalis*. Las flores fueron colocadas en tubos plásticos para ser transportados al laboratorio. En el laboratorio se utilizaron bandejas plásticas de 28cm de largo por 17cm de ancho, las cuales se preparó con una base de trozos pequeños de foam utilizados para el empaque de verduras, sobre esta cama se colocó papel toalla para reducir la humedad dentro de la bandeja plástica. Sobre el papel toalla se colocó un fruto de Chile dulce a los cuales se les realizaron unas ranuras con una navaja para poder colocar polen como fuente de alimento. Se colocaron cincuenta trips en cada caja

y ahí se reprodujeron durante un periodo de 7 días. Los trips posteriormente fueron utilizados para infestar las plantas. Las plantas de pepino fueron podadas antes de introducirlas a las jaulas, dejando tres a cuatro hojas en cada una para poder tener un área de observación limitada y facilitar los monitoreos de la plaga pre y pos-aplicación de los tratamientos. Una vez establecida la colonia y las plantas se procedió a infestar las plantas para cada tratamiento. Se realizaron tres liberaciones de trips, infestando el pepino con cuatro a cinco trips por hoja hasta lograr establecer una población inicial deseada de 10 trips por planta.

### Aplicaciones

Se realizaron dos aplicaciones durante todo el experimento, cada siete días. Las aplicaciones se realizaron utilizando un equipo de CO<sub>2</sub> para obtener uniformidad deseada. Las aplicaciones se realizaron en horas frescas de la tarde (4:30 pm). Se añadió a la mezcla el coadyuvante Break Thru® a una dosis de 0.3ml/L.

### Variables Evaluadas: Mortalidad

Para determinar o evaluar mortalidad, se muestrearon cuatro plantas de cada unidad experimental, de cada planta se observaron dos hojas, una inferior y otra superior. El muestreo para determinar la dinámica poblacional de trips adultos y ninfas se realizó manipulando una lupa tipo casco con un aumento de 10x. Se contabilizó la cantidad de adultos y ninfas vivos por planta. El porcentaje de efectividad de cada tratamiento se calculó utilizando la fórmula Henderson-Tilton (Henderson y TILTON 1955).

$$\%M = 1 - \frac{(n \text{ testigo antes del tratamiento} \times n \text{ en tratamiento despues de aplicar})}{(n \text{ testigo después del tratamiento} \times n \text{ en tratamiento antes de aplicar})} \times 100$$

%M = Porcentaje de mortalidad  
n = población de insectos.

Se colocó un plato de plástico redondo debajo de la extensión de las hojas de la planta para coleccionar trips muertos y determinar si estos fueron colonizados por los hongos. Los trips se situaron en cámaras húmedas para su esporulación. El propósito de las cámaras húmedas fue crear condiciones

propicias para un rápido desarrollo de los hongos utilizados en el estudio, estas se hicieron en platos Petri de 10mm, conteniendo en el interior dos capas de papel toalla y bordes de algodón para mayor retención de humedad. Finalmente, para la identificación del hongo se procedió a pasar un trips de las cámaras húmedas a una lámina portaobjetos, posteriormente cubierto con una gota de azul de lactofenol y se extirpó el insecto con un alfiler para poder dispersarlo y colocar un cubreobjeto para observar la muestra mediante el uso de un microscopio.

### **Diseño Experimental**

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, 32 unidades experimentales, cada unidad experimental constó de cuatro plantas, para un total de 128 plantas en el ensayo.

### **Análisis Estadístico**

Los datos se analizaron por medio de un modelo lineal general (GLM), con separación de medias Duncan, implementando el programa estadístico SAS® “Statistical Analysis System” versión 9.4 con un nivel de significancia del 95%. Los datos de promedio de trips por planta fueron sometidos a una transformación de raíz cuadrada +10.

## Resultados y Discusión

### Efectividad Biológica de *Isaria fumosorosea* y *Beauveria bassiana* Contra Ninfas de *F. occidentalis*

Al haber realizado la primera aplicación, tres días después, el tratamiento *B. bassiana*  $1 \times 10^{11}$  y *B. bassiana*  $3 \times 10^{11}$  presentaron los mismos promedios en ninfas de *F. occidentalis* con relación al tratamiento Lambdacialotrina, mostrando diferencia unicamente con *B. bassiana*  $5 \times 10^{11}$  (Cuadro 2). Así mismo, *I. fumosorosea*  $2.1 \times 10^{12}$ , *I. fumosorosea*  $6.3 \times 10^{12}$  y *I. fumosorosea*  $8 \times 10^{12}$  fueron estadísticamente igual que el control químico. A los siete días, *B. bassiana*  $1 \times 10^{11}$  presentó un mejor control que *B. bassiana*  $5 \times 10^{11}$ , sin embargo, no fue estadísticamente diferente a los tratamientos Lambdacialotrina y *B. bassiana*  $3 \times 10^{11}$ . De igual manera, *I. fumosorosea*  $6.3 \times 10^{12}$  mostro el mismo control que el químico y no tuvo diferencia significativa con *I. fumosorosea*  $2.1 \times 10^{12}$  y  $8 \times 10^{12}$ .

Al realizar la segunda aplicación, tres días después, los tratamientos *B. bassiana*  $1 \times 10^{11}$ , *B. bassiana*  $3 \times 10^{11}$  y *B. bassiana*  $5 \times 10^{12}$  presentaron diferencia significativa con relación al control de Lambdacialotrina. Por otra parte, *I. fumosorosea*  $6.3 \times 10^{12}$  y *Isaria fumosorosea*  $8 \times 10^{12}$  tuvieron el mismo promedio de ninfas de *F. occidentalis* por planta que el control a base de Lambdacialotrina. Dichos resultados difieren a los obtenidos por Bustillo (2009), quien menciona que *B. bassiana* a una concentración de  $2 \times 10^{13}$  esporas/ha fue más eficaz que los insecticidas químicos evaluados para el control de *F. occidentalis*, esto es atribuido a que la concentración de *B. bassiana* fueron mayores a la utilizadas en este estudio.

**Cuadro 2**

Promedio de ninfas de *F. occidentalis* por planta en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.).

Zamorano 2021

Tratamientos	Muestreo inicial	1era Aplicación		2da aplicación
	AA	3DA	7DA	3DA
<i>B. bassiana</i> 1x10 <sup>11</sup>	11.37 <sup>B*</sup>	3.68 <sup>C</sup>	3.06 <sup>CD</sup>	0.91 <sup>B</sup>
<i>B. bassiana</i> 3x10 <sup>11</sup>	12.37 <sup>B</sup>	3.83 <sup>C</sup>	3.58 <sup>CB</sup>	1.18 <sup>B</sup>
<i>B. bassiana</i> 5x10 <sup>11</sup>	12.31 <sup>B</sup>	5.12 <sup>B</sup>	4.81 <sup>B</sup>	1 <sup>B</sup>
<i>I. fumosorosea</i> 2.1x10 <sup>12</sup>	10.16 <sup>B</sup>	4.06 <sup>BC</sup>	3.75 <sup>CB</sup>	0.84 <sup>BC</sup>
<i>I. fumosorosea</i> 6.3x10 <sup>12</sup>	12.68 <sup>B</sup>	3.66 <sup>C</sup>	3.16 <sup>CD</sup>	0.30 <sup>CD</sup>
<i>I. fumosorosea</i> 8x10 <sup>12</sup>	13.12 <sup>AB</sup>	3.66 <sup>C</sup>	3.66 <sup>CB</sup>	0.29 <sup>CD</sup>
Testigo	16.68 <sup>A</sup>	20.91 <sup>A</sup>	20.91 <sup>A</sup>	19.46 <sup>A</sup>
Lambdacialotrina	11.31 <sup>B</sup>	3.68 <sup>C</sup>	2.16 <sup>D</sup>	0.12 <sup>D</sup>
P	0.0364	<.0001	<.0001	<.0001
R2	0.55	0.98	0.98	0.99
CV	5.1	2.43	2.68	1.64

Nota. \*Letras distintas en una misma columna, indican diferencia significativa.

AA: Antes de aplicación.

DA: Días después de la aplicación

### Efectividad de los tratamientos en la mortalidad de ninfas de *F. occidentalis* en comparación al testigo

Quando se comparó los porcentajes de reducción de los tratamientos, se observó que *B. bassiana* 5x10<sup>11</sup> esporas/ha presentó diferencia significativa con el tratamiento químico (Cuadro 3). A los siete días después de la primera aplicación el tratamiento con Lambdacialotrina, mostro los mejores resultados, ya que presentó un mayor control de ninfas por planta a diferencia de los demás tratamientos biológicos alcanzando un 84% de mortalidad con respecto al testigo. En la segunda aplicación se logró observar que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. Es importante notar que los porcentajes de reducción de las ninfas en todos los tratamientos superaron el 90%, a excepción de *B. bassiana* 1x10<sup>11</sup> (Cuadro 3). Se puede afirmar que todos los tratamientos tienen una eficacia aceptable según Bustillo en el (2009) ya que tienen un porcentaje de mortalidad arriba de 65%. Estos resultados son similares a los encontrados por (Flores 2012) quien en su estudio alcanzó

un porcentaje de 100% a partir de la segunda aplicación con *Isaria fumosorosea* a la concentración de  $3 \times 10^{12}$  conidias/litro en ninfas de *Frankliniella párvula* en campo.

### Cuadro 3

Porcentaje de mortalidad con respecto al testigo en ninfas de *F. occidentalis*. Zamorano 2021

Tratamientos	1era Aplicación		2da Aplicación
	3DA (%)	7DA (%)	3DA (%)
<i>B. bassiana</i> $1 \times 10^{11}$	71 <sup>ab*</sup>	76 <sup>b</sup>	87
<i>B. bassiana</i> $3 \times 10^{11}$	66 <sup>ab</sup>	68 <sup>bc</sup>	91
<i>B. bassiana</i> $5 \times 10^{11}$	64 <sup>b</sup>	66 <sup>c</sup>	92
<i>I. fumosorosea</i> $2.1 \times 10^{12}$	68 <sup>ab</sup>	71 <sup>bc</sup>	92
<i>I. fumosorosea</i> $6.3 \times 10^{12}$	68 <sup>ab</sup>	72 <sup>bc</sup>	94
<i>I. fumosorosea</i> $8 \times 10^{12}$	69 <sup>ab</sup>	70 <sup>bc</sup>	97
Lambdacialotrina	72 <sup>a</sup>	84 <sup>a</sup>	99
P	<.0001	0.0001	0.1223
R2	0.87	0.79	0.48
CV	5.42	6.87	5.56

Nota. \*Letras distintas en una misma columna, indican diferencia significativa.

DA: Días después de la aplicación.

### Efectividad biológica de *Isaria fumosorosea* y *Beauveria bassiana* contra adultos de *F. occidentalis*

En el Cuadro 4 se puede observar el promedio de adultos de *F. occidentalis* para cada tratamiento en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.). A los tres y siete días de la primera aplicación, los tratamientos de *B. bassiana*  $3 \times 10^{11}$  e *I. fumosorosea*  $2.1 \times 10^{12}$ ,  $6.3 \times 10^{12}$  y  $8 \times 10^{12}$ ; presentaron estadísticamente la misma reducción de la población de adultos de *F. occidentalis* que el tratamiento químico con Lambdacialotrina. Los resultados obtenidos tres días después de la segunda aplicación, reflejan que el uso de los bioplaguicidas de *B. bassiana* e *I. fumosorosea* en todas sus concentraciones no presentaron diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ) entre ellos, pero si *B. bassiana*  $1 \times 10^{11}$  fue el único tratamiento que presentó el mayor promedio de adultos que el tratamiento con Lambdacialotrina. Estos resultados coinciden con el estudio realizado por (Toledo y Mendoza 2019), donde indican que los promedios de trips por planta no presentaron diferencia estadística siete días después de la tercera aplicación a concentraciones de  $1 \times 10^{12}$  y  $1 \times 10^{11}$  con los tratamientos *I. fumosorosea* y *Beauveria bassiana* en campo.

**Cuadro 4**

*Promedio de adultos de F. Occidentalis por planta en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.).*

*Zamorano 2021*

Tratamientos	1ra Aplicación			2da Aplicación
	AA	3DA	7DA	3DA
<i>B. bassiana</i> 1x10 <sup>11</sup>	4.58	1.83 <sup>BC</sup>	1.93 <sup>BC</sup>	0.55 <sup>B</sup>
<i>B. bassiana</i> 3x10 <sup>11</sup>	6.31	1.12 <sup>CD</sup>	1.12 <sup>CD</sup>	0.24 <sup>BC</sup>
<i>B. bassiana</i> 5x10 <sup>11</sup>	8.93	2.33 <sup>B</sup>	0.41 <sup>B</sup>	0.16 <sup>BC</sup>
<i>I. fumosorosea</i> 2.1x10 <sup>12</sup>	7.87	0.81 <sup>DE</sup>	0.81 <sup>DE</sup>	0.36 <sup>BC</sup>
<i>I. fumosorosea</i> 6.3x10 <sup>12</sup>	4.91	0 <sup>E</sup>	0 <sup>E</sup>	0.18 <sup>BC</sup>
<i>I. fumosorosea</i> 8x10 <sup>12</sup>	6.87	0.37 <sup>DE</sup>	0.37 <sup>DE</sup>	0.31 <sup>BC</sup>
Testigo	9.56	10.25 <sup>A</sup>	10.25 <sup>A</sup>	7.47 <sup>A</sup>
Lambdacialotrina	8.68	0.37 <sup>DE</sup>	0.37 <sup>DE</sup>	0 <sup>C</sup>
P	0.0569	<.0001	<.0001	<.0001
R2	0.54	0.98	0.97	0.99
CV	5.74	2.16	2.43	1.09

Nota. \*Letras distintas en una misma columna, indican diferencia significativa.

AA: Antes de aplicación.

DA: Días después de la aplicación.

#### **Porcentaje de Mortalidad de Adultos de *F. occidentalis* por Tratamiento con Respecto al Testigo**

Para determinar la eficacia de la reducción en la población de adultos se compararon los porcentajes de mortalidad en campo de *F. occidentalis* respecto al testigo. Tres días después de la primera aplicación, los tratamientos *B. bassiana* 1x10<sup>11</sup> y *B. bassiana* 5x10<sup>11</sup> presentaron porcentajes de reducción más bajos que los tratamientos *I. fumosorosea* 8x10<sup>12</sup> y el tratamiento químico Lambdacialotrina, los cuales mostraron mayor porcentaje de mortalidad, manteniéndose arriba del 80% desde el inicio. Luego al séptimo día, los porcentajes de reducción aumentaron y mantuvieron la misma tendencia de control de trips que las aplicaciones anteriores, siendo la concentración más alta de *I. Fumosorosea* a 8x10<sup>12</sup> la que reportó el porcentaje más alto de mortalidad en las poblaciones de adultos de *F. occidentalis* respecto al testigo. Sin embargo, los tratamientos no tuvieron diferencia significativa entre ellos. Finalmente, tres días después de la segunda aplicación, el tratamiento con mayor porcentaje de mortalidad fue el tratamiento químico Lambdacialotrina, alcanzando un 100%

de mortalidad. Los tratamientos *B. bassiana*  $1 \times 10^{11}$ , *I. fumosorosea*  $2.1 \times 10^{12}$  y *I. fumosorosea*  $8 \times 10^{12}$  presentaron los porcentajes de reducción más bajos.

Estos resultados coinciden con los obtenidos en el estudio de Gongora et al. (2020), donde se logró un porcentaje similar de 84% de mortalidad utilizando *Beauveria bassiana* en *M. velenzangeli* a una concentración de  $4 \times 10^{10}$  conidias/L. Los altos porcentajes de mortalidad obtenidos por los agentes biológicos pueden ser atribuidos a la viabilidad de los hongos utilizados en el estudio, (FUNICA 2006) menciona que se necesita implementar métodos de producción que además de obtener buenos rendimientos, proporcionen un producto de buena calidad. Los bioplaguicidas fueron proporcionados con altos estándares de calidad por parte del laboratorio de control biológico.

### Cuadro 5

*Porcentaje de mortalidad de adultos de F. occidentalis con respecto al testigo en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.). Zamorano 2021*

Tratamientos	1ra aplicación		2da aplicación
	3DA (%)	7DA (%)	3DA (%)
<i>B. bassiana</i> $1 \times 10^{11}$	62.25	64.25	84.50 <sup>b</sup>
<i>B. bassiana</i> $3 \times 10^{11}$	81.75	81.75	95.25 <sup>a</sup>
<i>B. bassiana</i> $5 \times 10^{11}$	64.75	65.25	95.50 <sup>a</sup>
<i>I. fumosorosea</i> $2.1 \times 10^{12}$	90.25	90.25	93.00 <sup>ab</sup>
<i>I. fumosorosea</i> $6.3 \times 10^{12}$	83.50	85.25	95.00 <sup>a</sup>
<i>I. fumosorosea</i> $8 \times 10^{12}$	96.25	96.25	93.00 <sup>ab</sup>
Lambdacialotrina	95.75	95.75	100.00 <sup>a</sup>
P	0.1602	0.1316	0.0392
R2	0.460242	0.477747	0.56713
CV	21.66768	20.35555	6.926166

Nota. \*Letras distintas en una misma columna, indican diferencia significativa.

DA: Días después de la aplicación.

### Conclusiones

La eficacia biológica de los hongos entomopatógenos contra adultos de *Frankliniella occidentalis* fue mayor en el tratamiento de *B. bassiana* a la concentración de  $5 \times 10^{11}$  con 95.50% de mortalidad. Del mismo modo, el tratamiento con *I. fumosorosea* a concentración de  $2.1 \times 10^{11}$  con una mortalidad de 95%.

La eficacia para el control de ninfas el tratamiento que presento el porcentaje de mayor mortalidad fue *I. fumosorosea*  $8 \times 10^{12}$  con una mortalidad de 97%, el cual, fue estadísticamente igual a los demás tratamientos, a excepción de *B. bassiana*  $1 \times 10^{11}$ .

Las concentraciones óptimas para el control de *F. occidentalis* son *B. bassiana*  $1 \times 10^{11}$  esporas/ha e *I. fumosorosea*  $2.1 \times 10^{12}$  esporas/ha tanto para adultos como para las ninfas, ya que a concentraciones mayores de cada hongo entomopatógeno no existieron diferencias significativas.

### **Recomendaciones**

Realizar un ensayo en condiciones de campo en épocas secas y lluviosas que nos permitan evaluar la efectividad de los hongos en diferentes condiciones ambientales.

Realizar un estudio por un periodo de tiempo prolongado e incrementar la cantidad de aplicaciones.

### Referencias

- Arnulfo Monzón. 2001. Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. Avances en el Fomento de Productos Fitosanitarios No-Sintéticos; [consultado 17/706/2021]. (63):95–103. <https://cutt.ly/YQccCaN>.
- Bustillo A. 2009. Evaluación de insecticidas químicos y biológicos para controlar *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en cultivos de espárragos. *Agronomía Colombiana*; [consultado el 5 de ago. de 2021]. 35(1):12–17. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v35n1/v35n1a03.pdf>.
- Cardenas E, Corredor D. 1989. Biología del Trips *Frankliniella occidentalis* (Pegande) (Thysanoptera: Thripidae) sobre crisantemo *Chrysanthemum morifolium* L. Bajo Condiciones de Laboratorio. *Agronomía colombiana*; [consultado el 15 de jun. de 2021]. 6(1-2):71–77. <https://cutt.ly/GQcvZlc>.
- Carrillo R, María T, Blanco, Labra, Alejandro. 2009. Potencial y Algunos de los Mecanismos de Acción de los Hongos Entomopatógenos para el Control de Insectos Plaga [Acta Universitaria] [Acta universitaria]. [sin lugar]: [sin editorial] (2). 2009; [actualizado 2009]. <https://cutt.ly/TQcv0M1>.
- Cineros F. 2010. Control de Plagas Agrícolas: El manejo integrado de plagas. Peru: [sin editorial]; [consultado el 10 de ago. de 2021]. <https://cutt.ly/xQcbnHc>.
- Estay P, Bruna A. 2002. Insectos, ácaros y enfermedades asociadas al tomate en Chile. Santiago: Impresos GCS (Colección Libros INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias; vol. 7); [consultado el 5 de ago. de 2021]. <https://cutt.ly/yQcvsmR>.
- [FHIA] Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. 2017. Informe Anual (2017-2018). San Pedro Sula: [sin editorial]; [actualizado el 15 de jun. de 2021]. <https://cutt.ly/WQcvmlh>.
- Florencia V. 2019. Capacidad biocida de hongos entomopatógenos para el control de plagas del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en la provincia de Jujuy, República Argentina [Tesis de doctorado]. Argentina: Instituto de Botánica "Dr. Carlos Spegazzini; [consultado el 18 de jun. de 2021].

- Flores C. 2012. Efecto de *isaria fumosorosea* y *lecanicillium* sobre las ninfas de *frankliniella parvula* y *chaetanaphothrips signipennis* de los cultivos bananeros del valle del Chira-Piura condiciones de laboratorio y de campo. [Tesis]. Peru: universidad nacional de Trujillo; [consultado el 5 de ago. de 2021]. <https://cutt.ly/FQcvRLc>.
- Flores E, Loaiza M, Ortiz C. 2004. Reconocimiento e identificación de trips fitófagos (Thysanoptera: Thripidae) y depredadores (Thysanoptera: Phlaeothripidae) asociados a cultivos comerciales de aguacate *persea* spp. en los departamentos de Caldas y Risaralda (Colombia). Universidad Nacional de Colombia [Tesis universitaria]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia; [consultado el 15 de jun. de 2021]. <https://cutt.ly/pQcbj9f>.
- [FUNICA] Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua. 2006. Producción y uso de hongos entomopatógenos. Nicaragua: Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua; [consultado el 5 de ago. de 2021]. <https://cutt.ly/2QcviX>.
- Gómez H, Zapata A, Torres E, Tenorio M. 2014. Manual de producción y uso de hongos entomopatógenos: MANUAL DE PRODUCCIÓN Y USO DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS. Peru: servicio nacional de sanidad agraria. <https://cutt.ly/uQcvD7E>.
- Guagalango F. 2020. Evaluación de la aplicación de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*) en rosas [tesis]. Ecuador: Universidad Central de Ecuador; [consultado el 15 de jun. de 2021]. <https://cutt.ly/kQcvzMo>.
- Henderson CF, TILTON EW. 1955. Pruebas con acaricidas contra el ácaro marrón del trigo<sup>12</sup>. Revista de entomología económica; [consultado el 10 de ago. de 2021]. 48(2):157–161. doi:10.1093/jee/48.2.157.
- Huera M, Edison A. 2018. Evaluación del control etológico de trips (*Frankliniella occidentalis*) y mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) a realizarse en la

- comunidad de Cunquer, Provincia del Carchi [tesis]. [sin lugar]: Universidad Tecnica de Babahoyo, Facultad de ciencias agropecuarias; [consultado el 16 de jun. de 2021]. <https://cutt.ly/qQcvwFk>.
- Intagri. 2016. Beauveria bassiana en el Control Biológico de Patógenos Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/beauveria-bassiana-en-el-control-biologico-de-patogenos> - Esta información es propiedad intelectual de INTAGRI S.C., Intagri se reserva el derecho de su publicación y reproducción total o parcial. México: [sin editorial]; [consultado el 17 de jun. de 2021]. <https://cutt.ly/IQcbtuQ>.
- Jurado A, Cruz M, Flores Y, Torres A, Cuenca A. 2009. Mecanismos de acción y respuesta en la relación de hongos entomopatógenos e insectos. Revista mexicana de micología; [consultado el 18 de jun. de 2021]. 30. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-31802009000200007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-31802009000200007).
- KOPPERT. 2021. Trips occidental de las flores. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 15 de jun. de 2021]. <https://cutt.ly/MQcbwDL>.
- Minakuchi C, Tanaka M, Miura K, Tanaka T. 2011. Developmental profile and hormonal regulation of the transcription factors broad and Krüppel homolog 1 in hemimetabolous thrips. Insect Biochem Mol Biol. 41(2):125–134. eng. doi:10.1016/j.ibmb.2010.11.004.
- Sánchez C. Compatibilidad del hongo entomopatógeno Isaria fumosorosea con la mariquita Thalassa montezumae para control de la escama verde del croton, Phalacrocooccus howertoni (Hemiptera: Coccidae) [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 15 de jun. de 2021]. <https://cutt.ly/EQcvhvT>.
- Toledo J, Mendoza J. 2019. El uso de agentes biológicos para el control de Frankliniella occidentalis (Pergande) en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.). Fitosanidad; [consultado el 5 de jul. de 2021]. <https://cutt.ly/IQcbxUq>.
- Villalobos K, Gonzales A, Vargas A. 2011. Evaluación de Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae en condiciones de campo para el combate de trips en el cultivo de aguacate (Persea americana

Mill) en San Pablo de León Cortés, Costa Rica. Métodos en Ecología y Sistemática; [consultado el 15 de jun. de 2021]. 6:62–70. <https://cutt.ly/GQcvMzW>.

## Anexos

### Anexo A

#### *Promedio Adultos de Trips Esporulados por Cámara húmeda*

<b>Tratamientos</b>	<b>Primera aplicación</b>	<b>2da aplicación</b>
	<b>5ddr</b>	<b>5ddr</b>
<i>B. bassiana</i> 1	1	0.5
<i>B. bassiana</i> 3	2.25	0.5
<i>B. bassiana</i> 5	2.75	2
<i>I.fumosorosea</i> 2.1	3.2	0.25
<i>I.fumosorosea</i> 6.3	2.5	0.5
<i>I.fumosorosea</i> 8	3.5	1.25
P	0.7166	0.5112
R2	0.260928	0.334746
CV	68.74308	158.4929

*Nota.* ddr: Días después de recolección de trips.

## Anexo B

### Promedio Ninfas de Trips Esporulados por Plato Petri

Tratamientos	Primera aplicación	2da aplicación
	7ddr	3ddr
<i>B. bassiana</i> 1	1.75	0.25
<i>B. bassiana</i> 3	1.5	1.75
<i>B. bassiana</i> 5	3.00	1.75
<i>I.fumoso</i> rosea2.1	1.75	2.25
<i>I.fumoso</i> rosea6.3	3.75	2.5
<i>I.fumoso</i> rosea8	3.00	1.5
P	0.0320	0.0020
R2	0.615117	0.750000
CV	45.12423	56.56854

Nota. ddr: Días después de recolección de trips.

### Anexo C

#### *Establecimiento del experimento*

