

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



Proyecto Especial de Graduación

**Evaluación de la efectividad biológica de *Beauveria bassiana* (Bals) y *Cordyceps fumosorosea* (Wise) sobre el control de ninfas y adultos de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en el cultivo de chile morrón (*Capsicum annum*)**

Estudiantes

Cesar Octavio Pérez Romero

Gerardo Andrés Reyes Bonilla

Asesores

Rogelio Trabanino, M.Sc.

Raul Espinal, Ph.D.

Miguel Cocom, Ing.

Honduras, julio 2022

## **Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA MARGARITA MAIER**

Vicepresidenta y Decana Académica

**CELIA TREJO RAMOS**

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

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 en Laboratorio .....	13
Ubicación del Ensayo en Campo .....	13
Cultivo y Variedad.....	13
Tratamientos.....	13
Aplicaciones de <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Cordyceps fumosorosea</i> en Laboratorio .....	15
Aplicaciones de <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Cordyceps fumosorosea</i> en Campo.....	15
Método de Muestreo.....	16
VARIABLES EVALUADAS .....	16
Porcentaje de Infectividad de Trips en Laboratorio .....	16
Promedio de Trips por Flor Después de Cada Aplicación .....	16
Porcentaje de Reducción con Relación al Testigo Absoluto .....	16
Diseño Experimental.....	17
Estudio en Laboratorio.....	17
Estudio en Campo .....	17
Análisis Estadístico .....	17
Resultados y Discusión.....	18
Conclusiones .....	25
Recomendaciones.....	26

Referencias..... 27

Anexos..... 30

### Índice de Cuadros

Cuadro 1 Tratamientos evaluados para el control de <i>F. occidentalis</i> en el cultivo de chile ( <i>Capsicum annuum</i> ). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 2022 .....	14
Cuadro 2 Porcentaje de infectividad en ninfas y adultos de <i>Frankliniella occidentalis</i> en laboratorio. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 2022 .....	18
Cuadro 3 Promedio de adultos de <i>Frankliniella occidentalis</i> en cada muestreo por flor después de las aplicaciones de los tratamientos en el cultivo de chile morrón ( <i>Capsicum annuum</i> ). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 2022 .....	20
Cuadro 4 Porcentaje de reducción de adultos de <i>Frankliniella occidentalis</i> con relación al testigo de cada aplicación en el cultivo de chile morrón ( <i>Capsicum annuum</i> ). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 2022.....	21
Cuadro 5 Promedio de ninfas de <i>Frankliniella occidentalis</i> en cada muestreo por flor después de las aplicaciones de los tratamientos en el cultivo de chile morrón ( <i>Capsicum annuum</i> ). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 2022 .....	23
Cuadro 6 Porcentaje de reducción de ninfas de <i>Frankliniella occidentalis</i> con relación al testigo de cada aplicación en el cultivo de chile morrón ( <i>Capsicum annuum</i> ). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 2022.....	24

### Índice de Figuras

Figura 1 Tratamientos evaluados para el control de <i>F. occidentalis</i> en el cultivo de chile ( <i>Capsicum annuum</i> ). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 2022. ....	14
--	----

### Índice de Anexos

Anexo A Identificación de tratamientos dentro del invernadero #3 .....	30
Anexo B Aplicaciones foliares .....	31
Anexo C Identificación de tubos Falcon para muestreo .....	32
Anexo D Flores colectadas en tubos Falcon tres días después de aplicación (3DDA) .....	33
Anexo E Papel filtro para conteo de trips .....	34
Anexo G Vista de trips <i>Frankliniella occidentalis</i> bajo estereoscopio.....	35

## Resumen

*Frankliniella occidentalis* es una plaga importante en el cultivo de chile debido al daño causado por el raspado de los tejidos y la transmisión de Tospovirus. En agricultura convencional se busca controlar *F. occidentalis* con insecticidas; sin embargo, los bioplaguicidas también pueden utilizarse para el control de esta plaga. El presente estudio tuvo como objetivos evaluar la efectividad de los bioplaguicidas, *Beauveria bassiana* y *Cordyceps fumosorosea* usando tres concentraciones de blastosporas para control de ninfas y adultos de *Frankliniella occidentalis* en un cultivo de chile morrón y determinar el porcentaje de infectividad de cada hongo entomopatógeno en ninfas y adultos de *F. occidentalis* en laboratorio. Se realizaron dos ensayos utilizando un diseño completamente al azar; el ensayo en laboratorio tuvo siete tratamientos y tres repeticiones y el ensayo en campo se conformó con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Se realizó un análisis de varianza y una separación de medias Duncan con un nivel de significancia  $P \leq 0.05$ . En el laboratorio los tratamientos *B. bassiana*  $3 \times 10^{12}$  y *C. fumosorosea*  $3 \times 10^{12}$  tuvieron la mayor infectividad en ninfas y adultos de *F. occidentalis* con 89% y 96% respectivamente. En el ensayo en campo el tratamiento *C. fumosorosea*  $2 \times 10^{12}$  tuvo el mayor control en adultos de *F. occidentalis*, reduciendo la población de trips en 63%, y los tratamientos Spinetoram y *C. fumosorosea*  $2 \times 10^{12}$  tuvieron mayor control en el estadio de ninfa, reduciendo la población de trips en 49% y 44% respectivamente.

**Palabras clave:** Blastosporas, control biológico, efectividad de infección, hongos entomopatógenos.

### Abstract

*Frankliniella occidentalis* is an important pest in the chili crop due to the damage caused by tissue scrapings and the transmission of Tospovirus. In conventional agriculture, *F. occidentalis* is controlled with insecticides; however, biopesticides can also be used to control this pest. The objectives of this study were to evaluate the effectiveness of the biopesticides *Beauveria bassiana* and *Cordyceps fumosorosea* using three concentrations of blastospores to control nymph and adults of *Frankliniella occidentalis* in a chili bell pepper crop and to determine the percentage of infectivity of each entomopathogenic fungus on nymph and adults of *F. occidentalis* in the laboratory. Two trials were conducted using a completely randomized design; the laboratory trial had seven treatments and three replicates, and the field trial had eight treatments and four replicates. An analysis of variance and Duncan mean separation with a significance level of  $P \leq 0.05$  was performed. In the laboratory, the treatments *B. bassiana*  $3 \times 10^{12}$  and *C. fumosorosea*  $3 \times 10^{12}$  had the highest infectivity on nymph and adults of *F. occidentalis* with 89% and 96%, respectively. In the field trial, the *C. fumosorosea*  $2 \times 10^{12}$  treatment had the greatest control on adults of *F. occidentalis*, reducing the thrips population by 63% and the Spinetoram and *C. fumosorosea*  $2 \times 10^{12}$  treatments had the greatest control on nymph stage, reducing the thrips population by 49% and 44%, respectively.

*Key words:* Biological control, blastospores, entomopathogenic fungi, infection effectiveness.

## Introducción

El chile morrón *Capsicum annuum* es una hortaliza perteneciente a la familia solanácea. Es un producto de alta demanda debido a su importancia culinaria. De acuerdo con FAO y CIRAD (2021) a nivel mundial se producen 37 millones de toneladas de chile. La magnitud de producción hace que este cultivo sea de gran relevancia por el valor que aporta a la producción agrícola de las regiones involucradas, la generación de ingresos competitivos para los productores y por la creación de empleo (SIAP 2010). Sin embargo, las plagas y enfermedades son factores que afectan su producción llegando a ocasionar pérdidas de hasta el 80% de la producción total (Guachan 2019).

El trips *Frankliniella occidentalis* es una de las plagas más importantes en el cultivo de chile (Maharijaya et al. 2011) y la especie más dañina bajo invernadero (Koppert [actualizado 2022]). *F. occidentalis*, es un insecto polífago hemimetábolo que en estado de ninfa y adulto ocasionan el daño a la planta, este daño puede ser directo, cuando se alimenta raspando y succionando la savia del tejido, provocando deformación, decoloración y aparición de manchas grises plateadas en hojas, flores y frutos (Davidson y Lyon 1992). El daño indirecto es causado por la transmisión de diferentes virus, entre ellos, los más importantes del género Tospovirus dentro del cual se destaca el virus del bronceado del tomate (TSWV). La presencia del TSWV en la planta se manifiesta con clorosis o aros necróticos, mancha en las hojas, tallos y frutos, rayas necróticas en tallos, bronceado en las hojas, marchitez, mal formación de fruto, retraso de crecimiento y reducción significativa de la producción (Agrios 2005).

En la agricultura convencional, los insecticidas son una herramienta indispensable para el control de *F. occidentalis*; sin embargo, las características de este insecto como su alta capacidad de reproducción, multivoltinismo, estilo de vida oculto y su naturaleza polífaga (Steenbergen et al. 2018) hacen difícil controlar su población. Por otro lado, el uso abusivo y repetitivo de los insecticidas ha hecho que se desarrolle resistencia a varios grupos de insecticidas como los organofosforados, carbamatos, piretroides y abamectinas (Vargas y Ubillo 2005).

Actualmente existen diferentes bioplaguicidas alternativos al uso de insecticidas, uno de los más importantes son los hongos entomopatógenos por su amplio rango de hospederos. De acuerdo con Faria y Wraight (2007) de los hongos entomopatógenos utilizados para el control de plagas, el 33.9% corresponde al uso de *Beauveria bassiana* y sólo el 5.8% a *Cordyceps fumosorosea*.

*Beauveria bassiana* y *Cordyceps fumosorosea* se reproducen de forma asexual a través de tres tipos de conidias unicelulares: conidias aéreas, conidias sumergidas y blastosporas. Las blastosporas son producidas por medio de fermentación bifásica líquido-sólido, en donde la fase líquida es la que provee el crecimiento activo de estas estructuras (Saranraj y Jayaprakash 2017). Las blastosporas se caracterizan por su rápido crecimiento y alta tasa de germinación en tiempo corto (>90% en 6 horas) (Jaronski y Mascarin 2017). En Zamorano, la fermentación líquida es utilizada para la producción comercial de blastosporas de los hongos *B. bassiana* y *C. fumosorosea*.

Las blastosporas de *B. bassiana* y *C. fumosorosea* actúan por contacto e infectan a su hospedero por tres vías: cutícula (Lei et al. 2021), boca y ano (Pucheta et al. 2006). El ciclo de desarrollo del hongo en el hospedero ocurre en tres etapas: adhesión de las esporas, penetración en el hemocele y desarrollo del hongo en el hospedero (Pucheta et al. 2006). Las blastosporas se adhieren al integumento y al germinar forman una estructura hifal llamada tubo germinativo que rompe la cutícula del insecto. En el hongo *C. fumosorosea* el tubo germinativo se diferencia en una estructura de anclaje y presión mecánica llamada apresorio. La acción mecánica del apresorio y enzimática de las proteasas, quitinasas y lipasas del tubo germinativo degradan la cutícula del insecto y permiten la entrada del hongo al hemocele (Téllez et al. 2009). El desarrollo de *B. bassiana* y *C. fumosorosea* ocurre cuando las blastosporas se replican y proliferan a través de la hemolinfa, consumiendo todos los nutrientes provocando la muerte del hospedero.

El hongo *Beauveria bassiana* ha sido identificado como endófito y patógeno en varios órdenes de insectos, entre los que destacan: Lepidóptera, Coleóptera, Díptera, Hemíptera y Thysanoptera (Zimmermann 2007), orden en que se encuentra *F. occidentalis*. *Beauveria bassiana* se desarrolla en el hospedero a temperaturas entre 30 - 40°C y humedades relativas superiores a 90% (Saranraj y

Jayaprakash 2017). La presencia del hongo puede afectar el insecto por cambios de conducta y alimentación, reducción de peso o fecundidad y mal formación (Zimmermann 2007). Durante el desarrollo en el hospedero *B. bassiana* produce toxinas como la beauvericina, esta posee propiedades insecticidas (Saranraj y Jayaprakash 2017)

El hongo *Cordyceps fumosorosea* se desarrolla en campo a temperaturas entre los 25 - 30°C. De acuerdo con Hu et al. (2021) a temperaturas altas y variadas puede inhibirse su crecimiento. Se han realizado estudios utilizando diferentes cepas de *C. fumosorosea* para el control de *Diaphorina citri* y *Bemisia tabaci* obteniendo buenos resultados; sin embargo, el hongo también puede atacar otras plagas de importancia económica como los áfidos (Weng et al. 2019) y trips (Hu et al. 2021). *Cordyceps fumosorosea* también tiene la capacidad de sintetizar compuestos tóxicos que provocan la muerte del hospedero en la fase del desarrollo hongo. Estos compuestos son beauvericina y ácido oxálico (Weng et al. 2019).

El ingrediente activo Spinetoram es resultado de la mezcla de las Spinosinas J y L, los cuales son una modificación estructural de la bacteria *Saccharopolyspora spinosa* (Torné et al. 2015). Spinetoram tiene un efecto por contacto e ingestión en insectos de los órdenes Lepidóptera, Hemíptera y Thysanoptera. De acuerdo con IRAC (2022) Spinetoram pertenece al modo de acción cinco de los insecticidas, el cual tiene un efecto alostérico sobre el receptor nicotínico de la acetilcolina (nAChR). Este modo de acción provoca contracciones musculares involuntarias, temblores, parálisis y muerte del insecto (Torné et al. 2015). Un estudio realizado por Srivastava et al. (2008) utilizando el ingrediente activo Spinetoram reportó porcentajes de control hasta de 80% en poblaciones de *Frankliniella occidentalis* en cultivo de chile morrón bajo invernadero.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la efectividad biológica de *Beauveria bassiana* y *Cordyceps fumosorosea* en tres concentraciones de blastosporas para el control de ninfas y adultos de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en el cultivo de chile morrón (*Capsicum annum*) y determinar el porcentaje de infectividad de cada bioplaguicida en ninfas y adultos de *F. occidentalis* en laboratorio.

## Materiales y Métodos

### Ubicación del Ensayo en Laboratorio

El experimento se realizó en el mes de marzo del 2022, en el Laboratorio de Control Biológico de Zamorano ubicado a 14° latitud norte y 87° longitud oeste, con una altitud de 800 msnm. Con base a datos proporcionados por la Unidad de Riego y Drenajes de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; durante el estudio se presentó una temperatura promedio de 24.5°C, humedad relativa de 67% y precipitación de 1.2 mm.

### Ubicación del Ensayo en Campo

El experimento se realizó entre los meses de marzo - abril del 2022, en el invernadero tres de zona tres de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, departamento Francisco Morazán; ubicada a 14° latitud norte y 87° longitud oeste, con una altitud de 800 msnm. La temperatura promedio registrada dentro del invernadero durante las aplicaciones fue de 31°C con una humedad relativa de 45%.

### Cultivo y Variedad

El estudio se realizó en un cultivo de chile morrón de la variedad Alliance, con tres meses de edad. Las plantas tenían una altura promedio de 1.4 m con tutoreo a doble hilera en camas de 38 x 1 m, con una distancia entre hilera de 0.5 m y entre camas de 1.5 m. Las plantas crecían en hidroponía modificada con sustrato en relación 1:1 compost - olote de maíz.

### Tratamientos

Se evaluaron seis tratamientos que involucran los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Cordyceps fumosorosea* en tres diferentes concentraciones de blastosporas, un tratamiento químico a base de Spinetoram (Exalt® 6 SC) y un testigo absoluto con agua (Cuadro 1). La ubicación de los tratamientos dentro del invernadero fue asignados al azar (Figura 1).

**Cuadro 1**

Tratamientos evaluados para el control de *F. occidentalis* en el cultivo de chile (*Capsicum annuum*).

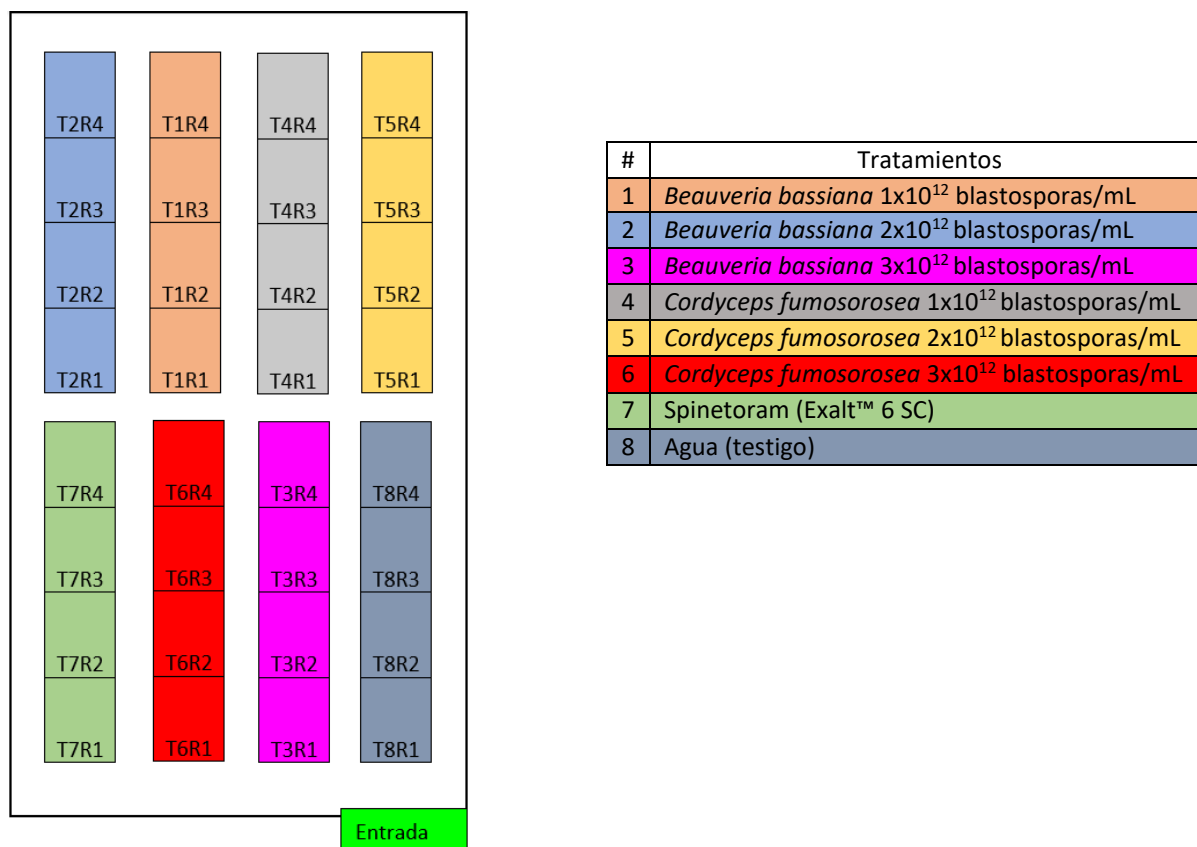
Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 2022

	Tratamientos	Producto	Concentración por hectárea	L/hectárea
1	<i>Beauveria bassiana</i>	Bazam®	1x10 <sup>12</sup> blastosporas/L	1
2	<i>Beauveria bassiana</i>	Bazam®	2x10 <sup>12</sup> blastosporas/L	2
3	<i>Beauveria bassiana</i>	Bazam®	3x10 <sup>12</sup> blastosporas/L	3
4	<i>Cordyceps fumosorosea</i>	Trabazam®	1x10 <sup>12</sup> blastosporas/L	1
5	<i>Cordyceps fumosorosea</i>	Trabazam®	2x10 <sup>12</sup> blastosporas/L	2
6	<i>Cordyceps fumosorosea</i>	Trabazam®	3x10 <sup>12</sup> blastosporas/L	3
7	Spinetoram	Exalt™ 6 SC	0.5 mL/L	0.3
8	Agua (testigo)	-	Agua	

**Figura 1**

Tratamientos evaluados para el control de *F. occidentalis* en el cultivo de chile (*Capsicum annuum*).

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 2022.



### **Aplicaciones de *Beauveria bassiana* y *Cordyceps fumosorosea* en Laboratorio**

Para esta prueba se colectaron ninfas y adultos de *F. occidentalis* de cinco flores del cultivo de chile morrón. Los trips fueron colocados en cámaras húmedas de platos petri, estas contenían dos capas de papel toalla y un algodón humedecido con agua destilada estéril para mantener la humedad. Se aplicó los hongos *Beauveria bassiana* y *Cordyceps fumosorosea* a las concentraciones  $1 \times 10^{12}$ ,  $2 \times 10^{12}$  y  $3 \times 10^{12}$  blastosporas/L con un volumen de aplicación de 2 mL/plato petri. Las cámaras húmedas se dejaron a temperatura ambiente durante 5 días.

Para la observación del crecimiento del hongo se tomaron los trips de cada cámara húmeda y se colocaron en una lámina portaobjetos, después fueron cubiertos con una gota de azul de lactofenol y un cubreobjetos. La observación se realizó con un microscopio utilizando un objetivo de 40x.

### **Aplicaciones de *Beauveria bassiana* y *Cordyceps fumosorosea* en Campo**

Se realizó un total de 7 aplicaciones con un intervalo de 3 días. Para la aspersion se utilizó una bomba motorizada marca Echo de 25 litros de capacidad, con boquilla doble separada a 12 cm. La aplicación consistió en aspersion foliar para tratar los estados adultos y larvas. El volumen de aplicación fue de 600 L/ha, esto para garantizar que las hojas y flores de la planta tuvieran cobertura completa. Se aplicó los hongos *Beauveria bassiana* y *Cordyceps fumosorosea* en tres diferentes concentraciones,  $1 \times 10^{12}$ ,  $2 \times 10^{12}$  y  $3 \times 10^{12}$  blastosporas/L, mezclando el adherente Carrier para la dispersion de gotas en el cultivo a una dosis de 0.5 mL/L. Las aplicaciones se realizaron a partir de las 4:30 pm que fueron las horas más frescas del día durante el estudio.

Las aplicaciones se iniciaron con el testigo (agua) con el propósito de evitar contaminación cruzada entre tratamientos, posteriormente se realizó la aplicación de hongos entomopatógenos a las concentraciones anteriormente mencionadas (Cuadro 1) y se finalizó con el tratamiento químico. Entre cada cambio de ingrediente activo se realizó lavado completo de la bomba y del sistema de aspersion, conformado por la manguera, lanza y boquillas.

## **Método de Muestreo**

El muestreo se realizó antes de cada aplicación tomando cinco flores al azar de cada unidad experimental en la parte media de la planta. Estas flores fueron colocadas en tubos plásticos Falcon con 20 ml de alcohol etílico al 40%. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de control biológico de Zamorano para su respectivo conteo. En el laboratorio, cada tubo se agitó manualmente y se vertió el contenido sobre un papel filtro dividido en seis cuadrantes, su contenido se dejó drenar por un minuto. Posteriormente, el papel filtro se colocó bajo el estereoscopio para contabilizar el número de adultos y ninfas de trips por flor.

## **Variables Evaluadas**

### ***Porcentaje de Infektividad de Trips en Laboratorio***

Se realizó una prueba para evaluar la efectividad de infección de los tratamientos con hongos entomopatógenos. Para determinar la infectividad, se contabilizó el número de trips por plato petri y la cantidad de estos en los que se observó crecimiento del hongo.

### ***Promedio de Trips por Flor Después de Cada Aplicación***

Se contabilizó la población de trips (*Frankliniella occidentalis*) de adultos y ninfas encontradas por flor muestreada a los tres días después de cada aplicación.

### ***Porcentaje de Reducción con Relación al Testigo Absoluto***

Se evaluó el porcentaje de reducción de adultos y ninfas de cada tratamiento en relación al testigo absoluto, utilizando la fórmula de Abbott (1925).

$$\% \text{ reducción corregido} = \left( 1 - \frac{n \text{ después del tratamiento}}{n \text{ en } T \text{ después del tratamiento}} \right) \times 100 \quad [1]$$

$n$ = Población de insectos

$T$ = Testigo

## **Diseño Experimental**

### ***Estudio en Laboratorio***

Se utilizó un Diseño completamente al Azar (DCA) con siete tratamientos y tres repeticiones para un total de 21 unidades experimentales. Cada unidad experimental consistió en cámaras húmedas conteniendo platos petri.

### ***Estudio en Campo***

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con ocho tratamientos y cuatro repeticiones para un total de 32 unidades experimentales. Cada unidad experimental contenía 50 plantas conformada por dobles hileras de plantas de 9.5 metros de largo x 1 metros de ancho para un área de 9.5 metros cuadrados.

### ***Análisis Estadístico***

Los datos se analizaron usando un modelo lineal general (GLM), se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para evaluar la significancia del modelo y una separación de medias DUNCAN con un nivel de significancia del 95%. Utilizando el programa estadístico "Statistical Analysis System" (SAS® versión 9.4).

## Resultados y Discusión

El porcentaje de infectividad de los hongos entomopatógenos sobre *Frankliniella occidentalis* realizado en laboratorio, muestra que *Beauveria bassiana* tuvo un rango de infección de 62-89%. El tratamiento *B. bassiana*  $3 \times 10^{12}$  tuvo el mayor porcentaje de infectividad entre los otros tratamientos de *B. bassiana* con 89% de infectividad; sin embargo, no es diferente estadísticamente al tratamiento *Cordyceps fumosorosea*  $3 \times 10^{12}$  el cual obtuvo un porcentaje de infectividad de 96%. El hongo *C. fumosorosea* tuvo un rango de infectividad superior a *B. bassiana*, este va del 67-96%. La variación en los porcentajes de infectividad es atribuida a las concentraciones de los tratamientos (Cuadro 2).

### Cuadro 2

*Porcentaje de infectividad en ninfas y adultos de Frankliniella occidentalis en laboratorio. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 2022*

Trt	Tratamientos	Infectividad
1	<i>Beauveria bassiana</i> $1 \times 10^{12}$	62 d *
2	<i>Beauveria bassiana</i> $2 \times 10^{12}$	70 cd
3	<i>Beauveria bassiana</i> $3 \times 10^{12}$	89 ab
4	<i>Cordyceps fumosorosea</i> $1 \times 10^{12}$	67 d
5	<i>Cordyceps fumosorosea</i> $2 \times 10^{12}$	80 bc
6	<i>Cordyceps fumosorosea</i> $3 \times 10^{12}$	96 a
7	Testigo (Agua)	0 e
	Probabilidad	<.0001
	R <sup>2</sup>	0.97
	Coeficiente de Variación	8.51

Nota. \*Medias con diferente letra en cada columna son estadísticamente diferentes (P<0.05) con la prueba Duncan

En el Cuadro 3, se muestran los resultados del promedio de adultos de *Frankliniella occidentalis* por flor después de las aplicaciones de los tratamientos. El muestreo inicial de *F. occidentalis*, para adultos mostró diferencias significativas entre los tratamientos, indicando la distribución desuniforme de trips en el invernadero. La evaluación al día tres después de la primera aplicación no presentó diferencias significativas en el promedio de adultos de *F. occidentalis* en las flores; sin embargo, se observa una reducción del promedio de adultos en todos los tratamientos, a excepción del testigo el cual incrementó 26% con relación al conteo inicial (Cuadro 2). Esta reducción

se observa hasta la tercera aplicación, en la cual, el tratamiento *C. fumosorosea*  $2 \times 10^{12}$  tuvo el promedio más bajo con 1.6 adultos por flor, sin ser diferente estadísticamente que *C. fumosorosea*  $1 \times 10^{12}$ ,  $3 \times 10^{12}$  y el tratamiento *B. bassiana*  $2 \times 10^{12}$ . El tratamiento Spinetoram presentó la misma población estadísticamente que el tratamiento testigo, indicando un control deficiente en adultos de *F. occidentalis*; no obstante, los tratamientos biológicos tuvieron un control superior en comparación con el testigo. El efecto de los tratamientos biológicos sobre adultos de *F. occidentalis* puede ser atribuido a la alta virulencia de los hongos entomopatógenos y la capacidad de diseminarse entre la población de plagas.

A partir de la cuarta aplicación los promedios de adultos de *F. occidentalis* incrementaron, probablemente por la migración de trips desde plantas hospederas fuera del invernadero hacia el interior o posiblemente por el incremento de adultos provenientes de nuevas eclosiones en el invernadero en donde el control no fue eficiente. Los tratamientos de *C. fumosorosea* a las concentraciones de  $1 \times 10^{12}$  y  $2 \times 10^{12}$  y el tratamiento de *B. bassiana* a la concentración de  $2 \times 10^{12}$  presentaron los promedios más bajos de trips significativamente con 2.1, 1.2 y 3.0 adultos por flor respectivamente. Los tratamientos *B. bassiana* a las concentraciones de  $1 \times 10^{12}$ ,  $2 \times 10^{12}$  y  $3 \times 10^{12}$  junto con el tratamiento *C. fumosorosea* a la concentración de  $3 \times 10^{12}$  y el tratamiento Spinetoram presentaron las mismas poblaciones estadísticamente.

De la quinta hasta la séptima aplicación los promedios de adultos incrementaron en todos los tratamientos, probablemente por el aumento significativo de adultos en el testigo, el cual alcanzó promedios de 11.1 y 9.4 adultos en la sexta y séptima aplicación respectivamente, siendo este un foco de infestación dentro del invernadero. En la sexta aplicación, *C. fumosorosea* a la concentración de  $2 \times 10^{12}$  continuó presentando el promedio más bajo de trips con 1.5 adultos por flor, este fue igual estadísticamente con *B. bassiana* a la concentración de  $3 \times 10^{12}$  que tuvo en promedio 4.4 adultos. En la séptima aplicación, el tratamiento de *C. fumosorosea* a la concentración de  $2 \times 10^{12}$  y Spinetoram no presentaron diferencias significativas; sin embargo, en relación con el promedio de trips durante todo

el estudio, *C. fumosorosea* a la concentración de  $2 \times 10^{12}$  fue el tratamiento que mantuvo las poblaciones de trips más bajas, reportando con diferencias estadísticas 2.3 adultos por flor.

### Cuadro 3

*Promedio de adultos de Frankliniella occidentalis en cada muestreo por flor después de las aplicaciones de los tratamientos en el cultivo de chile morrón (Capsicum annum). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 2022*

Tratamientos	Muestréos correspondientes a cada aplicación								
	0	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{X}$
<i>Beauveria bassiana</i> $1 \times 10^{12}$	5.8 abc	4.7 ns	3.4 abc	2.5 b	4.0 b	5.6 abc	6.2 cd	8.3 bc	4.9 c
<i>Beauveria bassiana</i> $2 \times 10^{12}$	4.2 bc	3.5	2.6 bc	1.9 bc	3.0 bc	4.8 bc	8.5 abc	6.5 c	4.3 c
<i>Beauveria bassiana</i> $3 \times 10^{12}$	5.3 abc	4.4	3.2 abc	2.6 b	3.3 b	3.7 cd	4.4 de	9.6 ab	4.4 c
<i>Cordyceps fumosorosea</i> $1 \times 10^{12}$	7.5 a	3.8	3.4 abc	2.3 bc	2.1 cd	4.9 bc	10.4 ab	7.2 bc	4.8 c
<i>Cordyceps fumosorosea</i> $2 \times 10^{12}$	3.6 c*	4.2	2.1 c	1.6 c	1.2 d	1.8 d	1.5 e	3.6 d	2.3 d
<i>Cordyceps fumosorosea</i> $3 \times 10^{12}$	6.5 ab	5.5	3.9 ab	2.5 bc	3.6 b	6.9 ab	7.6 bcd	11.3a	5.9 b
Spinetoram	6.5 ab	3.4	2.6 bc	2.7 ab	3.4 b	4.8 bc	6.2 cd	5.5 cd	4.0 c
Agua	4.3 bc	5.8	4.5 a	3.5 a	5.4 a	8.0 a	11.1 a	9.4 ab	6.8 a
Probabilidad	0.0383	0.165 8	0.0497	0.0162	<.0001	0.0106	0.0001	0.0004	<.0001
R <sup>2</sup>	0.54	0.44	0.53	0.59	0.78	0.61	0.76	0.73	0.86
Coefficiente de Variación	26.92	27.55	27.75	24.40	24.38	34.58	30.33	23.25	13.05

Nota. \*Medias con diferente letra en cada columna son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ) con la prueba Duncan

NS: No significativo

Para determinar la eficiencia en la reducción de la población de adultos (Cuadro 4) se corrió una prueba sencilla determinando el porcentaje de reducción que tuvo cada tratamiento con relación al testigo. Se observó que desde la primera hasta la tercera aplicación los tratamientos de *B. bassiana* y *C. fumosorosea* en adultos de *Frankliniella occidentalis*, no presentaron diferencias significativas. En el muestreo después de la quinta aplicación se puede observar que *C. fumosorosea*  $2 \times 10^{12}$  y *B. bassiana*  $3 \times 10^{12}$  fueron los tratamientos con mayor porcentaje de reducción con relación al testigo, esta reducción en la población de adultos entre ambos tratamientos fue igual y no se observó diferencia significativa entre el resto de los tratamientos al compararlos contra el testigo. El porcentaje

de reducción de adultos de trips fue superior para el tratamiento de *C. fumosorosea*  $2 \times 10^{12}$  y *B. bassiana*  $3 \times 10^{12}$ , estos redujeron las poblaciones en 76.8% y 52.4% respectivamente.

En la sexta aplicación el tratamiento de *C. fumosorosea*  $2 \times 10^{12}$  tuvo el mayor porcentaje de reducción de adultos con relación al testigo con 86.6% y fue significativamente mayor que todos los tratamientos incluyendo el tratamiento Spinetoram. En la séptima aplicación el tratamiento *C. fumosorosea*  $2 \times 10^{12}$  continuó presentando el mayor porcentaje de reducción de adultos con 58.6%, este fue diferente estadísticamente a todos los tratamientos.

Al final del estudio, el tratamiento de *C. fumosorosea* a la concentración de  $2 \times 10^{12}$  presento el mayor porcentaje de reducción de adultos por flor en comparación al testigo, con 62.6% de control. Este resultado concuerda con la evaluación realizada por Fernández y Lara (2014), los cuales utilizaron el producto comercial NOFLY WP a base de la cepa FE9901 de *Paecilomyces fumosorosea* para controlar *F. occidentalis* en cultivo de chile bajo invernadero, obteniendo al final de su estudio el 68% de control en adultos. Los tratamientos de *B. bassiana* a las concentraciones de  $1 \times 10^{12}$ ,  $2 \times 10^{12}$ , y  $3 \times 10^{12}$  junto con *C. fumosorosea* a la concentración de  $1 \times 10^{12}$  obtuvieron el mismo porcentaje promedio que el tratamiento químico Spinetoram, no presentaron diferencias estadísticas al final del estudio.

#### Cuadro 4

*Porcentaje de reducción de adultos de Frankliniella occidentalis con relación al testigo de cada aplicación en el cultivo de chile morrón (Capsicum annuum). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 2022.*

Tratamientos	Porcentajes de reducción con relación al testigo de cada aplicación							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{X}$
<i>Beauveria bassiana</i> $1 \times 10^{12}$	20.9 ns	24.7 ns	26.6 ns	27.8 c*	28.3 b	42.7 bc	15.6 cd	26.7 bc
<i>Beauveria bassiana</i> $2 \times 10^{12}$	38.5	41.2	45.9	45.1 bc	37.3 b	24.0 cd	27.8 bc	37.1 b
<i>Beauveria bassiana</i> $3 \times 10^{12}$	31.6	30.1	26.1	38.7 c	52.4 ab	61.5 b	12.4 cd	36.1 b
<i>Cordyceps fumosorosea</i> $1 \times 10^{12}$	33.5	25.9	36.4	62.0 ab	40.4 b	15.5 d	23.0 bcd	33.8 b
<i>Cordyceps fumosorosea</i> $2 \times 10^{12}$	29.2	54.5	54.7	77.7 a	76.8 a	86.6 a	58.6 a	62.6 a
<i>Cordyceps fumosorosea</i> $3 \times 10^{12}$	9.0	12.7	30.2	33.4 c	22.1 b	28.6 cd	3.0 d	19.9 c
Spinetoram	40.7	42.6	23.7	37.1 c	35.9 b	43.8 bc	37.0 b	37.2 b
Probabilidad	0.06	0.1111	0.2497	0.0016	0.0144	0.0002	<.0001	<.0001
R <sup>2</sup>	0.54	0.49	0.42	0.72	0.62	0.78	0.82	0.83

Tratamientos	Porcentajes de reducción con relación al testigo de cada aplicación							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$
Coefficiente de Variación	61.89	59.53	50.65	31.87	47.09	37.64	49.16	21.69

Nota. \*Medias con diferente letra en cada columna son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ) con la prueba Duncan

NS: No significativo

En el Cuadro 5, se observan los resultados del promedio de ninfas de *Frankliniella occidentalis* por flor después de la aplicación de los tratamientos. Los promedios de ninfas en el muestreo inicial mostraron uniformidad al establecer el experimento. En el muestreo realizado tres días después de la primera aplicación se observa que el tratamiento de *C. fumosorosea*  $3 \times 10^{12}$  presentó el promedio de trips más bajo con 2.5 ninfas por flor, sin embargo, no fue diferente significativamente a los tratamientos de *Beauveria bassiana*  $1 \times 10^{12}$ ,  $3 \times 10^{12}$ , *Cordyceps fumosorosea*  $2 \times 10^{12}$  y el tratamiento químico Spinetoram. En la tercera y cuarta aplicación no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos.

En la quinta aplicación se observó un aumento de los promedios de ninfas de *F. occidentalis*, probablemente por la eclosión de ninfas provenientes de trips adultos que migraron al interior del invernadero desde una barrera viva de nacedero (*Trichanthera gigantea*) en la cual se encontró trips. A pesar de esto, se observó que el tratamiento Spinetoram tuvo el mejor control presentando el promedio más bajo de trips, con 4.6 ninfas por flor; no obstante, este no fue diferente estadísticamente a los tratamientos *B. bassiana*  $1 \times 10^{12}$ ,  $2 \times 10^{12}$ , *C. fumosorosea*  $2 \times 10^{12}$  y  $3 \times 10^{12}$ .

En el promedio poblacional después de las siete aplicaciones se observó que los tratamientos *B. bassiana*  $1 \times 10^{12}$ ,  $2 \times 10^{12}$ ,  $3 \times 10^{12}$  y *Cordyceps fumosorosea*  $1 \times 10^{12}$ ,  $3 \times 10^{12}$  presentaron promedios de ninfas significativamente menores que el tratamiento testigo; sin embargo, los tratamientos de *Cordyceps fumosorosea*  $2 \times 10^{12}$  y el tratamiento químico Spinetoram tuvieron los promedios más bajos de ninfas durante todo el estudio, reportando 5.1 y 4.6 ninfas por flor respectivamente, sin reportar diferencias estadísticas entre ellos. Esto indica que el tratamiento biológico *C. fumosorosea*  $2 \times 10^{12}$  tiene la misma capacidad de reducir las ninfas que el tratamiento químico Spinetoram.

**Cuadro 5**

*Promedio de ninfas de Frankliniella occidentalis en cada muestreo por flor después de las aplicaciones de los tratamientos en el cultivo de chile morrón (Capsicum annuum). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 2022*

Tratamientos	Muestreos correspondientes a cada aplicación								
	0	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{X}$
<i>Beauveria bassiana</i> 1x10 <sup>12</sup>	3.0 ns	6.4 ns	2.8 dc	6.4 ns	6.8 ns	7.7 bc	13.5 ns	14.7 ns	8.3 ab
<i>Beauveria bassiana</i> 2x10 <sup>12</sup>	5.7	6.8	7.2 a*	5.4	5.6	7.9 bc	11.9	9.0	7.7 b
<i>Beauveria bassiana</i> 3x10 <sup>12</sup>	5.4	8.9	3.7 abcd	4.9	8.4	11.0 ab	6.9	13.4	8.1 b
<i>Cordyceps fumosorosea</i> 1x10 <sup>12</sup>	4.4	7.6	6.5 abc	4.4	4.4	9.4 ab	19.9	11.6	9.1 ab
<i>Cordyceps. fumosorosea</i> 2x10 <sup>12</sup>	5.9	7.3	4.3 abcd	4.6	3.5	5.1 c	5.8	5.0	5.1 c
<i>Cordyceps fumosorosea</i> 3x10 <sup>12</sup>	6.0	4.3	2.5 d	7.3	6.8	8.1 bc	15.2	10.2	7.7 b
Spinetoram	6.2	5.3	3.2 bcd	2.5	3.1	4.6 c	5.2	8.0	4.6 c
Agua	6.2	9.7	6.6 ab	5.9	7.5	12.1 a	16.7	13.5	10.4 a
Probabilidad	0.083	0.133	0.0477	0.568	0.101	0.0022	0.1037	0.0859	0.000
	5	2		8	5				3
R <sup>2</sup>	0.49	0.46	0.53	0.29	0.48	0.67	0.47	0.49	0.74
Coeficiente de Variación	29.78	42.21	49.25	51.93	41.71	28.27	60.75	45.81	17.82

Nota: \*Medias con diferente letra en cada columna son estadísticamente diferentes (P<0.05) con la prueba Duncan

NS: No significativo

En el Cuadro 6 se muestran los porcentajes de reducción de ninfas de *F. occidentalis* por flor de cada tratamiento en comparación con el testigo absoluto. Después de la primera aplicación, el tratamiento de *Cordyceps fumosorosea* 3x10<sup>12</sup> presentó el porcentaje de reducción de ninfas más alto, reportando un control de 47%; sin embargo, no fue diferente estadísticamente al resto de tratamientos a excepción de *B. bassiana* 3x10<sup>12</sup>.

En la tercera aplicación los tratamientos de Spinetoram, *C. fumosorosea* 2x10<sup>12</sup> y *B. bassiana* 3x10<sup>12</sup> tuvieron el mismo control. A partir de la cuarta aplicación se observó que los tratamientos *C. fumosorosea* 2x10<sup>12</sup> y Spinetoram tuvieron los porcentajes de reducción de ninfas más altos significativamente. En la quinta aplicación el tratamiento Spinetoram presentó el mayor porcentaje

de reducción de ninfas con 58.2% sin ser diferente estadísticamente con *C. fumosorosea*  $2 \times 10^{12}$ ,  $3 \times 10^{12}$  y los tratamientos de *B. bassiana*  $1 \times 10^{12}$  y  $2 \times 10^{12}$ .

En la sexta aplicación el tratamiento Spinetoram presentó una disminución en el porcentaje de reducción respecto a la aplicación anterior, sin embargo, su porcentaje de control es alto e igual significativamente con los tratamientos biológicos *C. fumosorosea*  $2 \times 10^{12}$  y *B. bassiana*  $3 \times 10^{12}$ .

El tratamiento Spinetoram y *Cordyceps fumosorosea* de  $2 \times 10^{12}$  mostraron mejor control sobre ninfas de *F. occidentalis* puesto que redujeron la población de ninfas en 48.9% y 44.2% al final de las siete aplicaciones. El porcentaje de control de Spinetoram difiere con el estudio realizado por Srivastava et al. (2014) los cuales evaluaron dicho insecticida para el control de *F. occidentalis* y obtuvieron el 92% de control en ninfas, sin embargo ellos utilizaron una dosis superior a la utilizada en este estudio. En relación con el resultado de *Cordyceps fumosorosea*, este difiere con la investigación de Fernández y Lara (2014) los cuales utilizaron el producto comercial NOFLY WP con la cepa FE9901 de *Paecilomyces fumosorosea* a una dosis de 100 g/hL y obtuvieron una reducción del 69% de ninfas de *Frankliniella occidentalis* en un cultivo de chile bajo invernadero.

## Cuadro 6

*Porcentaje de reducción de ninfas de Frankliniella occidentalis con relación al testigo de cada aplicación en el cultivo de chile morrón (Capsicum annum). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 2022.*

Tratamientos	Porcentajes de reducción con relación al testigo de cada aplicación							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{X}$
<i>Beauveria bassiana</i> $1 \times 10^{12}$	26.7 ab*	56.5 a	8.3 c	15.1 ns	36.9 abc	17.4 b	13.3 ns	24.9 b
<i>Beauveria bassiana</i> $2 \times 10^{12}$	28.7 ab	18.5 b	18.3 bc	31.6	41.2 abc	24.4 b	36.2	28.4 b
<i>Beauveria bassiana</i> $3 \times 10^{12}$	15.3 b	42.9 ab	37.3 ab	13.5	13.8 c	44.2 ab	7.1	24.9 b
<i>Cordyceps fumosorosea</i> $1 \times 10^{12}$	26.6 ab	17.0 b	24.6 bc	43.6	26.4 bc	23.0 b	19.8	25.8 b
<i>Cordyceps fumosorosea</i> $2 \times 10^{12}$	22.6 ab	41.3 ab	30.9 abc	52.2	57.5 ab	57.5 a	47.3	44.2 a
<i>Cordyceps fumosorosea</i> $3 \times 10^{12}$	47.4 a	57.9 a	9.7 c	18.7	32.7 abc	22.3 b	33.3	31.7 b
Spinetoram	42.1 ab	49.3 ab	52.0 a	56.6	58.2 a	50.5 a	33.4	48.9 a
Probabilidad	0.0031	0.0106	<.0001	0.1321	0.0246	<.0001	0.1129	<.0001
R <sup>2</sup>	0.69	0.64	0.81	0.48	0.60	0.82	0.49	0.83
Coefficiente de Variación	63.01	53.83	54.15	69.63	50.09	47.99	90.22	19.32

Nota. \*Medias con diferente letra en cada columna son estadísticamente diferentes (P<0.05) con la prueba Duncan. NS: No significativo

### Conclusiones

El aumento poblacional de los trips debido a migraciones esporádicas fue un factor limitante para determinar la reducción de ninfas y adultos causada por los hongos entomopatógenos y el químico Spinetoram.

En condiciones de laboratorio el porcentaje de infectividad sobre *F. occidentalis* fue alto y presentó una relación directamente proporcional con las concentraciones de los hongos entomopatógenos.

El efecto de reducción ocasionado por el tratamiento *Cordyceps fumosorosea*  $2 \times 10^{12}$  en ninfas y adultos de *F. occidentalis* demuestra su potencial como bioplaguicida en el cultivo de chile morrón bajo condiciones protegidas.

Los tratamientos Spinetoram y *Cordyceps fumosorosea*  $2 \times 10^{12}$  tuvieron el mismo efecto reductor sobre ninfas de *F. occidentalis*.

### Recomendaciones

Repetir el estudio en diferentes épocas del año y a campo abierto para establecer relación entre los factores abióticos y el desempeño de los hongos entomopatógenos.

Realizar un ensayo para evaluar la efectividad de los hongos entomopatógenos para el control de los estadios inmóviles de *Frankliniella occidentalis*.

Utilizar una boquilla de cono hueco en las aplicaciones y evaluar su efecto en la cobertura de la planta utilizando papeles hidro sensibles.

## Referencias

- Abbott WS. 1925. A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *Journal of Economic Entomology*. 18(2):265–267. doi:10.1093/jee/18.2.265a.
- Agrios G. 2005. *Planta Pathology*. 5ª ed. Estados Unidos: Elsevier Academic Press. ISBN: 0-12-044565-4.
- Davidson R, Lyon W. 1992. *Plagas de insectos: agrícolas y del jardín*. 8ª ed. [sin lugar]: Editorial Limusa, S.A. de C.V. ISBN: 968-18-4190-5.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, [CIRAD] Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agrícola para el Desarrollo. 2021. *Frutas y hortalizas: Oportunidades y desafíos para la agricultura sostenible a pequeña escala*. Roma: FAO, CIRAD. ISBN: 978-92-5-134891-8.
- Faria MR de, Wraight SP. 2007. Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. *Biological Control*. 43(3):237–256. doi:10.1016/j.biocontrol.2007.08.001.
- Fernández C, Lara J. 2014. Efficacy of NOFLY WP against Western Flower Thrip (*Frankliniella occidentalis*) on Pepper in greenhouse conditions. *ECOLETTER*; [consultado el 29 de may. de 2022]. 11. [https://www.futurecobioscience.com/wp-content/uploads/2022/03/Ecoletter-11\\_ecoletter-efficacy-of-nofly-against-thrips.pdf](https://www.futurecobioscience.com/wp-content/uploads/2022/03/Ecoletter-11_ecoletter-efficacy-of-nofly-against-thrips.pdf).
- Guachan B. 2019. Principales plagas y enfermedades en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en el barrio Santa Rosa, cantón Urucuquí [Tesis de pregrado]. Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. 40 p; [consultado el 2 de jun. de 2022]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6407/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000173.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
- Hu B, Deer C, Rebek E. 2021. fungi used for pest management in crop production. Oklahoma, USA: Oklahoma Cooperative Extension Service. 4 p; [consultado el 21 de jun. de 2022]. <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/print-publications/hla/fungi-used-for-pest-management-in-crop-production-hla-6038.pdf>.
- [IRAC] Insecticide Resistance Action Committee. 2022. Mode of Action Classification. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 6 de may. de 2022; consultado el 18 de jun. de 2022]. <https://irac-online.org/mode-of-action/>.
- Jaronski ST, Mascarín GM. 2017. Mass Production of Fungal Entomopathogens. En: Lacey LA, editor. *Microbial control of insect and mite pests: From theory to practice*. [sin lugar]: Elsevier. p. 141–155.
- Koppert. [actualizado 2022]. *Trips occidental de las flores* | Koppert España. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 26 de may. de 2022]. <https://www.koppert.es/retos/trips/trips-occidental-de-las-flores/>.

- Maharijaya A, Vosman B, Steenhuis-Broers G, Harpenas A, Purwito A, Visser RGF, Voorrips RE. 2011. Screening of pepper accessions for resistance against two thrips species (*Frankliniella occidentalis* and *Thrips parvispinus*). *Euphytica*. 177(3):401–410. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10681-010-0277-x.pdf>. doi:10.1007/s10681-010-0277-x.
- Pucheta M, Flores A, Rodríguez S, La Torre M de. 2006. Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. *Interciencia*; [consultado el 4 de jun. de 2022]. 31(12):856–860. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33901204.pdf>.
- Saranraj P, Jayaprakash A. 2017. Agrobenevolent Entomopathogenic Fungi: *Beauveria bassiana*: a review. *Indo-Asian Journal of Multidisciplinary Research*; [consultado el 17 de jun. de 2022]. 3:1051–1087. [https://www.researchgate.net/publication/319302063\\_AGROBENEFICIAL\\_ENTOMOPATHOGENIC\\_FUNGI\\_-\\_Beauveria\\_bassiana\\_A\\_REVIEW](https://www.researchgate.net/publication/319302063_AGROBENEFICIAL_ENTOMOPATHOGENIC_FUNGI_-_Beauveria_bassiana_A_REVIEW).
- [SIAP] Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2010. Un panorama del cultivo del chile. México: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 20 p; [consultado el 2 de jun. de 2022]. <http://infosiap.siap.gob.mx/images/stories/infogramas/100705-monografia-chile.pdf>.
- Srivastava M, Bosco L, Funderburk J, Weiss A. 2008. Spinetoram Is Compatible with the Key Natural Enemy of *Frankliniella* Species Thrips in Pepper. *Plant Health Progress*; [consultado el 21 de jun. de 2022]. 9(1). <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHP-2008-0118-02-RS>. doi:10.1094/PHP-2008-0118-02-RS.
- Srivastava M, Funderburk J, Olson S, Demirozer O, Reitz S. 2014. Impacts on Natural Enemies and Competitor Thrips of Insecticides against the Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) in Fruiting Vegetables. *Florida Entomologist*. 97(2):337–348. doi:10.1653/024.097.0201.
- Steenbergen M, Abd-El-Halim A, Bleeker P, Dicke M, Escobar-Bravo R, Cheng G, Haring MA, Kant MR, Kappers I, Klinkhamer PGL, et al. 2018. Thrips advisor: exploiting thrips-induced defences to combat pests on crops. *J Exp Bot*. 69(8):1837–1848. eng. doi:10.1093/jxb/ery060.
- Téllez A, Cruz M, Mercado 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 28 de may. de 2022]. 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).
- Torné M, Abad R, Jacquet V. 2015. Spinosines, una herramienta imprescindible para el control de *Drosophila suzukii* Matsumura. *Phytoma*; [consultado el 21 de jun. de 2022]. (269). [https://www.phytoma.com/images/pdf/269\\_mayo\\_2015\\_SIMPO\\_DROSOPHILA\\_spinosines\\_DOW.pdf](https://www.phytoma.com/images/pdf/269_mayo_2015_SIMPO_DROSOPHILA_spinosines_DOW.pdf).
- Vargas R, Ubillo A. 2005. Susceptibilidad de *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) a Insecticidas en la Zona Central de Chile. *Agricultura Técnica*. 65(4). doi:10.4067/S0365-28072005000400009.
- Weng Q, Zhang X, Chen W, Hu Q. 2019. Secondary Metabolites and the Risks of *Isaria fumosorosea* and *Isaria farinosa*. *Molecules*; [consultado el 21 de jun. de 2022]. 24(4). eng. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6412548/pdf/molecules-24-00664.pdf>. doi:10.3390/molecules24040664.

Zimmermann G. 2007. Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. *Biocontrol Science and Technology*; [consultado el 21 de jun. de 2022]. 17(6):553–596. [https://www.fraxiprotec.com/app/uploads/2018/05/Review\\_on\\_safety\\_of\\_the\\_entomopathogenic\\_fungi.pdf](https://www.fraxiprotec.com/app/uploads/2018/05/Review_on_safety_of_the_entomopathogenic_fungi.pdf). doi:10.1080/09583150701309006.

## Anexos

## Anexo A

*Identificación de tratamientos dentro del invernadero #3*

**Anexo B***Aplicaciones foliares*

**Anexo C***Identificación de tubos Falcon para muestreo*

**Anexo D**

*Flores colectadas en tubos Falcon tres días después de aplicación (3DDA)*



**Anexo E**

*Papel filtro para conteo de trips*



**Anexo F**

*Vista de trips Frankliniella occidentalis bajo estereoscopio*

