



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del Exámen de Grado de carácter  
Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,  
como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

*“Beauveria bassiana para el control de *Cosmopolites sordidus* en el cultivo de banano (*Musa sapientum*) en la provincia de Los Ríos”*

**AUTOR:**

Antonio Armando Pozo Álava

**TUTOR:**

Ing. Agr. Yary Ruiz Parrales, Mg. ia.

Babahoyo- Los Ríos - Ecuador

2022

## RESUMEN

El banano (*Musa sapientum*) representa el cuarto cultivo de índice alimentario catalogado el más importante en el mundo, seguido del arroz, el trigo y el maíz. Es importante considerar que la producción bananera puede ser afectada por diversos factores, entre los que se destacan las plagas agrícolas. El picudo negro (*C. sordidus*), es un insecto plaga considerado uno de los más perjudiciales de todas las musáceas establecidas, en la cual se han reportado pérdidas de producción que representan entre el 42 - 45% de la cosecha total. En las plantaciones establecidas de banano, el insecto plaga produce túneles en el interior del borde exterior del cormo, provocando la putrefacción del mismo, el amarilleo de las hojas, el descuento de energía, la caída de la planta y a veces provoca esterilidad. El hongo entomopatógeno (*B. bassiana*), ha sido utilizado eficazmente a nivel de campo y laboratorio, para controlar *C. sordidus*, llegando alcanzar una eficacia del 97%, por lo que es una alternativa válida para el manejo del picudo negro. La información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre *Beauveria bassiana* para el control de (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de banano en la provincia de Los Ríos. Por lo anteriormente detallado se determinó que Las aplicaciones de (*B. bassiana*), sobre picudo negro logran una mortalidad del 97,5% a los 21 días de la inoculación de los insectos, con una concentración de  $4 \times 10^9$  conidios/ml. El uso del hongo entomopatógeno (*B. bassiana*) puede ser considerado como una alternativa eficiente para el control del picudo negro en las plantaciones de banano.

**Palabras claves:** *Beauveria bassiana*, *Cosmopolites sordidus*, cultivo de banano, control biológico.

## SUMMARY

Banana (*Musa sapientum*) represents the fourth most important food index crop in the world, followed by rice, wheat and corn. It is important to consider that banana production can be affected by various factors, including agricultural pests. The black boll weevil (*C. sordidus*) is an insect pest considered one of the most damaging of all established musaceae, in which production losses of 42-45% of the total harvest have been reported. In established banana plantations, the insect pest produces tunnels inside the outer edge of the corm, causing rotting of the corm, yellowing of the leaves, energy loss, plant drop and sometimes sterility. The entomopathogenic fungus (*B. bassiana*) has been used effectively in the field and laboratory to control *C. sordidus*, reaching an efficacy of 97%, making it a valid alternative for the management of the black palm weevil. The information obtained was carried out through the technique of analysis, synthesis and summary, with the purpose that the reader knows about *Beauveria bassiana* for the control of (*Cosmopolites sordidus*) in the banana crop in the province of Los Ríos. Based on the above, it was determined that applications of (*B. bassiana*) on the black weevil achieved a 97.5% mortality rate 21 days after inoculation of the insects, with a concentration of  $4 \times 10^9$  conidia/ml. The use of the entomopathogenic fungus (*B. bassiana*) can be considered as an efficient alternative for the control of the black boll weevil in banana plantations.

**Key words:** *Beauveria bassiana*, *Cosmopolites sordidus*, banana crop, biological control.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	3
MARCO METODOLÓGICO .....	3
1.1. Definición del caso de estudio .....	3
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Justificación .....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos .....	4
1.5. Fundamentación teórica .....	4
1.5.1. <i>Cosmopolites sordidus</i> .....	4
1.5.1.1. Origen y distribución .....	4
1.5.1.2. Clasificación taxonómica .....	4
1.5.1.3. Biología .....	5
1.5.1.3.1. Huevos .....	5
1.5.1.3.2. Pupas .....	5
1.5.1.3.3. Larvas .....	5
1.5.1.4. Daños .....	6
1.5.2. <i>Beauveria bassiana</i> .....	8
1.5.2.1. Clasificación taxonómica .....	8
1.5.2.2. Modo de acción de <i>Beauveria bassiana</i> .....	9
1.5.2.3. Importancia de ( <i>Beauveria bassiana</i> ) para el control de <i>Cosmopolites sordidus</i> en el cultivo de banano. ....	10
1.6. Hipótesis .....	14
1.7. Metodología de la investigación .....	14
CAPÍTULO II .....	15
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	15
2.1. Desarrollo del caso .....	15
2.2. Situaciones detectadas .....	15
2.3. Soluciones planteadas .....	16
2.4. Conclusiones .....	16
2.5. Recomendaciones .....	16

BIBLIOGRAFÍA.....	17
ANEXOS.....	21

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Adulto de picudo negro ( <i>Cosmopolites sordidus</i> ) en pseudotallo de banano....	21
<b>Figura 2.</b> Galerías en el corno de banano por picudo negro ( <i>Cosmopolites sordidus</i> )....	21
<b>Figura 3.</b> Inicio de colonización de <i>B. bassiana</i> sobre picudo negro causando su muerte...	22
<b>Figura 4.</b> Colonización total de <i>B. bassiana</i> , sobre picudo negro.....	22

## INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa sapientum*) representa el cuarto cultivo de índice alimentario catalogado el más importante en el mundo, seguido del arroz, el trigo y el maíz. El banano es considerado un alimento básico, rico en potasio y otros minerales, que contribuye directamente a la seguridad alimentaria de millones de personas a nivel mundial; es un producto de amplia exportación, que debido a su comercialización genera divisas y numerosas plazas de trabajo (Ramírez *et al.* 2016).

El Ecuador a nivel mundial es catalogado como el primer exportador de banano. Por ende, la producción bananera representa un sector clave en la economía ecuatoriana, fomentando alrededor de 3 millones de empleos para las familias que dependen de este rubro. Dentro de los productos de exportación a nivel nacional el banano ecuatoriano representa más del 10% de las exportaciones totales del país, considerándose el segundo rubro de mayor exportación, luego del petróleo (AEBE *et al.* 2017).

Es importante considerar que la producción bananera puede ser afectada por diversos factores, entre los que se destacan las plagas agrícolas. Entre las principales plagas que causan daños al cultivo de banano encontramos al picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), este insecto plaga es considerado uno de los más perjudiciales de todas las musáceas establecidas. Se han reportado pérdidas de producción que representan entre el 42 - 45% de la cosecha total; también se ha logrado identificar que es peligroso debido a que es vector de enfermedades, como la “pudrición acuosa del pseudotallo” (Dávila *et al.* 2020).

Dentro del control del picudo negro en el cultivo de banano se utilizan formular químicas como el uso de insecticidas organofosforados, carbamatos y piretroides, los mismos que son catalogados como productos tóxicos para el medio ambiente y el ser humano. Debido a esto se han implementado en el manejo integrado de plagas nuevas alternativas de control para el picudo negro,

en la cual encontramos el uso de hongos entomopatógenos: (*Beauveria bassiana*), el mismo que ha mostrado una alta eficiencia como agentes de control biológico del picudo negro y en otras especies de insectos plagas

El presente trabajo se desarrolló para adquirir y mejorar los conocimientos sobre *Beauveria bassiana* para el control de (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de banano en la provincia de Los Ríos.

# CAPÍTULO I

## MARCO METODOLÓGICO

### 1.1. Definición del caso de estudio

El presente documento trata sobre la temática correspondiente a *Beauveria bassiana* para el control de (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de banano en la provincia de Los Ríos.

### 1.2. Planteamiento del problema

El picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) es considerado una de las principales plagas que ocasiona graves daños en el cultivo de banano. El principal daño es causado por las larvas que se alimentan del cormo y pseudotallo, formando galerías en donde se obstaculiza el desarrollo de las plantas. En plantaciones establecidas se han reportado pérdidas hasta el 42 % de la cosecha total.

El control del picudo negro está condicionado por la aplicación de insecticidas químicos (organofosforados, carbamatos y piretroides), que influyen en los costos de producción, en la salud del ser humano y el ecosistema, debido a su alto grado de toxicidad; al igual que su uso intensivo genera resistencia en los insectos, lo cual dificulta su control. Por ende, una alternativa eficiente y sostenible para el control del picudo negro en el cultivo de banano es el uso del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*.

### 1.3. Justificación

El picudo negro es uno de los insectos plagas que afectan el cultivo de banano, su control está basado en la aplicación de insecticidas extremadamente tóxicos para el ser humano y el agroecosistema. El uso del hongo entomopatógeno (*Beauveria bassiana*) puede ser considerado como una alternativa eficiente para el control del picudo negro en las plantaciones de

banano; su uso no afecta a la salud del ser humano ni contamina al medio ambiente; además, no existen registros de resistencia de esta especie de picudo a este hongo entomopatógeno.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Recopilar información sobre (*Beauveria bassiana*) para el control de (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de banano en la provincia de Los Ríos.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Describir los daños causados por (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de banano.
- Conocer la importancia de (*Beauveria bassiana*) para el control de (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de banano.

## **1.5. Fundamentación teórica**

### **1.5.1. *Cosmopolites sordidus***

#### **1.5.1.1. Origen y distribución**

El picudo negro es originario de Malasia e Indonesia, su dispersión ha alcanzado un amplio rango, al ser trasladado en plantas y rizomas para establecer una plantación de banano o plátano. Representa una plaga importante en América y Oceanía (Aganel *et al.* 2016).

#### **1.5.1.2. Clasificación taxonómica**

Este insecto pertenece al orden Coleóptera conocido como picudo negro, es cual se clasifica de la siguiente manera, según Aganel *et al.* (2016):

**Reino:** Animalia

**Phylum:** Arthropoda

**Clase:** Insecta

**Orden:** Coleoptera

**Familia:** Curculionidae

**Género:** *Cosmopolites*

**Especie:** *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824).

### **1.5.1.3. Biología**

El gorgojo del banano o picudo negro sufre una metamorfosis completa y sus niveles de desarrollo son: huevo, larva, pupa y adulto (Armendáriz *et al.* 2016).

#### **1.5.1.3.1. Huevos**

Los huevos son cilíndricos y de color blanco nacarado, miden 0,5 mm de extensión y un par de mm de longitud. La duración de este nivel a 25°C es de entre 7 y 9 días (Armendáriz *et al.* 2016).

#### **1.5.1.3.2. Pupas**

Son del tipo suelto o exarcado, es decir, los elementos del cuerpo se identifican sin dificultad. Son de color blanco lechoso, con una duración media de 12,7 días. La duración de este estadio en condiciones de hierba varía entre 6 y 12 días. En condiciones de laboratorio su desarrollo es de 6 días a 30°C y de 23 días a 16°C. Las pupas se determinan en el cormo, en una cámara ovalada construida con la larva antes de la pupación (Armendáriz *et al.* 2016).

#### **1.5.1.3.3. Larvas**

Las larvas son ápodas (sin patas) y de color blanco, con una pastilla cefálica en forma de cúpula con una superficie lisa de color ámbar. La eclosión se produce principalmente entre 25 y 30°C; las temperaturas superiores a 32°C

inhiben la eclosión. Las larvas amplían las galerías internas en los tejidos del hospedador. Tiene de cinco a ocho niveles larvarios y su periodo en condiciones naturales varía entre 3 y 17 semanas. Esta variante depende de los elementos ambientales y dietéticos, la densidad de insectos, el grado fenológico y la variedad de plantas (Arévalo *et al.* 2018).

#### **1.5.1.3.4. Adultos**

En el momento de la emergencia, miden entre 10 y 15 mm de longitud y tienen un color marrón rojizo que se oscurece hasta el negro con el paso de los días. Su cabeza es compacta y pequeña. Los adultos son nocturnos, pasan muy lentamente y son fuertemente atraídos por las sustancias volátiles producidas por la flora del huésped. En situaciones de sujeción pueden vivir entre cinco y ocho meses, aunque hay reseñas que han registrado una supervivencia cercana a los dos años. Son enérgicos en ambientes húmedos, donde pueden permanecer sin comer de tres a seis meses. Tienen un riesgo relativo en ambientes secos, perdiendo la vida entre 1 y 10 días por debajo de estas condiciones (Arévalo 2018).

Después del apareamiento, las hembras ovipositan en la flora de cualquier edad, casi constantemente en el cuello del corno, muy cerca del grado del suelo. En esta zona y antes de la oviposición, con su aparato bucal hace agujeros de 1 a 2 mm de profundidad donde introduce los huevos en mi opinión. Durante su vida una mujer puede oviponer una media de cien huevos (Arévalo *et al.* 2018).

#### **1.5.1.4. Daños**

El insecto plaga (*Cosmopolites sordidus*) es atraído por las plantas recién cortadas, lo que hace que las coles y las vides utilizadas como semilla sean especialmente susceptibles de ser atacadas y de propagar la plaga en las nuevas plantaciones. La plaga puede asaltar cualquier nivel de mejora de la planta. En las nuevas plantaciones, el insecto hace un túnel en la semilla, lo que provoca el retraso o la falta de emergencia del cultivo, el amarillamiento y el enanismo de la planta, e incluso la desecación de las hojas. En las plantaciones montadas, la

plaga produce túneles en el interior del borde exterior del cormo, provocando la putrefacción del mismo, el amarilleo de las hojas, el descuento de energía, la caída de la planta y a veces provoca esterilidad (Chiriboga *et al.* 2015).

La presencia de (*Cosmopolites sordidus*) en el interior del cultivo puede pasar desapercibida durante un tiempo, porque los signos externos en la planta no son muy precisos (hojas con un leve amarilleo, falta de desarrollo de la planta, falta de llenado del fruto y otros signos). Los signos internos en la planta se descubren cuando se corta el tallo a nivel del rizoma, porque las galerías excavadas por las larvas y los tejidos podridos pueden ser visibles (Chiriboga *et al.* 2015).

Los estudios realizados por el INIAP en las zonas de El Carmen y Milagro demuestran que esta plaga es la máxima plaga vital del plátano. Se presenta en cualquier nivel de desarrollo del cultivo, con una mejor infestación en las plantaciones donde las responsabilidades culturales de eliminación de hojas, deshierbe y remoción de residuos del cultivo son muy escasas (Chiriboga *et al.* 2015).

El ataque del picudo del banano limita la absorción de nutrientes, reduce la energía de las flores, lo que se traduce en una mayor facilidad de volcado por el viento, reprime la floración, aumentando la susceptibilidad del cultivo a insectos plagas y enfermedades. Los descuentos en el rendimiento se deben tanto a las pérdidas de plantas como a la disminución del peso de los racimos (Chiriboga *et al.* 2015).

El número de gorgojos localizados en las nuevas plantaciones de plátanos es bajo. Con bajas cargas de oviposición, el aumento de la población es lento y la molestia se encuentra más a menudo dentro del segundo año. Las pérdidas de rendimiento de la cosecha pueden oscilar entre el 5% en el primer ciclo y más del 40% en el tercer ciclo del cultivo. En las regiones en las que los plátanos o bananos se renuevan después de 1 a 3 años, las poblaciones del picudo negro pueden no tener tiempo suficiente para crecer hasta niveles de plaga (Chiriboga *et al.* 2015).

Las lesiones del gorgojo en la periferia del corno son aprovechadas por microorganismos fitopatógenos, como (*Ralstonia solanacearum*), (*Fusarium sp.*), (*Erwinia sp.*) y (*Colletotrichum sp.*), que contribuyen a aumentar las pérdidas de plantas en el campo. Las pérdidas de rendimiento alcanzan el cuarenta y siete por ciento en el cuarto ciclo de producción (Chiriboga *et al.* 2015).

### **1.5.2. *Beauveria bassiana***

En 1836, Agostino Bassi escribió un tratado sobre la enfermedad del gusano de seda, conocida como muscardina, cuyo agente causal era *Beauveria bassiana*. Esto marcó el inicio de la patología de los insectos. El estudio de la patología de los insectos comenzó en 1879 con Hagen, que estudió el posible uso de los hongos para el control de los insectos (Cerna *et al.* 2022).

El hongo entomopatógeno (*Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill) es uno de los más prometedores en el control biológico de ciertos grupos de insectos de importancia en la salud humana y la economía agrícola. Uno de los aspectos importantes de su eficacia en el control de plagas de insectos es la posibilidad de su integración con agentes químicos, maximizando su potencial y reduciendo el impacto ambiental que el control químico como tal puede causar (Cerna *et al.* 2022).

Los hongos, entre los que se encuentra la (*Beauveria bassiana*), que pueden provocar enfermedades en los insectos se conocen como entomopatógenos. Viven evidentemente en el entorno, el suelo o el agua, además de alojarse en el cuerpo de los insectos, provocando su muerte en un plazo aproximado de cinco a siete días, con la posibilidad de propagar la enfermedad a otros insectos en condiciones favorables de temperatura y humedad (Cerna *et al.* 2022).

#### **1.5.2.1. Clasificación taxonómica**

La descripción taxonómica está catalogada de la siguiente manera, según Woodruff *et al.* (2018):

**Reino:** Fungi  
**Sub-reino:** Dikarya  
**Filum:** Ascomycota  
**Sub-filum:** Pezizomycotina  
**Clase:** Sordariomycetes  
**Sub-clase:** Hypocreomycetidae  
**Orden:** Hypocreales  
**Familia:** Cordycipitaceae  
**Género:** Cordyceps  
**Especie:** *Beauveria bassiana*

#### 1.5.2.2. Modo de acción de *Beauveria bassiana*

(*Beauveria bassiana*) es un hongo menos que perfecto del género Deuteromycetes, capaz de infectar a más de 200 especies de insectos. Tiene un aspecto pulverulento, blanco algodonoso o amarillento cremoso. El ciclo vital de este hongo consta de dos niveles: patógeno y saprofito. El desarrollo del hongo puede dividirse en hasta 8 niveles, que se definen a continuación, según Fernández *et al.* (2018):

- **Adhesión:** El primer contacto entre el hongo entomopatógeno y el insecto tiene lugar mientras la espora (conidio) se deposita en la superficie del insecto.
- **Germinación:** El conidio inicia el desarrollo de su tubo germinativo y de un órgano conservador (llamado apresorio), que le permite conectarse al suelo del insecto. Para una buena germinación, se requiere una humedad relativa del noventa y dos por ciento y una temperatura de 23 a 25 °C.
- **Penetración:** Tras la fijación por medio de mecanismos físicos (movimiento de tensión en la superficie de contacto) y químicos (acción de enzimas:

proteasas, lipasas y quitinasas), el hongo penetra en el insecto a través de los componentes tiernos.

- **Producción de toxinas:** Dentro del insecto, el hongo ramifica sus sistemas y coloniza las cavidades del huésped. Produce la toxina llamada Beauvericina que permite romper el sistema inmunológico del patógeno, lo que facilita la invasión del hongo a todos los tejidos. Otras toxinas que segrega son la beauvericina, los beauverólidos, el bassianólido, los isarólidos, el ácido oxálico y los pigmentos tenelina y bassianina que han demostrado cierto interés insecticida. El motivo de las toxinas es impedir el ataque a las estructuras invasoras del hongo.
- **Muerte del insecto:** Muerte del patógeno y marca la salida de la sección parasitaria, iniciando en consecuencia la fase saprofita.
- **Multiplicación y auge:** Después de la muerte del insecto, el hongo multiplica sus artilugios infecciosos (hifas) y éstos crecen simultáneamente, invadiendo finalmente todos los tejidos del insecto y haciéndose a prueba de la descomposición, aparentemente debido a los antibióticos secretados por medio del hongo. Después de la invasión completa, el desarrollo similar del hongo en el insecto depende de la humedad relativa, y en caso de no tener las condiciones ideales, el insecto queda con la apariencia de una momia.

#### **1.5.2.3. Importancia de (*Beauveria bassiana*) para el control de *Cosmopolites sordidus* en el cultivo de banano.**

El hongo entomopatógeno (*B. bassiana*) proporcionado a través del INIAP, esporulado en el arroz, ha sido utilizado eficazmente dentro del área de observación, por lo que es una alternativa válida para el manejo del picudo negro (Gonzales *et al.* 2018).

Se deben utilizar 50 trampas por hectárea de pseudotallos semi cilíndricos de 50 cm de longitud. Se colocan cinco gramos de aumento del hongo *B. bassiana* en el arroz. El porcentaje de eficacia de (*B. bassiana*) sobre el picudo negro fluctúa entre el 29% y el 52% (Gill *et al.* 2017).

Algunas cepas de (*B. bassiana*) en situaciones de laboratorio pueden motivar mortalidades superiores al 60 % (Intagri *et al.* 2020).

El 35% de parasitismo de (*C. sordidus*) se evidencio con (*B. bassiana*) e implica que su efecto puede ser elevado con el uso ininterrumpido en trampas, siempre y cuando los adultos parasitados se dejen en el señuelo para aumentar el inóculo (INIAP *et al.* 2016).

Se considera que los más prometedores para la el control del picudo negro son los hongos (*B. bassiana*) y (*Metarhizium anisopliae*) obviamente en las plantaciones, desarrollándose en las larvas, pupas y adultos del gorgojo, aunque en porciones limitadas (López *et al.* 2017).

(*B. bassiana*), al igual que otros hongos entomopatógenos, antes de matar a su huésped, provoca signos y síntomas cruciales que incluyen falta de sensibilidad, falta de coordinación, letargo, inapetencia, melanización y parálisis. Con la muerte del insecto, la ganancia aumentará debido a que la esporulación y la siguiente dispersión del hongo permite el control más allá de su aplicación (López *et al.* 2014).

En las evaluaciones, mientras que el uso de los hongos entomopatógenos para manipular los insectos, es muy crucial para definir los términos de parasitismo y mortalidad. El parasitismo ocurre mientras el hongo infecta al insecto y éste, a través de las condiciones ambientales favorables, presenta una cubierta blanca que cubre al insecto. La mortalidad incluye a los insectos parasitados y no parasitados, ya que el movimiento patógeno del hongo puede presentar además o no la reproducción de esporas, que dependen de las situaciones ambientales, incluida la humedad relativa, para ocurrir microscópicamente, tal cantidad de insectos inflamados por (*B. bassiana*) ya no regalan la cubierta blanca al adulto del picudo negro (Navas *et al.* 2015).

En bioensayos realizados bajo condiciones de laboratorio, se evaluó la virulencia de seis aislados de (*B. bassiana*) para combatir el picudo negro utilizando una sensibilización de  $1 \times 10^9$  conidios/ml, de los cuales se adquirieron

mortalidades entre el 72,5% y el 100%, demostrando que cualquiera de los aislados evaluados se convirtió en patógeno en mayor o menor grado (Ortega *et al.* 2017).

Mediante bioensayos se determinaron para el aislado A-4 de (*B. bassiana*), una mortalidad del 97,5% a los 21 días de la inoculación de los insectos, con una concentración de  $4 \times 10^9$  conidios/ml (Ortega *et al.* 2017).

Bajo condiciones de campo, utilizando dos aplicaciones de (*B. bassiana*), en sustrato de arroz o en sustrato de base de talco, a una concentración de  $5,8 \times 10^{10}$ /trampa, detectaron mortalidades entre 30 % y 63,0%, a los 4 días después del tratamiento de las trampas (Quintana *et al.* 2014).

Al comparar el impacto de las formulaciones de (*B. bassiana*), en trampas de cuña y de pseudotallo, confirmaron una mortalidad del 47,0 al 62% después de ocho días de hacer uso del hongo, superando a los componentes de emulsión de aceite que confirmaron una mortalidad del 26 al 30%. Estos autores determinaron que el sistema basado principalmente en el arroz era capaz de mantener la esporulación durante un periodo de 15 días, lo que permitía una mayor resistencia y dispersión del hongo; además, verificaron un aumento dentro de la estabilidad del hongo en el sujeto al utilizar la colocación de parte de una hoja en el corte de esta forma de trampa (Quintana *et al.* 2014).

Determinaron una disminución dentro de la población de picudo negro, un parasitismo superior al 35%, una reducción del coeficiente de infestación a través del noventa y dos por ciento (coeficiente inicial de 39,04 y coeficiente final de 2,97) y un auge del racimo de 2,75 kg en un cultivo de plátano de la variedad Dominico Hartón (Musa AAB). Se aplicaron prácticas culturales tales como: eliminación y el picado de los residuos del cultivo y erradicación de las plantas con elefantiasis (*Fusarium oxysporum* Schlecht y *F. moniliforme* Sheldon), en donde se realizaron aplicaciones del hongo en la base de cormo y el pseudotallo, a una concentración de  $5,0 \times 10^{11}$ / ml de conidias, durante seis meses (Olivares *et al.* 2018).

Se evaluaron 47 aislados de (*B. bassiana*) mediante la técnica de inmersión en insectos, y se eligió un aislado con una mortalidad cercana al 60% en situaciones de laboratorio y de área, cuando se utilizó una dosis de  $1,0 \times 10^8$  conidios/ ml. La virulencia de este aislado fue finalmente evaluada, utilizando el sistema de inmersión en insectos a una concentración de  $1,0 \times 10^8$  conidios/ml, determinaron una mortalidad del 86 % (Ríos *et al.* 2020).

Al comparar los aislados de hongos entomopatógenos, entre los que se encuentra (*B. bassiana*), mencionan que es muy importante tener en cuenta numerosos factores para seleccionar un aislado virulento como: la capacidad de motivar epizootias, el grado de virulencia, la resistencia del hongo en el entorno, la viabilidad de la fabricación en masa, la disponibilidad económica del producto y su comportamiento frente a los factores ambientales y de control del cultivo. Además, los autores sugieren el seguimiento de la población de insectos y la aplicación del controlador orgánico en función del grado de infestación, utilizando un umbral tras el cual se realiza un seguimiento periódico del grado de población y del grado de gravedad de las lesiones (Ubilla *et al.* 2017).

Todas las cepas fueron potentes, superando como mínimo el 50% de mortalidad de *C. sordidus*. La mayor mortalidad, que causó una mortalidad al final del ensayo del 82,72% de (*C. sordidus*), fue causada por la cepa 26 de (*B. bassiana*), seguida por la cepa A de (*M. anisopliae*), que causó una mortalidad del 58,02%, y por último la cepa 27 de (*B. bassiana*), que indujo la menor mortalidad, con un 55,56%. - La cepa más rápida en alcanzar el tiempo letal implícito se convirtió en la (*B. bassiana*) 26 con nueve,74 días, seguida por la utilización de (*M. anisopliae*) A con 18,45 días y al final la (*B. bassiana*) 27 con 22,59 (Vallejo *et al.* 2016).

Se evaluaron cuatro tipos de trampas con *B. bassiana* a una dosis de 10 g/planta para el control orgánico de *C. sordidus*, en las que el tratamiento que proporcionó el mayor efecto entomopatogénico fue el T4 (señuelo tipo V), en el que se obtuvo el mayor rango de adultos infectados con una sugerencia ordinaria

de 34,67 dentro de la localidad de Masisea, 21,00 en Padre Abad y 14,67 en Iparía (Vásquez *et al.* 2014).

## **1.6. Hipótesis**

Ho= No es de vital importancia conocer sobre (*Beauveria bassiana*) para el control de (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de banano en la provincia de Los Ríos.

Ha= Es de vital importancia conocer sobre (*Beauveria bassiana*) para el control de (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de banano en la provincia de Los Ríos.

## **1.7. Metodología de la investigación**

Para el desarrollo del presente documento se recolectó información bibliográfica de libros, revistas, tesis de grado, periódicos, artículos científicos, páginas web, ponencias, congresos y manuales técnicos.

La información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre (*Beauveria bassiana*) para el control de (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de banano en la provincia de Los Ríos.

## CAPÍTULO II

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. Desarrollo del caso

La finalidad de este documento fue recolectar información referente sobre *Beauveria bassiana* para el control de (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de banano en la provincia de Los Ríos.

#### 2.2. Situaciones detectadas

El picudo negro (*C. sordidus*), es un insecto plaga considerado uno de los más perjudiciales de todas las musáceas establecidas, en la cual se han reportado pérdidas de producción que representan entre el 42 - 45% de la cosecha total.

En las plantaciones establecidas de banano, el insecto plaga produce túneles en el interior del borde exterior del cormo, provocando la putrefacción del mismo, el amarilleo de las hojas, el descuento de energía, la caída de la planta y a veces provoca esterilidad.

El hongo entomopatógeno (*B. bassiana*), ha sido utilizado eficazmente a nivel de campo y laboratorio, para controlar *C. sordidus*, llegando alcanzar una eficacia del 97%, por lo que es una alternativa válida para el manejo del picudo negro.

### **2.3. Soluciones planteadas**

Es necesario concientizar la aplicación del hongo entomopatógeno (*B. bassiana*), para el control del picudo negro en el cultivo de banano, considerando que uno de los aspectos importantes de su eficacia en el control de plagas de insectos es la posibilidad de su integración con agentes químicos, maximizando su potencial y reduciendo el impacto ambiental que el control químico como tal puede causar.

### **2.4. Conclusiones**

Por lo anteriormente detallado se concluye:

Las aplicaciones de (*B. bassiana*), sobre picudo negro logran una mortalidad del 97,5% a los 21 días de la inoculación de los insectos, con una concentración de  $4 \times 10^9$  conidios/ml.

El uso del hongo entomopatógeno (*B. bassiana*) puede ser considerado como una alternativa eficiente para el control del picudo negro en las plantaciones de banano.

### **2.5. Recomendaciones**

Por lo anteriormente detallado se recomienda:

Aplicar (*B. bassiana*) en el control del picudo negro, con la finalidad de propagar sus esporas a otros insectos en condiciones favorables de temperatura y humedad.

Limitar la utilización de insecticidas de alta toxicidad en el control de picudo negro, debido a que afecta el ecosistema y al aplicador.

## BIBLIOGRAFÍA

- AEBE (Asociación de exportadores de banano del Ecuador). 2017. El mercado del banano alrededor del mundo (en línea). Consultado 12 marz. 2022. Disponible en: <https://www.aebe.com.ec/2017/03/el-mercado-del-banano-alrededor-del-mundo/>
- Ajanel, O. 2016. Evaluación de tres tipos de trampa y cuatro frecuencias de recolección del picudo negro *Cosmopolites sordidus* (germar 1824) en el cultivo de banano *Musa sapientum* (var. Grand Nain) Tiquisate, Escuintla. Tesis. Ing. Agr. Guatemala. USCG. 61 p.
- Armendáriz, I., Landázuri, P., Taco, J. y Ulloa, S. 2016. Efectos del control del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en el plátano. *Agronomía Mesoamericana* 27(2): 319-327.
- Arévalo, E. 2018. Uso de *Bouveria* spp. En el control de picudo y nematodos fitopatógenos en el cultivo de banano (Musa AAA). Tesis Ing. Agr. Machala, Ecuador. UTMACH. 31 p.
- Chiriboga, H., Gómez, G. y Garces, K. 2015. *Beauveria bassiana*, hongo entomopatógeno para el control biológico de hormigas cortadoras (YSAÚ). IICA – IPTA. 40 p.

- Cerna, R. 2022. 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 Ing. Agr. Pucallpa, Perú. 93 p.
- Dávila, K. 2020. "Eficacia de la aplicación líquida y sólida del hongo *Beauveria bassiana* para el control del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y del picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) en condiciones de laboratorio y campo. Tesis Ing. Agr. Quevedo, Ecuador. 99 p.
- Fernández, C. y Paico, S. 2018. Concentración mínima efectiva del entomopatógeno *Beauveria bassiana* expuesta a radiación UV-C sobre *Spodoptera frugiperda* y *Cosmopolites sordidus*. Tesis Ing. Agr. Lambayeque, Perú. 101 p.
- González, C., Aristizábal, J. y Aristizábal, M. 2018. Evaluación biológica del manejo de picudos y nematodos fitopatógenos en plátano (*Musa AAB*). *Agronomía* 4(2): 1-10.
- 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 Ing. Agr. Trujillo, Perú. 95 p.
- Intagri. 2020. *Beauveria bassiana* en el Control Biológico de Patógenos (en línea). Consultado 31 marz. 2022. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/beauveria-bassiana-en-el-control-biologico-de-patogenos>
- INIAP (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria). 2016. Manejo ecológico del picudo negro (*Cosmopolites sordidus* German) en plátano. Ecuador. 2 p.
- López, G. 2017. Control biológico de *Cosmopolites sordidus* (Curculionidae) con *Heterorhabditis bacteriophora* y *Beauveria bassiana* en el cultivo de banano. Tesis Ing. Ing. Coatepeque. 101 p.

- Lopez, R.B., Laumann, R.A., Moore, D., Oliveira, M.W.M. and Faria, M. 2014. Combination of the fungus *Beauveria bassiana* and pheromone in an attract-and-kill strategy against the banana weevil, *Cosmopolites sordidus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 151:75-85.
- Navas, J. 2015. Eficacia de *Beauveria bassiana* (balsamo) vuillemin 1912 como controlador biológico de *Cosmopolites sordidus* Germar 1824 (Coleoptera: Dryophthoridae) en una plantación de banano en la región caribe de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Costa Rica. 113 p.
- Ortega, P., Tenaglia, G. y Contreras, G. 2017. Presencia del picudo de banana (*Cosmopolites sordidus*, Germar) en la zona productora del este de la provincia de Formosa, Argentina. INTA. 9 p.
- Olivares, N., Guzmán, A. y Rodríguez, F. 2018. *Cosmopolites sordidus* en el cultivo de la banana. INIA. 2 p.
- Quintana, J. 2014. Producción y aplicación del hongo *Beauveria bassiana* en el laboratorio de control biológico del Itzm. Tesis Ing. Agr. SEP. 40 p.
- Ramírez, J. y Torres, H. 2016. Control del picudo (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*) usando tres agentes biológicos, *Heterorhabditis bacteriophora*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 19 p.
- Ríos, R., Vargas, J., Sánchez, J., Oliva, R., Alarcón, T. y Villegas, P. 2020. *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* como controladores compatibles y eficientes de insectos plaga en cultivos acuapónicos. *Scientia Agropecuaria* 11(3): 1-8.
- Ubilla, P. 2017. Control de Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) con barrera de polietileno y Bazam (*Beauveria bassiana*) en plátano para condiciones de Zamorano. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 21 p.
- Vallejo, L., Sánchez, R. y Salgado, M. 2016. Redescrición del adulto y descripción de los estados inmaduros de *Cosmopolites sordidus* germar,

1824 (Coleoptera: Curculionidae), el picudo negro barrenador del plátano en Colombia. *Fitotecnia* 12(6): 1-15.

Vásquez, C., Saldarriaga, Y. y Pineda, F. 2014. Compatibilidad del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* con triflumuron. *Revista Colombiana de Entomología* 30(1): 1-9.

Woodruff, R. 2018. Common name: banana root borer, scientific name: *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Insecta: Coleoptera: Curculionidae). UF IFAS. 8 p.

Zapata, K. 2016. Control Biológico y Etológico de picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de banano en la provincia de El Oro. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador. UCSG. 96 p.

## ANEXOS



**Figura 1.** Adulto de picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en pseudotallo de banano



**Figura 2.** Galerías en el corno de banano por picudo negro (*Cosmopolites sordidus*)



**Figura 3.** Inicio de colonización de *B. bassiana* sobre picudo negro causando su muerte.



**Figura 4.** Colonización total de *B. bassiana*, sobre picudo negro.