

**EFICACIA DE CONTROLADORES BIOLÓGICOS EN EL MANEJO DE  
COSMOPOLITES SORDIDUS Y METAMASIVUS HEMIPTERUS BAJO CONDICIONES  
DE LABORATORIO**

**EFFICACY OF BIOLOGICAL CONTROLLERS IN THE MANAGEMENT OF  
COSMOPOLITES SORDIDUS AND METAMASIVUS HEMIPTERUS UNDER  
LABORATORY CONDITIONS**

Fanor Emmanuel Vera Jurado<sup>1</sup>  
Wimper Manuel Santana Troya<sup>2</sup>  
David Mayorga Arias<sup>3</sup>

**Resumen**

La búsqueda de alternativas ecológicas para el control de *C. sordidus*, *M. hemipterus* son necesarias y la utilización de hongos entomopatógenos deben ser consideradas dentro del manejo de estos insectos-plaga; dentro de las especies de hongos entomopatógenos encontramos a *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* como potenciales reguladores naturales de poblaciones de insectos perjudiciales para los cultivos agrícolas. La investigación se realizó en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Se utilizaron materiales de laboratorio. Se estudiaron dos factores: a) control de *C. sordidus* y *M. hemipterus*, b) dosis y controladores biológicos. Se evaluaron los tratamientos, constituidos por las cepas de hongos, con las respectivas dosis. Se utilizó el diseño experimental Bloques complementado al azar (DCA) con 6 tratamientos, 5 repeticiones. Mediante la prueba de Tukey al 95 % de probabilidades. Se evaluaron las siguientes variables: número de insectos vivos, número de insectos muertos, porcentaje de micelio y mortalidad. Mediante el análisis de los resultados se determinó que mortalidad de *C. sordidus* a los 8 días se reportó con el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (28.00) y el tratamiento químico (Thiamethoxam) 12 ml/L (28.00 %) siendo numéricamente superiores al resto de tratamientos. En la evaluación a los 11 días se observó que el tratamiento *M. anisopliae* 12 g/L (60.00 %) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos. El porcentaje de mortalidad de *M. hemipterus* a los 8 días se reportó con el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (28.00 %) y el tratamiento *M. anisopliae* 8 g/L (28.00 %) siendo numéricamente superiores al resto de tratamientos. En la evaluación a los 11 días se observó que el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (56.00 %) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos.

**Palabras claves:** *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, insectos plagas, mortalidad, control.

Recepción: 29 de Agosto de 2024/ Evaluación: 30 de Septiembre de 2024/ Aprobado: 10 de Octubre de 2024

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo por la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. Estudiante de la Maestría en Agronomía: Mención en Protección Vegetal en la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. Supervisor de Departamento Técnico de Insih Banano, Ecuaquímica Correo electrónico: fveraj@utb.edu.ec. ORCID: 0009-0002-7907-3757

<sup>2</sup> Ingeniero Agrónomo, por la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. Estudiante de la Maestría en Agronomía: Mención en Protección Vegetal en la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. Asistente técnico de Comercial Departamento de Banano, Ecuaquímica. Correo electrónico: fveraj@utb.edu.ec. ORCID: 0009-0002-7907-3757

<sup>3</sup> Master en Ingeniería Agrícola por la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. Docente en la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Km 7,5 vía Babahoyo-Montalvo, Ecuador. Correo electrónico: dmayorga@utb.edu.ec. ORCID: 0000-0002-4240-4260

### Abstract

The search for ecological alternatives for the control of *C. sordidus*, *M. hemipterus* is necessary and the use of entomopathogenic fungi must be considered within the management of these insect-pests; Within the species of entomopathogenic fungi we find *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* as potential natural regulators of insect populations harmful to agricultural crops. The research was carried out in the Entomology Laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences. Laboratory materials were used. Two factors were studied: a) control of *C. sordidus* and *M. hemipterus*, b) dosage and biological controllers. The treatments, consisting of the fungal strains, with the respective doses, were evaluated. The randomized complementary blocks (RCD) experimental design was used with 6 treatments, 5 repetitions. Performing the Tukey test at 95% probability. The following variables were evaluated: number of live insects, number of dead insects, percentage of mycelium and mortality. Through the analysis of the results, it was determined that mortality of *C. sordidus* at 8 days was reported with the *B. bassiana* treatment 12 g/L (28.00) and the chemical treatment (Thiamethoxam) 12 ml/L (28.00 %) being numerically superior to the rest of the treatments. In the evaluation after 11 days, it was observed that the *M. anisopliae* 12 g/L (60.00%) treatment was statistically superior to the rest of the treatments. The percentage of mortality of *M. hemipterus* at 8 days was reported with the *B. bassiana* 12 g/L treatment (28.00%) and the *M. anisopliae* 8 g/L treatment (28.00%) being numerically higher than the rest of the treatments. In the evaluation after 11 days, it was observed that the *B. bassiana* 12 g/L treatment (56.00%) was statistically superior to the rest of the treatments.

**Keywords:** *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, insect pests, mortality, control

### Introducción

El Banano ecuatoriano se cultiva en la zona costera conformada por las provincias de El Oro, Guayas, Los Ríos, Esmeraldas; y en los valles cálidos de la Sierra de Cañar, Cotopaxi, y demás provincias, las bondades del clima e incomparables propiedades de los suelos han permitido alcanzar generosos niveles de productividad; las hectáreas sembradas de banano sobrepasan las 200 mil, en la Costa la producción estuvo concentrada con el 92%, donde la provincia de Los Ríos represento el 38 %, Guayas 31 % y El Oro 22 %; el comercio del banano representa aproximadamente el 20% del Producto Interno Bruto (PIB) (INEC-ESPAC, 2022).

Un mal común que sufren los productores bananeros de la zona, es el volcamiento de muchas de sus plantas, debido a la abundante presencia de *C. sordidus* y *M. hemipterus* los cuales se introducen el cormo de la planta, afectando severamente su sistema radicular y evitando que esta pueda absorber los nutrientes necesarios, lo que provoca un decaimiento de la planta y posteriormente su desprendimiento del suelo (Chompol, 2022).

Dentro de los tres insectos mencionados anteriormente el picudo negro es un insecto que puede afectar considerablemente el cultivo de banano causando pérdidas que pueden alcanzar el 42% de las cosechas estimadas; los daños que ocasiona el picudo negro las realiza en su etapa de larva, al formar galerías en el cormo de la planta, causa su debilitamiento e inclusive la caída del racimo; sus ataques los realiza principalmente durante la noche debido a sus hábitos nocturnos, hábitos que tornan mucho más difícil su control. Además del picudo negro, otra especie de insecto conocido como picudo rayado también es considerado un serio problema para los agricultores, este insecto se alimenta del pseudotallo, lo debilita y produce el posterior doblamiento de las plantas al momento del llenado del racimo (Zapata, 2016).

El picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y el picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) son considerados plagas que causan un importante daño en el cultivo del banano y plátano en Ecuador. El picudo negro realiza galerías a nivel del cormo, como consecuencia la planta se debilita causando su volcamiento y ocasionando la pérdida de unidades productivas en la plantación. En el caso del picudo rayado los daños en la planta son similares a los realizados por el picudo negro, las larvas perforan la base del pseudotallo formando galerías, este ataque puede llegar a ser más severo cuando la planta presenta heridas y déficits nutricionales (Espinoza *et al.*, 2019).

La sobrepoblación de *Cosmopolites sordidus*, *Metamasius hemipterus*, en los cultivos de banano, provoca que muchas plantas sufran volcamientos, debido al deterioro del cormo causado por la proliferación de estos insectos (Hernández *et al.*, 2021).

Para el control de *C. sordidus* y *M. hemipterus* se utilizan trampas de pseudotallo de banano conjuntamente con insecticidas extremadamente peligrosos para el agricultor y el medio ambiente; entre los pesticidas utilizados para el control de estos insectos plagas encontramos los insecticidas organofosforados reconocidos por su alta toxicidad y su acción sobre el sistema nervioso que afecta no solamente a los insectos plaga sino también a organismos benéficos (Cema, 2021).

Cuando existen infestaciones muy altas de estas tres especies de insectos los productores de banano realizan controles químicos con productos cuyos ingredientes activos pertenecen a insecticidas como carbamatos, organofosforados y piretroides, aunque en diversas ocasiones los resultados esperados no logran cubrir las expectativas (López, 2018).

La búsqueda de alternativas ecológicas para el control de *C. sordidus*, *M. hemipterus* son necesarias y la utilización de hongos entomopatógenos deben ser consideradas dentro del manejo de estos insectos-plaga; dentro de las especies de hongos entomopatógenos encontramos a *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* como potenciales reguladores naturales de poblaciones de insectos perjudiciales para los cultivos agrícolas (Ronquillo, 2021).

Se ha reportado para el control de muchas plagas de cultivos la aplicación exógena de Bb con formulaciones en spray. El papel de Bb como una herramienta entre muchas en el manejo integrado de plagas, en lugar de un enfoque de gestión independiente, debe ser mejor desarrollada a través de la gama de sistemas de cultivo (Moura & Stefan, 2016).

Las esporas del hongo Bb entran en contacto con la cutícula del insecto susceptible, las esporas germinan y crecen directamente a través de la cutícula del cuerpo interior del insecto. Aquí el hongo prolifera en todo el cuerpo del insecto y produce toxinas, vaciado del insecto de nutrientes y eventualmente matarlo. Bb es considerado un patógeno virulento contra el picudo negro del banano *C. sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) (Hlerema *et al.*, 2017).

Buena *et al* (2021) mencionan en el ensayo realizado bajo condiciones de laboratorio para controlar *C. sordidus*, que la mortalidad máxima fue obtenida con la aplicación de Serenisim (*B. bassiana*  $5 \times 10^8$  ufc/g) (50 %), seguida del tratamiento con Velifer (*B. bassiana*  $8 \times 10^9$  conidios/ml) (35 %). Phoemyc (*B. bassiana*  $3,3 \times 10^9$  conidios/g) y Ostrinil (*B. bassiana*  $5 \times 10^8$  ufc/g) alcanzaron mortalidades algo menores (25% en ambos casos), y Naturalis® fue el producto que presentó menor mortalidad por *B. bassiana* (15 %).

La efectividad de *M. anisopliae* en el control de picudo negro ha sido demostrada en diversos estudios, donde se ha logrado una mortalidad cerca del 100 % a nivel de laboratorio; en condiciones de campo la mortalidad ha sido levemente inferior a la mostrada en laboratorio; *M. anisopliae* presenta un óptimo crecimiento a una temperatura de 25 °C y puede crecer de forma in vitro en un pH de 3.3 a 8.5, con una elevada humedad para que se desarrollen los conidios (Gil, 2017).

En Brasil se han reportado resultados exitosos entre el 85 % y 95 % de mortalidad sobre *C. sordidus* al utilizar el hongo *M. anisopliae* con una concentración de  $5 \times 10^8$  permitiendo que el

insecto camine sobre las cepas del hongo o en los trozos de pseudotallo tratados directamente, para que los insectos que infecten durante el proceso de colonización (Ríos *et al.*, 2020).

Gil (2017) menciona en su estudio realizado bajo condiciones de laboratorio que la aplicación de las 2 cepas de *Beauveria bassiana* y la cepa de *Metarhizium anisopliae*, en condiciones de laboratorio, tuvo un gran efecto en la mortalidad de *Cosmopolites sordidus*. Siendo la cepa de *Beauveria bassiana* 26 la que más se destacó causando la más alta mortalidad con 82.72 % y fue la que más rápido alcanzo el Tiempo Letal medio con 9.74 días entre los tratamientos. Le siguió la cepa de *Metarhizium anisopliae* A que tuvo una mortalidad de 58.02 % y un Tiempo Letal medio con 18.45 días. Finalmente, la cepa que menos se destacó fue la de *Beauveria bassiana* 27 con una mortalidad de 55.56 % y un Tiempo Letal medio de 22.59 días.

En un ensayo se establecieron 5 experimentos a nivel de laboratorio para determinar la patogenicidad de una raza exóticas *M. anisopliae* y cuatro cepas nativas como agentes biocontroladores del picudo negro (*C. sordidus*) del banano; la concentración utilizada fue de  $2.3 \times 10^7$  conidios/50 ml de agua, donde se sumergieron los insectos correspondientes a cada tratamiento durante un minuto; luego los insectos fueron colocados en cajas Petri y dejados a una temperatura ambiente por 25 días, realizando evaluaciones a intervalos a 48 horas; se observaron un mayor porcentaje de insectos muertos (89 %) en menos tiempo cuando se compararon con otras cepas nativas y exóticas (Alvarado *et al.*, 2020).

Herrera (2021) describe en su ensayo de biocontroladores del picudo negro (*C. sordidus*) del banano, que una concentración de  $2.3 \times 10^7$  conidios/50 ml de agua de *M. anisopliae*, fue el tratamiento con mayor tasa de mortalidad del 100 %, también vale destacar el tratamiento a base de *Baeuveria bassiana* presento un 80 % de mortalidad sobresaliendo dentro los demás tratamientos sin embargo el resto de tratamiento alcanzaron valores conceptuales inferiores es decir que su control tuvo por debajo del 50 % de mortalidad.

Carballo y Arias (2018) reportaron hasta 36 % de mortalidad de adultos de *C. sordidus* y hasta 80 % de *M. hemipterus* cuando usaron trampas de pseudotallo de banano cebadas con  $5.8 \times 10^{10}$  conidias/trampa (10 g/trampa) de *M. anisopliae* y *B. bassiana*. Por su parte, Chávez (2019) manifiesta que las aplicaciones de *B. bassiana* infectan hasta el 65 % de adultos de *M. hemipterus*.

Mendoza *et al* (2018) expresan en su ensayo, que el aumento de la dosis de *B. bassiana* proporcionó, en todos los casos, un incremento en la mortalidad del insecto *M. hemipterus*. Los mayores porcentajes se registraron con  $1 \times 10^7$  y  $1 \times 10^8$  conidias/ml, alcanzándose 82.2 y 84.5 % de mortalidad, respectivamente, siendo estadísticamente diferentes a los demás tratamientos. Con  $1 \times 10^4$  y  $1 \times 10^5$  conidias/ml se logró únicamente 2.23 y 6.70 % de mortalidad, siendo estadísticamente iguales al testigo absoluto. Con  $1 \times 10^6$  conidias/ml se alcanzó 33.3 % de mortalidad. Según Probit, la concentración letal media (CL50) de la cepa Bb-P de *B. bassiana* fue de  $1.0 \times 10^7$  conidias/ml.

Mendoza *et al* (2018) probó la patogenicidad de tres cepas de *B. bassiana* y tres de *M. anisopliae* y un testigo absoluto. Para todas las cepas, se utilizó una concentración de  $1 \times 10^8$  conidias/ml. Se emplearon 60 adultos por tratamiento. Los registros de mortalidad se efectuaron diariamente, hasta 15 días después de la inoculación. Los adultos muertos fueron acondicionados en cámara húmeda para determinar la causa de mortalidad. Los resultados mostraron que las cepas de ambos entomopatógenos fueron patogénicas sobre los adultos del picudo rayado, siendo estadísticamente diferentes al testigo.

En la presente investigación debido al uso desmedido de productos químicos en las fincas bananeras, y con la finalidad de buscar soluciones más ecológicas, se ha optado por emplear técnicas de Manejo Integrado de Plagas, utilizando diversos controladores biológicos (*Metarhizium anisopliae* y *Bauveria bassiana*) para mermar las poblaciones de *M. hemipterus* y *C. sordidus*.

### Metodología

La presente investigación se realizó en el ambiente del Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Km 7,5 de la vía Babahoyo - Montalvo. Las coordenadas planas de un punto en el centro del área de investigación son: longitud -1.797222 m y latitud -79.484171 m de la zona 17, según la proyección UTM y el sistema de referencia WGS84. La estación meteorológica ubicada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo es la más cercana al área de estudio, reporta para la zona un clima tropical húmedo según la clasificación de Köppen, con una temperatura media anual de 25,5°C, precipitación anual 2.329 mm, humedad relativa de 80 % mensual, heliofanía promedio mensual de 74 horas de brillo solar.

Se utilizaron materiales de laboratorio. Se estudiaron dos factores: a) control de *C. sordidus* y *M. hemipterus*, b) dosis y controladores biológicos. Se evaluaron los tratamientos, constituidos por las cepas de hongos, con las respectivas dosis, tal como se indican en la siguiente Tabla 1:

**Tabla 1.**

*Tratamientos estudiados*

Tratamiento	Biocontroladores	Concentración	Dosis	Frecuencia de evaluación (días)
T1	<i>Bauveria bassiana</i>	3x10 <sup>8</sup> conidias/ml	8 g/L	5-8-11
T2	<i>Bauveria bassiana</i>	3x10 <sup>8</sup> conidias/ml	12 g/L	5-8-11
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	1x10 <sup>8</sup> conidias/ml	8 g/L	5-8-11
T4	<i>Metarhizium anisopliae</i>	1x10 <sup>8</sup> conidias/ml	12 g/L	5-8-11
T5	Testigo químico	Thiamethoxam	12 ml/L	5-8-11
T6	Testigo absoluto	-----	Sin aplicación	Sin aplicación

Se utilizó el diseño experimental Bloques complementado al azar (DCA) con 6 tratamientos, 5 repeticiones. Mediante la prueba de Tukey al 95 % de probabilidades, se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para las variables analizadas. Para todos los análisis se aplicó el software de análisis estadístico Infostat. La distancia entre cada caja de Petri donde estuvieron los adultos de *C. ordidus* y *M. hemipterus* inoculados con *M. anisopliae* y *B. bassiana* es de 0,10 m, cuyo detalle se describe a continuación: Ancho del espacio de la caja de Petri: 0,10 m; Longitud del espacio de la caja de Petri: 0,10 m; Área del espacio de la caja de Petri: 0,20 m<sup>2</sup>; Cajas de Petri en el ensayo: 30; Área total del ensayo: 0,20 m<sup>2</sup> \* 30 = 6 m<sup>2</sup>.

Se recolectó los insectos de *C. sordidus* y *M. hemipterus* en estado de larva, pupa y adulto en los cormos de plantas de banano afectados en el campo, en donde se utilizó un palin para extraer los cormos con galerías, los mismos que fueron llevados al Laboratorio de Entomología. Antes de ingresar al Laboratorio de Entomología se limpió con agua todos los desechos o impurezas de los cormos y después se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 0.5 %, para evitar cualquier tipo de contaminación. Las larvas fueron sometidas a cumplir su ciclo biológico, en donde se las alimentó con el cormo recolectado dentro de una caja de plástico, cubierto de una malla nylon para evitar la fuga del insecto en estado adulto. Las pupas recolectadas también fueron sometidas a terminar su

ciclo de vida hasta llegar a estado adulto, los mismos que fueron desinfectados por proceso de inmersión en una solución de hipoclorito de sodio al 0.5 % durante 30 segundos, posteriormente se enjuagó los insectos por tres ocasiones con agua destilada estéril. Luego los insectos fueron colocados en recipientes plásticos con papel filtro para su respectivo secado. Se seleccionó los insectos más activos, con movilidad para garantizar la homogeneidad en los tratamientos. La inoculación de las diversas cepas de hongos entomopatógenos en los insectos adultos de *C. sordidus* y *M. hemipterus*, se realizó por microaspersión con micropipetas, dispersando las esporas de cada biocontrolador en la parte dorsal del insecto adulto con 5 días de emergencia. Los insectos adultos inoculados fueron ubicados en cajas de Petri con 30 gr de pseudotallo y 30 gramos de corno fresco, mismos que previamente fueron desinfectados en agua en estado de ebullición por un periodo de 60 segundos. Para cada tratamiento se colocaron 5 insectos adultos con 5 repeticiones, evaluándose cada 5, 8 y 11 días después de la inoculación (Ronquillo, 2021).

Para la determinación de número de insectos vivos y muertos se realizaron revisiones a los 5, 8 y 11 días después de la aplicación de los tratamientos a base de los biocontroladores con dosis diferentes, en donde se cuantificaron la cantidad de insectos vivos que presentaron movilidad al momento de la evaluación. Para la variable de picudos muertos se tomó como referencia la cantidad de insectos con ausencia de movilidad.

En la evaluación de la variable porcentaje de insectos adultos con crecimiento de micelio de *M. anisopliae* y *B. bassiana*, se consideraron los insectos que presentaron crecimiento de micelio en el exoesqueleto a los 5, 8 y 11 días después de la aplicación de los tratamientos a base de los biocontroladores con dosis diferentes, en donde las observaciones se realizaron con ayuda de un microscopio compuesto.

Para la evaluación del porcentaje de mortalidad se registró el porcentaje de mortalidad de *C. sordidus* y *M. hemipterus* en condiciones de laboratorio, para lo se cuantificó el número de insectos muertos por acción de los tratamientos, empleando la siguiente formula Muñoz (2001):

$$%M = (X * 100/Y)$$

Dónde:

% M= Porcentaje de mortalidad

X= Total de insectos muertos en el control

Y= Total de insectos vivos en el tratamiento

## Resultados

En la Tabla 2, se detalla los promedios de número de insectos vivos de *C. sordidus* evaluados a los 5, 8 y 11 días después de la aplicación de los tratamientos. Se encontró significancia estadística en todas las observaciones realizadas. Los coeficientes de variación fueron 10.99 %, 10.64 % y 25.79 % respectivamente. En la evaluación a los 5 días se encontró que los tratamientos *B. bassiana* 8 g/L (5 insectos vivos), *M. anisopliae* 8 g/L (5 insectos vivos), Testigo absoluto (5 insectos vivos), *B. bassiana* 12 g/L (4.40 insectos vivos) y *M. anisopliae* 8 g/L (4.20 insectos vivos), fueron estadísticamente iguales y superiores al resto de tratamientos. El registro más bajo se dio en el testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L con 2.40 insectos vivos. A los 8 días se reportó que el tratamiento Testigo absoluto (4.80 insectos vivos) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos, mientras que el tratamiento químico (Thiamethoxam) 12 ml/L presentó el menor número de insectos vivos con 0.80. Cuando se evaluó a los 11 días se observó que el tratamiento Testigo absoluto (4.00 insectos vivos) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos. El registró más bajo se presentó en el testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L con la presencia de cero insectos vivos.

**Tabla 2.**

*Promedio de insectos vivos de C. sordidus con la aplicación de varias cepas B. bassiana y M. anisopliae en condiciones de laboratorio*

Tratamiento	Biocontroladores	Concentración	Dosis	Numero de insectos vivos		
				5 días	8 días	11 días
T1	<i>Bauveria bassiana</i>	3x10 <sup>8</sup> conidias/ml	8 g/L	5.00 a	4.00 b	2.00 b
T2	<i>Bauveria bassiana</i>	3x10 <sup>8</sup> conidias/ml	12 g/L	4.40 a	3.00 c	0.60 c
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	1x10 <sup>8</sup> conidias/ml	8 g/L	5.00 a	3.80 b	1.60 b
T4	<i>Metarhizium anisopliae</i>	1x10 <sup>8</sup> conidias/ml	12 g/L	4.20 a	3.40 bc	0.40 c
T5	Testigo químico	Thiamethoxam	12 ml/L	2.40 b	0.80 d	0.00 c
T6	Testigo absoluto	-----	Sin aplicación	5.00 a	4.80 a	4.00 a
	Promedios	-----		4.33	3.30	1.43
	Significancia estadística			*	*	*
	Coefficiente de variación (%)			10.99	10.64	25.79

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia; Ns: no significancia estadística; \*: significancia estadística

En la Tabla 3, se detalla los promedios de número de insectos vivos de *M. hemipterus* evaluados a los 5, 8 y 11 días después de la aplicación de los tratamientos. Se encontró significancia estadística en todas las observaciones realizadas. Los coeficientes de variación fueron 8.28 %, 12.46 % y 24.49 % respectivamente. En la evaluación a los 5 días se encontró que los tratamientos *M. anisopliae* 8 g/L (5 insectos vivos), Testigo absoluto (5 insectos vivos) y *B. bassiana* 8 g/L (4.80 insectos vivos), fueron estadísticamente iguales y superiores al resto de tratamientos. El registro más bajo se dio en el testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L con 1.20 insectos vivos. A los 8 días se reportó que el tratamiento Testigo absoluto (4.40 insectos vivos) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos, mientras que el tratamiento químico (Thiamethoxam) 12 ml/L no presentó insectos vivos. Cuando se evaluó a los 11 días se observó que el tratamiento Testigo absoluto (4.00 insectos vivos) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos. El registro más bajo se presentó en el testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L con la presencia de cero insectos vivos.

**Tabla 3.**

*Promedio de insectos vivos de M. hemipterus con la aplicación de varias cepas B. bassiana y M. anisopliae en condiciones de laboratorio*

Tratamiento	Biocontroladores	Concentración	Dosis	Numero de insectos vivos		
				5 días	8 días	11 días
T1	<i>Bauveria bassiana</i>	3x10 <sup>8</sup> conidias/ml	8 g/L	4.80 a	4.00 ab	2.00 b
T2	<i>Bauveria bassiana</i>	3x10 <sup>8</sup> conidias/ml	12 g/L	4.40 ab	3.00 cd	0.20 c
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	1x10 <sup>8</sup> conidias/ml	8 g/L	5.00 a	3.60 bc	1.60 b
T4	<i>Metarhizium anisopliae</i>	1x10 <sup>8</sup> conidias/ml	12 g/L	4.00 b	2.80 d	0.20 c
T5	Testigo químico	Thiamethoxam	12 ml/L	1.20 c	0.00 e	0.00 c
T6	Testigo absoluto	-----	Sin aplicación	5.00 a	4.40 a	4.00 a
	Promedios			4.06	2.96	1.33
	Significancia estadística			*	*	*
	Coeficiente de variación (%)			8.28	12.46	24.49

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia; Ns: no significancia estadística; \*: significancia estadística

En la Tabla 4, se detalla los promedios de número de insectos muertos de *C. sordidus* evaluados a los 5, 8 y 11 días después de la aplicación de los tratamientos. Se encontró significancia estadística a los 5 y 11 días de observación, mientras que no se reportó significancia a los 8 días. Los coeficientes de variación fueron 66.50 %, 63.77 % y 21.20 % respectivamente. En la evaluación a los 5 días se reportó que el tratamiento químico (Thiamethoxam) 12 ml/L (2.80 insecto muertos) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos, mientras que los tratamientos *M. anisopliae* 8 g/L (0 insectos muertos), Testigo absoluto (0 insectos muertos) y *B. bassiana* 8 g/L (0 insectos muertos), fueron los menores valores presentados. A los 8 días se reportó que el tratamiento testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L (1.40 insectos muertos) y el tratamiento *B. bassiana* 8 g/L (1.40 insectos muertos) fueron numéricamente superiores al resto de tratamientos, mientras que el tratamiento absoluto presentó un menor valor de 0.20 insectos muertos. En la evaluación a los 11 días se observó que el tratamiento *M. anisopliae* 12 g/L (3.00 insectos muertos) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos. Los registros más bajo se presentaron en los tratamientos testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L y testigo absoluto con 0.80 insectos muertos respectivamente.



**Tabla 4.**

Promedio de insectos muertos de *C. sordidus* con la aplicación de varias cepas *B. bassiana* y *M. anisopliae* en condiciones de laboratorio

Tratamiento	Biocontroladores	Concentración	Dosis	Numero de insectos muertos		
				5 días	8 días	11 días
T1	<i>Bauveria</i>	3x10 <sup>8</sup>	8 g/L	0.00 b	1.00 a	2.00 b
	<i>bassiana</i>	conidias/ml				
T2	<i>Bauveria</i>	3x10 <sup>8</sup>	12 g/L	0.60 b	1.40 a	2.40 ab
	<i>bassiana</i>	conidias/ml				
T3	<i>Metarhizium</i>	1x10 <sup>8</sup>	8 g/L	0.00 b	1.20 a	2.20 b
	<i>anisopliae</i>	conidias/ml				
T4	<i>Metarhizium</i>	1x10 <sup>8</sup>	12 g/L	0.80 b	0.80 a	3.00 a
	<i>anisopliae</i>	conidias/ml				
T5	Testigo químico	Thiamethoxam	12 ml/L	2.80 a	1.40 a	0.80 c
T6	Testigo absoluto	-----	Sin aplicación	0.00 b	0.20 a	0.80 c
	Promedios			0.70	1.00	1.86
	Significancia estadística			*	ns	*
	Coefficiente de variación (%)			66.50	63.77	21.20

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia; Ns: no significancia estadística; \*: significancia estadística

En la Tabla 5, se detalla los promedios de número de insectos muertos de *M. hemipterus* evaluados a los 5, 8 y 11 días después de la aplicación de los tratamientos. Se encontró significancia estadística a los 5 y 11 días de observación, mientras que no se reportó significancia a los 8 días. Los coeficientes de variación fueron 36.67 %, 41.33 % y 31.81 % respectivamente. En la evaluación a los 5 días se reportó que el tratamiento químico (Thiamethoxam) 12 ml/L (3.80 insectos muertos) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos, mientras que los tratamientos *B. bassiana* 8 g/L (0.20 insectos muertos), *M. anisopliae* 8 g/L (0 insectos muertos) y Testigo absoluto (0 insectos muertos) y, fueron los menores valores presentados. A los 8 días se reportó que el tratamiento *M. anisopliae* 8 g/L (1.40 insectos muertos) y el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (1.40 insectos muertos) fueron numéricamente superiores al resto de tratamientos, mientras que el tratamiento absoluto presentó un menor valor de 0.60 insectos muertos. En la evaluación a los 11 días se observó que el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (2.80 insectos muertos) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos. El registro más bajo se presentó en el tratamiento testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L (0.40 insectos muertos).

**Tabla 5.**

*Promedio de insectos muertos de M. hemipterus con la aplicación de varias cepas B. bassiana y M. anisopliae en condiciones de laboratorio*

Tratamiento	Biocontroladores	Concentración	Dosis	Numero de insectos muertos		
				5 días	8 días	11 días
T1	<i>Bauveria bassiana</i>	3x10 <sup>8</sup> conidias/ml	8 g/L	0.20 c	0.80 a	2.00 a
T2	<i>Bauveria bassiana</i>	3x10 <sup>8</sup> conidias/ml	12 g/L	0.60 bc	1.40 a	2.80 a
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	1x10 <sup>8</sup> conidias/ml	8 g/L	0.00 c	1.40 a	2.00 a
T4	<i>Metarhizium anisopliae</i>	1x10 <sup>8</sup> conidias/ml	12 g/L	1.00 b	1.20 a	2.60 a
T5	Testigo químico	Thiamethoxam	12 ml/L	3.80 a	1.20 a	0.00 b
T6	Testigo absoluto	-----	Sin aplicación	0.00 c	0.60 a	0.40 b
Promedios				0.93	1.10	1.63
Significancia estadística				*	ns	*
Coeficiente de variación (%)				36.67	41.33	31.81

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia; Ns: no significancia estadística; \*: significancia estadística

En la Tabla 6, se detalla los promedios de porcentaje de insectos adultos de *C. sordidus* con crecimiento de micelio evaluados a los 5, 8 y 11 días después de la aplicación de los tratamientos. Se encontró significancia estadística a los 5, 8 y 11 días de observación. Los coeficientes de variación fueron 8.24 %, 5.02 % y 4.26 % respectivamente. En la evaluación a los 5 días se reportó que los tratamientos *M. anisopliae* 12 g/L (23.20 %) y el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (22.00 %) fueron estadísticamente superiores al resto de tratamientos, mientras que los tratamientos Testigo absoluto y testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L no presentaron crecimiento de micelio. A los 8 días se reportó que los tratamientos *M. anisopliae* 12 g/L (46.20 %) y el tratamiento *B. bassiana* 8 g/L (44.20 %) fueron estadísticamente superiores al resto de tratamientos, mientras que los tratamientos Testigo absoluto y testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L no presentaron crecimiento de micelio. En la evaluación a los 11 días se observó que los tratamientos *M. anisopliae* 12 g/L (87.00 %) y el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (84.60 %) fueron estadísticamente superiores al resto de tratamientos, mientras que los tratamientos Testigo absoluto y testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L no presentaron crecimiento de micelio.

**Tabla 6.**

*Promedio de porcentaje de insectos adultos de C. sordidus con crecimiento de micelio con la aplicación de varias cepas B. bassiana y M. anisopliae en condiciones de laboratorio*

Tratamiento	Biocontroladores	Concentración	Dosis	Promedio de porcentaje de insectos adultos de <i>C. sordidus</i> con crecimiento de micelio		
				5 días	8 días	11 días
T1	<i>Bauveria</i>	3x10 <sup>8</sup>	8 g/L	17.80	44.20	70.40
	<i>bassiana</i>	conidias/ml		b	a	b
T2	<i>Bauveria</i>	3x10 <sup>8</sup>	12 g/L	22.00	36.20	84.60
	<i>bassiana</i>	conidias/ml		a	b	a
T3	<i>Metarhizium</i>	1x10 <sup>8</sup>	8 g/L	17.20	37.00	70.00
	<i>anisopliae</i>	conidias/ml		b	b	b
T4	<i>Metarhizium</i>	1x10 <sup>8</sup>	12 g/L	23.20	46.20	87.60
	<i>anisopliae</i>	conidias/ml		a	a	a
T5	Testigo químico	Thiamethoxam	12 ml/L	0.00 c	0.00 c	0.00 c
T6	Testigo absoluto	-----	Sin aplicación	0.00 c	0.00 c	0.00 c
		-----				
	Promedios			13.36	27.26	52.10
	Significancia estadística			*	*	*
	Coefficiente de variación			8.24	5.02	4.26

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia; Ns: no significancia estadística; \*: significancia estadística

En la Tabla 7, se detalla los promedios de porcentaje de insectos adultos de *M. hemipterus* con crecimiento de micelio evaluados a los 5, 8 y 11 días después de la aplicación de los tratamientos. Se encontró significancia estadística a los 5, 8 y 11 días de observación. Los coeficientes de variación fueron 7.26 %, 5.47 % y 2.43 % respectivamente. En la evaluación a los 5 días se reportó que los tratamientos *M. anisopliae* 12 g/L (19.80 %) y el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (18.60 %) fueron estadísticamente superiores al resto de tratamientos, mientras que los tratamientos Testigo absoluto y testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L no presentaron crecimiento de micelio. A los 8 días se reportó que los tratamientos *M. anisopliae* 12 g/L (47.00 %) y el tratamiento *B. bassiana* 8 g/L (44.40 %) fueron estadísticamente superiores al resto de tratamientos, mientras que los tratamientos Testigo absoluto y testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L no presentaron crecimiento de micelio. En la evaluación a los 11 días se observó que los tratamientos *M. anisopliae* 12 g/L (90.20 %) y el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (89.80 %) fueron estadísticamente superiores al resto de tratamientos, mientras que los tratamientos Testigo absoluto y testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L no presentaron crecimiento de micelio.

**Tabla 7.**

*Promedio de porcentaje de insectos adultos de M. hemipterus con crecimiento de micelio con la con la aplicación de varias cepas B. bassiana y M. anisopliae en condiciones de laboratorio*

Tratamiento	Biocontroladores	Concentración	Dosis	Promedio de porcentaje de insectos adultos de <i>M. hemipterus</i> con crecimiento de micelio		
				5 días	8 días	11 días
T1	<i>Bauveria bassiana</i>	3x10 <sup>8</sup> conidias/ml	8 g/L	13.20 b	34.20 b	69.20 b
T2	<i>Bauveria bassiana</i>	3x10 <sup>8</sup> conidias/ml	12 g/L	18.60 a	44.40 a	89.80 a
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	1x10 <sup>8</sup> conidias/ml	8 g/L	14.00 b	33.80 b	68.20 b
T4	<i>Metarhizium anisopliae</i>	1x10 <sup>8</sup> conidias/ml	12 g/L	19.80 a	47.00 a	90.20 a
T5	Testigo químico	Thiamethoxam	12 ml/L	0.00 c	0.00 c	0.00 c
T6	Testigo absoluto	----- -----	Sin aplicación	0.00 c	0.00 c	0.00 c
Promedios				10.93	26.56	52.9
Significancia estadística				*	*	*
Coeficiente de variación				7.26	5.47	2.43

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia; Ns: no significancia estadística; \*: significancia estadística

En la Tabla 8, se detalla los promedios de porcentaje de mortalidad de *C. sordidus* evaluados a los 5, 8 y 11 días después de la aplicación de los tratamientos. Se encontró significancia estadística a los 5 y 11 días de observación, mientras que no se reportó significancia a los 8 días. Los coeficientes de variación fueron 66.50 %, 63.77 % y 21.20 % respectivamente. En la evaluación a los 5 días se reportó que el tratamiento químico (Thiamethoxam) 12 ml/L (56.00 %) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos, mientras que los tratamientos *B. bassiana* 8 g/L (0 %), *M. anisopliae* 8 g/L (0 %) y Testigo absoluto (0 %) y, presentaron cero porcentos de mortalidad. A los 8 días se reportó que el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (28.00) y el tratamiento químico (Thiamethoxam) 12 ml/L (28.00 %) fueron numéricamente superiores al resto de tratamientos, mientras que el tratamiento absoluto presentó un menor valor de 4.00 % de mortalidad. En la evaluación a los 11 días se observó que el tratamiento *M. anisopliae* 12 g/L (60.00 %) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos. Los registros más bajos se presentaron en los tratamientos testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L (16.00 %) y el Testigo absoluto (16.00 %).

**Tabla 8.**

Promedio de porcentaje de mortalidad de *C. sordidus* con la aplicación de varias cepas *B. bassiana* y *M. anisopliae* en condiciones de laboratorio

Tratamiento	Biocontroladores	Concentración	Dosis	Porcentaje de mortalidad		
				5 días	8 días	11 días
T1	<i>Bauveria</i>	3x10 <sup>8</sup>	8 g/L	0.00 b	20.00	40.00 b
	<i>bassiana</i>	conidias/ml			a	
T2	<i>Bauveria</i>	3x10 <sup>8</sup>	12 g/L	12.00	28.00	48.00
	<i>bassiana</i>	conidias/ml		b	a	ab
T3	<i>Metarhizium</i>	1x10 <sup>8</sup>	8 g/L	0.00 b	24.00	44.00 b
	<i>anisopliae</i>	conidias/ml			a	
T4	<i>Metarhizium</i>	1x10 <sup>8</sup>	12 g/L	16.00	16.00	60.00 a
	<i>anisopliae</i>	conidias/ml		b	a	
T5	Testigo químico	Thiamethoxam	12 ml/L	56.00	28.00	16.00 c
				a	a	
T6	Testigo absoluto	-----	Sin	0.00 b	4.00 a	16.00 c
		-----	aplicación			
	Promedios			14.00	20.00	37.33
	Significancia estadística			*	ns	*
	Coeficiente de variación			66.50	63.77	21.20

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia; Ns: no significancia estadística; \*: significancia estadística

En la Tabla 9, se detalla los promedios de porcentaje de mortalidad de *M. hemipterus* evaluados a los 5, 8 y 11 días después de la aplicación de los tratamientos. Se encontró significancia estadística a los 5 y 11 días de observación, mientras que no se reportó significancia a los 8 días. Los coeficientes de variación fueron 36.07 %, 41.33 % y 31.81 % respectivamente. En la evaluación a los 5 días se reportó que el tratamiento químico (Thiamethoxam) 12 ml/L (76.00 %) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos, mientras que los tratamientos *B. bassiana* 8 g/L (4.00 %), *M. anisopliae* 8 g/L (0 %) y Testigo absoluto (0 %) y, presentaron cero porcentos de mortalidad. A los 8 días se reportó que el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (28.00 %) y el tratamiento *M. anisopliae* 8 g/L (28.00 %) fueron numéricamente superiores al resto de tratamientos, mientras que el tratamiento absoluto presentó un menor valor de 12.00 % de mortalidad. En la evaluación a los 11 días se observó que el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (56.00 %) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos. El registro más bajo se presentó en el tratamiento testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L con el cero por ciento de mortalidad.

**Tabla 9.**

Promedio de porcentaje de mortalidad de *M. hemipterus* con la aplicación de varias cepas *B. bassiana* y *M. anisopliae* en condiciones de laboratorio

Tratamiento	Biocontroladores	Concentración	Dosis	Porcentaje de mortalidad		
				5 días	8 días	11 días
T1	<i>Bauveria</i>	3x10 <sup>8</sup>	8 g/L	4.00 c	16.00	40.00
	<i>bassiana</i>	conidios/ml			a	a
T2	<i>Bauveria</i>	3x10 <sup>8</sup>	12 g/L	12.00	28.00	56.00
	<i>bassiana</i>	conidios/ml		bc	a	a
T3	<i>Metarhizium</i>	1x10 <sup>8</sup>	8 g/L	0.00 c	28.00	40.00
	<i>anisopliae</i>	conidios/ml			a	a
T4	<i>Metarhizium</i>	1x10 <sup>8</sup>	12 g/L	20.00	24.00	52.00
	<i>anisopliae</i>	conidios/ml		b	a	a
T5	Testigo químico	Thiamethoxam	12 ml/L	76.00	24.00	0.00 b
				a	a	
T6	Testigo absoluto	-----	Sin	0.00 c	12.00	8.00 b
		-----	aplicación		a	
	Promedios			18.66	22.00	32.67
	Significancia estadística			*	ns	*
	Coefficiente de variación			36.07	41.33	31.81

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia; Ns: no significancia estadística; \*: significancia estadística

### Discusión

Basado en los resultados obtenidos en la presente investigación se puede indicar que el uso de *B. bassiana* y *M. anisopliae* como biocontroladores, tienen eficacia en el control de insectos adultos de *C. sordidus* y *M. hemipterus*.

En relación al número de insectos muertos de *C. sordidus* el tratamiento *B. bassiana* 8 g/L (1.40 insectos muertos) y el tratamiento testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L (1.40 insectos muertos) presentaron el mayor número de insectos muertos a los 8 días de su evaluación, esto debido a que *B. bassiana* tiene efectos entomopatógenos en hembras y machos de *C. sordidus*, llegando alcanzar una mortalidad del 100 % (Nava (2019). Teniendo en cuenta que bajo condiciones de campo y laboratorio la acción patogénica de *B. bassiana* es alta, utilizando una concentración de 1x10<sup>9</sup> conidios/ml, en donde se obtienen mortalidades entre 72.5 a 100 % (Brenes & Carballo, 2019). En la evaluación a los 11 días se observó que el tratamiento *M. anisopliae* 12 g/L (3.00 insectos muertos) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos, debido a que *M. anisopliae* posee una efectividad en el control de picudo negro demostrada en diversos estudios, donde se ha logrado una mortalidad cerca del 100 % a nivel de laboratorio (Gil, 2017).

En relación al número de insectos muertos de *M. hemipterus* a los 8 días se reportó que el tratamiento *M. anisopliae* 8 g/L (1.40 insectos muertos) y el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (1.40 insectos muertos) fueron numéricamente superiores al resto de tratamientos, mientras que el tratamiento absoluto presentó un menor valor de 0.60 insectos muertos. En la evaluación a los 11

días se observó que el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (2.80 insectos muertos) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos. El registro más bajo se presentó en el tratamiento testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L (0.40 insectos muertos), tomando como referencia lo manifestado por Carballo y Arias (2018) quienes reportaron hasta 36 % de mortalidad de adultos de *C. sordidus* y hasta 80 % de *M. hemipterus* cuando usaron trampas de pseudotallo de banano cebadas con  $5.8 \times 10^{10}$  conidias/trampa (10 g/trampa) de *M. anisopliae* y *B. bassiana*. Por su parte, Chávez (2019) manifiesta que las aplicaciones de *B. bassiana* infectan hasta el 65 % de adultos de *M. hemipterus*.

En la evaluación del porcentaje de micelio en insectos *C. sordidus* a los 8 días se reportó que los tratamientos *M. anisopliae* 12 g/L (46.20 %) y el tratamiento *B. bassiana* 8 g/L (44.20 %) fueron estadísticamente superiores al resto de tratamientos, mientras que los tratamientos Testigo absoluto y testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L no presentaron crecimiento de micelio. En la evaluación a los 11 días se observó que los tratamientos *M. anisopliae* 12 g/L (87.00 %) y el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (84.60 %) fueron estadísticamente superiores al resto de tratamientos, mientras que los tratamientos Testigo absoluto y testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L no presentaron crecimiento de micelio, lo cual es ratificado por Perera et al., (2019), quienes expresan que las esporas de *B. bassiana* y *M. anisopliae* entran en contacto con las cutículas del insecto, germinando y penetrando en su cavidad interna atacando los tejidos grasos y los órganos, en donde el insecto deja de alimentarse y muere al cabo de 4 -10 días después de la infección.

En la evaluación del porcentaje de micelio en insectos *M. hemipterus* a los 8 días se reportó que los tratamientos *M. anisopliae* 12 g/L (47.00 %) y el tratamiento *B. bassiana* 8 g/L (44.40 %) fueron estadísticamente superiores al resto de tratamientos, mientras que los tratamientos Testigo absoluto y testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L no presentaron crecimiento de micelio. En la evaluación a los 11 días se observó que los tratamientos *M. anisopliae* 12 g/L (90.20 %) y el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (89.80 %) fueron estadísticamente superiores al resto de tratamientos, mientras que los tratamientos Testigo absoluto y testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L no presentaron crecimiento de micelio, en la cual Hlerema et al (2017) describe que las esporas de los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae* entran en contacto con la cutícula del insecto susceptible, las esporas germinan y crecen directamente a través de la cutícula del cuerpo interior del insecto. Aquí el hongo prolifera en todo el cuerpo del insecto y produce toxinas, vaciado del insecto de nutrientes y eventualmente matarlo.

En relación al porcentaje de mortalidad de *C. sordidus* a los 8 días se reportó que el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (28.00) y el tratamiento químico (Thiamethoxam) 12 ml/L (28.00 %) fueron numéricamente superiores al resto de tratamientos, mientras que el tratamiento absoluto presentó un menor valor de 4.00 % de mortalidad. En la evaluación a los 11 días se observó que el tratamiento *M. anisopliae* 12 g/L (60.00 %) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos. Los registros más bajos se presentaron en los tratamientos testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L (16.00 %) y el Testigo absoluto (16.00 %), tomando como referencia lo evidenciado por Herrera (2021) quien describe en su ensayo de biocontroladores del picudo negro (*C. sordidus*) del banano, que una concentración de  $2.3 \times 10^7$  conidios/50 ml de agua de *M. anisopliae*, fue el tratamiento con mayor tasa de mortalidad del 100 %, también vale destacar el tratamiento a base de *Baeuveria bassiana* presento un 80 % de mortalidad sobresaliendo dentro los demás tratamientos sin embargo el resto de tratamiento alcanzaron valores conceptuales inferiores es decir que su control tuvo por debajo del 50 % de mortalidad.

En relación al porcentaje de mortalidad de *M. hemipterus* a los 8 días se reportó que el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (28.00 %) y el tratamiento *M. anisopliae* 8 g/L (28.00 %) fueron numéricamente superiores al resto de tratamientos, mientras que el tratamiento absoluto presentó un menor valor de 12.00 % de mortalidad. En la evaluación a los 11 días se observó que el

tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (56.00 %) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos. El registro más bajo se presentó en el tratamiento testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L con el cero por ciento de mortalidad, tomando como referencia lo evidenciado por Mendoza *et al* (2018) quienes probaron la patogenicidad de tres cepas de *B. bassiana* y tres de *M. anisopliae* y un testigo absoluto. Para todas las cepas, se utilizó una concentración de  $1 \times 10^8$  conidias/ml. Se emplearon 60 adultos por tratamiento. Los registros de mortalidad se efectuaron diariamente, hasta 15 días después de la inoculación. Los adultos muertos fueron acondicionados en cámara húmeda para determinar la causa de mortalidad. Los resultados mostraron que las cepas de ambos entomopatógenos fueron patogénicas sobre los adultos del picudo rayado, siendo estadísticamente diferentes al testigo. Los mayores porcentajes se registraron con  $1 \times 10^7$  y  $1 \times 10^8$  conidias/ml, alcanzándose 82.2 y 84.5 % de mortalidad, respectivamente, siendo estadísticamente diferentes a los demás tratamientos.

### Conclusiones

En relación al número de insectos muertos de *C. sordidus* el tratamiento *B. bassiana* 8 g/L (1.40 insectos muertos) y el tratamiento testigo químico (Thiamethoxam) 12 ml/L (1.40 insectos muertos) presentaron el mayor número de insectos muertos a los 8 días de su evaluación. En la evaluación a los 11 días se observó que el tratamiento *M. anisopliae* 12 g/L (3.00 insectos muertos) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos, debido a que *M. anisopliae* posee una efectividad en el control de picudo negro demostrada en diversos estudios.

En relación al número de insectos muertos de *M. hemipterus* a los 8 días se reportó que el tratamiento *M. anisopliae* 8 g/L (1.40 insectos muertos) y el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (1.40 insectos muertos) fueron superiores al resto de tratamientos. En la evaluación a los 11 días se observó que el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (2.80 insectos muertos) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos.

En la evaluación del porcentaje de micelio en insectos *C. sordidus* a los 8 días se reportó que los tratamientos *M. anisopliae* 12 g/L (46.20 %) y el tratamiento *B. bassiana* 8 g/L (44.20 %) fueron estadísticamente superiores al resto de tratamientos. En la evaluación a los 11 días se observó que los tratamientos *M. anisopliae* 12 g/L (87.00 %) y el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (84.60 %) fueron estadísticamente superiores al resto de tratamientos.

En la evaluación del porcentaje de micelio en insectos *M. hemipterus* a los 8 días se reportó que los tratamientos *M. anisopliae* 12 g/L (47.00 %) y el tratamiento *B. bassiana* 8 g/L (44.40 %) fueron estadísticamente superiores al resto de tratamientos. En la evaluación a los 11 días se observó que los tratamientos *M. anisopliae* 12 g/L (90.20 %) y el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (89.80 %) fueron estadísticamente superiores al resto de tratamientos.

En relación al porcentaje de mortalidad de *C. sordidus* a los 8 días se reportó que el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (28.00) y el tratamiento químico (Thiamethoxam) 12 ml/L (28.00 %) fueron numéricamente superiores al resto de tratamientos. En la evaluación a los 11 días se observó que el tratamiento *M. anisopliae* 12 g/L (60.00 %) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos.

En relación al porcentaje de mortalidad de *M. hemipterus* a los 8 días se reportó que el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (28.00 %) y el tratamiento *M. anisopliae* 8 g/L (28.00 %) fueron numéricamente superiores al resto de tratamientos. En la evaluación a los 11 días se observó que el tratamiento *B. bassiana* 12 g/L (56.00 %) fue estadísticamente superior al resto de tratamientos.



### Referencias bibliográficas

- Alvarado, H., Montes, L., Gomes, H., Bustillo, A., Mesa, E. (2020). Patogenicidad de cepas de *Metarhizium anisopliae* (L.) y *Beauveria bassiana* sobre *Rhynchophorus palmarum*. *Palmas*, 34(2), 15-24.
- Buena, A., Paris, M., Perera, S., Pérez, R., Ramos, R. (2021). *Evaluación de nuevos productos comerciales con Beauveria bassiana para el control del picudo de la platanera (Cosmopolites sordidus germar) en condiciones de laboratorio*. Información Técnica N.9. [https://www.icia.es/icia/download/publicaciones/Control\\_Picudo\\_Platanera.pdf](https://www.icia.es/icia/download/publicaciones/Control_Picudo_Platanera.pdf)
- Barrera, G., Gómez, J., Cuartas, P., León, G., Villamizar, L. (2014). Caracterización morfológica, biológica y genética de un aislamiento Colombiano de granulovirus de *Erinnyis ello* (L.) (Lepidoptera: Sphingidae). *Revista Colombiana de Biotecnología*, 16(2), 129-140.
- Brenes, S., Carballo, M. (2019). Evaluación de *Beauveria bassiana* (Bals) para el control biológico del picudo del plátano *Cosmopolites sordidus*. *Manejo Integrado de Plagas*, 31, 17-21.
- Cema, R. (2021). *Evaluación de cuatro tipos de trampas en el control biológico del picudo negro del plátano Cosmopolites sordidus en tres distritos de la región Ucayali, Perú* (Tesis de grado, Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa – Perú).
- Chompol, G. (2022). *Control etológico de Cosmopolites sordidus (PICUDO NEGRO) con la aplicación de tres atrayentes naturales en el cultivo de plátano (Musa paradisiaca L.)* (Tesis de grado, Universidad Estatal Del Sur De Manabí, Ecuador). <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4152/1/Chompol%20Merch%C3%A1n%20G%C3%A9nesis%20Tatiana.pdf>
- Carballo, V., Arias, M. (2018). Evaluación de *Beauveria bassiana* para el control de *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae) en condiciones de campo. *Revista MIPE*, 31, 22-24
- Chávez, (2019). *Manejo Integrado de Plagas en los Cultivos de Plátano y Banano en Colombia*. [http://www.engormix.com/manejo\\_integrado\\_plagas\\_cultivo\\_s\\_articulos\\_941.htm](http://www.engormix.com/manejo_integrado_plagas_cultivo_s_articulos_941.htm)
- Espinoza, Y., Quevedo, J., & García, R. (2019). Determinación de la eficiencia de diferentes trampas para el control de picudo negro (*Cosmopolites Sordidus* G.) en banano orgánico. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(1), 171-180.
- Garrofolo, R. (2018). Eficacia de dos cepas comerciales de *Metarhizium anisopliae* en el control de picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) en condiciones de campo y laboratorio (Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. 90 p.
- Gil, J. (2017). *Evaluación de dos cepas de Beauveria bassiana (Báls.) y una cepa de Metarhizium anisopliae (Metsch.) en el control de adultos del gorgojo del banano, Cosmopolites sordidus (Coleóptera, Curculionidae) bajo condiciones de laboratorio* (Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego). <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3576>
- Hernández, E., González, M., Buena, S., Medina, A. (2021). Evaluación de organismos entomopatógenos para el manejo del picudo de la platanera (*Cosmopolites sordidus*) en condiciones de campo. *AGROCABILDO*, 1-40.
- Herrera, L. (2021). *Actividad biocontroladora de Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae y Verticillium lecanii sobre adultos de picudo negro (Cosmopolites sordidus) bajo condiciones de laboratorio* (Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador). <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/HERRERA%20ESPINOZA%20LILIAM.pdf>
- Hlerema, I., Laurie, S. & Eiasu, B. (2017). Preliminary observations on use of *Beauveria bassiana* for the control of the sweet potato weevil (*Cylas* sp.) in South Africa. *Open Agriculture*, 2(1), 595–599.

- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) (2022). Ficha sectorial Banano (en línea). Consultado 23 sept. 2023. Disponible en <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2023/fichas-sectoriales-1-trimestre/Ficha-Sectorial-Banano.pdf>
- López, S. (2018). *Dinámica poblacional del complejo de picudos en el cultivo de plátano (Musa AAB), mediante el manejo químico y biológico en el municipio de Cartago, Valle del Cauca* (Tesis Ingeniería Agroforestal, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia).
- Mendoza, J., Gómez, P., Gualle, D. (2018). *Posibilidades del uso de Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae para el control del picudo rayado, Metamasius hemipterus, en caña de azúcar*. CINCAE, Ecuador. <https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/05/Posib.-uso-B.-bassiana-para-Metamasius.pdf>
- Mendoza, J., Ayora, A., Gualle, D. (2016). *Efecto del picudo rayado, Metamasius hemipterus L., sobre la producción y rendimiento de la caña de azúcar*. En: Memorias del VI Congreso de ATALAC, Guayaquil, Ecuador. AETA, 1, 119-124.
- Navas, R. (2019). Eficacia de *Beauveria bassiana* (bálsamo) vuillemin 1912 como controlador biológico de *Cosmopolites sordidus* Germar 1824 (Coleoptora: Dryophthoridae) en una plantación de banano en la región del caribe de Costa Rica (Tesis en Licenciatura Agronómica. Costa Rica. Universidad Nacional, Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar).
- Ronquillo, A. (2021). *Control biológico del picudo de las bananeras Cosmopolites sordidus Germar con el uso de varias cepas Beauveria bassiana en condiciones de laboratorio* (Tesis MSc, Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador).
- Ríos, R., Vargas, J., Sánchez, J., Oliva, R., Alarcón, T., Villegas, P. (2020). *Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae como controladores compatibles y eficientes de insectos plaga en cultivos acuapónicos*. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 419-426.
- Zapata, K. (2016). *Control biológico y etológico del picudo negro (Cosmopolites sordidus) en el cultivo de banano en la provincia del Oro* (Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Guayaquil, Ecuador).