

**El uso de agentes biológicos para el control de
Frankliniella occidentalis (Pergande) en el
cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.)**

**Josue Gadiel Mendoza Ulloa
José Javier Toledo Marquez**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**
Noviembre, 2019

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**El uso de agentes biológicos para el control de
Frankliniella occidentalis (Pergande) en el
cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.)**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros Agrónomos en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Josue Gadiel Mendoza Ulloa
José Javier Toledo Marquez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2019

El uso de agentes biológicos para el control de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.)

Josue Gadiel Mendoza Ulloa
José Javier Toledo Marquez

Resumen. *Frankliniella occidentalis* es considerada una de las plagas más importantes en el cultivo de pepino. El uso de controladores biológicos para el control de plagas ha incrementado en la industria agrícola. Los objetivos de este estudio fueron evaluar la eficacia de los hongos *Isaria fumosorosea*, *Beauveria bassiana* y los depredadores *Neoseiulus cucumeris* y *Orius insidiosus*, y determinar la dosis óptima de los hongos entomopatógenos y la cantidad de depredadores para el control de trips. Se determinó la población inicial de trips antes de aplicación de los tratamientos y a los tres, siete, diez, 14, 17 y 21 días. Para el muestreo se tomó una hoja de cada tercio de la planta y se contabilizó la presencia de trips. Para ambos estudios se usó un Diseño Completo al Azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones, cada unidad experimental constó de cuatro plantas infestadas con trips. Se utilizó un análisis de variancia y una separación de medias con el método Duncan con un nivel de significancia $P \leq 0.05$. No se encontraron diferencias significativas al final del estudio entre los tratamientos para el control de adultos de *F. occidentalis*. En los dos ensayos, los mayores porcentajes de mortalidad de la población se obtuvieron con el tratamiento de 50 *N. cucumeris*/planta con un 92.17% de control y el tratamiento de *B. bassiana* 1×10^{12} con un 75.84% de control, sin embargo, no presentaron diferencias significativas a los demás tratamientos.

Palabras clave: Control biológico, depredadores, hongos entomopatógenos, porcentaje de mortalidad.

Abstract. *Frankliniella occidentalis* is considered one of the most important pests in the cucumber crop. The use of biological controls for pest control has increased in the agricultural industry. The objectives of this study were to evaluate the efficacy of *Isaria fumosorosea*, *Beauveria bassiana* and *Neoseiulus cucumeris* and *Orius insidiosus* fungi, and to determine the optimal dose of entomopathogenic fungi as well as the amount of predators for trips control. The initial trips population was determined before the treatments were applied and at three, seven, ten, 14, 17 and 21 days. For sampling, one sheet of every third of the plant was lost and the presence of trips was determined. For both studies, a Full Random Design with five treatments and five repetitions was used, each experimental unit consisted of four plants infested with trips. A variance analysis and a media separation with the Duncan method was used with a significance level $P \leq 0.05$. No differences were found at the end of the study between treatments for adult control of *F. occidentalis*. In both trials, the highest mortality rates in the population were obtained with the treatment of 50 *N. cucumeris* / plant with 92.17% control and the treatment of *B. bassiana* 1×10^{12} with 75.84% control, however, there are no differences in relation to the other treatments.

Keywords: Entomopathogenic fungi, predators, biological control, percentage of mortality.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
4. CONCLUSIONES	13
5. RECOMENDACIONES	14
6. LITERATURA CITADA	15

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Depredadores evaluados para el control de <i>F. occidentalis</i> adultos en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.)	4
2. Concentración por hectárea de bioplaguicidas evaluados para el control de <i>F. occidentalis</i> adultos en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.).....	5
3. Promedio de <i>F. occidentalis</i> adultos por planta después de las liberaciones de los depredadores en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.).....	8
4. Porcentaje de mortalidad de <i>F. occidentalis</i> adultos por tratamiento respecto al testigo, utilizando depredadores.....	9
5. Promedio de <i>F. occidentalis</i> adultos por planta después de las aplicaciones de los bioplaguicidas en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.).....	11
6. Porcentaje de mortalidad de <i>F. occidentalis</i> adultos por tratamiento respecto al testigo, utilizando bioplaguicidas.....	12

1. INTRODUCCIÓN

La producción de los cultivos agrícolas está siendo afectada por diversas plagas que requieren de aplicaciones químicas para poder ser controladas. El uso de medidas de control de plagas no contaminantes ha ido incrementando, permitiendo de esta manera el desarrollo o implementación del control biológico, mediante el uso de enemigos naturales y microorganismos para reducir el volumen de aplicación de agroquímicos que afectan el ambiente (López *et al.* 2017).

En Honduras el cultivo de pepino es una de las principales hortalizas producidas para consumo local y exportación, principalmente hacia Estados Unidos y en menor cantidad a El Salvador (FHIA 2018). En el año 2016 se exportaron 29,363 toneladas de pepino hacia Estados Unidos, producidas principalmente en 1,600 hectáreas establecidas en el departamento de Comayagua (FHIA 2017).

Franklinella occidentalis es un insecto holometábolo, su ciclo de vida se desarrolla en seis estadios: huevo, dos estadios larvales, prepupa, pupa y adulto (Cárdenas y Corredor 1989). El principal daño al cultivo es causado cuando las larvas y adultos de *F. occidentalis* perforan el tejido de la planta y se alimentan del contenido celular. Durante los estadios de prepupa y pupa este insecto no se alimenta (Koppert 2019).

Una alternativa para el control de *F. occidentalis* es la implementación de control biológico. Actualmente, se utilizan una variedad de enemigos naturales y microorganismos para su control, entre ellos: *Orius insidiosus*, *Orius laevigatus*, *Orius majusculus*, *Amblyseius cucumeris*, *Amblyseius barkeris*, *Amblyseius swirskii*, *Stratiolaelaps scimitus*, *Steinernema feltiae*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Isaria fumosorosea*, *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Paecilomyces lilacinus*, *Bacillus thuringiensis* (Cáceres *et al.* 2011; Koppert 2019; Trujillo *et al.* 2003). En el laboratorio de control biológico de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano se produce *Orius insidiosus*, *Neoseiulus cucumeris*, *Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea*.

Orius insidiosus es un depredador que tiene la capacidad de controlar trips, ya que puede consumir entre 20 y 21 trips por día, empleándose en cultivos como pepino y pimiento. Cuenta con un aparato bucal largo y móvil que puede doblar bajo su cuerpo. Tienen la capacidad de alimentarse de todos los estadios móviles de trips. La hembra puede llegar a poner de uno a tres huevos por día, que se incrustan en los tejidos de la planta y eclosionando a los cinco días. El desarrollo completo se da a las tres semanas y el adulto puede vivir entre tres y cuatro semanas (OBA 2017).

Neoseiulus cucumeris es un acaro depredador que tiene cinco estadios: huevo, larva, dos estadios de ninfa y adulto. El ciclo de vida puede completarse en 12 días a una temperatura de 25°C y pueden vivir hasta 35 días. La hembra puede producir hasta 35 huevos durante su vida y los coloca en la superficie de las hojas (Kakkar *et al.* 2017). Su mecanismo de acción consiste en atrapar a la presa y perforarla para consumir su contenido. Se alimentan principalmente de huevos en eclosión y larvas de primer estadio de trips. Pueden consumir hasta 2.5 larvas de trips por día (Rodríguez *et al.* 2002).

Isaria fumosorosea es un hongo entomopatógeno que afecta diferentes órdenes de insectos como ser: Acarí, Coleóptera, Díptera, Hemíptera y entre ellas el orden Hymenoptera al cual pertenecen los trips (Gandarilla 2012). Este hongo pertenece a la subdivisión deuteromicotina, a los que se les conoce como hongos imperfectos. Su reproducción es por medio de esporulación que ocurre en condiciones de alta humedad (Prieto 2016). El mecanismo de acción de este hongo destaca la producción de enzimas principalmente quitinasas, quitobiasas, proteasas, lipasas y lipooxigenasa. Estas enzimas provocan la degradación de la cutícula del insecto y ayudan en el proceso de penetración (Pucheta y Flores 2006).

Beauveria bassiana es un hongo entomopatógeno que ha sido utilizado para contrarlar trips (Villalobos *et al.* 2011). Pertenece a la clase Deuteromycetes, que se les conoce también como hongos imperfectos. El hongo penetra el insecto principalmente por la cutícula, siendo esta la ruta más directa, aunque también puede ingresar por la boca o el ano. Una vez el hongo está dentro del insecto, ocurre la germinación de las conidias que penetran por acción mecánica y efectos enzimáticos al integumento del insecto, donde posteriormente pasa a la hemolinfa donde ataca los tejidos (Castillo *et al.* 2012).

Los objetivos del estudio fueron:

- Evaluar la eficacia de dos depredadores: *Orius insidiosus* y *Neoseiulus cucumeris*, y dos hongos entomopatógenos: *Isaria fumosorosea* y *Beauveria bassiana* para el control de *F. occidentalis*.
- Determinar la cantidad optima de *Orius insidiosus*, *Neoseiulus cucumeris* y la dosis optima de *Isaria fumosorosea* y *Beauveria bassiana* para el control de *F. occidentalis*.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio.

El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada a 30 kilómetros al este de Tegucigalpa, departamento de Francisco Morazán, Honduras. Zamorano esta ubicado a una altura de 800 msnm con una precipitación durante el estudio (Julio – Septiembre 2019) de 188 mm y una temperatura promedio de 29 °C.

Estudio I: Capacidad de control de adultos de *F. occidentalis* con el uso de *Orius insidiosus* y *Neoseiulus cucumeris*.

Establecimiento del experimento.

El experimento se llevó acabo en una casa malla ubicada en la Unidad de Control Biológico con una dimensión de 4.2 m de ancho × 7.6 m de largo, con paredes de malla antiviral y techo plástico. Para el estudio se utilizaron plantas de pepino que fueron trasplantadas en bolsas plásticas con dimensiones 22.86 cm × 30.48 cm en un medio de suelo franco arcilloso y casulla de arroz en una proporción 3:1, suelo: casulla, esterilizado a 121°C por una hora a 1.75 kg/ cm². Se elaboraron cinco jaulas con dimensiones 2 m de largo × 1.10 m de alto × 0.8 m ancho, elaboradas de tubo PVC cubiertas totalmente por agríbon, dejando una parte de la malla flexible para poder manipular las plantas. El objetivo de construir estas jaulas fue para evitar el cruce de los depredadores entre los tratamientos, cada tratamiento contenía cinco unidades experimentales de cuatro plantas cada una.

Las plantas de pepino fueron fertilizadas acorde a la curva de absorción presentada por Navarrete (2005). Proporcionando una cantidad de 2.27 g de N, 0.72 g de P, 5 g de K y 1.23 g de Ca por planta al quinto día después del trasplante. En cuanto a la prevención de enfermedades radiculares se aplicó 25 ml a cada planta del fungicida, bactericida inorgánico Mega Cobro[®] 51 SC un día después del trasplante.

Para el estudio se utilizaron trips adultos los cuales fueron recolectados de un cultivo establecido de chile en la unidad de Olericultura Intensiva de Zamorano utilizando un aspirador entomológico. Los insectos recolectados fueron colocados en viales de vidrio para luego ser llevados y liberados en cada planta. Para realizar la infección de las plantas con trips se aseguró que todas las plantas establecidas en las jaulas tuvieran en promedio cuatro hojas, para asegurar esto se podaron las plantas cada semana. Se liberó en promedio diez trips adultos por planta a las 8:30 am, inoculando los trips en el primer y segundo tercio de

la planta. El conteo inicial de trips se realizó al día siguiente de la infestación a la misma hora.

Tratamientos. Se evaluaron dos tratamientos con *Orius insidiosus*, 2 *O. insidiosus*/planta y 1 *O. insidiosus*/planta. Para *Neoseiulus cucumeris* se colocaron, 25 *N. cucumeris*/planta y 50 *N. cucumeris*/planta (Cuadro 1). Las dosis evaluadas son las recomendadas por la empresa Koppert.

Cuadro 1. Depredadores evaluados para el control de *F. occidentalis* adultos en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.).

Tratamiento	Dosis
2 <i>O. insidiosus</i>	2 <i>O. insidiosus</i> /planta
1 <i>O. insidiosus</i>	1 <i>O. insidiosus</i> /planta
25 <i>N. cucumeris</i>	25 <i>N. cucumeris</i> /planta
50 <i>N. cucumeris</i>	50 <i>N. cucumeris</i> /planta
Testigo	Sin enemigos naturales

Liberaciones. Se realizaron dos liberaciones de cada enemigo natural a un intervalo de siete días, en horas de la tarde (3:30 pm). Las ninfas prontas a ser adultas de *O. insidiosus* fueron proporcionadas por el laboratorio de Control Biológico de Zamorano y se liberaron 2 *O. insidiosus*/planta para el tratamiento uno y 1 *O. insidiosus*/planta para el tratamiento dos. Estos fueron liberados en el segundo tercio de la planta.

Las larvas de *N. cucumeris* también fueron proporcionadas por el Laboratorio de Control Biológico y estas vienen mezcladas en un sustrato de afrecho, cada gramo del sustrato contenía 208 larvas, por lo cual se determinó colocar por planta 0.12 g del sustrato para el tratamiento 25 *N. cucumeris*/planta y 0.25 g para el tratamiento 50 *N. cucumeris*/planta. La liberación se hizo en tres hojas del cultivo: inferior, intermedia y superior.

Variable medida y método de muestreo. Se midió población de trips adultos encontrados vivos por planta. Para realizar el muestreo se utilizó el método de pseudoreplicas (Sánchez 2001), el cual consiste en tomar tres hojas por planta, una hoja inferior, una intermedia y una superior. Se contó la población de trips adultos en dos plantas de cada unidad experimental con el uso de una lupa de mano con un aumento de 10x. Se calculó la eficacia de cada tratamiento utilizando la fórmula de Abbott (1) (Püntener 1981).

$$\% \text{ de mortalidad} = 100 (1 - (Ta/Ca)) [1]$$

Donde:

Ta = número de adultos después del tratamiento

Ca = número de adultos en el testigo después del tratamiento

Diseño experimental. Se utilizó un diseño completo al azar (DCA), cinco tratamientos y cinco repeticiones. Cada unidad experimental constó de cuatro plantas, teniendo un total de 100 plantas.

Análisis Estadístico. Los datos obtenidos fueron evaluados mediante un análisis de varianza con el método de separación de medias Duncan, mediante el uso del programa “Statistical Analysis System” (SAS 9.4[®]), con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

Los datos fueron estandarizados con la transformación de datos arco seno con el fin de obtener una varianza y medias de separación más homogéneas (Villalobos *et al.* 2011).

Estudio II: Capacidad de control de *Isaria Fumosorosea* y *Beauveria bassiana* contra adultos *F. occidentalis*.

Establecimiento del experimento.

Para la evaluación de la efectividad de control de *I. Fumosorosea* y *B. bassiana* contra adultos *F. occidentalis*, se realizó el mismo procedimiento que en el establecimiento del estudio I, con la diferencia que en este estudio no se utilizaron jaulas de separación entre tratamientos.

Tratamientos. Los tratamientos evaluados se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Concentración por hectárea de bioplaguicidas evaluados para el control de *F. occidentalis* adultos en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.).

Tratamiento	Producto	Concentración por hectárea	Dosis por tratamiento (1 L)
<i>I. fumosorosea</i> ¹²	<i>I. fumosorosea</i>	1×10^{12}	5×10^9
<i>I. fumosorosea</i> ¹¹	<i>I. fumosorosea</i>	1×10^{11}	5×10^8
<i>B. bassiana</i> ¹²	<i>B. bassiana</i>	1×10^{12}	5×10^9
<i>B. bassiana</i> ¹¹	<i>B. bassiana</i>	5×10^{11}	2.5×10^9
Testigo			

Aplicaciones. Se realizaron tres aplicaciones a un intervalo de siete días entre aplicación, utilizando un aspersor manual con una boquilla cónica para aplicar la mezcla en el haz y envés de la hoja, se aplicaron 50 mL/planta (1 L por tratamiento). Todos los tratamientos fueron aplicados el mismo día, mezclado con el coadyuvante siliconado (BREAK THRU S 240[®] Evonik Industries) a una concentración de 1 mL/litro, para la dispersión de las gotas en el cultivo. Las plantas tratadas se agruparon y al momento de aplicarlas se utilizó una tela plástica para evitar la deriva de otros tratamientos.

Variable medida y método de muestreo. Se midió población de trips adultos encontrados vivos por planta. Para realizar el muestreo se utilizó el método de pseudoreplicas (Sánchez 2001), el cual consiste en tomar tres hojas por planta, una hoja inferior, una intermedia y una superior. Se contó la población de trips adultos en dos plantas de cada unidad experimental con el uso de una lupa de mano con un aumento de 10x. Se calculó la eficacia de cada tratamiento utilizando la fórmula de Abbott (1) (Püntener 1981).

Diseño experimental. Se utilizó un diseño completo al azar (DCA), cinco tratamientos y cinco repeticiones. Cada unidad experimental constó de cuatro plantas, teniendo un total de 100 plantas.

Análisis Estadístico. Los datos obtenidos fueron evaluados mediante un análisis de varianza con el método de separación de medias Duncan, mediante el uso del programa “Statistical Analysis System” (SAS 9.4[®]), con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

Los datos fueron estandarizados con la transformación de datos arco seno con el fin de obtener una varianza y medias de separación más homogéneas (Villalobos *et al.* 2011).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio I: Capacidad depredadora de *Orius insidiosus* y *Neoseiulus cucumeris* contra adultos de *F. occidentalis*.

El muestreo realizado al día cero antes de la liberación (AL) se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en los tratamientos respecto al promedio de trips adultos por planta. Este resultado probablemente se debió a que la infestación de *F. occidentalis* no se estableció de la misma manera en todos los tratamientos a causa de la movilidad que presentan los trips adultos en las plantas. Tres días después de la primera liberación (DD1L) se encontró diferencia significativa entre los tratamientos de 2 *O. insidiosus*/planta y 1 *O. insidiosus*/planta. El tratamiento 1 *O. insidiosus*/planta presentó un promedio de 4.6 trips/planta el cual representa un porcentaje de reducción de la población inicial del 47% y el tratamiento 2 *O. insidiosus*/planta obtuvo un promedio de 10 trips/planta el cual representa un porcentaje de reducción de la población del 20% (Cuadro 3). La baja eficacia del tratamiento de 2 *O. insidiosus*/planta para este día se puede atribuir a que *O. insidiosus* en altas densidades puede presentar canibalismo (Carvalho *et al.* 2010).

Siete DD1L hasta siete DD2L se puede observar que la población promedio de trips en los muestreos fue disminuyendo sin encontrar diferencias significativas entre ellos, excepto por el testigo. Van den Meiracker y Ramakers (1991) describen el mismo comportamiento para el caso de *O. insidiosus* en su estudio donde observaron que la población de *F. occidentalis* disminuye tres semanas posterior a la liberación del depredador *O. insidiosus* en el cultivo de pimiento. Mismo caso encontró Arthurs *et al.* (2005) en su estudio donde evaluaron *N. cucumeris* como agente controlador biológico de trips en Chile, y observaron una reducción de la población significativamente con relación al testigo durante un periodo de 28 días después de una sola liberación de 30 *N. cucumeris*/planta. El testigo mantuvo la población inicial, esto se puede atribuir al ciclo de vida de trips, ya que según Rodríguez (2015) el ciclo de vida de *F. occidentalis* en el estado adulto puede vivir de tres a cuatro semanas (Cuadro 3).

Los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje de reducción de trips al final del estudio fueron el tratamiento de 2 *O. insidiosus*/planta con un promedio de 1.8 trips/planta el cual representa un porcentaje de reducción de la población inicial del 86% y el tratamiento de 50 *N. cucumeris*/planta obtuvo un promedio de 1.2 trips/planta, el cual representa una reducción de 91% de la población inicial (Cuadro 3).

Cuadro 3. Promedio de *F. occidentalis* adultos por planta después de las liberaciones de los depredadores en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.).

Tratamientos	AL ^Ω	1era Liberación		2da Liberación	
	0	3DD1L [£]	7DD1L	3DD2L [¥]	7DD2L
2 <i>O. insidiosus</i> /planta	12.8 ab	10.2 b	6.2 b	3.2 b	1.8 b
1 <i>O. insidiosus</i> /planta	8.6 b	4.6 c	3.4 b	2.4 b	1.4 b
25 <i>N. cucumeris</i> /planta	9.2 b	5.2 cd	3.8 b	2.2 b	1.4 b
50 <i>N. cucumeris</i> /planta	12.8 ab	8.4 bc	5.8 b	3.2 b	1.2 b
Testigo	18.4 a	16.2 a	16.4 a	15.4 a	15.8 a
Probabilidad	0.0464	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
R ²	0.54	0.80	0.98	0.98	0.98
CV	3.47	1.77	0.60	0.56	0.66

Letras distintas en una misma columna, indican diferencia Significativa

AL^Ω: Antes de la primera liberación.

DD1L[£]: Días después de la primera liberación.

DD2L[¥]: Días después de la segunda liberación.

Porcentaje de mortalidad de adultos de *F. occidentalis* por tratamiento respecto al testigo. Todos los tratamientos redujeron las poblaciones de trips a los tres y siete días después de la primera liberación (DD1L) teniendo porcentajes de mortalidad entre el 36% hasta 79%. A los siete DD1L se observó que los tratamientos de 1 *O. insidiosus*/planta y 25 *N. cucumeris*/planta presentaron el menor crecimiento en el porcentaje de mortalidad de *F. occidentalis*. Este efecto puede estar asociado al alimento, ya que la disponibilidad de alimento para estos tratamientos fue inferior en comparación con los tratamientos de 2 *O. insidiosus*/planta y 50 *N. cucumeris*/planta (Cuadro 3). Según Polo y Ramírez (2018) un depredador a menor disponibilidad de alimento presentará un menor consumo.

La mortalidad de trips respecto al testigo a los tres y siete DD2L fue de 78% y 92%, sin existir diferencia estadística entre los tratamientos (Cuadro 4). Para el caso de *O. insidiosus* datos diferentes fueron reportados por Xuenong *et al.* (2005) donde encontraron que la mayor densidad de depredadores causó una mortalidad de trips significativamente mayor.

Cuadro 4. Porcentaje de mortalidad de *F. occidentalis* adultos por tratamiento respecto al testigo, utilizando depredadores.

Tratamientos	1era Liberación		2da Liberación	
	3	7	3	7
	DD1L [£]	DD1L	DD2L [¥]	DD2L
2 <i>O. insidiosus</i> /planta	36.56 b	62.30 b	78.98	88.25
1 <i>O. insidiosus</i> /planta	71.27 a	79.16 a	84.47	91.07
25 <i>N. cucumeris</i> /planta	68.43 a	76.88 a	85.65	91.07
50 <i>N. cucumeris</i> /planta	48.01 ab	64.57 b	79.14	92.17
Probabilidad	0.0330	0.0008	0.1370	0.7207
R ²	0.53	0.76	0.49	0.49
CV	32.88	8.03	6.38	6.15

Letras distintas en una misma columna, indican diferencia significativa (P<00.5).

DD1L[£]: Después de la primera liberación.

DD2L[¥]: Después de la segunda liberación.

Estudio II: Capacidad de control de *Isaria fumosorosea* y *Beauveria bassiana* contra adultos de *F. occidentalis*.

El muestreo realizado el día cero AA (antes de la aplicación) no se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en los tratamientos respecto al promedio de *F. occidentalis* adultos presentes por planta. Al evaluar los resultados de las aplicaciones con los hongos entomopatógenos se observa que tres días después de la primera aplicación (DD1A) hubo una reducción en la población promedio de trips/planta en todos los tratamientos, excepto por el testigo. Sin embargo, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje de reducción con respecto a la población inicial fue *I. fumosorosea* 1×10^{11} con un promedio de 12.4 trips/planta, el cual representa un 27% de reducción (Cuadro 5). Resultados similares obtuvo Trujillo *et al.* (2003) donde evaluó la efectividad de *I. fumosorosea* a una concentración de 5×10^9 sobre *Thrips palmi* en condiciones de laboratorio, el cual obtuvo un 25% de control. Estos bajos porcentajes de reducción de la población inicial se puede atribuir a que la temperatura tres días antes de realizar el muestreo fue en promedio de 36 °C, lo cual pudo afectar el desarrollo de los hongos. Hallsworth y Magan (1999) indican que la temperatura promedio para el desarrollo de los hongos entomopatógenos es entre 25 °C y 30 °C.

Siete DD1A se observó una reducción significativa entre los tratamientos de *I. fumosorosea* 1×10^{11} e *I. fumosorosea* 1×10^{12} . Sin embargo, no se encontró diferencia significativa en el promedio de trips/planta al comparar ambos tratamientos con *B. bassiana* 1×10^{12} y *B. bassiana* 5×10^{11} . Los tratamientos con mayor control para esta fecha fueron *I. fumosorosea* 1×10^{11} y *B. bassiana* 5×10^{11} lo cual indica que las dosis más bajas presentaron mayor efecto en menos tiempo (Cuadro 5).

Tres y siete DD2A no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, excepto por el testigo. Sin embargo, el que mejor control presentó en el día diez fue *B. bassiana* 1×10^{12} con un promedio de 9.8 trips/planta, representando un porcentaje de reducción del 43% respecto a la población inicial de trips (Cuadro 5). Datos similares encontró Bustillo (2009) en el día 12 donde evaluó *B. bassiana* a una concentración de 1×10^{10} contra *F. occidentalis* obteniendo un 42% de control para ese día.

Tres días después de la tercera aplicación (DD3A) se encontró diferencia significativa entre los tratamientos de *I. fumosorosea* 1×10^{11} y *B. bassiana* 1×10^{12} . El tratamiento de *I. fumosorosea* 1×10^{11} obtuvo un promedio de 9.8 trips/planta, representando 42% de reducción y el tratamiento de *B. bassiana* 1×10^{12} con un promedio de 6.4 trips/planta, lo que indica una reducción de 63% de la población inicial. Bustillo (2009) obtuvo resultados diferentes, donde evaluó *B. bassiana* a una concentración de 1×10^{10} contra *F. occidentalis*, ya que al día 16 solo presentó un 24% de reducción. Esta diferencia probablemente se dio debido a que, en el estudio de Bustillo, solamente se realizó una aplicación de *B. bassiana* y a una menor concentración a las usadas en este estudio.

En el último muestreo realizado siete DD3A no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos excepto por el testigo, el cual tuvo un aumento del 52% de la población inicial. Sin embargo, los tratamientos de *I. fumosorosea* 1×10^{12} y *B. bassiana* 1×10^{12} obtuvieron el mayor porcentaje de reducción de *F. occidentalis* adultos al final del estudio. El tratamiento de *I. fumosorosea* 1×10^{12} obtuvo un porcentaje de reducción de 63% con un promedio de 6.8 trips/planta y el tratamiento de *B. bassiana* 1×10^{12} con un porcentaje de reducción de 66% siendo este un promedio de 5.8 trips/planta (Cuadro 5).

Cuadro 5. Promedio de *F. occidentalis* adultos por planta después de las aplicaciones de los bioplaguicidas en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.).

Tratamientos	AA [¥]	1era Aplicación		2da Aplicación		3era Aplicación	
	0	3 DD1A ^Ω	7 DD1A	3 DD2A [£]	7 DD2A	3 DD3A [€]	7 DD3A
<i>I. fumosorosea</i> 1×10 ¹²	18.4	14.4 b	15.0 ab	12.6 b	9.0 b	7.4 bc	6.8 b
<i>I. fumosorosea</i> 1×10 ¹¹	17.0	12.4 b	9.6 c	9.2 b	8.6 b	9.8 b	11.8 b
<i>B. bassiana</i> 1×10 ¹²	17.2	15.4 b	13.4 bc	9.8 b	7.4 b	6.4 c	5.8 b
<i>B. bassiana</i> 5×10 ¹¹	16.4	13.8 b	12.6 bc	10.0 b	9.8 b	9.6 bc	9.2 b
Testigo	16.8	21.8 a	19.0 a	20.6 a	19.8 a	20.4 a	25.6 a
Probabilidad	0.7490	0.0394	0.0078	<.0001	<.0001	<0.0001	0.0002
R ²	0.12	0.52	0.66	0.84	0.81	0.88	0.74
CV	2.16	3.25	2.42	1.65	1.91	1.60	3.56

Letras distintas en una misma columna, indican diferencia significativa.

AA[¥]: Antes de aplicación.

DD1A^Ω: Días después de la primera aplicación.

DD2A[£]: Días después de la segunda aplicación.

DD3A[€]: Días después de la tercera aplicación.

Porcentaje de mortalidad de adultos de *F. occidentalis* por tratamiento respecto al testigo. Tres días después de la primera aplicación (DD1A) hasta siete DD2A, el porcentaje de mortalidad de *F. occidentalis* adultos fue incrementando en todos los tratamientos. Sin encontrarse diferencia significativa entre ellos. Trujillo *et al.* (2003) observo el mismo comportamiento al evaluar a *B. bassiana* e *I. fumosorosea* para el control de trips, donde al principio del estudio obtuvo bajos porcentajes de mortalidad y a medida pasaban los días fue incrementando.

Tres DD3A se encontró diferencia significativa en los tratamientos, donde el tratamiento de *B. bassiana* 1×10¹² presentó el mayor porcentaje de mortalidad con un 68% y el tratamiento *B. bassiana* 5×10¹¹ el menor porcentaje con 48%. Se presentó el mismo comportamiento para los tratamientos con *I. fumosorosea*, donde, el tratamiento *I. fumosorosea* 1×10¹² presentó el mayor porcentaje de mortalidad en comparación con el tratamiento de *I. fumosorosea* 1×10¹¹. Esto se atribuye a la concentración de los tratamientos ya que, Flores (2012) dice que, a mayor concentración, se obtendrá mayor efecto entomopatógeno.

Al final del estudio, siete DD3A se puede observar que los porcentajes de mortalidad con el uso de estos bioplaguicidas fue entre 43% y 69%, sin embargo, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, obteniendo porcentajes de mortalidad más altos los tratamientos de *I. fumosorosea* 1×10¹² y *B. bassiana* 1×10¹².

Cuadro 6. Porcentaje de mortalidad de *F. occidentalis* adultos por tratamiento respecto al testigo, utilizando bioplaguicidas.

Tratamientos	1era Aplicación		2da Aplicación		3era Aplicación	
	3	7	3	7	3	7
	DD1A ^Ω	DD1A	DD2A [£]	DD2A	DD3A [€]	DD3A
<i>I. fumosorosea</i> 1×10 ¹²	34.82	20.69	37.54	54.65	62.27 ab	69.49
<i>I. fumosorosea</i> 1×10 ¹¹	42.59	49.27	53.89	56.24	51.27 bc	43.17
<i>B. bassiana</i> 1×10 ¹²	26.91	28.35	51.26	62.15	67.56 a	75.84
<i>B. bassiana</i> 5×10 ¹¹	36.74	32.24	49.99	50.77	47.70 c	57.10
Probabilidad	0.7908	0.1370	0.0621	0.7235	0.0205	0.1275
R ²	0.19	0.67	0.73	0.23	0.78	0.65
CV	69.53	55.39	18.86	28.25	15.56	34.53

Letras distintas en una misma columna, indican diferencia significativa.

DD1A^Ω: Días después de la primera aplicación.

DD2A[£]: Días después de la segunda aplicación.

DD3A[€]: Días después de la tercera aplicación.

4. CONCLUSIONES

- No se encontró diferencia al evaluar *O. insidiosus* y *N. cucumeris*, *B. bassiana* e *I. fumosorosea* para el control de adultos de *F. occidentalis*.
- *I. fumosorosea* 1×10^{12} y *B. bassiana* 1×10^{12} obtuvieron los mayores porcentajes de mortalidad respecto al testigo, pero no diferentes de *I. fumosorosea* 1×10^{11} y *B. bassiana* 5×10^{11} .
- Un *O. insidiosus*/planta y 50 *N. cucumeris*/planta presentaron los mayores porcentajes de mortalidad en relación al testigo, sin ser diferentes a 2 *O. insidiosus*/planta y 25 *N. cucumeris*/planta.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar evaluaciones en distintas épocas del año para poder determinar el comportamiento y desarrollo de los hongos en diferentes condiciones ambientales.
- Realizar evaluaciones de la liberación de enemigos naturales en conjunto.
- Realizar estudios con una incidencia mayor de *F. occidentalis* para observar si se da el mismo comportamiento en los depredadores y en los hongos entomopatógenos.
- Realizar evaluaciones utilizando hongos entomopatógenos y productos químicos para determinar cuál brinda mejores resultados.

6. LITERATURA CITADA

- Arthurs S, McKenzie C, Chen J, Dogramaci M, Brennan M, Houben K, Osborne L. 2009. Evaluation of *Neoseiulus cucumeris* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) as biological control agents of chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera:Thripidae) on pepper. [Consultado 2019 sept 20] Biological control 49 (2009) 91-96. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2009.01.002
- Bustillo A. 2009. Evaluación de insecticidas químicos y biológicos para controlar *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en cultivos de espárragos. [consultado 2019 ago 20]. Revista colombiana de entomología 35(1):12-17. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v35n1/v35n1a03.pdf>
- Cáceres S, Miño V, Aguirre A. 2011. Guía práctica para la Identificación y el Manejo de las plagas del Pimiento. [consultado 2019 sept 18]. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-gua_prctica_para_la_identificacin_y_el_manejo_de_1.pdf
- Cárdenas E, Corredor D. 1989. Biología del Trips *Frankliniella occidentalis* (Pegande) (*Thysanoptera: Thripidae*) sobre crisantemo *Chrysanthemum morifolium* L. Bajo Condiciones de Laboratorio. Agronomía colombiana, [consultado 2019 jul 15] Vol V1 pág. 71-77. <http://www.bdigital.unal.edu.co/23913/1/20999-71082-1-PB.pdf>
- Carvalho L, Bueno V, Castañé C. 2010. Avaliação de substratos de oviposição para *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera, Anthocoridae). São Paulo. Brasil. [consultado 2019 sept 21]. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0085-56262010000100015&script=sci_arttext&tlng=es&fbclid=IwAR0ZmL4IVO2aK54vdcG8vDNqyju7wDkqUxvp21YtTx8KL6ZLkPQR3-TfB6Q
- Castillo C, Cañizales L, Valera R, Godoy J, Guedez C, Olivar R, Morillo S. 2012. Caracterización morfológica de *Beauveria bassiana*, aislada de diferentes insectos en Trujillo-Venezuela. Venezuela. Universidad de los Andes. [consultado 2019 sept 18] Vol. XI (23). https://www.researchgate.net/publication/271825762_CHARACTERIZACION_MORFOLOGICA_DE_BEAUVERIA_BASSIANA_AISLADA_DE_DIFERENTES_INSECTOS_EN_TRUJILLO-_VENEZUELA
- FHIA, Fundación hondureña de investigación agrícola. 2017. Informe anual. [internet]. [consultado 2019 sept 15]. http://www.fhia.org.hn/downloads/informes_anuales/ianualfhia2017-2018.pdf

- FHIA, Fundación hondureña de investigación agrícola. 2018. Programa de hortalizas [internet]. Cortés: FHIA; [consultado 2019 Jun 05]. http://www.fhia.org.hn/downloads/informes_tecnicos/Informe_Tecnico_2017_Programa_de_Hortalizas.pdf
- Flores B. 2012. Efecto de *Isaria fumosorosea* (nativo) y *Lecanicillium lecanii* sobre las ninfas de *Frankliniella párvula* (Thrips de la flor) y *Chaetanaphothrips signipennis* (Thrips de la mancha roja) de los cultivos bananeros del Valle del Chira-Perú bajo condiciones de laboratorio y de campo. Universidad Nacional de Trujillo. Peru. 85p; [consultado 2019 sept 24]. <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/2148/Flores%20Espinoza%2c%20Benigno.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gandarilla. F. 2012. Evaluación de asilados nativos de hongos entomopatógenos de zonas citrícolas sobre *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae): Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 187p; [consultado 2019 sept 20]. <http://eprints.uanl.mx/2802/1/1080237547.pdf>
- Hallsworth J, Magan N. 1999. Water and temperature relations of growth of the entomogenous fungi *beauveria bassiana*, *metarhizium anisopliae*, and *paecilomyces farinosus*. [Consultado 2019 sept 28]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10534413>
- Kakkar G, Kumar V, McKenzie C, Osborne L. (2017). *Cucumeris mite*. UF/IFAS Extension. EENY661. [consultado 2019 sept 15]. https://www.researchgate.net/publication/312538867_Cucumeris_mite/citation/download
- Koppert Biological Systems. 2019. Trips occidental de las flores. [consultado 2019 sept 18]. https://www.koppert.es/retos/trips/trips-occidental-de-las-flores/?fbclid=IwAR3zMkJQXeeojEONfp-OFrNPbbUeGit_saYwgKSdyyWwoJ90Vre4X_r4IgU
- López J, Jiménez J, Huez M, Garza S, Cruz F, Bautista A. 2017. Medidas de control biológico en la producción de pepino, bajo condiciones de invernadero. [consultado 2019 ago 5] Idesia. (ahead): 0.<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292017005000501>
- Navarrete R. 2005. Curvas de absorción de nutrientes en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de campo en Zamorano. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 21p; [consultado 2019 Jun 10]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5242/1/CPA-2005-T061.pdf>
- OBA, Organismos beneficiosos para la agricultura. 2017. Chinche pirata (*Orius insidiosus*) [internet]. [consultado 2019 sept 14]. <http://oba.mx/producto/chinche-pirata/?fbclid=IwAR3sUqojbPz36d6L5mfirVKuHaDkbubYLhhXfHOFmJeX1jqUlSamz9EygxU>

- Polo P, Ramírez S. 2018. Identificación, evaluación de capacidad depredadora y respuesta funcional de chinche nativa depredadora como estrategia de control biológico de trips en cultivos protegidos. Universidad de San Carlos Guatemala. Guatemala. 39p; [consultado 2019 sept 21]. <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puicb/INF-2017-46.pdf>
- Prieto H. 2016. Evaluación de tres concentraciones de *Isaria fumosorosea* para el control de *Bemisia tabaci* en cultivo de chile dulce bajo macro túnel. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 18p; [consultado 2019 may 26]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5870/1/CPA-2016-T078.pdf>
- Pucheta M, Flores A. 2006. Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. Caracas, Venezuela; [consultado 2019 Jun 24]. <http://www.redalyc.org/pdf/339/33901204.pdf>
- Püntener W. 1981. Manual for field trials in plant protection. Segunda edición. Agricultural Division, Ciba-Geigy Limited; [consultado 2019 sept 9]. <http://www.ehabsoft.com/ldpline/onlinecontrol.htm#SchneiderOrelli>.
- Rodríguez M, Sánchez M, Navarro M. 2002. *Amblyseius*, depredador autóctono en cultivo protegido. Almería, España; [consultado 2019 Jun 24]. https://www.researchgate.net/publication/28277635_Amblyseius_depredador_autoceno_en_cultivo_protegido
- Rodríguez D. 2015. Alternativas de control biológico para Thrips (*Frankliniella occidentalis*) (*Pergande*) (Thysanoptera: Thripidae) en el cultivo de rosas (*Rosa* spp). Escuela de ciencias agrícolas pecuarias y del medio ambiente. 96 p; [consultado 2019 sept 25]. <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/3467/1/35355300.pdf>
- Sánchez P. 2001. Ecología General, Métodos de Muestreo. S.d. [consultado el 4 sept. De 2019]. <http://populationecol.tripod.com/>
- Trujillo G, Pérez R, Borroto D, Concepción E. 2003. Efectividad de hongos entomopatógenos y *Bacillus thuringiensis* sobre Thrips palmi karny en el cultivo de pepino. Ciudad de la Habana, Cuba. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. [consultado 2019 sept 18] Vol. 7, no. 4. <http://www.redalyc.org/pdf/2091/209118173003.pdf>
- Van den Meiracker, Ramakers P. 1991. Biological control of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis*, in sweet pepper, with the anthocorid predator *Orius insidiosus*. Mededelingen van de Faculteit Lanbouwwentenschappen Riiijuniversityteit Gent 56, 241–249
- Villalobos K, Vargas A, González 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. [consultado 2019 Jun 26] Vol. 6(3): 62-70
<https://www.researchgate.net/publication/272165249>

Xuenong X, Borgemeister C, Poehling H. 2005. Interactions in the biological control of weater flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and tow-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch by the predatory bug *Orius insidiosus* Say on beans. [consultado 2019 sept 24]. Biological