



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo de integración curricular presentado al H. Consejo Directivo
de la Facultad como requisito a la obtención del título:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Evaluación de biocontroladores en el manejo de *Cosmopolites sordidus* y
Metamasius hemipterus en el cultivo de banano de la finca “La Chinita” en la zona
de Baba”.

AUTOR:

Winter Jesus Castro Valarezo

TUTORA:

Ing. Agr. Emma Lombeida García, PhD.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2024

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT	VII
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Contextualización de la situación problemática	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos de investigación	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.5. Hipótesis	4
CAPITULO II.- MARCO TEORICO.....	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Bases teóricas	5
2.2.1. Generalidades de la planta de banano	5
2.2.2. Origen y distribución del banano	6
2.2.3. Clasificación taxonómica del banano.....	7
2.2.4. Importancia del banano	7
2.2.5. El banano en el Ecuador	8
2.2.6. Problemas fitosanitarios del banano	9
2.2.7. Picudo negro del banano	9
2.2.7.1. Origen y distribución del picudo negro.....	10
2.2.7.2. Clasificación taxonómica del picudo negro.....	10
2.2.7.3. Morfología del picudo negro.....	11
2.2.7.4. Daños que ocasiona el picudo negro	12
2.2.8. Picudo rayado del banano	13

2.2.8.1. Origen y distribución del picudo rayado	13
2.2.8.2. Clasificación taxonómica del picudo rayado	14
2.2.8.3. Ciclo de vida del picudo rayado	14
2.2.8.4. Morfología del picudo rayado	14
2.2.8.5. Daños del picudo rayado al banano	15
2.9. Control biológico.....	16
2.2.10. Hongos entomopatógenos.....	17
2.2.10.1. <i>Beauveria bassiana</i>	18
2.2.10.5. <i>Lecanicillium lecanii</i>	22
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	26
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	26
3.1.1. Ubicación del sitio experimental	26
3.2. Operacionalización de variables.	26
3.3. Población y muestra de investigación.....	27
3.3.1. Población	27
3.3.2. Muestra.....	27
3.4. Técnicas e instrumentos de medición.....	27
3.4.1. Técnicas	27
3.4.2. Instrumentos.....	28
3.4.3. Tratamientos.....	28
3.4.4. Diseño experimental	29
3.4.5. Análisis estadístico.....	29
3.5. Procesamiento de datos.....	29
3.5.1. Datos a evaluar	29
3.5.2. Como se realizó la actividad	30

3.6. Aspectos éticos.....	31
CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1. Resultados	33
4.1.1. Número de insectos por tratamiento	33
4.1.2. Número de insectos colonizados.....	34
4.1.3. Porcentaje de mortalidad	35
4.1.4 Mortalidad corregida.....	36
4.1.5. Análisis económico en función de los costos de tratamientos.....	37
4.2. Discusión	39
CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
5.1. Conclusiones.....	40
5.2. Recomendaciones.....	41
REFERENCIAS.....	42
ANEXOS	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Generalidades del cultivo de banano	6
Figura 2 Origen y distribución del banano	7
Figura 3 Banano en el Ecuador	8
Figura 4 Problemas fitosanitarios del cultivo de banano	9
Figura 5 Picudo negro del banano.....	10
Figura 6 Morfología del picudo negro	11
Figura 7 Daños que ocasiona el picudo negro	12
Figura 8 Picudo rayado.....	13
Figura 9 Morfología del picudo rayado	15
Figura 10 Daños que ocasiona el picudo rayado	16
Figura 11 Control biológico por hongos entomopatógenos.....	17
Figura 12 Colonización por hongo entomopatógeno.....	18
Figura 13 Beauveria bassiana	19
Figura 14 Metarhizium anisopliae	21
Figura 15 Lecanicillium lecanii	23
Figura 16 Trampa de pseudotallo tipo sanduche	25

RESUMEN

El cultivo de banano se ve afectado por diversos insectos plagas, pero existen dos de principal importancia económica, estos son: el picudo negro y el picudo rayado, su presencia en las plantaciones de banano puede llegar a ser perjudicial para los productores. Por ello y para realizar un control más amigable con el ambiente y con los productores, se ha optado por el uso de diversos controladores biológicos, en este caso, de hongos entomopatógenos, como son: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii*, esto con la finalidad de reducir el uso de químicos que no solo afectan al ecosistema, sino que también a los trabajadores que los utilizan. Se realizaron trampas de pseudotallo tipo sandwich en las cuales se impregnaron de una solución a base de agua y cepas de hongos entomopatógenos, se las cubrió con hojas de la misma planta y se esperó un lapso de 48 horas para realizar la primera recolección, a partir de ahí se realizaron 2 más, a las 48 y 96 horas. Una vez realizadas estas recolecciones, se llevaron las muestras a laboratorio para realizar cámaras húmedas y medios de cultivo, para poder probar la mortalidad de dichos tratamientos. Los hongos entomopatógenos actúan por ingestión, una vez consumido por el insecto, este comienza a crecer en su interior y a medida que su crecimiento avanza, impide ciertas funciones vitales del insecto infectado, tales como el moverse o alimentarse, causando la muerte del insecto en un periodo de 4 a 7 días. En este lapso el hongo se alimenta del insecto devorándolo desde dentro hacia afuera, y al final en los restos del insecto aparecen las esporulaciones del hongo denominadas conidias.

Palabras claves: Hongos entomopatógenos, picudos, controladores biológicos, insectos plagas.

ABSTRACT

The banana crop is affected by various insect pests, but there are two of major economic importance: the black weevil and the striped weevil, whose presence in banana plantations can be detrimental to producers. For this reason, and in order to carry out a more environmentally friendly control, the use of various biological controllers has been chosen, in this case, entomopathogenic fungi, such as: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and *Lecanicillium lecanii*, this in order to reduce the use of chemicals that not only affect the ecosystem, but also the workers who use them. Pseudostem traps were made in which they were impregnated with a water-based solution and strains of entomopathogenic fungi, covered with leaves of the same plant and a period of 48 hours was allowed for the first collection, after which two more were made, at 48 and 96 hours.

Once these collections were made, the samples were taken to the laboratory to make humid chambers and culture media, in order to test the mortality of these treatments. The entomopathogenic fungi act by ingestion, once consumed by the insect, it begins to grow inside the insect and as its growth progresses, it prevents certain vital functions of the infected insect, such as moving or feeding, causing the death of the insect in a period of 4 to 7 days. During this period the fungus feeds on the insect devouring it from the inside out, and at the end the fungal sporulations called conidia appear on the remains of the insect.

Key words: entomopathogenic fungi, weevils, biological controllers, insect pests.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Contextualización de la situación problemática

El banano (*Musa AAA L.*) es una fruta tropical que se cultiva en todo el mundo y es muy importante para el crecimiento económico y el desarrollo social en las economías locales. A nivel mundial, el banano es un alimento primordial y uno de los cultivos alimentarios más importantes. En la última década, Ecuador, Filipinas y Costa Rica han sido los mayores exportadores de banano, mientras que Estados Unidos de Norte América, Alemania y Bélgica son los principales importadores. Además, su producción a gran escala permite reducir los costos de producción y hacer que la fruta se comercialice a precios razonables en diferentes países (León 2023).

En nuestro país, el banano es el segundo rubro más relevante después del petróleo aportando significativamente a la economía. Las tierras cumplen las condiciones necesarias para la siembra de la fruta y el 40 % del total de las exportaciones tienen como destino la Unión Europea (CFN 2023).

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) (CFN 2023).

El cultivo de banano presenta una serie de problemas fitosanitarios que repercuten directamente en la producción. Entre los principales problemas del cultivo encontramos los insectos-plaga tales como, el picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824) (Coleóptera: Curculionidae) y el picudo rayado *Metamasius hemipterus* (Oliver 1807) (Coleóptera: Curculionidae) (Garófalo 2018).

Dentro de los insectos mencionados anteriormente el picudo negro es un insecto que puede afectar considerablemente el cultivo de banano causando pérdidas que pueden alcanzar el 90 % 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 (Zapata 2016).

Zapata (2016) 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.

Cuando existen infestaciones muy altas de estas dos 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).

1.2. Planteamiento del problema

El picudo negro y el picudo rayado 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 las raíces de la planta se debilitan 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.

La sobrepoblación de *C. sordidus* y *M. hemipterus*, en los cultivos de banano de la zona de estudio, provoca que muchas plantas sufran volcamientos, debido al deterioro del cormo causado por la proliferación de estos insectos, dichos individuos en su estadio adultos se internan la cepa de la planta de banano para depositar sus huevecillos y cuando estos eclosionan se alimentan del cormo, debilitando las

raíces de la planta causando su posterior volcamiento. Cabe aclarar que los daños que se producen en la cepa de dicha planta, se deben únicamente a la larva de este insecto.

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 (Clorpirifos, Dimetoato, Fention, Monocrotofos) 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.

1.3. Justificación

El cultivo de banano es la principal fuente de trabajo en los sectores rurales de la provincia de Los Ríos, siendo catalogada como principal productora bananera del país y el sector está rodeado de decenas de fincas que producen esta fruta. Este cultivo brinda sustento a cientos de familias del sector, ya sea de forma directa o indirecta.

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 corno 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.

Por ello y debido al uso desmedido de productos químicos en las fincas bananeras, y con la finalidad de buscar soluciones más amigables con el medio ambiente, se ha optado por emplear técnicas de Manejo Integrado de Plagas, utilizando diversos controladores biológicos *M. anisopliae*, *B. bassiana*, *L. lecanii* para mermar las poblaciones de dichos insectos.

1.4. Objetivos de investigación

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la efectividad de *B. bassiana*, *M. anisopliae* y *L. lecanii* como controladores biológicos en el manejo de *C. sordidus* y *M. hemipterus*, en el cultivo de banano.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las poblaciones de *C. sordidus* y *M. hemipterus* en el sitio experimental.
- Establecer el tratamiento con mayor control de *C. Sordidus*, *M. hemipterus* y en el cultivo de banano.
- Realizar un análisis económico en función de costos de tratamientos.

1.5. Hipótesis

Hipótesis nula

La aplicación de *B. bassiana*, *M. anisopliae* y *L. lecanii*, no ocasiona efecto en la población de *C. sordidus* y *M. hemipterus*, en el cultivo de banano.

Hipótesis alterna

La aplicación de *B. bassiana*, *M. anisopliae* y *L. lecanii*, ocasiona efecto en la población de *C. sordidus* y *M. hemipterus*, en el cultivo de banano.

CAPITULO II.- MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

Dávila (2020) dentro de su investigación menciona que *M. anisopliae* y *B. bassiana* presentan una tasa considerable de mortalidad sobre *C. sordidus* y *M. hemipterus* ya sea en condiciones de campo y/o laboratorio, con la diferencia que en el caso de *C. sordidus* resulta más efectiva la aplicación de biocontroladores en forma líquida y en el caso de *M. hemipterus*, resultan más efectiva las aplicaciones en forma sólida.

Mestra (2022) en su investigación detalla que el hongo entomopatógeno *L. lecanii* tiene influencia positiva sobre poblaciones de *C. sordidus*, cuando esta se utiliza en conjunto con otros agentes microbianos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generalidades de la planta de banano

La planta de banano es una hierba perenne de considerable tamaño. Se clasifica como una hierba debido a que sus partes aéreas se marchitan y caen al suelo al final de la temporada de cultivo, y es perenne porque desde la base de la planta emerge un brote conocido como hijo, que sustituye a la planta madre. El término utilizado para referirse a la planta madre, sus hijos y el rizoma subterráneo es "mata". Aquello que aparenta ser el tronco es, en realidad, un pseudotallo. Este detalle peculiar de la estructura de la planta de banano contribuye a su naturaleza única como una hierba perenne (Vézina y Baena 2020).



Figura 1 Generalidades del cultivo de banano
Fuente: (Agrotendencia 2020).

2.2.2. Origen y distribución del banano

En diversas regiones del mundo, existe una amplia variedad de plátanos, pero las variedades que actualmente se consumen comercialmente son el resultado de un proceso de domesticación. Su inicio tuvo lugar en el cinturón tropical húmedo que se extiende desde la India hasta las Islas Salomón, Nepal y el norte de Australia, áreas naturales de distribución de las especies silvestres de plátanos pertenecientes al género *Musa*, como *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*. La evidencia arqueológica más antigua de plátanos domesticados se encuentra en Papúa Nueva Guinea y se remonta a al menos 7000 años atrás (Enríquez y Ibarra 2021).

ORIGEN Y DISTRIBUCION DE LOS PLATANOS Y BANANOS



Figura 2 Origen y distribución del banano
Fuente: (Plusformación 2017)

2.2.3. Clasificación taxonómica del banano

Pineda (2021) indica que la taxonomía del banano es la siguiente:

Cuadro 1: Taxonomía del cultivo de banano

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musáceas
Género	Musa
Especie	paradisiaca
Nombre	<i>Musa AAA</i> L.

2.2.4. Importancia del banano

El banano constituye un alimento de suma relevancia tanto desde una perspectiva socioeconómica como en términos de seguridad alimentaria. Su importancia radica en que genera un significativo número de empleos a lo largo de todo su ciclo de producción, comercialización y exportación. Este sector emplea a numerosas personas, desde trabajadores agrícolas hasta aquellos involucrados en

las labores de empaque, transporte y distribución. Además de su impacto económico, el banano desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria, al ser una fuente accesible y nutritiva para la población (BASF 2022).

2.2.5. El banano en el Ecuador

Según lo descrito por BASF (2022) desde el 1950, la producción de banano en Ecuador ha representado una fuente crucial de ingresos y se ha consolidado como una de las principales actividades agrícolas y económicas del país. Ecuador ostenta el puesto de tercer mayor exportador de banano a nivel global, siendo Europa el continente que absorbe más del 50 % del total de las exportaciones ecuatorianas de este fruto.

Dada su prominencia como una de las principales actividades de exportación en Ecuador, el banano contribuye significativamente, representando aproximadamente el 25 % del total de las exportaciones del país. En 2022, esta industria generó ingresos cercanos a los USD \$3 billones de dólares (BASF 2022).



Figura 3 Banano en el Ecuador

Fuente: (Ecuavisa 2021)

2.2.6. Problemas fitosanitarios del banano

El cultivo de banano enfrenta de manera constante desafíos fitosanitarios ocasionados por diversas enfermedades e insectos plagas. La incidencia y el grado de afectación de estos problemas fitosanitarios están condicionados por factores ambientales y las prácticas de manejo aplicadas al cultivo. En el ámbito de los insectos plagas que afectan al banano, destacan el picudo negro *C. sordidus* y el picudo rayado *M. hemipterus*, siendo considerados como los más perjudiciales en términos económicos y productivos (Dávila 2020).



Figura 4 Problemas fitosanitarios del cultivo de banano

Fuente: (Álvarez 2011).

2.2.7. Picudo negro del banano

El picudo negro del banano, científicamente conocido como *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824), es un escarabajo perteneciente a la familia Curculionidae, originario del sudeste asiático, y fue registrado por primera vez en Rapa Nui en 1980. Este insecto es oligófago, lo que significa que se alimenta principalmente de especies vegetales de la misma familia o familias relacionadas. Sus principales hospederos son plantas de la familia de las musáceas, que abarca tanto al plátano como al banano. Se le considera la plaga más significativa a nivel mundial para

estos cultivos, representando una amenaza seria para la producción de plátanos y bananos a nivel global (INIA 2022).



Figura 5 Picudo negro del banano
Fuente: (Infoagro 2020)

2.2.7.1. Origen y distribución del picudo negro

El picudo negro tiene su origen en Malasia e Indonesia, pero se ha extendido por todo el mundo debido a su transporte junto con rizomas y retoños destinados a la plantación. Esta especie se ha convertido en una plaga significativa en América y Oceanía (Stop Weevil 2019).

2.2.7.2. Clasificación taxonómica del picudo negro

Según Ronquillo (2021) la clasificación taxonómica del picudo negro es la siguiente:

Cuadro 2: Taxonomía del picudo negro

Reino	Animalia
Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Coleóptera
Familia	Curculionidae
Género	<i>Cosmopolites</i>

Especie	<i>Cosmopolites sordidus</i> (Germar 1824)
----------------	--

2.2.7.3. Morfología del picudo negro

Se trata de un gorgojo de 9-16 milímetros de longitud, con forma elíptica y un color que va desde marrón oscuro a negro. Su rasgo distintivo es un rostro que se alarga en un pico curvo, lo que le otorga el nombre de picudo. Este insecto de hábitos nocturnos busca refugio durante el día en el suelo, entre los restos de platanera, en cabezas viejas o abuelas, o en la base del pseudotallo. Se alimenta de restos vegetales frescos y en descomposición, y puede pasar hasta 6 meses sin comer. Se estima que la longevidad del adulto puede ser de 2 años (ECONEX 2011).

ECONEX (2011) también señala que, la hembra coloca los huevos individualmente en la base del rolo, creando una pequeña cavidad con su pico. De estos huevos emerge la larva, que tiene un cuerpo rugoso y blanquecino, en contraste con la cabeza de color marrón brillante. La larva es la principal causante de daño, ya que se alimenta abriendo galerías en la cabeza con su aparato bucal, completando todo su ciclo dentro de la misma. Cuando se prepara para transformarse en pupa, se sitúa cerca del exterior. La pupa o ninfa es de color blanquecino y permanece inmóvil hasta que emerge el adulto. Cuando emerge el adulto, presenta un color amarillo que cambia rápidamente a marrón-café.

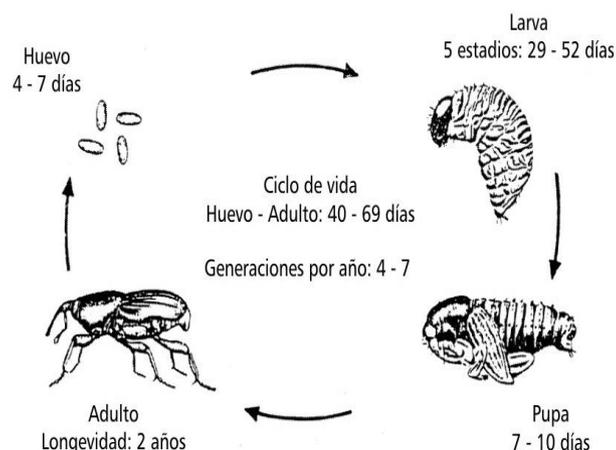


Figura 6 Morfología del picudo negro

Fuente: (Delgado 2019).

2.2.7.4. Daños que ocasiona el picudo negro

El picudo negro *C. sordidus* representa una plaga significativa en el cultivo del banano, ya que afecta directamente a la planta al perforar galerías en el cormo. Estas galerías obstruyen el tejido conductivo, generando desequilibrios nutricionales y pudriciones. Además de causar daño directo a la planta, tanto el picudo negro puede actuar como vectores de enfermedades. Por ejemplo, la propagación de bacterias y hongos, intensificando los daños en el cultivo (García 2020).

Los ataques de este gorgojo ocurren en focos y pueden ser difíciles de detectar, ya que el adulto tiene hábitos nocturnos y las larvas se encuentran en el interior de la planta durante su desarrollo. Además, los síntomas son poco característicos, como la falta de vigor, el amarilleo de las hojas, la necrosis, entre otros. Estos síntomas son generales y pueden confundirse con un mal funcionamiento vascular en la planta, lo que dificulta la identificación temprana de la infestación (AGROLOGICA 2012).



Figura 7 Daños que ocasiona el picudo negro

Fuente: (Delgado 2019)

2.2.8. Picudo rayado del banano

El picudo rayado, considerado una plaga secundaria en los cultivos de plantas de la familia de las musáceas, tuvo su origen como una amenaza para la caña de azúcar en el Caribe y se ha extendido hacia el centro de América del Sur. Este insecto ocasiona graves perjuicios al afectar los tejidos y debilitar significativamente las plantas (García 2020).



Figura 8 Picudo rayado
Fuente: (Agrosavia 2023)

2.2.8.1. Origen y distribución del picudo rayado

Su presencia abarca una extensa área geográfica, habiéndose registrado en lugares como Puerto Rico, las Antillas Menores, Trinidad, las Guayanas (tanto la inglesa como la holandesa), Brasil, Colombia, Perú, Ecuador, Venezuela y Bolivia. Este insecto, al hacer daño directo a través de las larvas que causan daños en el interior de los tallos (Ramírez 2020).

2.2.8.2. Clasificación taxonómica del picudo rayado

Según Saltos y Vera (2022) la taxonomía de *M. hemipterus* se divide de la siguiente manera:

Cuadro 3: Taxonomía del picudo rayado

Reino	Insecta
Subclase	Pterygota
Orden	Coleoptera
Suborden	Polyphaga
Superfamilia	Curculiono
Tribu	Rhynchophorinae
Género	<i>Metamasius</i>
Especie	<i>Metamasius hemipterus</i> (Oliver 1807)

2.2.8.3. Ciclo de vida del picudo rayado

El periodo de incubación abarca dos a tres días; la etapa larval se desarrolla en un lapso de 45 a 75 días; mientras que la fase pupal se completa en 7 a 17 días. La longevidad de los adultos puede alcanzar hasta seis meses (CINCAE 2013)

2.2.8.4. Morfología del picudo rayado

El insecto adulto presenta un tamaño medio, oscilando entre 1.5 y 2.0 cm, con una coloración amarillenta oscura y notables líneas y manchas negras visibles en su cuerpo. Los huevos, de forma ovalada y color blanco perlado, tienen dimensiones de 1.3 mm de longitud por 0.5 mm de diámetro. Las larvas, carentes de patas y de tonalidad blanco cremosa, cuentan con una cabeza castaña esclerosada y pueden llegar a medir 1.2 cm de longitud. En cuanto a la pupa, es del tipo exarata, inicialmente de color blanco cremoso y posteriormente adquiere tonalidades café o castañas (CINCAE 2013).

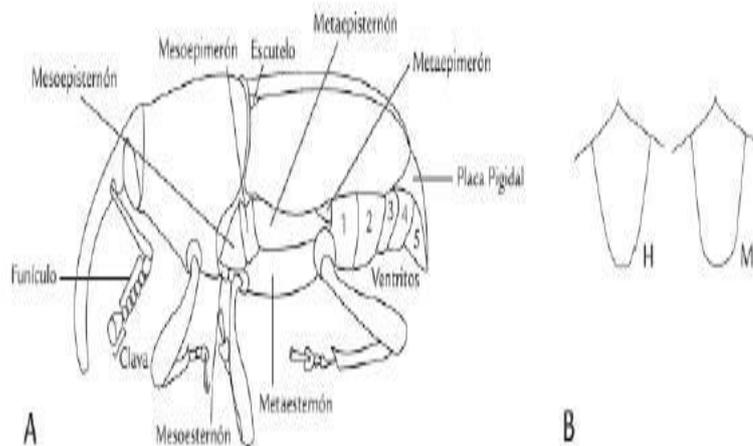


Figura 1. A. Vista lateral y morfología de *Metamasius hemipterus* L. B. Placa pigidal de hembras (izquierda) y machos (derecha) en vista dorsal.

Figura 9 Morfología del picudo rayado

Fuente: (Sepúlveda y Rubio 2009)

2.2.8.5. Daños del picudo rayado al banano

Aunque el picudo rayado posee una menor relevancia económica en comparación con el picudo negro, ha demostrado causar daños significativos en áreas donde no se implementa un manejo agronómico adecuado de los cultivos. Esta plaga afecta exclusivamente a plantas adultas, mostrando una preferencia por aquellas que presentan algún tipo de daño mecánico o descomposición. Los perjuicios ocasionados por las larvas y adultos del picudo rayado se localizan en el pseudotallo, principalmente por encima de un metro de altura, y comprenden la aparición de heridas, desequilibrios nutricionales, fermentación y pudrición (Angulo *et al.* 2020).

Tanto las larvas como los adultos se alimentan del pseudotallo, ocasionando el debilitamiento y la inclinación de las plantas en la zona media, lo que impide que los dedos o frutos del racimo alcancen un desarrollo completo. Esto resulta en un menor peso y calidad de los racimos durante el proceso de llenado (Angulo *et al.* 2020).



Figura 10 Daños que ocasiona el picudo rayado

Fuente: (Romero 2015)

2.9. Control biológico

Dentro del ámbito de la entomología, una de las definiciones clásicas se refiere al control biológico como la influencia ejercida por parásitos, depredadores o patógenos (organismos que causan enfermedades) con el propósito de mantener la densidad poblacional de otros organismos en niveles más bajos de los que alcanzarían en ausencia de la acción de estos enemigos naturales. Posteriormente, se ha conceptualizado como "la intervención humana en los enemigos naturales para gestionar el control de plagas" (Cotes 2018).



Figura 11 Control biológico por hongos entomopatógenos

Fuente: (Solagro 2019)

2.2.10. Hongos entomopatógenos

Los hongos constituyen los principales agentes responsables de las enfermedades en los insectos. Algunos de estos hongos, como los pertenecientes al género *Entomophthora*, son considerados patógenos obligados, pero también existen aquellos que actúan como patógenos facultativos. La incidencia de los hongos entomopatógenos se vincula a una amplia variedad de insectos, siendo su preferencia por infectar en etapas inmaduras, como la ninfa o la larva. Entre los géneros principales de hongos entomopatógenos utilizados en la agricultura se encuentran *Beauveria*, *Metarhizium*, *Paecilomyces*, *Verticillium* y *Trichoderma* (Intagri 2017).

El ciclo de vida de estos hongos se caracteriza por dos fases bien diferenciadas: una fase parasítica, que abarca desde la infección hasta la muerte del huésped, y una fase saprofitica, que ocurre después del fallecimiento del insecto. Esta particularidad biológica permite que los hongos entomopatógenos actúen como patógenos facultativos, es decir, tienen la capacidad de subsistir

aprovechando la materia orgánica presente en el suelo u otros sustratos cuando no hay insectos disponibles para infectar (MNHN 2015).

MNHN (2015) menciona que, a diferencia de bacterias y virus, que necesitan ingresar al cuerpo del insecto a través del alimento que este consuma. Este proceso infeccioso además implica la unión de las esporas a la cutícula, la penetración de esta por medio de un tubo germinativo, el desarrollo del hongo en el interior del cuerpo del insecto y, finalmente, la generación de nuevas esporas que se dispersan. La muerte del insecto se produce debido al daño mecánico causado por el crecimiento interno del micelio del hongo o por la acción de toxinas.



Figura 12 Colonización por hongo entomopatógeno
Fuente: (Infoagrónomo 2021)

2.2.10.1. *Beauveria bassiana*

Se trata de un deuteromiceto, un hongo microscópico que se desarrolla en el suelo. Su denominación se atribuye al entomólogo italiano Agostino Bassi, quien lo identificó en 1835 mientras investigaba la enfermedad muscardina o enfermedad blanca en algunos gusanos de seda (*Bombyx mori*). Este hongo se compone por células con quitina y se distingue por la presencia de esporas esféricas levemente ovaladas denominadas conidias. En un medio de cultivo, el micelio se manifiesta como un moho blanquecino, adquiriendo tonalidades amarillentas tras un

prolongado tiempo de cultivo. Su capacidad entomopatógena le permite parasitar insectos de diversas especies (Urbina y Ruiz 2021).

El hongo *B. bassiana* se emplea para el control de una amplia variedad de insectos plaga y es la especie de entomopatógeno más utilizada comercialmente en todo el mundo. Las formulaciones de este hongo consisten en una combinación de ingredientes diseñados de manera que las esporas del hongo se mantengan estables, efectivas y sean fáciles de aplicar (Góngora *et. al.* 2009).

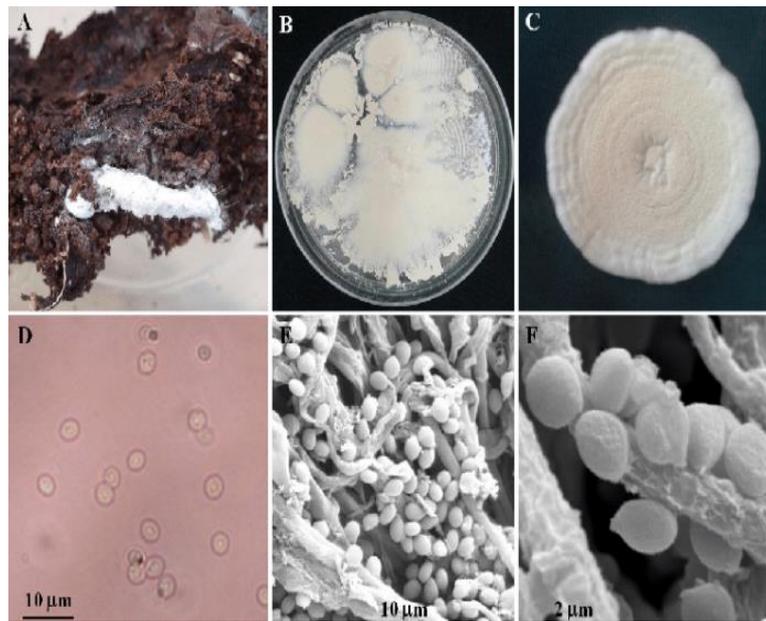


Figura 13 *Beauveria bassiana*

Fuente: (Aguiar 2017)

2.2.10.2 Clasificación taxonómica de *Beauveria bassiana*

Martinez (2016) indica que la clasificación científica de *B. bassiana* se divide de la siguiente manera:

Cuadro 4: Taxonomía de *B. bassiana*

Reino	Fungi
División	Ascomycota
Clase	Sordaromycetes
Orden	Hypocreales
Familia	Clavicipitaceae
Género	<i>Beauveria</i>
Especie	<i>Bassiana</i>

2.2.10.3. Morfología de *Beauveria bassiana*

Se distingue por la presencia de células conidiógenas que son globosas o sub-globosas, con dimensiones de 2-3 x 2.0-2.5 μm y un cuello muy corto. Estas estructuras conidiógenas tienden a formar grupos extensos, con conidióforos agrupados de manera compacta, creando sinnemas o conjuntos de conidióforos muy próximos entre sí. Las conidias son de naturaleza hialina y suaves, con una forma globosa elipsoidal y un raquis en zigzag. En un entorno de cultivo, su desarrollo se presenta de manera elevada y de color blanco, llegando a adquirir tonalidades amarillentas en el reverso de la placa con el paso del tiempo (Castillo *et al.* 2012).

2.2.10.4. *Metarhizium anisopliae*

El hongo *M. anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin destaca como uno de los principales entomopatógenos utilizados como bioinsecticida. Este hongo muestra una amplia diversidad de insectos huéspedes pertenecientes a distintas órdenes, incluyendo plagas de lepidópteros que son relevantes en la agricultura. El ciclo biológico de este entomopatógeno comprende una fase celular infectiva en el interior del insecto y otra fase saprofita, en la cual el hongo completa su ciclo al aprovechar los nutrientes del cadáver del insecto (Acuña 2015).

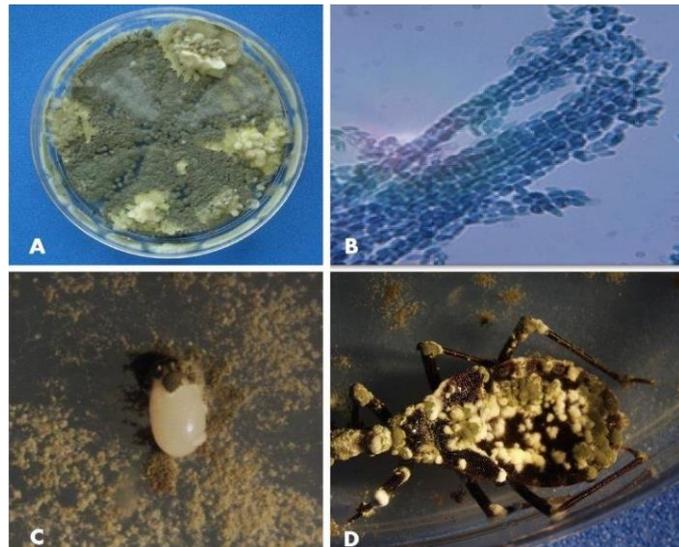


Figura 14 *Metarhizium anisopliae*

Fuente: (Duno *et al.* 2021)

Acuña (2015) indica además, que los insectos que fallecen a causa de este hongo son inicialmente cubiertos por completo con micelio de color blanco, el cual cambia a tonalidades verdes durante el proceso de esporulación.

2.2.10.4.1. Clasificación taxonómica de *M. anisopliae*

Ortiz (2021) indica que la clasificación taxonómica de *M. anisopliae* es la siguiente:

Cuadro 5: Taxonomía de *M. anisopliae*

Dominio	Eukaryota
Reino	Fungi
Filo	Ascomycota
Clase	Sordariomycetes
Orden	Hypocreales
Familia	Hypocreales
Género	<i>Metarhizium</i>
Especie	<i>Anisopliae</i>

a) Morfología de *M. anisopliae*

Las colonias de *M. anisopliae*, que tiene una forma circular, muestra un desarrollo miceliar inicial de color blanco, el cual experimenta cambios de tonalidad durante la fase de esporulación. Durante el proceso de multiplicación de las conidias, se observa una coloración olivo-verdosa en la superficie del micelio. En la parte inferior de la cápsula, se evidencia una decoloración de tono amarillo pálido, con presencia de pigmentos amarillos difusos en el medio (Vázquez 2022).

Vázquez (2022) detalla que los conidióforos surgen de manera irregular a partir del micelio, con dos o tres ramificaciones en cada septo, estos tienen una longitud que varía de 4 a 14 micras y un diámetro de 1,5 a 2,5 micras. Las fiálides, que se forman en el micelio, son los puntos donde se desprenden las conidias, estas son delgadas en la parte superior, midiendo entre 6 y 15 micras de longitud y teniendo un diámetro de 2 a 5 micras. Los conidios son de forma cilíndrica y truncada, dispuestas en largas cadenas, que van desde tonos hialinos hasta verdosos, con una longitud que oscila entre 4 y 10 micras y un diámetro de 2 a 4 micras.

2.2.10.5. *Lecanicillium lecanii*

Terralía (2008) menciona que el *L. lecanii*, está clasificado como un deuteromiceto imperfecto perteneciente al orden *Moniliales*, se reproduce asexualmente y constituye un complejo biotipo con distintas cepas que varían en su apariencia externa y gama de hospedadores. Aunque puede actuar como saprófito, viviendo sobre materia orgánica seca, también puede desempeñar un papel como parásito facultativo.

En 1939, se informó por primera vez sobre este hongo con el nombre de *Verticillium lecanii*, caracterizado por un distintivo "halo blanco". Este fenómeno se debe al micelio blanco que desarrolla sobre el insecto *Coccus viridis*, una plaga que afecta las hojas, frutos o brotes de especies de interés comercial. Hasta la fecha actual, el nombre aprobado para este hongo es *L. lecanii* (Mora 2016).



Figura 15 *Lecanicillium lecanii*

Fuente: (Bio2green 2016)

a) Clasificación taxonómica de *Lecanicillium lecanii*

Según Yucra (2023) la taxonomía de *L. lecanii* se divide de la siguiente manera:

Cuadro 6: Taxonomía de *L. lecanii*

Dominio	Eukaryota
Reino	Fungi
Filo	Ascomycota
Clase	Sordariomycetes
Orden	Hypocreales
Género	<i>Lecanicillium</i>
Especie	<i>Lecanii</i>

b) Morfología de *Lecanicillium lecanii*

Yucra (2023) describe que son unas estructuras observables al microscopio conocidas como fiálidas, tienen apariencia ramificada y cumplen la función de células conidiógenas o sitios de formación de conidios. Las fiálidas son alargadas y se estrechan desde la base, apareciendo en grupos de 2 a 6, ya sea emparejadas o de forma individual, sobre hifas o en la parte apical de ramas cortas. Los conidios, que son transparentes, sin septos, y tienen forma cilíndrica o elipsoide, se generan dentro de gotas de moco en los extremos de las fiálidas. Los cuerpos de insectos afectados por este hongo presentan una apariencia algodonosa de color blanco crema o amarillo.

2.2.11. Trampas de pseudotallo

La implementación de trampas de pseudotallo representa una técnica fundamental en la agricultura de banano y plátano, pues posibilita un control eficiente de las plagas como el picudo negro y rayado. Esta estrategia se destaca por ser segura, económica y sostenible, siendo crucial para evitar pérdidas ocasionadas por dichos insectos, las cuales podrían superar el 50% de la producción de estas frutas (Espíritu 2023).

Se elaboran utilizando segmentos de pseudotallos frescos, cortados por la mitad, que se colocan en el suelo y se cubren con hojas de banano o plátano para protegerlos y fomentar la fermentación, atrayendo así a los picudos adultos. Se han desarrollado dos variantes: una que utiliza únicamente la fermentación para atrapar a los insectos y otra que está impregnada con feromonas Cosmolure y Metalure, aumentando su capacidad de atracción (Agronet 2021).



Figura 16 Trampa de pseudotallo tipo sandwich
Fuente: (Bolaños *et al.* 2021)

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

De acuerdo a la característica de este estudio, la modalidad será básicamente cuantitativa con datos originados del ensayo en el laboratorio y campo, de allí que será de tipo primordialmente experimental.

3.1.1. Ubicación del sitio experimental

El trabajo se llevó a cabo en la finca la mechita ubicada en el recinto San Francisco, perteneciente al cantón Baba, a 30 km de la ciudad de Babahoyo.

La zona de estudio experimenta un clima tropical de sabana caracterizado por altas temperaturas durante todo el año, tanto en la estación seca como en la húmeda. La temperatura promedio anual en esta región es de 30°C, y la precipitación media anual alcanza los 2200 mm. Se registra una ausencia de lluvias durante aproximadamente 38 días al año, mientras que la humedad promedio se mantiene en un 83%. Además, el Índice UV alcanza un nivel de 6 en esta área (Cuandovisitar sf.).

3.2. Operacionalización de variables.

Cuadro 6. Operacionalización de variables

Tipo de variable		Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de medición	Instrumentos de medición
Independiente	Dosis y controles biológicos	Disminución de daño de <i>M. hemipterus</i> y <i>C. sordidus</i> por efectos de controladores biológicos	Conteo poblacional Biocontroladores más efectivos Costos	Números de insectos por tratamientos Números de insectos colonizados Porcentaje de mortalidad Porcentaje de mortalidad corregida	Población % de población	Tabla de datos Cajas Petri

Dependiente	Control de <i>Cosmopolites sordidus</i> y <i>Metamasius hemipterus</i> .	Estimar el % de control	Prácticas agrícolas que establezcan el efecto de los biocontroladores	Porcentajes de mortalidad ante el efecto de <i>controladores biológicos</i>	Cuantitativo	Observación de datos Tabla de datos
--------------------	--	-------------------------	---	---	--------------	--

3.3. Población y muestra de investigación

3.3.1. Población

La población abarca un radio de 210 m.

3.3.2. Muestra

La muestra comprende un total de 21 trampas divididas en 7 tratamientos por 3 repeticiones.

3.4. Técnicas e instrumentos de medición

3.4.1. Técnicas

Para el desarrollo del trabajo experimental se aplicaron los métodos: inductivo, deductivo y experimental, mismos que se describen a continuación:

- **Método Inductivo:**

Este método mediante las observaciones a realizadas sobre la problemática y los tratamientos aplicados permitió generar conclusiones sobre la efectividad en cuanto a dosis y controladores.

- **Método deductivo:**

Este método permite comprobar de manera cuantitativa las hipótesis planteadas a partir de la problemática de estudio, a través de este se establecerán conclusiones generales sobre el trabajo de campo realizado.

- **Método experimental:**

Mediante este se permite desarrollar pruebas de campo que permitieron la comprobación de las hipótesis para lograr la determinación sobre la efectividad de los tratamientos establecidos en la presente investigación.

3.4.2. Instrumentos

- Cinta métrica (100 cm)
- Cinta métrica (5 m)
- Dosis de *B. bassiana*, *L. lecanii*, *M. anisopliae*
- Balanza (peso en gr)
- Piolas
- Testigo (agente químico)
- Machete
- Recipiente para toma de muestra
- Cajas Petri
- Mascarilla
- Guantes
- Alcohol al 90%
- Algodón
- Bomba de mano

3.4.3. Tratamientos

Se evaluó los tratamientos, constituidos por las cepas de hongos en trampas, con las respectivas dosis, tal como se indican en la siguiente Tabla 2:

Cuadro 7. Tratamientos estudiados en el ensayo: “Efectividad de diversos controladores biológicos para el manejo integrado del picudo del banano en condiciones de campo”.

Tratamiento	Dosis del controlador biológico
T1	<i>Bauveria bassiana</i> 8 g/T
T2	<i>Bauveria bassiana</i> 12 g/T
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i> 8 g/T
T4	<i>Metarhizium anisopliae</i> 12 g/T
T5	<i>Lecanicillium lecanii</i> 7 g/T
T6	<i>Lecanicillium lecanii</i> 14 g/T
T7	Clorpirifos

Las dosificaciones bases fueron obtenidas dividiendo la dosis comercial (1 a 1,5 kg/ha) entre el número de posibles trampas por hectárea (110 a 115)

3.4.4. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental Bloques complemente al azar, DCA con 7 tratamientos, tres repeticiones, con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

3.4.5. Análisis estadístico

Tabla 1. Fuentes de variación y grados de libertad

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	6
Repeticiones	2
Error experimental	12
Total	20

3.5. Procesamiento de datos

Para el procesamiento de los datos obtenidos en este estudio, se hizo uso de tablas de Excel, así como también del programa informático INFOSTAT.

3.5.1. Datos a evaluar

Se evaluaron los datos siguientes:

Número de insectos por tratamiento.

Este se definió una vez recolectados los insectos que fueron encontrados en las trampas, la recolección de los mismos se realizó a las 48, 72 y 96 horas.

Número de insectos colonizados.

Esto se realizó contabilizando los insectos que presenten conidias una vez pasados los 7 días en cámara húmeda en el caso de los insectos expuestos a *B. bassiana* y *M. anisopliae*.

En el caso de los insectos expuestos a *L. lecanii* se utilizara un medio de cultivo (PDA) para que el hongo pueda sobrevivir y se puedan evidenciar las conidias.

Porcentaje de mortalidad.

Este se definió por medio de la ecuación de Schneider-Orelli

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

Donde:

%M= Porcentaje de mortalidad

X= Total de muertos en el control

Y= Total de insectos vivos en el tratamiento

Mortalidad corregida

Este punto se definió mediante la fórmula de Probit para calcular la mortalidad corregida.

La fórmula que se utilizara es la siguiente:

$$\% \text{ mortalidad corregida} = (\% \text{ mortalidad muestra} - \% \text{ mortalidad testigo} / 100 - \% \text{ mortalidad testigo}) * 100$$

3.5.2. Como se realizó la actividad

Para llevar a cabo este trabajo se empezó seleccionando partes de pseudotallo de un largo aproximado de 40 cm, el cual se dividió por la mitad a lo largo del mismo e impregnaremos las dos caras internas de la solución compuesta por las cepas de hongos disueltas en agua.

Para realizar la solución se inició midiendo el pH del agua a utilizar, el cual fue de 6,8 y se disolvió la dosis propuesta de cada tratamiento.

Una vez realizado esto procedimos a juntar ambas partes del pseudotallo, separados por una pequeña cuña para facilitar la entrada de los coleópteros y una vez realizado esto, cubrimos las trampas con hojas de la misma planta para tratar

de crear un microclima el cual resulte más atrayente para los insectos que buscábamos capturar.

Una vez se establecieron las trampas, se volvió a las 48 horas a recoger los insectos que quedaron atrapados en las mismas, los cuales fueron colocados en las cajas Petri, previamente esterilizadas y posterior a eso, se llevó las muestras correctamente etiquetadas al laboratorio, donde se realizaron las cámaras húmedas, en el caso de las muestras expuestas a *B. bassiana* y *M. anisopliae*, en el caso de las muestras expuestas a *L. lecanii*, se colocó un medio de cultivo.

Una vez realizamos esta acción, se evaluó la evolución de las conidias por un periodo de 7 días, con una frecuencia de 24 horas.

3.6. Aspectos éticos

En el contexto de la investigación científica, el plagio consiste en utilizar ideas o contenidos ajenos como si fueran propios. Es plagio, tanto si obedece a un acto deliberado como a un error. La práctica de aspectos éticos, se garantiza de conformidad en lo establecido en el Código de Ética de la UTB.

Para la aprobación de la UIC, se generará un reporte del software anti-plagio, para garantizar la aplicación de aspectos éticos, con los que el estudiante demostrará honestidad académica, principalmente al momento de redactar su trabajo de investigación. Los docentes actuarán de conformidad a lo establecido en el Código de Ética de la UTB, y demostrarán honestidad académica, principalmente al momento de orientar a sus estudiantes en el desarrollo de la UIC.

Artículo 25.- Criterios de Similitud en la Unidad de Integración Curricular. – En la aplicación del Software anti-plagio se deberá respetar los siguientes criterios:

Porcentaje de 0 al 15 %: Muy baja similitud (TEXTO APROBADO)

Porcentaje de 16 al 20 %: Baja similitud (Se comunica al autor para corrección)

Porcentaje de 21 al 40 %: Alta similitud (Se comunica al autor para revisión con el tutor y corrección)

Porcentaje Mayor del 40 %: Muy Alta Similitud (TEXTO REPROBADO).

CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Resultados

4.1.1. Número de insectos por tratamiento

En la tabla 2, se presentan resultados del número de insectos capturados por cada tratamiento, donde los coeficientes de evaluación fueron de n= 14,32 % a las 48 horas, n= 15,09 % a las 72 horas y de n= 13,92 % a las 96 horas.

A las 48 horas, el único tratamiento que fue significativamente diferente fue en el que se utilizó Clorpirifos, a las 72 horas, ningún tratamiento fue significativamente diferente, lo mismo ocurrió a las 96 horas.

Se pudo evidenciar que a medida que avanza las horas, la efectividad de las trampas se reduce, y eso se equipara a la poca eficiencia del tratamiento 7 a base de Clorpirifos a las 48 horas.

Tabla 2. Número de insectos por tratamiento con la aplicación de biocontroladores para el manejo de *C. sordidus* y *M. hemipterus* en el cultivo de banano del cantón Baba en la provincia de Los Ríos 2024.

Tratamientos	Dosis por trampa	Época de evaluación		
		48 hda	72 hda	96 hda
<i>B. bassiana</i>	8g	9,33 b	7,33 a b	5,33 b
<i>B. bassiana</i>	12g	8,67 b	8,00 b	4,00 a b
<i>M. anisopliae</i>	8g	9,67 b	6,33 a b	5,33 b
<i>M. anisopliae</i>	12g	9,67 b	7,00 ab	5,33 b
<i>L. lecanii</i>	7g	9,67 b	7,67 b	5,33 b
<i>L. lecanii</i>	14g	9,00 b	6,67 a b	4,33 b
Clorpirifos	50cc	4,67 a	4,67 a	2,33 a
Promedio		8,66	6,81	4,56
Significancia				
Coefficiente de evaluación		14,32	15,09	13,92

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: INFOSTAT

4.1.2. Número de insectos colonizados

En la tabla número 3, se presentan el porcentaje de insectos colonizados por los hongos entomopatógenos, en los cuales los coeficientes de evaluación fueron de n= 28.41 % a las 48 horas, n= 22.91 % a las 72 horas y n= 30,21 % a las 96 horas.

A las 48 horas el tratamiento 7 a base de Clorpirifos, fue el único en presentar significancia, a partir de ahí, las siguientes horas, todos los tratamientos no presentaron significancia, el tratamiento más cercano a presentarla fue el T2 *B. bassiana* a 12g.

Tabla 3. Número de insectos colonizados con la aplicación de biocontroladores para el manejo de *C. sordidus* y *M. hemipterus* en el cultivo de banano del cantón Baba en la provincia de Los Ríos 2024.

Tratamientos	Dosis por trampa	Época de evaluación		
		48 hda	72 hda	96 hda
<i>B. bassiana</i>	8g	3,00 a b c	3,00 a b c	3,00 b c
<i>B. bassiana</i>	12g	4,00 b c	4,33 c	3,33 c
<i>M. anisopliae</i>	8g	2,00 a b	2,00 a	1,67 a b c
<i>M. anisopliae</i>	12g	2,67 a b	3,00 a b c	1,67 a b c
<i>L. lecanii</i>	7g	1,33 a	2,33 a b	1,33 a b
<i>L. lecanii</i>	14g	2,00 a b	1,33 a	1,00 a
Clorpirifos	50cc	5,00 c	4,00 b c	2,00 a b c
Promedio		2,85	2,85	2
Significancia				
Coeficiente de evaluación		28,41	22,91	30,21

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: INFOSTAT

4.1.3. Porcentaje de mortalidad

En la tabla número 4 se muestra el porcentaje de mortalidad de en los diferentes tratamientos, teniendo como coeficientes de evaluación n= 26,97% a las 48 horas n= 20,60% a las 72 horas y n= 31,58% a las 96 horas.

El único tratamiento que fue significativamente diferente fue el T7 a base de Clorpirifos a las 72 horas, teniendo una alta significancia en comparación a los demás tratamientos de ese día.

Tabla 4. Porcentaje de mortalidad con la aplicación de biocontroladores para el manejo de *C. sordidus* y *M. hemipterus* en el cultivo de banano del cantón Baba en la provincia de Los Ríos 2024.

Tratamientos	Dosis por trampa	Época de evaluación		
		48 hda	72 hda	96 hda
<i>B. bassiana</i>	8g	26,27 a b	26,53 a b	26,53 a b c
<i>B. bassiana</i>	12g	37,23 b	41,10 b	31,67 b c
<i>M. anisopliae</i>	8g	17,47 a b	17,73 a	14,97 a b
<i>M. anisopliae</i>	12g	17,70 b c	27,43 a b	15,50 a b
<i>L. lecanii</i>	7g	11,50 a	20,90 a	12,27 a
<i>L. lecanii</i>	14g	17,70 a b	11,87 a	8,83 a
Clorpirifos	50cc	88,90 c	70,00 c	35,53 c
Promedio		30,96	30,79	20,75
Significancia				
Coeficiente de evaluación		26,97	20,60	31,58

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: INFOSTAT

4.1.4 Mortalidad corregida

En la tabla 5, se muestra la mortalidad corregida en los diferentes tratamientos, donde se obtuvieron los siguientes coeficientes de evaluación: n= 18,75 % a las 48 horas, n= 20,60 % a las 72 horas y n= 13,17 % a las 96 horas. Los tratamientos que presentaron significancia fueron los T7 a base de Clorpirifos a las 48 y 72 horas, posterior a eso, la significancia se redujo.

Tabla 5. Mortalidad corregida con la aplicación de biocontroladores para el manejo de *C. sordidus* y *M. hemipterus* en el cultivo de banano del cantón Baba en la provincia de Los Ríos 2024.

Tratamientos	Dosis por trampa	Época de evaluación		
		48 hda	72 hda	96 hda
<i>B. bassiana</i>	8g	51,53 a b	13,50 a b	55,40 a b c
<i>B. bassiana</i>	12g	40,53 b	1,10 b	60,53 b c
<i>M. anisopliae</i>	8g	60,30 a b	22,30 a	43,83 a b
<i>M. anisopliae</i>	12g	53,67 a b	12,57 a b	43,40 a b
<i>L. lecanii</i>	7g	66,27	19,10 a	41,13 a
<i>L. lecanii</i>	14g	60,17 a b	28,13 a	37,73 a
Clorpirifos	50cc	11,10 c	30,00 c	64,47 c
Promedio		49,08	18,1	20,75
Significancia				
Coefficiente de evaluación		18,75	20,60	13,17

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: INFOSTAT

4.1.5. Análisis económico en función de los costos de tratamientos

En la tabla que se muestra a continuación, se observan los costos de los artículos que se utilizaron para llevar a cabo el trabajo experimental.

Tabla 6. Análisis económico con la aplicación de biocontroladores para el manejo de *C. sordidus* y *M. hemipterus* en el cultivo de banano del cantón Baba en la provincia de Los Ríos 2024.

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
<i>Beauveria bassiana</i>	100 g	1	22,00	22,00
<i>Metarhizium anisopliae</i>	100 g	1	22,00	22,00
<i>Lecanicillium lecanii</i>	100 g	1	23,00	23,00
Clorpirifos	1,0 l	1	10,00	10,00
Mano de obra	Jornales	1	15,00	15,00
Alcohol 96%	1,0 l	1	8,50	8,50
Cajas Petri	Cajas	63	0,90	56,70
PDA	1000 g	1	90,00	90,00
Bomba de mano	Unidad	1	11,00	11,00
Gastos Varios	Unidad	1	20,00	20,00
Caña guadua	Unidad	1	3,00	3,00
Total costo fijo				281,20

En la tabla que se muestra a continuación, se pueden observar los costos de cada tratamiento si estos fuesen llevados a hectáreas, evidenciando también, cuáles fueron los tratamientos más efectivos, siendo el T7 a base de Clorpirifos, quien presentó mayor efectividad.

Tabla 7. Costos por porcentaje de control con la aplicación de biocontroladores para el manejo de *C. sordidus* y *M. hemipterus* en el cultivo de banano del cantón Baba en la provincia de Los Ríos 2024.

(Los porcentajes de control se obtuvieron promediando los porcentajes de

Descripción	Dosis Trampa	Dosis por Hectárea	Costo de dosis por hectárea	Porcentaje de control	Ubicación por eficiencia
<i>Beauveria bassiana</i>	8 g	1 kg	\$225,00	26,44%	3
<i>Beauveria bassiana</i>	12 g	1 kg	\$225,00	36,66%	2
<i>Metarhizium anisopliae</i>	8 g	1 kg	\$225,00	16,72%	4
<i>Metarhizium anisopliae</i>	12 g	1 kg	\$225,00	20,21%	5
<i>Lecanicillium lecanii</i>	7 g	1 kg	\$230,00	14,89%	6
<i>Lecanicillium lecanii</i>	14 g	1 kg	\$230,00	12,08%	7
Clorpirifos	50 cc	1 l	\$10,00	64,81%	1

mortalidad de cada tratamiento, en cada día de recolección de los insectos)

4.2. Discusión

A través del siguiente estudio se probó la efectividad de tres biocontroladores para reducir poblaciones de *C. sordidus* y *M. hemipterus*, mediante el cual se obtuvieron los siguientes resultados.

Los resultados obtenidos muestran que *B. bassiana* fue el biocontrolador que alcanzó mayor control, obteniendo una colonización de 36,66 % promediando los resultados de las 48, 72 y 96 horas, realizando las recolecciones a partir de las 48 horas de la aplicación y a partir de ahí, cada 24 horas. Esta información es muy inferior a la expuesta por Suarez *et al.* (2021) quienes manifiestan que alcanzaron un 90 % de colonizaciones, debido a que su recolección se realizó a los 8 días posteriores a que se aplique el hongo.

Con respecto a los tratamientos donde se empleó *M. anisopliae*, se alcanzaron mortalidades de 16 % hasta 20 %. Dichos resultados no están tan lejos a los obtenidos por Garófalo (2020) donde obtuvieron una mortalidad del 29 % empleando una metodología similar.

Los resultados obtenidos al utilizar *L. lecanii* alcanzaron hasta un 20 % de mortalidad, lo que resulta cercano a los resultados obtenidos por Torres (2022) la diferencia es radica en que su estudio contemplo la utilización de una cepa de *L. lecanii*, en conjunto con varios biocontroladores más.

CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones

Una vez obtenido los resultados de este ensayo, podemos concluir que:

El tratamiento utilizando biocontroladores que presentó mayor control fue: *B. bassiana* a 12 g por trampa.

El tratamiento utilizando biocontroladores que presento menor control fue: *L. lecanii* a 14g por trampa.

El tratamiento que presentó mayor control fue: Clorpirifos a 50 cc por trampa.

Los tratamientos en los que se utilizó Clorpirifos, presentaron menor cantidad de insectos en las trampas, probablemente debido al fuerte olor del mismo.

Los insectos recolectados a las 72 horas presentaron una mortalidad mayor a los recolectados a las 48 y a las 96 horas.

El porcentaje de insectos capturados en las trampas fue disminuyendo en cada recolección.

Cambiar las trampas cada 15 días, porque su efectividad atrayente se ve reducida con el paso de los días.

5.2. Recomendaciones

En base a las conclusiones obtenidas, se recomienda lo siguiente:

Evitar el uso de insecticidas químicos, su alta toxicidad, esto para precautelar la salud de los trabajadores y para evitar la muerte de más organismos benéficos para el cultivo.

Realizar trampas de pseudotallo con una frecuencia de 10 días, ya que a partir de aquí, la trampa ya no resulta tan atrayente para los insectos, esto con la finalidad de mantener bajas las poblaciones de *C. sordidus* y *M. hemipterus*.

Utilizar *B. bassiana* como opción al control químico, ya que este fue el biocontrolador que mejores resultados obtuvo.

Realizar nuevas investigaciones en torno al uso de biocontroladores para reducir poblaciones de insectos coleópteros, usando para esto trampas de pseudotallo, pero dejar a los insectos atrapados en la trampa un tiempo más prolongado, para determinar si con el pasar de los días, el porcentaje de mortalidad aumenta, o en su defecto, esta disminuye o se mantiene.

Utilizar nuevas cepas virulentas, de preferencia probar varias cepas en conjunto.

REFERENCIAS

- Acuña, M; García, C; Rosas, N; López, M; Saínez, J. 2015. Formulación de *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin con polímeros biodegradables y su virulencia contra *Heliothis virescens* (Fabricius) (en línea). Revista internacional de contaminación ambiental 31(3):220-221. Consultado 13 feb. 2024. Disponible en <https://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v31n3/v31n3a1.pdf>
- Aguiar. 2017. Researchgate: Ocorrência e Patogenicidade de Beauveria bassiana à Hypsipyla grandella Coletada em Brasília (En línea, sitio web). Consultado 4 feb. 2024. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/319415070_Ocorrencia_e_Patogenicidade_de_Beauveria_bassiana_a_Hypsipyla_grandella_Coletada_em_Brasilia
- Agronet. 2021. Agronet: Trampas reducirían reproducción de picudos en platanales (En línea, sitio web). Consultado 14 mar. 2024. Disponible en: <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Trampas-reducir%C3%ADan-reproducci%C3%B3n-de-picudos-en-platanales.aspx>.
- Agrotendencia. 2020. Agrotendencia: Cultivo de plátano, manejo y plagas (en línea, sitio web). Consultado 14 mar. 2024. Disponible en <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/frutales/platano-cultivo-y-manejo-agronomico/>
- Agrosavia. 2023. Agrosavia: Recomendación de manejo integrado de picudos para la producción de plátano (en línea, sitio web). Consultado 15 mar. 2024. Disponible en <https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnol%C3%B3gica/l%C3%ADnea->

agr%C3%ADcola/frutales/recomendaciones-protocolos-y-
metodolog%C3%ADas/405-recomendaci%C3%B3n-de-manejo-integrado-
de-picudos-para-la-producci%C3%B3n-de-pl%C3%A1tano

Álvarez, J. 2011. Cultivo de platano: Enfermedades del platano y banano. (En línea, sitio web). Consultado 14 mar. 2024. Disponible en: <https://cultivodeplatano.com/2011/06/06/enfermedades-del-platano-y-banano/>

Angulo, W; Osorio, J; Muñoz, J; Riascos, D. 2020. Monitoreo y capturas del picudo del plátano y banano (en línea). Revista de la Universidad Nacional de Colombia 1:12-13. Consultado 11 feb. 2024. Disponible en <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79515/9789587943344.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.

BASF. 2021. BASF: Soluciones para el cultivo de banano – BASF Ecuador. (En línea, sitio web). Consultado 25 ene. 2024. Disponible en: <https://agriculture.basf.com/ec/es/proteccion-de-cultivo-y-semillas/cultivos/cultivo-de-banano.html#:~:text=El%20banano%20es%20un%20alimento,de%20alimento%20para%20la%20poblaci%C3%B3n>.

Bio2green. 2016. Bio2green: Lecanicillium lecanii (en línea, sitio web). Consultado 26 dic. 2023. Disponible en <http://www.bio2green.com/lecanicillium-lecanii.html>

Bolaños, M; Bautista, L; Cardona, W. 2021. Researchgate: Plátano (Musa AAB). Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca (En línea, sitio web). Consultado 25 ene. 2024. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/354735963_Platano_Musa_AAB_

Manual_de_recomendaciones_tecnicas_para_su_cultivo_en_el_departamen
to_de_Cundinamarca

Castillo, C; Cañizales, L; Valera, R; Godoy, C; Guedez, C; Olivar, R; Morillo, S.
2012. Caracterización morfológica de *Beauveria bassiana*, aislada de
diferentes insectos en Trujillo - Venezuela (en línea). Revista académica
11(23):276-277. Consultado 13 feb. 2024. Disponible en
[http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/37631/articulo7.pdf?se
quence=1&isAllowed=y](http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/37631/articulo7.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CFN (Corporación Financiera Nacional Ecuador) 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](https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2023/fichas-sectoriales-1-trimestre/Ficha-Sectorial-Banano.pdf)

CINCAE (CENTRO DE INVESTIGACION DE LA CAÑA DE AZUCAR DEL
ECUADOR). 2013. CINCAE: Picudo rayado: *Metamasius hemipterus* L.
(Coleóptera: Curculionidae) (en línea, sitio web). Consultado 26 dic. 2023.
Disponible en [https://cincae.org/areas-de-investigacion/manejo-de-
plagas/picudo-rayado/](https://cincae.org/areas-de-investigacion/manejo-de-plagas/picudo-rayado/).

Cotes, A. 2018. Corporación colombiana de investigación agropecuaria -
AGROSAVIA: El concepto de control biológico y sus premisas fundamentales
(en línea, sitio web). Consultado 27 dic. 2023. Disponible en
<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/34057>

Cuandovisitar. sf. Cuandovisitar: El clima de Baba y la mejor época para viajar (En
línea, sitio web). Consultado 14 mar. 2024. Disponible en:
<https://www.cuandovisitar.cl/ecuador/baba-1185114/>

- Dávila, K. 2020. "Eficacia de la aplicación líquida y sólida del hongo *Beauveria bassiana* para el control del picudo negro (*C. sordidus*) y del picudo rayado (*M. hemipterus*) en condiciones de laboratorio y campo". (En línea). Tesis Ingeniero Agrónomo. Quevedo, Ecuador, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Consultado 25 ene. 2024. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/082bfb1f-81a3-456a-808b-1c49196866c7>
- Delgado, T. 2019. Agroingenio: El picudo negro de la platanera. (En línea. sitio web). Consultado 15 mar. 2024. Disponible en: <https://agroingeniacanarias.com/el-picudo-negro-de-la-platanera/>
- Duno, R; Angulo, D; Itzá, C; Lorena, L. 2022. Researchgate: Chinchas besuconas contra hongos come insectos: una batalla biológica. (En línea. sitio web). Consultado 15 mar. 2024. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/361822243_Chinchas_besuconas_contra_hongos_come_insectos_una_batalla_biologica
- ECONEX. 2011. ECONEX: *Cosmopolites sordidus*. Biocontrol del picudo de la platanera. (En línea, sitio web). Consultado 4 feb. 2024. Disponible en: <https://www.cosmopolitessordidus.com/#:~:text=Morfolog%C3%ADa%20y%20biolog%C3%ADa,ah%C3%AD%20el%20nombre%20de%20picudo.>
- Ecuavisa. 2021. Ecuavisa: Convención del Banano analiza en Guayaquil la reactivación. (en línea, sitio web). Consultado 15 mar. 2024. Disponible en <https://www.ecuavisa.com/noticias/ecuador/convencion-del-banano-analiza-en-guayaquil-la-reactivacion-BX981223>
- Enríquez, A; Ibarra, E. 2021. Instituto de Ecología de México: Origen y domesticación del plátano: Un cultivo de gran importancia para México. (En

línea. sitio web). Consultado 25 ene. 2024. Disponible en: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1429-origen-y-domesticacion-del-platano-un-cultivo-de-gran-importancia-para-mexico>

Espiritu, J. 2022. "Evaluación de diferentes trampas para el control del picudo negro *Cosmopolites sordidus* G. y picudo rayado *Metamasius hemipterus* en el cultivo de banano *Musa acuminata* AA var. baby banana, en Aucayacu, 2022". (En línea). Tesis Ingeniero Agrónomo. Huánuco, Perú, Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Consultado 14 mar. 2024. Disponible en <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/8641/TAG00999E88.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

García, G. 2020. Evaluación de trampas plásticas con diferentes atrayentes para la captura de picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) en el cultivo de banano. (En línea). Proyecto de investigación Ingeniero Agrónomo. Quevedo, Ecuador, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Consultado 23 dic. 2023. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/356ed3dd-a0d3-48d3-b740-e042f219dad2/content>

Garófalo, R. 2020. 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. (En línea) Proyecto de investigación Ingeniero Agrónomo. Quevedo, Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Consultado 4 ene. 2024. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/5c777d9a-2d78-4c48-b27b-1815d9d6af2d>

Guzmán, C. 2019. Alternativas para el control del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo del banano convencional. Trabajo de investigación Ingeniero Agrónomo. Machala, Ecuador. Universidad Técnica de Machala. Consultado 4 ene. 2024. Disponible en http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13852/3/DE00006_TRABAJODETITULACION2.pdf

Infoagro. 2020. Infoagro: Frenan la plaga del picudo negro en cultivos de banano en la Isla de Pascua con trampas de feromonas (en línea, sitio web). Consultado 15 mar. 2024. Disponible en https://www.infoagro.com/noticias/2020/frenan_la_plaga_del_picudo_negro_en_cultivos_de_banano_en_la_isla_de_p.asp

Infoagronomo. 2021. Infoagronomo: 5 hongos entomopatógenos para controlar insectos plaga (en línea, sitio web). Consultado 15 mar. 2024. Disponible en <https://infoagronomo.net/hongos-entomopatogenos-para-controlar-insectos/>

INTAGRI. 2017. INTAGRI: Los entomopatógenos, control biológico de plagas (en línea, sitio web). Consultado 13 feb. 2024. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/los-entomopatogenos-control-biologico-de-plagas>

León, J; Espinoza, M; Carvajal, H; Quezada, J. 2023. Análisis de la producción y comercialización de banano en la provincia de El Oro en el periodo 2018-2022 (en línea). Revista Científica Latina 7(1):4. Consultado 3 feb. 2024. Disponible en <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4981/7563>

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. Trabajo de titulación. Ingeniería Agroforestal.

Colombia. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Consultado 4 ene. 2024. Disponible en <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/18272/1112768766.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Martinez, A. 2016. Prezi: *Beauveria bassiana* (en línea, sitio web). Consultado 31 dic. 2023. Disponible en https://prezi.com/2ygz4zp7d_hw/beauveria-bassiana/.

Mestra, M. 2022. "Monitoreo y control del picudo negro *Cosmopolites sordidus* Germar, 1824 (Coleóptera, Curculionidae) en cultivo de banano (*Musa AAA*) variedad Cavendish en Carepa, Antioquia". (En línea). Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo. Montería, Colombia, Universidad de Córdoba. Consultado 25 ene. 2024. Disponible en <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/8e9e9dfa-e5ae-4898-a2c9-64ab02240ec2/content>

MNHN. 2015. Museo Nacional de Historia Natural de Chile: Hongos entomopatógenos como control de plagas de insectos (en línea, sitio web). Consultado 11 feb. 2024. Disponible en <https://www.mnhn.gob.cl/noticias/hongos-entomopatogenos-como-control-de-plagas-de-insectos>

Mora, D. 2016. Prezi: *Lecanicillium lecanii* (en línea, sitio web). Consultado 31 dic. 2023. Disponible en <https://prezi.com/y5ni4bii1k41/lecanicillium-lecanii/>.

Ortiz, J. 2020. "Aislamiento y caracterización de hongos entomopatógenos presentes en el suelo de las diferentes zonas agrícolas de la Provincia de Tungurahua". (En línea). Trabajo de titulación Ingeniero Bioquímico. Ambato, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato. Consultado 15 feb. 2024.

Disponible en
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33664/1/BQ%20285.pdf>

Pineda, J. 2021. Evaluación de diferentes métodos de aplicación de fungicidas y extractos botánicos para el control de pudrición de corona de banano. (En línea) Tesis Ingeniero Agrónomo. Machala, Ecuador. Universidad Técnica de Machala. Consultado 25 ene. 2024. Disponible en:
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16561/1/TTUACA-2021-IA-DE00027.pdf>

Plusinformación. 2017. Plusinformación: Origen del plátano. (En línea, sitio web). Consultado 15 mar. 2024. Disponible en:
<https://plusformacion.com/recursos/r/antecedentes-del-banano-yo-platano#origendela>

Ramírez, Y. 2020. "Evaluación de la eficacia de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium* spp. en el control de picudo rayado de caña de azúcar en condiciones de campo Fátima - Pastaza". (En línea). Tesis Ingeniero Agropecuario. Puyo, Ecuador, Universidad Estatal Amazónica. Consultado 7 feb. 2024. Disponible en
<https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/634/1/T.AGROP.B.UEA.1154>

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. Trabajo de titulación Magister en Agronomía. Babahoyo, Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. Consultado 4 ene. 2024. Disponible en

<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/10265/C-UTB-CEPOS-MPV-000005.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Romero; J. 2015. 100% agronomía: Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), del banano. (En línea, sitio web). Consultado 15 mar. 2024. Disponible en: <https://agro100.blogspot.com/2015/08/picudo-negro-cosmopolites-sordidus-del.html>

Saltos, D; Vera, O. 2022. "Evaluación de trampas para el control de picudo negro *Cosmopolites sordidus* y rayado *Metamasius hemipterus* con la incorporación de dos insecticidas en el cultivo de banano *Musa paradisiaca* en el cantón la maná, provincia de Cotopaxi". (En línea). Proyecto de titulación Ingeniero Agrónomo. La Maná, Ecuador, Universidad Técnica de Cotopaxi. Consultado 7 feb. 2024. Disponible en <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8966/1/UTC-PIM-000513.pdf>

Sepúlveda, P; Rubio, J. 2009. Especies de *Dryophthorinae* (coleoptera: curculionidae) asociadas a plátano y banano (*Musa* spp.) en Colombia, Colombia (en línea). Revista de la Universidad Nacional de Colombia. Consultado 15 mar. 2024. Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/download/10568/36923>

Solagro. 2019. Solagro: Enzimas y toxinas de hongos entomopatógenos, su aplicación potencial como insecticidas y fungicidas (en línea, sitio web). Consultado 27 dic. 2023. Disponible en <https://solagro.com.pe/blog/hongos-entomopatogenos/>

Stop Weevil. 2019. Stop Weevil : Picudo negro ¿Qué es y cómo actúa el picudo negro? (en línea, sitio web). Consultado 2 mar. 2024. Disponible en <https://www.stopweevil.com/el-picudo-negro/>

- Suarez, J; Suarez, L. 2019. Efectividad del hongo *Beauveria bassiana* en trampas para manejo del picudo del cultivo de plátano (*Cosmopolites sordidus*: Coleoptera-Curculionidae). (En línea). Trabajo de tesis Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. Consultado 23 dic. 2023. Disponible en <https://repositorio.una.edu.ni/4075/1/tnh10s939.pdf>
- Suarez, L; Suarez, J; Monzón, V. 2021. Manejo del picudo del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) Coleoptera: Curculionidae) con *Beauveria bassiana* Bals y Vuils, Tonalá-Chinandega, Nicaragua (en línea). Revista de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua. 21(36). Consultado 5 mar. 2024. Disponible en <https://www.camjol.info/index.php/CALERA/article/view/11666/13503>.
- Torres, I. 2022. "Seguimiento de labores para el manejo del picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar, 1824) en el cultivo de banano (*Musa AAA*) tipo exportación en carepa, Antioquia". (En línea). Tesis Ingeniero Agrónomo. Monteria, Colombia, Universidad de Cordoba. Consultado 7 mar. 2024. Disponible en <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/afc500fe-ff63-43cd-bfb8-afeac79fc012/content>
- Vázquez, J. 2022. Lifer: *Metarhizium anisopliae* (en línea, sitio web). Consultado 17 feb. 2024. Disponible en <https://www.lifer.com/metarhizium-anisopliae/>.
- Vézina, A; Baena, M. 2020. ProMUSA: Morfología de la planta de banano. (En línea. sitio web). Consultado 23 dic. 2023. Disponible en: <https://www.promusa.org/Morfolog%C3%ADa+de+la+planta+del+banano>
- Yucra, J. 2023. Aplicación de *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae* en *Theobroma cacao* con relación al daño de

Carmenta spp., Kimbiri, Cusco, 2019. (En línea). Tesis. Ingeniero Agroforestal. Ayacucho, Perú, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Consultado 18 feb. 2024. Disponible en https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/5954/1/TESIS%20AF28_Yuc.pdf

ANEXOS



Anexo 1. Medición del área



Anexo 2. Señalamiento de trampas



Anexo 3. Hongos entomopatógenos a utilizar



Anexo 4. Medición de la trampa



Anexo 5. Aplicación de la solución



Anexo 6. Recolección de los insectos



Anexo 7. Preparación de cámaras húmedas



Anexo 8. Preparación de PDA



Anexo 9. Cajas Petri en refrigeración



Imagen 10. Insecto colonizado por *M. anisopliae*



Anexo 11. Insecto colonizado por *L. lecanii*



Anexo 12. Insecto colonizado por *B. bassiana*

Tabla 8. Presupuesto del proyecto con la aplicación de biocontroladores para el manejo de *C. sordidus* y *M. hemipterus* en el cultivo de banano del cantón Baba en la provincia de Los Ríos 2024.

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
<i>Beauveria bassiana</i>	100 g	1	22,00	22,00
<i>Metarhizium anisopliae</i>	100 g	1	22,00	22,00
<i>Lecanicillium lecanii</i>	100 g	1	23,00	23,00
Clorpirifos	1,0 l	1	10,00	10,00
Mano de obra	Jornales	1	15,00	15,00
Alcohol 96%	1,0 l	1	8,50	8,50
Cajas Petri	Cajas	63	0,90	56,70
PDA	1000 g	1	90,00	90,00
Bomba de mano	Unidad	1	11,00	11,00
Gastos Varios	Unidad	1	20,00	20,00
Caña guadua	Unidad	1	3,00	3,00
Total costo fijo				281,20

Tabla 9. Cronograma de actividades con la aplicación de biocontroladores para el manejo de *C. sordidus* y *M. hemipterus* en el cultivo de banano del cantón Baba en la provincia de Los Ríos 2024.

Actividades	Enero	Febrero				Marzo			
	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Colocación de trampas	X								
Primera recolección		X							
Segunda recolección		X							
Tercera recolección			X						
Instalación de primera cámara húmeda		X							
Instalación de segunda cámara húmeda		X							
Instalación de tercera cámara húmeda			X						
Revisión de primera cámara húmeda			X						
Revisión de segunda cámara húmeda			X						
Revisión de tercera cámara húmeda				X					
Procesamiento de datos					X				
Entrega de la tesis								X	

Tabla 9: Número de insectos recolectados en el día 1, clasificados por día, repetición y tratamiento trabajando con la aplicación de biocontroladores para el manejo de *C. sordidus* y *M. hemipterus* en el cultivo de banano del cantón Baba en la provincia de Los Ríos 2024.

Día 1			
Repetición 1			
Tratamientos	Insectos vivos	Insectos muertos	Total
T1	8	4	12
T2	7	5	12
T3	8	4	12
T4	8	3	11
T5	11	2	13
T6	9	2	11
T7	0	5	5
Total			76
Día 1			
Repetición 2			
Tratamientos	Insectos vivos	Insectos muertos	Total
T1	9	2	11
T2	7	3	10
T3	10	1	11
T4	9	3	12
T5	9	1	10
T6	10	2	12
T7	0	6	6

Total			72
Día 1			
Repetición 3			
Tratamientos	Insectos vivos	Insectos muertos	Total
T1	8	3	11
T2	6	4	10
T3	9	1	10
T4	8	2	10
T5	10	1	11
T6	9	2	11
T7	2	4	6
Total			69

Tabla 10: Número de insectos recolectados en el día 2, clasificados por día, repetición y tratamiento trabajando con la aplicación de biocontroladores para el manejo de *C. sordidus* y *M. hemipterus* en el cultivo de banano del cantón Baba en la provincia de Los Ríos 2024.

Día 2			
Repetición 1			
Tratamientos	Insectos vivos	Insectos muertos	Total
T1	5	3	8
T2	5	4	9
T3	4	3	7
T4	5	3	8
T5	8	2	10
T6	8	1	9
T7	1	3	4
Total			55
Día 2			
Repetición 2			
Tratamientos	Insectos vivos	Insectos muertos	Total
T1	3	3	6
T2	3	4	7
T3	4	2	6
T4	4	3	7
T5	4	2	6
T6	4	1	5
T7	1	4	5

Total			42
Día 2			
Repetición 3			
Tratamientos	Insectos vivos	Insectos muertos	Total
T1	5	3	8
T2	3	5	8
T3	5	1	6
T4	3	3	6
T5	4	3	7
T6	4	2	6
T7	0	5	5
Total			46

Tabla 11: Número de insectos recolectados en el día 3, clasificados por día, repetición y tratamiento trabajando con la aplicación de biocontroladores para el manejo de *C. sordidus* y *M. hemipterus* en el cultivo de banano del cantón Baba en la provincia de Los Ríos 2024.

Día 3			
Repetición 1			
Tratamientos	Insectos vivos	Insectos muertos	Total
T1	2	3	5
T2	1	3	4
T3	2	2	4
T4	3	2	5
T5	4	1	5
T6	3	2	5
T7	0	2	2
Total			30
Día 3			
Repetición 2			
Tratamientos	Insectos vivos	Insectos muertos	Total
T1	3	3	6
T2	1	3	4
T3	4	2	6
T4	4	1	5
T5	3	2	5
T6	3	1	4
T7	0	2	2

Total			32
Día 3			
Repetición 3			
Tratamientos	Insectos vivos	Insectos muertos	Total
T1	2	3	5
T2	0	4	4
T3	5	1	6
T4	4	2	6
T5	5	1	6
T6	4	0	4
T7	1	2	4
Total			35