



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EFECTO DE INSECTICIDA BIOLÓGICO (*Beauveria bassiana*)
PARA EL CONTROL DE PICUDO EN MUSÁCEAS”.**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del título de
Ingeniero/a Agrónomo/a

AUTORES:

Mónica Aracelly Calapaqui Rodríguez
Anderson Hufredo Loor Alava

TUTOR:

Kleber Augusto Espinosa Cunuhay

LA MANÁ – ECUADOR
AGOSTO – 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Loor Alava Anderson Hufredo, con cédula de ciudadanía No. 0503679375, Calapaqui Rodríguez Mónica Aracelly, con cédula de ciudadanía No. 1205285198, declaramos ser autores del presente **PROYECTO DE INVESTIGACION: EFECTO DE INSECTICIDA BIOLÓGICO (*Beauveria bassiana*) PARA EL CONTROL DE PICUDO EN MUSÁCEAS**, siendo el Ing. Kleber Augusto Espinosa Cunuhay MSc. Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

La Maná, agosto 06 del 2024



Anderson Hufredo Loor Alava

C.C: 0503679375



Mónica Aracelly Calapaqui Rodríguez

C.C: 1205285198

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En la calidad de tutor del proyecto de Investigación sobre el título:

EFFECTO DE INSECTICIDA BIOLÓGICO (*Beauveria bassiana*) **PARA EL CONTROL DE PICUDO EN MUSÁCEAS**, de Loor Alava Anderson Hufredo y Calapaqui Rodríguez Mónica Aracelly, de la carrera de Agronomía, considero que dicho informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

La Maná, 06 de agosto del 2024.



Kleber Augusto Espinosa Cunuhay

C.C: 0502612740

TUTOR

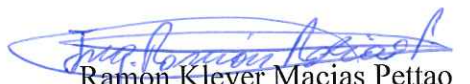
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de tribunal de lectores, aprueban el presente informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión la Maná; por cuanto, los postulantes: Loor Alava Anderson Hufredo y Calapaqui Rodríguez Mónica Aracelly, con el título del proyecto de investigación: **EFFECTO DE INSECTICIDA BIOLÓGICO** (*Beauveria bassiana*) **PARA EL CONTROL DE PICUDO EN MUSÁCEAS**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acta de sustentación del trabajo de titulación.


Por lo expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

La Maná, 15 de agosto del 2024.

Para constancia firman:


Ramon Klever Macias Pettao
C.C: 0910743285
LECTOR 1 (PRESIDENTE)


Ricardo Augusto Luna Murillo
C.C: 0912969227
LECTOR 2 (MIEMBRO)


Eduardo Fabián Quinatoa Lozada
C.C: 1804011839
LECTOR 3 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestra gratitud a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, por habernos proporcionado los conocimientos esenciales para nuestra formación profesional.

Agradecemos a todos los docentes que nos han compartido sus enseñanzas y conocimientos a lo largo de nuestra formación académica y especialmente a nuestro tutor de tesis, por su invaluable guía y asesoramiento en la realización de este trabajo investigativo.

Anderson

Mónica

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico al creador de todas las cosas, al que me ha dado valentía de enfrentar la realidad para continuar con mis estudios al momento que he querido renunciar, por eso dedico mi trabajo primeramente a Dios.

A mis padres Mario y Alexandra, que son los pilares fundamentales en mi vida, por inculcarme valores y por siempre estar a mi lado en cada paso que doy en buscar nuevas oportunidades como mejor persona.

A mis hermanos Ronald y Adrián por todo el apoyo incondicional y por siempre ser esa guía de darme entusiasmo en seguirme preparándome.

A mis tías y demás familiares por siempre animarme a nunca renunciar y por compartir momentos buenos y malos a lo largo de mi trayectoria de estudio.

Anderson

DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza necesaria para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban y permitirme culminar esta meta.

También quiero dedicarles este trabajo a mis padres por su apoyo, a mi esposo Rodolfo Meza padre de mis hijos, María Belén, Emily y Ángel, tu amor y apoyo han sido la base de nuestro hogar.

Esta tesis es un tributo a la colaboración, paciencia por tu amor incondicional y comprensión que me has brindado a lo largo de este viaje académico, Gracias por ser un pilar de fortaleza y un ejemplo para nuestros hijos.

Mónica

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

TÍTULO: EFECTO DE INSECTICIDA BIOLÓGICO (*Beauveria bassiana*) PARA EL CONTROL DE PICUDO EN MUSÁCEAS.

Autores:
Loor Alava Anderson Hufredo
Calapaqui Rodríguez Mónica Aracelly

RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en el Centro Experimental “Sacha Wiwa” de la parroquia Guasaganda, Cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, la presente investigación se centra en evaluar el efecto del hongo *Beauveria bassiana* como agente de control biológico para los picudos negros (*Cosmopolites sordidus*) y rayados (*Metamasius hemipterus*) en cultivos de musáceas, tuvo como objetivo evaluar el efecto de *Beauveria bassiana* como agente de control biológico de picudo en variedades de musácea, se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 7x4, con 7 variedades y 4 dosis, conformando un total de 28 tratamientos. Se evaluaron variables agronómicas de captura de picudo en musáceas: número de picudos por tratamientos, número de insectos colonizados, eficacia de las dosis, identificación de las especies de picudos encontrados, análisis económico. Los resultados más relevantes se los obtuvo en número de picudos negros y rayado en la variedades de morado y orito con la dosis 300cc de *Beauveria bassiana*, número de insectos colonizados con *Beauveria bassiana* fue la dosis 200cc con 11,04% picudos negros y 12,23% picudos rayados, eficacia del tratamiento en picudo negro la dosis 100cc con 34,38% y en picudo rayado la dosis 300cc con 36,89%, en cuanto a la identificación de las especies de picudos encontrados no se encontró más especies referente a picudo negro y rayado. Los costos de establecimiento de la dosis 200cc fueron \$49,12 se presenta como la opción más beneficiosa para los agricultores en colonizar picudos.

Palabras claves: trampas, control, variedades, eficacia, picudo.

TECNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ

**THEME: “BIOLOGICAL INSECTICIDE EFFECT (*Beauveria bassiana*) FOR THE
CONTROL OF PICUDO IN MUSÁCEAS”.**

Authors:
Loor Alava Anderson Hufredo
Calapaqui Rodríguez Mónica Aracelly

ABSTRACT

The study was conducted at the Experimental Center “Sacha Wiwa” in the parish of Guasaganda, canton La Maná, province of Cotopaxi. This present research is focused on evaluating the effect of the fungus *Beauveria bassiana* as a biological control agent of the black weevil (*Cosmopolites sordidus*) and striped weevil (*Metamasius hemipterus*) in mosaic crops. The objective was to evaluate the effect of *Beauveria bassiana* as a biological control agent of weevils in mosaic varieties. The randomized complete block design with a 7x4 factorial arrangement was used, with seven varieties and four doses, for 28 treatments. Agronomic variables of weevil trapping in Musaceae were evaluated by number of weevils per treatment, number of colonized insects, the efficacy of the doses, identification of the weevil species found, and economic analysis; the most relevant results obtained were in the number of black and striped weevils in the purple and orito varieties with the 300cc dose of *Beauveria bassiana*, and the number of insects colonized with *Beauveria bassiana* was the dose of 200cc with 11.04% of black weevils and 12.23% of striped weevils, the efficacy of the treatment on black weevils was the dose of 100cc with 34.38%, and on striped weevils, the dose of 300cc with 36.89%, as for the identification of the weevil species found, no more species were found in terms of black and striped weevils. The establishment costs of the 200cc dose were 49.12 dollars and presented as the most beneficial option for farmers in the colonization of weevils.

Keywords: traps, control, varieties, efficacy, weevil.

INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INDICE GENERAL	x
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN	3
4. BENEFICIARIOS	3
4.1. Directos.....	3
4.2. Indirectos	4
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS	5
6.1. Objetivo General.....	5
6.2. Objetivos específicos.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
8.1. Descripción de las musáceas.....	7
8.2. Generalidades del banano	7
8.3. Clasificación taxonómica del Banano	8
8.4. Variedades de banano	9
8.5. Generalidades del plátano.....	10

8.6.	Clasificación taxonómica del plátano	11
8.7.	Plagas y enfermedades.....	13
8.8.	Picudo negro (<i>Cosmopolites sordidus</i>) y Picudo rayado (<i>Metamasius hemipterus</i>). ..	15
8.9.	Clasificación taxonómica del picudo negro (<i>Cosmopolites sordidus</i>).....	15
8.10.	Descripción del picudo negro (<i>Cosmopolites sordidus</i>).	15
8.11.	Ciclo biológico del picudo (<i>Cosmopolites sordidus</i>).....	16
8.12.	Daño del picudo negro.....	17
8.13.	Descripción del picudo rayado (<i>Metamasius hemipterus</i>).....	17
8.14.	Manejo integral de plagas.....	19
8.15.	<i>Beauveria bassiana</i>	20
8.16.	Antecedentes de estudio	23
9.	PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS.....	24
10.	METODOLOGÍA	24
10.1.	Ubicación del estudio	24
10.2.	Condiciones agrometeorológicas.....	24
10.3.	Tipo de investigación.....	25
10.4.	Materiales y equipos	26
10.5.	Tratamientos	26
10.6.	Diseño experimental	28
10.7.	Esquema del experimento.....	28
10.8.	Análisis de varianza.....	29
10.9.	VARIABLES evaluadas.....	29
10.10.	Manejo de la investigación	31
11.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
11.1.	Número de picudos por variedad y dosis.....	32
11.2.	Número de insectos colonizados.....	43
11.3.	Eficacia de las dosis.....	46

11.4.	Identificación de las especies de picudos encontrados	46
11.5.	Análisis de costos	47
12.	IMPACTOS.....	48
12.1.	Ambiental	48
12.2.	Social	48
12.3.	Económico	48
12.4.	Técnico	48
13.	PRESUPUESTO	49
14.	CONCLUSIONES	50
15.	RECOMENDACIONES.....	50
16.	BIBLIOGRAFÍA	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.	6
Tabla 2. Clasificación taxonómica del banano.	8
Tabla 3. Clasificación taxonómica del plátano.	11
Tabla 4. Clasificación taxonómica del picudo negro (<i>Cosmopolites sordidus</i>).	15
Tabla 5. Clasificación taxonómica del picudo rayado (<i>Metamasius hemipterus</i>).	17
Tabla 6. Condiciones agrometeorológicas.	24
Tabla 7. Materiales y equipos utilizados en la investigación.	26
Tabla 8. Tratamientos.	27
Tabla 9. Esquema del experimento.	28
Tabla 10. Fuente de variación.	29
Tabla 11 número de picudo negro por variedad y dosis.	33
Tabla 12. Número de picudo rayado por variedad y dosis.	38
Tabla 13 picudo negro colonizado por dosis y variedad.	44
Tabla 14 picudo rayado colonizado por dosis y variedad.	44
Tabla 15 insectos colonizados.	45
Tabla 16 eficacia de las dosis en cuanto a picudo negro y rayado.	46
Tabla 17 resultados de laboratorio.	46
Tabla 18. Análisis de costos de establecimiento de los tratamientos.	47
Tabla 19. Presupuesto de la investigación.	49

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1 interacción dosis y variedad en picudo negro durante el primer mes.	34
Gráfica 2 interacción dosis y variedad en picudo negro durante el segundo mes.	36
Gráfica 3 interacción dosis y variedad en picudo negro durante el tercer mes.	37
Gráfica 4 interacción dosis y variedad en picudo rayado durante el primer mes.	40
Gráfica 5 interacción dosis y variedad en picudo rayado durante el segundo mes.	41
Gráfica 6 interacción dosis y variedad en picudo rayado durante el tercer mes.	43

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:	Efecto de insecticida biológico para el control de picudo en musáceas.
Fecha de inicio:	Abril 2024
Fecha de finalización:	Agosto 2024
Lugar de ejecución:	Centro experimental “Sacha Wiwa” localizada en la Parroquia Guasaganda, Cantón la Maná, Provincia de Cotopaxi.
Facultad que auspicia:	Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Carrera que auspicia:	Carrera de Agronomía.
Proyecto de Investigación:	Mónica Aracelly Calapaqui Rodríguez
Equipo de trabajo:	Anderson Hufredo Loor Alava Kleber Augusto Espinosa Cunuhay
Tutor del proyecto:	
Área de conocimiento:	Agricultura, silvicultura y pesca.
Línea de investigación:	Conservación de la biodiversidad
Sub línea de investigación:	Producción agrícola sostenible

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El cultivo del banano es una de las actividades agrícolas más destacadas y vitales para la economía ecuatoriana, representando una fuente primordial de ingresos y contribuyendo significativamente a la generación de empleo para Numerosas familias. Dentro de los desafíos más relevantes que enfrenta este cultivo, se encuentran diversos problemas fitosanitarios, entre los que destaca la presencia de plagas como el *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus* (Dávila, 2020). Esta plaga ocasiona daños significativos a las plantas de banano, ya que las larvas se alimentan del cormo y pseudotallo, creando galerías que afectan el desarrollo normal de las plantas (Suárez *et al.*, 2021).

En el centro experimental “Sacha Wiwa” localizada en la Parroquia Guasaganda perteneciente al cantón La Maná se buscó estudiar algunas variedades de cultivos de musáceas como lo son banano y plátano para dar a conocer a los agricultores que este cultivo se puede adaptar a las condiciones climáticas de ese lugar, también se debe tener en cuenta que es amenazado por varias plagas y enfermedades que le afectan en sus diferentes etapas de su desarrollo, uno de ellos es el conocido como Picudo, en sus especies “rayado y negro”

Este estudio se llevó a cabo con el propósito de proporcionar datos sobre la existencia de picudos en las áreas de cultivo de banano y plátano de la parroquia Guasaganda y sus alrededores, debido a la falta de información técnica y los métodos de control disponibles hasta el momento, así como de evaluar la eficacia de la aplicación líquida *B. bassiana* para el control del picudo negro y rayado en condiciones de campo.

Este proyecto de investigación se realizó para estudiar el efecto de *Beauveria bassiana* con trampas tipo sándwich para el control de picudos en el Centro Experimental “Sacha Wiwa”, se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial 7x4 que incluyó la implementación de 28 tratamientos y 2 repeticiones. Los factores de estudio fueron el factor A, que correspondía a las musáceas, y el factor B, que fueron las dosis/trampa.

En esta investigación, se estudió el insecticida biológico durante un lapso de 3 meses, donde se evaluó el número de picudos por tratamientos cada 3 días después de la aplicación, así como la identificación de la especie de picudo encontrada.

3. JUSTIFICACIÓN

En el presente proyecto de investigación realizado en la Universidad Técnica de Cotopaxi, la evaluación del efecto de *Beauveria bassiana* en las trampas tipos sándwich en diferentes tipos de musáceas representa una iniciativa crucial para avanzar hacia prácticas agrícolas más sostenibles, seguras y efectivas. Este proyecto no solo tiene el potencial de mejorar la productividad y calidad de los cultivos en el Centro Experimental Sacha Wiwa, sino que también ofrece una estrategia replicable para otras regiones y cultivos, promoviendo un manejo agrícola más ecológico y eficiente en el cantón La Maná.

Se ha demostrado que a nivel mundial que es posible lograr un control exitoso de diversas plagas agrícolas, que ocasionan daños y pérdidas económicas significativas, la incorporación de *Beauveria bassiana* representa una estrategia biológica innovadora y sostenible para mitigar los efectos adversos del picudo en las plantaciones de musáceas. Por lo tanto, un aspecto destacado de *Beauveria bassiana* es su habilidad para multiplicarse y dispersarse una vez aplicada en el cultivo, lo que permite que el hongo mantenga una acción reguladora constante sobre las poblaciones de insectos plaga, disminuyendo su cantidad de manera natural y sostenible.

En Ecuador es importante buscar alternativas de manera efectiva y amigable con el medio ambiente ya que el uso de químicos contamina al suelo y puede haber riesgos para otros insectos benéficos. Por este motivo se planteó trampas tipos sándwich con la aplicación de *Beauveria bassiana* como una agricultura sostenible que protege al medio ambiente y la salud humana.

4. BENEFICIARIOS

4.1. Directos

Los beneficiarios directos son los estudiantes del Colegio Intercultural Bilingüe “Jatari Unancha”, los agricultores locales, la Asociación de campesinos de La Maná y el personal del centro Experimental Sacha Wiwa, adicional al área de investigación, también se beneficiarán.

4.2. Indirectos

Los beneficiarios indirectos son los docentes y estudiantes de la carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión “La Maná”. Ellos conocerán el efecto del insecticida biológico (*Beauveria bassiana*).

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La agricultura ecuatoriana enfrenta grandes problemas porque los picudos son una de las plagas más importantes de la familia de las musáceas, causando más del 50% de los daños. Factores como la presencia de este insecto pueden afectar negativamente la producción, afectar el crecimiento y desarrollo de las plantas, reducir el peso y la calidad de los racimos y en infestaciones severas, pueden hacer que las plantas se caigan antes de la cosecha debido al deterioro general de las raíces de la planta y base del pseudotallo (Moreira, 2019). Las plantas de musáceas, incluidas los bananos y los plátanos, desempeñan un papel muy importante en la producción agrícola mundial, también forman la categoría de productos comerciales más importantes en las zonas tropicales y subtropicales y son un alimento básico en muchos países. Sin embargo, el cultivo de plantas de musáceas enfrenta serios problemas debido al ataque del picudo negro y picudo rayado, que son plagas devastadoras de estos cultivos y se alimentan de los pseudotallo y rizomas de la planta, causando daños y reduciendo los rendimientos del fruto (Quintana, 2019).

En la provincia de Cotopaxi que concentra una parte significativa de la producción de musáceas en el país, los daños causados por esta plaga puede tener un impacto devastador en la economía local y en el sustento de las comunidades agrícolas, sin embargo la presencia de picudo (negro-rayado) en los cultivos de musáceas amenaza la producción causando daños significativos y reduciendo los rendimientos, aunque los insecticidas químicos han sido la estrategia principal, su efectividad está en duda debido a preocupaciones sobre la seguridad alimentaria y el medio ambiente (Armendáriz, 2019).

Por lo tanto, el propósito de esta investigación fue evaluar el efecto de *Beauveria bassiana* como agente de control biológico de picudo para mitigar los impactos de daños causado por esta plaga en los cultivos de musáceas.

La Maná, que también es un estado productor de musáceas que debido al ataque de picudos en estado larvario es el más peligroso, acabando con los bulbos se alimentan destruyendo tejidos, fibras y hacer vasculares que bloquean el flujo de agua y nutrientes, y los canales formados por las larvas permiten la entrada de otros microorganismos patógenos acelerando la muerte de la planta (Briones, 2020). En la localidad de San Francisco de Chipe, ubicado entre los límites de la Maná y Valencia, la incidencia de picudos negros y rayados es similar a otras zonas bananeras, pero a diferencia de otras zonas bananera con pérdidas afecto hasta el 42%.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de *Beauveria bassiana* como agente de control biológico de picudo en musáceas con trampas tipos sándwich.

6.2. Objetivos específicos.

- Determinar la eficacia de *Beauveria bassiana* en el control del picudo en musáceas mediante la comparación de las dosis aplicadas.
- Establecer la dinámica poblacional para el control del picudo.
- Evaluar costos de la aplicación de *Beauveria bassiana* como agente de control biológico del picudo en musáceas.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.

Objetivo	Actividades	Resultados	Medios de verificación
Determinar la eficacia de <i>Beauveria bassiana</i> en el control del picudo en musáceas mediante la comparación de las dosis aplicadas	Aplicar las dosis del insecticida biológico en las trampas de las áreas seleccionadas	Tiempo de actuación del hongo	Registro de conteo de picudos atrapados
	Realizar conteos periódicos de la población de picudos en las áreas tratadas y no tratadas para evaluar el efecto del insecticida biológico.	Determinación de la dosis más eficaz en el control del picudo en musáceas.	Libreta de registros Archivo de Excel. Fotografías de las trampas y picudos atrapados
Establecer la dinámica poblacional para el control del picudo.	Recolección de picudo.	Evaluación de la efectividad de <i>Beauveria bassiana</i> de individuos colonizados	Registros de datos de las variables estudiadas
	Evaluación de las variables de estudio, que incluyen picudos por tratamientos, insectos colonizados y efectividad del tratamiento.	Número de insectos capturados	Excel Fotografías
Evaluar costos de la aplicación de <i>Beauveria bassiana</i> como agente de control biológico del picudo en musáceas	Recopilar información sobre los costos asociados con la adquisición, aplicación y mantenimiento de <i>Beauveria bassiana</i> .	Evaluación económica de la aplicación de <i>Beauveria bassiana</i>	Informe de los costos generados en cada tratamiento Archivo en Excel

Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Descripción de las musáceas.

Las musáceas, originarias del sureste asiático, abarcan desde India y Tailandia hasta nueva guinea y Australia. De todas las variedades, solo dos, la Musa Acuminata y la Musa Balbisiana, tienen relevancia comercial en la actualidad. Además, en este grupo se encuentra la Musa Textilis estas variedades fueron principalmente cultivadas en África, inicialmente introducidas en la región oriental por inmigrantes indonesios a través de Madagascar. Posteriormente los portugueses las trasladaron a la costa occidental, donde fueron bien recibidas en países con condiciones ecológicas de trópico húmedo (Guerrero, 2016).

8.2. Generalidades del banano

El banano es un recurso fundamental y crucial tanto para los ingresos del estado como para las empresas del sector privado, contribuyendo con aproximadamente el 3,84% del PIB de Ecuador. Es esencial para la seguridad alimentaria de millones de personas y beneficia a más de 2,5 millones de personas (alrededor del 6% de la población total de Ecuador), en nueve provincias que dependen en gran medida de la industria bananera, este sector es un pilar central de la actividad económica, generando mayores ingresos y proporcionando más oportunidades de empleo en comparación con otros sectores productivos no petroleros del país (Ministerio de Comercio Exterior, 2017).

En Numerosos países, esta fruta es crucial como motor de crecimiento económico y fuente de ingresos para muchas áreas rurales, ya que genera empleos y divisas. En su mayoría se trata de triploides AAA subgrupo Cavendish, en ciertos países, su relevancia comercial supera incluso a la industria petrolera como es el caso de Ecuador (Martinez & Brina, 2021).

El banano a nivel mundial se produce en más de 130 países situados en proximidad al Ecuador terrestre. Las regiones tropicales y subtropicales predominan en la producción mundial de esta fruta, debido a las condiciones ambientales favorables para su cultivo. A nivel mundial la producción de banano asciende aproximadamente a 133,280,302 toneladas, distribuidas a lo largo de los cinco continentes. América del sur contribuye con 16, 782,454 toneladas a la producción mundial de banano (Saltos & Vera, 2022)

Los productores de banano se concentran principalmente en las provincias de El oro, Guayas y los Ríos, las mismas que abarcan el 41%, 34% y 16% de los productores respectivamente. En la provincia de El Oro se sitúan la mayor parte de los pequeños productores de banano del País (aproximadamente 42%), mientras que los grandes productores principalmente en las provincias de Guayas y Los Ríos (Ministerio de Comercio Exterior, 2017).

El orito conocido como baby banana, tiene una superficie sembrada de 6.389 ha, es un cultivo tradicional de los cantones Pasaje, provincia de el Oro y del cantón la Maná, provincia de Cotopaxi donde su producción es destinada al consumo interno en su mayoría, en el año 2020, obtuvo una producción de 37.261 Tn, según cifras del INEC Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2011).

8.3. Clasificación taxonómica del Banano

En la tabla 2 se puede observar la clasificación del banano.

Tabla 2. Clasificación taxonómica del banano.

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Liliopsida
Orden: Zingiberales
Familia: Musáceas
Género: Musa
Especie: Acuminata
Nombre: Musa Acuminata.

Fuente: (Torres, 2017).

Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

8.4. Variedades de banano

8.4.1. Valery

El banano Cavendish Valery es un triploide AAA, se caracteriza por poseer un pseudotallo verde con manchas oscuras, alcanzando una altura promedio de 2,10 metros y un diámetro de base de 20 centímetros. El racimo, en su madurez comercial, contiene aproximadamente 170 dedos, con un peso promedio de 180 gramos por dedo, cuando alcanza la madurez fisiológica el fruto presenta un color verde amarillento, es más corto que el banano seda y tiene un ápice romo. En un corte transversal se observan dos filas de óvulos, en cada uno de los tres lóbulos, este clon es susceptible a la sigatoka, pero inmune al mal de Panamá La Comisión Nacional de Fruticultura (CONAFRUT, 2020).

8.4.2. Morado

Es un triploide AAA, conocido por su resistencia a enfermedades, aunque requiere más de 18 meses para fructificar. Este banano se distingue por su gran porte, con hojas y tallos de un intenso color morado. Produce racimos compactos que contienen alrededor de 100 frutos de sabor intenso y tamaño medio, los cuales adquieren una tonalidad naranja a medida que maduran. (Hernán, 2011).

El banano morado con un tono de frambuesa, cultivado en Ecuador, se distingue por su sabor dulce, tamaño reducido y mayor grosor, además de su alto contenido nutricional, rico en azúcares y minerales. Este banano contiene antioxidante y favorece la digestión, su elevado contenido de potasio mejora el estado de ánimo y protege la salud cardiovascular, al tiempo que proporciona abundante energía gracias a sus azúcares incluyendo (fructosa, glucosa y sacarosa) (Pedroza, 2020).

8.4.3. Orito

El cultivo de baby banano, también conocido como orito, es un diploide AA y constituye un cultivo tradicional en Ecuador. Se cultiva principalmente en las provincias de Guayas, El Oro, Azuay, Bolívar y Cotopaxi, se estima que la mayor parte de la producción de estas regiones se destina al mercado estadounidense proporcionando sustento a las familias ecuatorianas que se dedican a la explotación de este cultivo (Freire, 2022).

El orito se cultiva en toda la región ecuatorial incluyendo la Costa, Sierra y el Oriente. Este banano tiene un pseudotallo de color amarillo verdoso y una altura promedio de entre 2,5 y 3,6 metros. Sus hojas son estrechas, erectas, de color verde pálido y brillantes, el racimo es cilíndrico y puede contener entre 6 y 11 manos, con frutos de forma redonda. El orito puede cultivarse a altitudes desde 200 hasta 1000 msnm, pero solo la fruta producida a altitudes de hasta 800 metros es apta para la exportación, ya que a mayores alturas su crecimiento es más lento (Guiracocha & Quiroz, 2020).

8.4.4. Williams

El Williams es un triploide AAA, con un pseudotallo de altura media a alta (entre 3.5 y 4.0 metros). Sus hojas están ligeramente erguidas, lo que resulta en un menor potencial fotosintético en comparación con el gran enano. Sin embargo, presenta cierta resistencia a las enfermedades foliares. Su racimo es más cónico que el del gran enano y requiere una poda manual más precisa. Se adapta bien a condiciones adversas, lo que hace que muchos productores lo prefieran para suelos subóptimos, agua de baja calidad y temperaturas bajas. La popularidad del Williams ha aumentado cada año y es la segunda variedad más importante para la exportación, después del gran enano (Cuellar, 2005).

8.5. Generalidades del plátano

En la escala mundial el cultivo del plátano emerge como un sector económico crucial para la mayoría de las naciones productoras, este cultivo no solo genera ingresos significativos en términos de divisas, sino que también desempeña un papel vital al proporcionar empleo tanto a largo plazo como de manera temporal para una parte considerable de la fuerza laboral. Además de su impacto económico, los plátanos contribuyen significativamente a la seguridad alimentaria y la soberanía de muchos países en desarrollo, ya que contribuyen un elemento fundamental en la dieta diaria de millones de personas, ya sea como alimentos frescos, cocidos o procesados (Álvarez *et al.*, 2019).

El cultivo de plátano, clasificado como Musa AAB, desempeña un papel fundamental en el sustento socioeconómico y la seguridad alimentaria del país. En términos socioeconómicos, el cultivo de plátano proporciona tanto empleo estable como temporal, además de suministrar alimentos energéticos de manera continua a la mayoría de la población rural. Actualmente el

país cuenta con un total de 144,981 hectáreas destinadas al cultivo de plátano, de las cuales 86,712 hectáreas se dedican al monocultivo y 58,269 hectáreas están asociadas con otros cultivos. La región principal de producción de esta fruta, conocida como el triángulo platanero, abarca las provincias de Manabí, Santo Domingo y Los Ríos, con 5.261,214,249 y 13,376 hectáreas respectivamente las variedades predominantes en estas áreas son el Dominico y el barraganete (INIAP, 2021).

8.6. Clasificación taxonómica del plátano

Tabla 3. Clasificación taxonómica del plátano.

Reino: Plantae
Clase: Monocotiledóneas
Orden: Escitamineas
Familia: Musaceae
Subfamilia: Musoideae
Género: Musa
Especies: Acuminata y Balbisiana
Sección: Eumusa
Nombre: musa x paradisiaca L.

Fuente: (López, 2002).

Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

8.6.1. Filipino

La variedad Filipino se caracteriza por su fruto grande y una curvatura más pronunciada que otras variedades de Cavendish. En su etapa inicial, los dedos de la primera hilera son rectos, mientras que al madurar adquieren un tono amarillento verdoso con un proceso de maduración gradual que culmina en una pulpa dulce. Sin embargo, esta variedad ha experimentado una disminución en su popularidad en los últimos años, siendo reemplazada por cepas más productivas y de menor estatura (Carbay, 2014).

La altura de esta variedad oscila entre los 3.6 y 4.7 metros, presentando hojas de tonalidad verde claro y peciolo delicados y alargados. Los racimos adoptan una forma cilíndrica con un Número variable de manos que van desde 7. Los frutos exhiben una pulpa de generoso tamaño y un sabor dulce, mostrando una curvatura menos pronunciada en comparación con otros miembros de subgrupo (Seúl, 2018).

8.6.2. Hartón

El plátano criollo, catalogado como triploide AAB, ocupa la mayor extensión de tierra dentro del territorio nacional, especialmente en la región litoral. Este tipo de plátano es altamente valorado en la gastronomía criolla ecuatoriana debido a su equilibrio entre azúcar y almidón, que lo confiere un sabor dulce y una textura suave, lo que lo convierte en una opción versátil para una amplia gama de preparaciones culinarias en la vida cotidiana (Fernandez *et al.*, 2021).

El racimo de este tipo de plátano está compuesto exclusivamente por manos dobles, siendo común encontrar racimos que contienen entre 80 y 120 dedos en total. Estos plátanos tienen un tamaño y calibre mediano, la planta es notablemente alta, a menudo superando los 5 metros de altura, con un tronco de tamaño medio, generalmente con una circunferencia a la altura del pecho de alrededor de 60cm. Sin embargo, este cultivo es altamente vulnerable a plagas y enfermedades que pueden comprometer la calidad de la fruta (Guaman, 2014).

Cuando la fruta es joven es de un verde intenso y brillante, una condición que se mantiene durante las primeras nueve semanas desde su aparición en la inflorescencia hasta su corte. Sin embargo, al madurar la cascara adquiere un tono pardo oscuro, esta variedad se destina casi exclusivamente al mercado local, donde se comercializa en fresco (Gerardo *et al.*, 2024).

8.6.3. Barraganete

El cultivar AAB, caracterizado por ser triploide representa la opción predominante en el ámbito industrial y de exportación. Esta variedad constituye el pilar fundamental de las plantaciones comerciales destinadas a la exportación, destacando por su notable resistencia frente a plagas y enfermedades. Su adaptabilidad abarca una amplia gama de suelos desde los más ligeros hasta los más pesados. Aunque no se destaca por su alta productividad, su racimo tiende a ser limitado con frecuencia no superando los 30 dedos y sufre un significativo índice de descartar debido a criterios de calibre, peso y longitud (Jaramillo A. , 2010).

La planta exhibe una notable altura, superando los 5 metros, con fuste de tamaño mediano, comparables a los del plátano Dominicano, con un diámetro de aproximadamente 60cm. Su fruto se distingue por un tono verde más claro y brillante. En esta variedad el grado de madurez de la fruta representa un factor limitante en su periodo de cosecha lo cual repercute en la obtención

de un menor peso por racimo, especialmente en el caso de la fruta destinada a exportación. En contraste la fruta destinada al uso industrial se cosecha en un estado de maduración más avanzado lo que permite a los productores obtener un mayor rendimiento en términos de peso por racimo (Fernandez *et al.*, 2021).

8.7. Plagas y enfermedades

Las enfermedades más comunes y perjudiciales para las musáceas, que incluyen plantas como el plátano y el banano son: Sigatoka negra, Sigatoka amarilla, Elefantiasis, la Virosis y el Moko. Es importante distinguir entre plagas y enfermedad, una plaga se refiere a la invasión de insectos y otros organismos pequeños, mientras que una enfermedad es causada por hongos y bacterias (Hernán, Enfermedades del platano y banano, 2011).

8.7.1. Sigatoka negra

Es la enfermedad foliar más destructiva causada por el hongo (*Mycosphaerella fijiensis*) que se distingue por su alta producción de ascosporas y conidios asexuales de su forma anamorfa *Paracercospora fijiensis*. Este hongo realiza Numerosos ciclos sexuales y asexuales anualmente, colonizando rápidamente los tejidos foliares de los cultivos de plátano y banano, en lo cual esto provoca necrosis parcial o total de las hojas, reduciendo la fotosíntesis y acelerando la maduración de los frutos, lo que puede disminuir el rendimiento del cultivo hasta un 50%, dependiendo de la gravedad del ataque (Barrera *et al.*, 2016).

8.7.2. Elefantiasis

Esta enfermedad se distingue por un crecimiento anormal del cormo, cuyo agente causal aún no ha sido identificada. Posteriormente se observa el arrugamiento y la pudrición de la base de las hojas envolventes, lo que culmina con el colapso total de la planta. En caso que la planta produzca un racimo este no tiene valor comercial. Además, los nuevos brotes también son afectados por la pudrición, lo que resulta en la pérdida completa de la capacidad productiva del área afectada (Aguirre, 2019).

8.7.3. Moko

El patógeno responsable de esta enfermedad puede atacar todas las variedades de banano triploide (AAA), plátano (AAB) y bananos de cocción (AAB). El Moko es una enfermedad extremadamente contagiosa, capaz de invadir sistemáticamente todos los órganos de la planta huésped, causando la obstrucción de los haces vasculares, lo que eventualmente conduce al marchitamiento y muerte de la planta productiva (Sotomayor *et al.*, 2014).

8.7.4. Mal de Panamá

Es una enfermedad devastadora que afecta principalmente a los cultivos de plátano y banano, causada por el hongo *Fusarium oxysporum f. sp. Cubense*. Este patógeno invade el sistema vascular de las plantas, bloqueando el flujo de agua y nutriente lo que resulta en síntomas como el marchitamiento progresivo, el amarillamiento y la necrosis de las hojas, y el eventual colapso y muerte de la planta, la enfermedad se propaga rápidamente en el suelo y es extremadamente difícil de controlar, causando graves pérdidas económicas en las áreas afectadas (Herrera, 2012).

8.7.5. Virosis

Esta enfermedad elimina la planta de manera gradual, presentando diversos síntomas a lo largo del proceso. Los síntomas más comunes incluyen: rayas amarillas en las hojas siguiendo las venas secundarias, moteado, ruptura vertical profunda de las vainas cerca del cormo, muerte del cogollo, formación de rosetas en las hojas, disminución de la distancia entre los nudos, aborto floral y deformidades en la planta Baden Aniline and Soda Factory (BASF, 2023).

8.7.6. Trips del banano

Los Trips dañan las plantas al perforar las células de los tejidos superficiales y succionar su contenido, causando la muerte del tejido circundante. La alimentación del Trips de la mancha roja del banano provoca lesiones en la fruta en la cual causan pérdidas del 30% al 50% del cultivo (Paredes, 2021).

8.8. Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y Picudo rayado (*Metamasius hemipterus*).

El picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y el picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) son plagas significativas en los cultivos de musáceas. Durante su fase larval ambos insectos afectan al cormo de estas plantas construyendo galerías y destruyendo el tejido al alimentarse, lo que provoca desbalances nutricionales, pudriciones y la caída de las plantas, resultando en pérdidas económicas considerables. Los picudos son activos durante la noche y muy susceptibles a la desecación en la cual los adultos pueden permanecer en la misma planta durante largos periodos y solo una pequeña proporción de ellos se desplaza a más de 25 metros en un periodo de seis meses, además los picudos raramente vuelan (Aguilera, 2002).

8.9. Clasificación taxonómica del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*).

Tabla 4. Clasificación taxonómica del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*).

Reino: Animalia
Filo: Arthropoda
Subfilo: Mandibulata
Clase: Insecta
Orden: Coleóptera
Suborden: Polyphaga
Familia: Curculionidae
Subfamilia: Dryophthorinae
Género: <i>Cosmopolites</i>
Especie: <i>sordidus</i>

Fuente: (Zumbado & Azofeita, 2018).

Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

8.10. Descripción del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*).

El picudo negro presenta un cuerpo de color negro brillante y una forma estrecha y alargada, con una superficie lisa y sin pelos. Su origen dorsal y abdominal está cubierta por pequeños poros. La cabeza es compacta con una superficie brillante y marcada por diminutas puntuaciones y los ojos ocupan la mitad de la cabeza mientras que su pico oscuro, largo y curvo está provisto de Numerosos poros (Vallejo, 2017).

8.11. Ciclo biológico del picudo (*Cosmopolites sordidus*).

El picudo pasa por cuatro estados biológicos: huevo, larva, pupa y adulto es en la etapa larval donde se produce el mayor daño. Las hembras adultas depositan entre 60 y 100 huevos a lo largo de su ciclo vital, específicamente en las heridas del cormo o las cepas. Esta plaga es la principal amenaza para el cultivo, ya que se dirige exclusivamente al cormo, perforándolo y consumiéndolo. Este daño restringe la absorción de agua y nutrientes, afecta las yemas, provoca el amarillamiento y debilitamiento del pseudotallo

Los huevos son de forma cilíndrica y color blanco, miden 0,5mm de ancho y 2mm de largo, la duración de este estado a 25°C es entre 7 y 9 días (Suarez & Suarez, 2020).

En la etapa de pupa, el picudo presenta un tipo suelto o exarcado, lo que significa que los elementos del cuerpo son fácilmente identificables. Estas pupas son de color blanco lechoso y tienen una longitud promedio de 12,7mm. La duración de esta fase varía entre 6 y 12 en condiciones naturales de hierba, en condiciones de laboratorio el desarrollo de la pupa se completa en 6 días a 30°C y en 23 días a 16°C, las pupas se encuentran en el cormo, dentro de una cámara ovalada construida por la larva (Alava, 2022).

En su etapa larval el picudo es apodo (sin patas) y presenta un color blanco con una capsula cefálica en forma de cúpula y una superficie lisa de color ámbar. La eclosión ocurre principalmente a temperaturas entre 25 y 30°C mientras que temperaturas superiores a 32°C inhiben este proceso. Las larvas crean galerías internas en los tejidos del hospedador y pasan por 5 a 8 niveles larvarios y la duración de esta etapa varía entre 3 y 17 semanas en condiciones naturales, dependiendo de factores ambientales y dietéticos, la densidad de insectos y el estado fenológico. (Alava, 2022).

En su etapa adulta el picudo mide entre 10 y 15 mm de largo al momento de emerger con una coloración pardo-rojiza que se oscurece progresivamente hasta volverse negra, los adultos son nocturnos, se desplazan lentamente y son fuertemente atraídos por las sustancias volátiles emitidas por las plantas hospederas y en condiciones de campo su vida puede durar entre 5 y 8 meses en el cual las hembras tras el apareamiento depositan sus huevos en plantas de todas edades, casi siempre en el cuello del cormo (Olivares *et al.*, 2018)

8.12. Daño del picudo negro

El ataque del picudo negro interfiere con la formación de nuevas raíces, mata las raíces existentes, limita la absorción de nutrientes y reduce el vigor de las plantas. Esto retrasa la floración y aumenta la susceptibilidad a plagas y enfermedades. Las disminuciones en el rendimiento son causadas tanto por la pérdida de plantas (debido a la muerte de las plantas. El rompimiento de los rizomas y el volcamiento) como por la reducción en el peso de los racimos (Vergara, 2015).

El daño directo es causado por la alimentación de las larvas, las cuales crean galerías en el corno y el pseudotallo. Esto provoca una reducción en la absorción y el transporte de agua y nutrientes, retrasa la floración, indirectamente se reduce la productividad y aumenta la susceptibilidad a otras plagas y enfermedades, acortando la vida del cultivo. Además, las galerías pueden servir como vía de entrada para microorganismos patógenos como *Fusarium oxysporum*, causante del mal de Panamá y *Ralstonia solanacearum*. Los síntomas se manifiestan en las hojas que se vuelven amarillentas y luego secan, produciendo un racimo pequeño y raquíto que madura prematuramente (Gold & Messiaens, 2000).

8.13. Descripción del picudo rayado (*Metamasius hemipterus*).

8.13.1. Clasificación taxonomía del picudo rayado (*Metamasius hemipterus*)

Tabla 5. Clasificación taxonómica del picudo rayado (*Metamasius hemipterus*).

Reino: Insecta
Subclase: Pterygota
Orden: Coleoptera
Suborden: Polyphaga
Superfamilia: Curculionoidea
Familia: Curculionidae
Tribu: Rhynchophorinae
Género: <i>Metamasius</i>
Especie: <i>hemipterus</i>

Fuente: (Zumbado & Azofeita, 2018).

Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

8.13.2. Morfología y Biología del picudo rayado (*Metamasius hemipterus*).

En su aspecto morfológico *Metamasius hemipterus* el huevo de este insecto presenta dimensiones de 1.5mm de longitud y 0.5mm de grosor. A diferencia del picudo negro tiene una eclosión más rápida ocurriendo en un periodo de entre 5 y 7 días, otra distinción es su corta esperanza de vida, limitada a 2 o 3 meses durante los cuales las hembras pueden depositar hasta 500 huevos en el pseudotallo. (Aguilera, 2002).

La larva de tono amarillento exhibe una mandíbula más grande y robusta que la del picudo negro con una longitud media de 13.2 mm, aunque ocasionalmente pueden hallarse ejemplares de entre 15 y 18mm, esta etapa larval tiene una duración de 4 a 7 semanas (Vargas, 2003)

Al ingresar al estado de pupa el picudo rayado adquiere un tono blanquecino que posteriormente cambia en la adultez, alcanzando una medida máxima de 25mm mientras que el picudo rayado en su etapa adulta presenta tres marcas oscuras en su tórax: una central que lo atraviesa y dos adicionales de menor longitud ubicadas a cada lado. Sus alas exhiben un tono amarillo rojizo y presentan manchas negras irregulares que tienden a unirse hacia la parte posterior del insecto (Alarcón, 2012).

8.13.3. Hábitos

Los adultos del picudo rayado son atraídos por la fermentación que surge en las lesiones de los tallos que pueden ser causadas por fracturas, cortes o daños provocados por otros insectos, en los tocones que quedan después de la cosecha de las plantas de musáceas, también estos insectos son atraídos en los cultivos de la caña de azúcar Centro de investigación de la caña de azúcar del Ecuador (CINCAE, 2013).

8.13.4. Síntomas de ataque

El *Metamasius hemipterus* presenta los mismos síntomas que el *Cosmopolites sordidus* en el cual se manifiestan primero en las hojas que adquieren un tono amarillento y se marchitan provocando la formación de racimos más pequeños y delgados con un proceso de maduración acelerado (Bermejo, 2011).

8.13.5. Daños

El principal impacto del picudo rayado se atribuye a las larvas que se alimentan del pseudotallo de las plantas debilitándolas significativamente. Este debilitamiento conduce al doblamiento de las plantas durante el llenado del racimo lo que a su vez afecta negativamente la calidad de la fruta y limita las posibilidades de exportación (Garófalo, 2020).

8.14. Manejo integral de plagas

8.14.1. Método cultural

El manejo de esta plaga a través de prácticas culturales implica el empleo de semillas saludables. Es esencial pelar el material de siembra para eliminar los nematodos y los huevos de picudo, así como para exponer los túneles excavados por la plaga. En el caso de plantaciones nuevas se recomienda comenzar en áreas libres de residuos de cultivos previos como plátano o banano mientras que el caso de sembrar en terrenos previamente utilizados es fundamental remover los rebrotes, cortar los rizomas en fragmentos y esparcirlos sobre el suelo para su desecación (Carballo, 2001).

8.14.2. Método biológico

El manejo biológico de plagas y enfermedades implica la disminución de las poblaciones de plagas mediante la utilización de organismos antagonistas naturales. Estos aliados pueden ser insectos beneficiosos como depredadores y parasitoides, microorganismos como bacterias y hongos o extractos de plantas que poseen propiedades alelopáticas. Además, se emplean trampas y señuelos para atraer y controlar las poblaciones de plagas de manera eficaz (Agroactivo, 2023).

8.14.3. Método químico

Además de las medidas mencionadas también se encuentra el químico en el cual se han implementado estrategias adicionales para combatir el picudo, como el uso de trampas que contienen insecticidas para reducir su población. Sin embargo, debido al aumento en la demanda de banano para la exportación los agricultores han recurrido a insecticidas de alta potencia como el Carbofuran y el Clorpirifos para abordar este problema (Lamilla, 2019).

8.15. *Beauveria bassiana*

El hongo clasificado como deuteromicetes es un organismo que se encuentra de manera natural en suelos alrededor del mundo, se destaca por su capacidad como entomopatógeno lo que significa que puede parasitar diferentes especies de insectos provocando lo que se conoce como agente de biocontrol para regular poblaciones de diversas plagas de plantas entre las que se incluyen orugas, termitas, moscas blancas, áfidos, entre otros (Ronquillo, 2021).

La *Beauveria bassiana* es un hongo entomopatógeno que se destaca como una herramienta prometedora en el control biológico de ciertos insectos cruciales para la salud humana y la economía agrícola. Su capacidad para integrarse con agentes químicos es un aspecto clave de su eficacia en el control de plagas ya que maximiza su potencial mientras reduce el impacto ambiental asociado al control químico directo (Pozo, 2022).

El papel de *Beauveria bassiana* como una herramienta entre muchas en el manejo integrado de plagas, en lugar de un enfoque de gestión independiente, debe ser mejor desarrollada a través de la gama de sistemas de cultivo. Las esporas del hongo entran en contacto con la cutícula del insecto susceptible, las esporas germinan y crecen directamente a través de la cutícula del cuerpo interior del insecto, aquí el hongo prolifera en todo el cuerpo del insecto y produce toxinas, vaciado del insecto de nutrientes y eventualmente matarlo. *Beauveria bassiana* es considerado un patógeno virulento contra el picudo negro del banano (*Cosmopolites sordidus*) (Arevalo, 2018).

El hongo *Beauveria bassiana* es ampliamente utilizado para controlar Numerosos insectos plaga y es la especie de entomopatógeno más empleada a nivel comercial en todo el mundo. Se ha observado su asociación con la broca de café en Colombia desde su llegada y se informó su capacidad para atacarla en 1990, las formulaciones de este hongo suelen consistir en polvos y microtalcos inertes que deben mezclarse con agua y coadyuvantes, como aceites emulsionables. Al igual que con los productos químicos la efectividad del hongo depende de la concentración de esporas que se depositan sobre el insecto (Góngora *et al.*, 2009).

8.15.1. Modo de acción

Beauveria bassiana es un hongo imperfecto perteneciente a la clase Deuteromycetes conocido por su capacidad para infectar a más de 200 especies de insectos. Se presenta con una apariencia polvosa, que varía de un color blanco algodonoso a un amarillo cremoso. El ciclo de vida de este hongo consta de dos fases principales: la patogénica y la saprofitica, el desarrollo del hongo puede dividirse en varias etapas en la cual se describen a continuación (Arana, 2009).

- Adhesión: el primer contacto entre el hongo entomopatógeno y el insecto se produce cuando la espora (conidio) se deposita en la superficie del insecto.
- Germinación: El conidio inicia el desarrollo de su tubo germinativo y de un órgano sujetador llamado apresorio, que le permite fijarse a la superficie del insecto para una germinación adecuada se requiere una humedad relativa del 92% y una temperatura entre 23 y 25°C.
- Penetración: tras la fijación el hongo penetra en el insecto a través de las partes blandas, utilizando mecanismos físicos (presión sobre la superficie de contacto) y químico (enzimas como proteasas, lipasas y quitinasas).
- Producción de toxinas: Dentro del insecto el hongo ramifica sus estructuras y coloniza las cavidades del hospedante, produce una toxina llamada Beauvericina que ayuda a debilitar el sistema inmunológico del insecto facilitando la invasión del hongo en todos los tejidos. Además, secreta otras toxinas como beauverolides, bassianolide, isarolides, ácido oxálico y pigmentos como tenellina y bassianina que muestran actividad insecticida en el cual estas toxinas evitan el ataque a las estructuras invasivas del hongo.
- Muerte del patógeno: Esta etapa marca el fin de la fase parasítica e inicia la fase saprofitica.
- Multiplicación y crecimiento: tras la muerte del insecto el hongo multiplica sus unidades infectivas (hifas) y estas crecen simultáneamente invadiendo todos los tejidos del insecto y volviéndose resistente a la descomposición, aparentemente gracias a los antibióticos segregados por el hongo. Posteriormente el desarrollo del hongo sobre el insecto depende de la humedad relativa y en ausencia de condiciones óptimas el insecto adquiere una apariencia momificada

8.15.2. Ventajas para el productor

Los hongos como *Beauveria bassiana* son capaces de causar enfermedades en insectos se denominan entomopatógenos, estos organismos habitan de forma natural en el ambiente, incluyendo suelos y cuerpos de agua, así como dentro de los propios insectos provocando su muerte. Además, bajo condiciones favorables de temperatura estos hongos tienen la capacidad de propagar la enfermedad a otros insectos (Hernán *et al.*, 2015).

- Los entomopatógenos como *Beauveria bassiana* se multiplican y dispersan dentro del mismo cultivo favoreciendo la acción reguladora de la población de insecto-plaga.
- Estos permanecen en el área de insectos vivos invernantes en sus restos o en el suelo y pueden ser transmitidos de una generación a otra del insecto por contaminación de los desoves e infección de las crías recién nacidas.
- Los microorganismos pueden ocasionar no solo la muerte directa de los insectos sino también la disminución de la oviposición, debilidad de los desoves o aumentar la sensibilidad a otros agentes de control.
- Una vez establecido el entomopatógeno en el área mantiene la población de la plaga por debajo de los niveles de daño económico.
- Los entomopatógenos no contaminan el ámbito y no son tóxicos para el hombre y otros animales.
- La aparición de resistencia en los insectos hacia los patógenos es extremadamente baja, comparada con la alta probabilidad de adquirirla si se usan agroquímicos.

El uso de procesos naturales para incrementar la productividad agrícola representa una alternativa a las prácticas de agricultura intensiva y el empleo de insumos sintéticos. Diversos estudios han demostrado que el hongo *Beauveria bassiana* perteneciente al Phylum Ascomycota y presente de forma natural en suelos de todo el mundo causa enfermedades mortales en varios insectos al actuar como parásito, clasificándose, así como un hongo entomopatógeno. Además de su capacidad patógena *Beauveria bassiana* y otros hongos similares pueden formar asociaciones con plantas hospedadoras, colonizando sus tejidos internos y promoviendo el crecimiento tanto de las partes aéreas como de las raíces, así como aumentando la resistencia a estrés biótico y fitopatógenos. Como entomopatógeno el ciclo de vida de distintas cepas de *Beauveria bassiana* se adapta para actuar como patógeno de sus huéspedes invertebrados mientras que como endófito mantiene una relación simbiótica con sus

huéspedes vegetales. Para desempeñar estas funciones ecológicas el hongo secreta una variedad de enzimas y metabolitos secundarios cada uno con importantes funciones biológicas (Namesny, 2022).

8.16. Antecedentes de estudio

Los hongos entomopatógenos son organismos especializados en el control de plagas de insectos a través de diversos mecanismos. Entre ellos *Beauveria bassiana* se destaca como el más utilizado en las plantaciones de musáceas. Este hongo presenta un amplio espectro de hospedadores y ha demostrado altos niveles de eficiencia según múltiples estudios comparativos en la que Numerosos autores han evaluados su efectividad en el control biológico del picudo negro en el cultivo de banano obteniendo resultados positivos en países como Costa Rica, Venezuela, Francia; Colombia y Cuba (Téllez *et al.*, 2009).

En una investigación realizada mediante bioensayos (Alava, 2022), menciona que se determinaron para el aislado A-4 de *Beauveria bassiana* una mortalidad del 97,5% a los 21 días de la inoculación de los insectos, con una concentración de 4×10^9 conidios/ml, bajo condiciones de campo utilizando dos aplicaciones de (*B. bassiana*) en substrato de arroz o en substrato de base de talco a una concentración de $5,8 \times 10^{10}$ /trampa, detectaron mortalidad entre 30% y 63,0% a los 4 días después del tratamiento de las trampas.

En otra investigación identificaron picudo negro y picudo rayado, picudo amarillo y picudo enano, predominaron el negro y el rayado y en menor proporción se encontraron los dos restantes. El análisis de varianza mostro diferencias ($P < 0.05$) entre tratamiento para adultos de los picudos rayado y enano, así como para el total de individuos en cada uno de los tratamientos, la población total de picudos capturados (adultos vivos, adultos muertos e infectados), en trampas con aplicación de Carbofuran y *Beauveria bassiana* fue mayor que con la aplicación de *M. anisopliae* y el control. Encontraron que la muerte de los insectos por acción de Carbofuran fue de 96% y que el 4% restante constituida la población que produce generaciones resistentes al producto, además no encontraron adultos muertos por acción de los hongos (Castrillon, s.f.).

9. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS

HA: La aplicación de *Beauveria bassiana* controla la población de picudos convirtiéndose en una alternativa de control biológico.

HO: La aplicación de *Beauveria bassiana* no controla la población de picudos convirtiéndose en una alternativa de control biológico.

10. METODOLOGÍA

10.1. Ubicación del estudio

La presente investigación se desarrolló en el Centro Experimental “Sacha Wiwa” localizada en la parroquia Guasaganda, Cantón la Maná, provincia de Cotopaxi, donde se evaluó el efecto de *Beauveria bassiana* como agente de control biológico de picudo en musáceas, cuyas coordenadas geográficas es: WGS 84 Latitud 0°48’00.0’’S, Longitud 79°10’01.2’’W, altitud 503 m.s.n.m.

10.2. Condiciones agrometeorológicas

La siguiente tabla describe las condiciones agrometeorológicas del Centro Experimental “Sacha Wiwa”, ubicado en la parroquia Guasaganda, cantón La Maná, provincia de Cotopaxi.

Tabla 6. Condiciones agrometeorológicas.

Parámetros	Promedios
Altitud m.s.n.m	503.00
Temperatura media anual °C	22.00
Humedad relativa %	88.00
Heliofanía, horas/luz/año	570.00
Precipitación, mm/año	2761.00
Textura	Franco arenoso

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología 2017).

10.3. Tipo de investigación

10.3.1. Investigación descriptiva

La investigación se centró en describir los distintos parámetros empleados para la recolección de datos mediante el uso del insecticida biológico (*Beauveria bassiana*) para el control del picudo en musáceas. Se utilizaron tablas para facilitar la comprensión de los datos recogidos a los 3, 6,9,12 y 15 días, registrando variables como Número de picudos por tratamiento, Número de insectos colonizado, eficacia del tratamiento e identificación de otros tipos de picudo.

10.3.2. Investigación experimental

En la investigación realizada, se diseñó un ensayo practico para evaluar la efectividad del insecticida biológico (*Beauveria bassiana*) en el control del picudo en cultivos de musáceas. Se consideraron cuidadosamente las variables establecidas para cada unidad experimental del estudio. Los resultados obtenidos confirman los beneficios del uso de este insecticida biológico, tanto para el medio ambiente como para la agricultura, al demostrar su eficacia en la reducción de la población de picudos.

10.3.3. Investigación cualitativa

En esta investigación se buscó explorar las percepciones, experiencias y significados al uso del insecticida biológico (*Beauveria bassiana*) para el control del picudo en musáceas desde la perspectiva de los agricultores y otros actores relevantes.

10.3.4. Investigación cuantitativa

En este apartado de la investigación se centró en la recolección y el análisis de datos numéricos para evaluar la eficacia del insecticida biológico (*Beauveria bassiana*) en el control del picudo en cultivos de musáceas. Utilizando un diseño experimental, se establecen trampas de pseudotallo con insecticida biológico e insecticida químico, se registran datos específicos como el número de picudos capturados o muertos cada 3 días.

10.4. Materiales y equipos

En esta investigación se emplearon diversos materiales y equipos específicos, los cuales están detallados en la tabla 7.

Tabla 7. Materiales y equipos utilizados en la investigación.

Materiales	Equipos
Plantas de musáceas	Computador
Machete	Esfero
<i>Beauveria bassiana</i>	Cámara
Insecticida químico	
Pseudotallo	
Vaso medidor	
Libreta de campo	
Bota	
Cinta métrica	
Melaza	

Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

10.5. Tratamientos

Se realizó un total de siete variedades de musáceas en las cuatro dosis y como resultado de la unión de los dos factores se obtendrá los respectivos tratamientos dentro del proyecto de investigación.

Tabla 8. Tratamientos.

Tratamiento	Variedad	Dosis
T1	Valery	<i>Beauveria bassiana</i> 100cc
T2	Valery	<i>Beauveria bassiana</i> 200cc
T3	Valery	<i>Beauveria bassiana</i> 300cc
T4	Valery	Testigo químico 20cc
T5	Morado	<i>Beauveria bassiana</i> 100cc
T6	Morado	<i>Beauveria bassiana</i> 200cc
T7	Morado	<i>Beauveria bassiana</i> 300cc
T8	Morado	Testigo químico 20cc
T9	Orito	<i>Beauveria bassiana</i> 100cc
T10	Orito	<i>Beauveria bassiana</i> 200cc
T11	Orito	<i>Beauveria bassiana</i> 300cc
T12	Orito	Testigo químico 20cc
T13	Williams	<i>Beauveria bassiana</i> 100cc
T14	Williams	<i>Beauveria bassiana</i> 200cc
T15	Williams	<i>Beauveria bassiana</i> 300cc
T16	Williams	Testigo químico 20cc
T17	Filipino	<i>Beauveria bassiana</i> 100cc
T18	Filipino	<i>Beauveria bassiana</i> 200cc
T19	Filipino	<i>Beauveria bassiana</i> 300cc
T20	Filipino	Testigo químico 20cc
T21	Hartón	<i>Beauveria bassiana</i> 100cc
T22	Hartón	<i>Beauveria bassiana</i> 200cc
T23	Hartón	<i>Beauveria bassiana</i> 300cc
T24	Hartón	Testigo químico 20cc
T25	Barraganete	<i>Beauveria bassiana</i> 100cc
T26	Barraganete	<i>Beauveria bassiana</i> 200cc
T27	Barraganete	<i>Beauveria bassiana</i> 300cc
T28	Barraganete	Testigo químico 20cc

Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

10.6. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 7x4 para evaluar el efecto de *Beauveria bassiana* siendo un total de 7 variedades con 4 dosis con 2 repeticiones estableciendo un total de cincuenta y seis unidades experimentales, los datos fueron obtenidos en un rango de investigación de 3 hasta los 15 días.

10.7. Esquema del experimento

En la tabla 9 se refiere al esquema del experimento basado en los tratamientos utilizados dentro de la investigación con las siguientes etapas: unidad experimental, repeticiones y asignaciones de tratamientos.

Tabla 9. Esquema del experimento.

Tratamientos	Repeticiones	Unidades experimentales	Total
T1 <i>B. bassiana</i> 100cc	2	1	2
T2 <i>B. bassiana</i> 200cc	2	1	2
T3 <i>B. bassiana</i> 300cc	2	1	2
T4 T. químico 20cc	2	1	2
T5 <i>B. bassiana</i> 100cc	2	1	2
T6 <i>B. bassiana</i> 200cc	2	1	2
T7 <i>B. bassiana</i> 300cc	2	1	2
T8 T. químico 20cc	2	1	2
T9 <i>B. bassiana</i> 100cc	2	1	2
T10 <i>B. bassiana</i> 200cc	2	1	2
T11 <i>B. bassiana</i> 300cc	2	1	2
T12 T. químico 20cc	2	1	2
T13 <i>B. bassiana</i> 100cc	2	1	2
T14 <i>B. bassiana</i> 200cc	2	1	2
T15 <i>B. bassiana</i> 300cc	2	1	2
T16 T. químico 20cc	2	1	2
T17 <i>B. bassiana</i> 100cc	2	1	2
T18 <i>B. bassiana</i> 200cc	2	1	2
T19 <i>B. bassiana</i> 300cc	2	1	2
T20 T. químico 20cc	2	1	2
T21 <i>B. bassiana</i> 100cc	2	1	2
T22 <i>B. bassiana</i> 200cc	2	1	2
T23 <i>B. bassiana</i> 300cc	2	1	2
T24 T. químico 20cc	2	1	2
T25 <i>B. bassiana</i> 100cc	2	1	2
T26 <i>B. bassiana</i> 200cc	2	1	2
T27 <i>B. bassiana</i> 300cc	2	1	2
T28 T. químico 20cc	2	1	2
Total			56

Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

10.8. Análisis de varianza

En la tabla 10 se muestra el análisis de varianza de la investigación, en la que se describen las fuentes de variación y grados de libertad correspondiente a los tratamientos, repeticiones a los factores y su correspondiente error experimental.

Tabla 10. Fuente de variación.

Fuentes de variación		Grados de libertad
Repeticiones	$(r-1)$	1
Tratamientos	$(t-1)$	27
Cultivare factor (A)	$(a-1)$	6
Dosis factor (B)	$(b-1)$	3
A x B	$(a-1)(b-1)$	18
Error experimental	$(r-1)(t-1)$	27
total	$(r*t-1)$	55

Elaborado por: Loor y Calapaquí (2024).

10.9. Variables evaluadas

10.9.1. Número de picudos por variedades y dosis

Se registró la cantidad de picudas presentes en las trampas tipo sándwich en cada fecha de muestreo durante los 3,6,9,12,15 días de cada mes desde la aplicación para todas las dosis.

10.9.2. Número de insectos colonizados

Los insectos hallados en las trampas que recibieron tratamientos con *Beauveria bassiana* en su forma líquida, fueron recolectados y trasladados en frascos de vidrios, con el propósito de evaluar el impacto de *Beauveria bassiana*.

Para estimar la efectividad de los tratamientos con *Beauveria bassiana* se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Insectos colonizados} = \frac{\text{Número de insectos colonizados}}{\text{Número total de insectos colectados}} \times 100$$

10.9.3. Eficacia de las dosis

Se comparó la tasa de mortalidad de los picudos entre los tratamientos con *Beauveria bassiana* y un grupo de tratamiento químico, además se calculó la reducción porcentual en el número de picudos después de la aplicación.

$$\text{Eficacia} = \left[\frac{\text{Número inicial de picudo} - \text{Número final de picudos}}{\text{Número inicial de picudo}} \right] \times 100$$

10.9.4. Identificación de las especies de picudos encontrados

En la investigación se procedió a reconocer y registrar la presencia de diferentes tipos de picudos, en el cual esto se logró mediante la creación de variables o estructuras de datos que indican si otros tipos de picudo están presentes en el área que se monitorea.

10.9.5. Análisis de costo

En este estudio se llevó a cabo un análisis de los costos de establecimiento, detallando los costos asociados con cada tratamiento y estudio. Se destacó que no se aplicaron fórmulas para determinar la rentabilidad debido a que el estudio no tiene objetivos lucrativos.

10.10. Manejo de la investigación

Esta investigación se realizó de abril a junio donde se realizó un reconocimiento de la zona del centro Experimental Sacha Wiwa, perteneciente a la parroquia de Guasaganda, Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi en el cual se estableció un monitoreo de 14 trampas en todas las variedades de musáceas para determinar la presencia de picudo en la plantación, para de esta manera realizar la distribución de los tratamientos.

Las trampas fueron realizadas utilizando el pseudotallo de la planta recién cosechada. La trampa tipo sándwich consta de dos segmentos de pseudotallo con una longitud de 30cm de largo.

El siguiente paso en el estudio fue la aplicación de *Beauveria bassiana* en su forma líquida con melaza, según los tratamientos establecidos con una dosis de 100cc, 200cc, 300cc y con un químico con dosis de 20cc con melaza, la aplicación se la realizó de forma manual con la ayuda de una brocha. Se aplicó en los cortes realizados del pseudotallo y se colocó la otra parte del pseudotallo y por último se cubrió las trampas con hojas para proteger del sol y del agua de lluvia.

Siguiendo las recomendaciones de la literatura, las repeticiones se dispusieron a intervalos de 10 metros, mientras que cada tratamiento se situó a distancias diferentes por cada variedad de musácea para asegurar que las repeticiones no estuvieran juntas, las trampas se ubicaron entre la planta madre y el hijo.

Cada tres días después de haber establecido el trampeo, se registró una de las variables, Número de insectos por tratamiento en cada una de las variedades de musáceas. Los insectos capturados fueron colocados en frascos de vidrios con una pequeña parte de pseudotallo de musácea para su alimentación.

Una vez intercalado los frascos de cada captura de picudo con el objetivo de ser evaluadas con las variables de número de insectos colonizados y la eficacia del tratamiento alcanzaron la mortalidad durante los 11 a 15 días posteriores a la dosis que se ubicó en la trampa.

Los tratamientos se distribuyeron en cada variedad de musácea de la plantación las dosis aplicadas en cada una de los tratamientos utilizados fueron: 100cc de *B. bassiana* + 75cc de

melaza, 200cc de *B. bassiana* + 75cc de melaza, 300cc de *B. bassiana* + 75cc de melaza, 20cc de Benfuracarb + 75cc melaza en cada una de las variedades todas en trampas tipos sándwich.

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1. Número de picudos por variedad y dosis.

11.1.1. Número de picudos negros (*Cosmopolites sordidus*) por variedad y dosis.

En el primer mes, se observó que el cultivo de orito presento el mayor número de picudos negros (*Cosmopolites sordidus*) con una captura de 9,75 individuos, en el cual este valor fue significativamente mayor a diferencia del cultivo barraganete presento resistencia con una captura de 3,25 picudo negro presentando diferencias estadísticas.

Posterior al segundo mes, con el cultivar orito también se encontró más afectado por el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) con una captura de 8,13 individuos, mientras que la variedad Hartón mostro resistencia durante ese mes con una captura de 1,25 picudos negros.

Durante el tercer mes la variedad que se encontró más afectado por el picudo negro fue el Morado con una captura de 4,88, siendo significativamente más bajo la variedad Hartón con una captura de 1,38 picudo negro mostrando una mejor resistencia.

En cuanto a la captura de picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) durante los tres meses la dosis que presento mayor captura fue la *Beauveria bassiana* 300cc.

Tabla 11 número de picudo negro por variedad y dosis.

Cultivo musáceas	capturas de picudo negro (mes)		
	1	2	3
Factor A			
Valery	4,88 ab	3,63 a	1,88 a
Morado	7,75 ab	4,00 a	4,88 a
Orito	9,75 b	8,13 b	4,63 a
Williams	3,63 a	2,75 a	2,25 a
Filipino	4,25 a	4,63 ab	3,00 a
Hartón	3,63 a	1,25 a	1,38 a
Barraganete	3,25 a	2,00 a	3,13 a
Dosis			
Factor B			
<i>Beauveria bassiana</i> 100cc	4,57 ab	3,29 a	3,00 a
<i>Beauveria bassiana</i> 200cc	5,07 ab	3,43 a	3,14 a
<i>Beauveria bassiana</i> 300cc	7,64 b	4,79 a	3,14 a
Testigo químico 20cc	3,93 a	3,57 a	2,79 a
C V (%)	60,13	64,62	80,79

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

Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

11.1.2. Interacción dosis y variedad en picudo negro.

En cuanto a la relación dosis y variedad del primer mes se muestran en la gráfica 1. La aplicación de *Beauveria bassiana* mostro una eficacia moderada en cultivo Valery con la dosis de 100cc y 300cc logrando capturas de 4,50 picudos negros mientras que la dosis de 200cc redujo la captura de 2,50 picudos. Mientras que el testigo químico fue notablemente más efectivo, alcanzando una captura de 8,00 picudos.

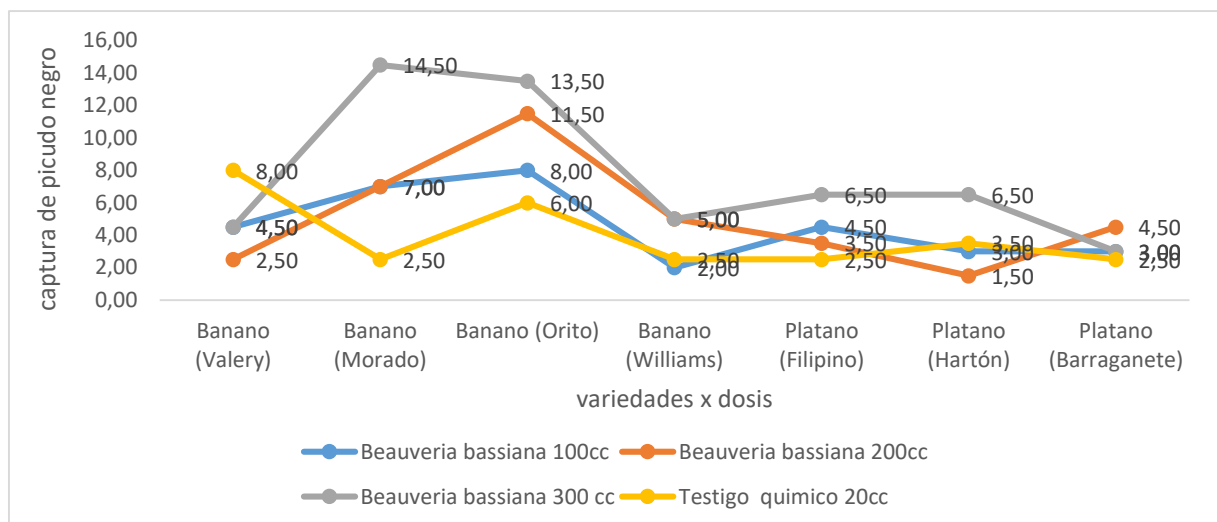
Seguidamente la variedad del banano morado presenta que la dosis 100cc y 200cc de *Beauveria bassiana* mantuvieron una eficacia consistente capturando 7,00 picudos, a diferencia que la dosis 300cc mostro una eficacia superior, duplicando la captura a 14,50 picudos. Comparativamente el testigo químico fue menos efectivo con una captura de solo 2,50 picudos.

Por consiguiente, la variedad orito demuestra que *Beauveria bassiana* fue altamente efectiva, con un incremento en la captura a medida que aumentaba la dosis: 8,00 picudos en 100cc, 11,50 en 200cc y 13,50 en 300cc, mientras que el testigo químico capturo menos picudo (6,00) lo que indica una superioridad de los tratamientos biológicos sobre los químicos para esta variedad.

En cuanto a plátano el hartón presenta la eficacia de *Beauveria bassiana* fue variable, siendo la dosis de 300cc la más efectiva con 6,50 picudos capturados, mientras que la dosis de 200cc fue menos efectiva a diferencia del barraganete las dosis 100cc y 300cc mostraron resultados similares, con una mejora notable en la dosis de 200cc con 4,50 picudos, por ende el testigo químico tuvieron una eficacia moderada siendo ligeramente más efectivo en hartón 3,50 picudos negros comparado con barraganete 2,50 picudos.

Esta investigación fue realizada en la Variedad Hartón en donde (Taipe et al., 2017), muestran que la trampa de pseudotallo fue la segunda de mejores resultados con un promedio semanal de 8,33 adultos capturados durante todo el periodo, los valores más elevados se registraron en la semana 7 y 8, mientras que los menores resultados los obtuvieron las trampas tipo sándwich y ranfla con un promedio de captura de 2,83 y 1,83 individuos respectivamente, no mostraron diferencias significativas entre si durante las ocho semanas.

Gráfica 1 interacción dosis y variedad en picudo negro durante el primer mes.



Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

Durante el segundo mes se muestra en la gráfica 2. La variedad Valery en cuanto al tratamiento con *Beauveria bassiana* a 200cc muestra la mayor captura con 5,50 picudos mientras que la dosis de 300cc resulta en una disminución notable, siendo la más efectiva, por otra parte, el testigo químico también muestra un control moderado, pero menos efectivo comparado con la dosis más alta de *Beauveria bassiana*.

La variedad Morado muestra que la dosis 100cc de *Beauveria bassiana* y el testigo químico con dosis 20cc tienen resultados similares en términos de control, pero la dosis de 300cc muestra una captura ligeramente mayor.

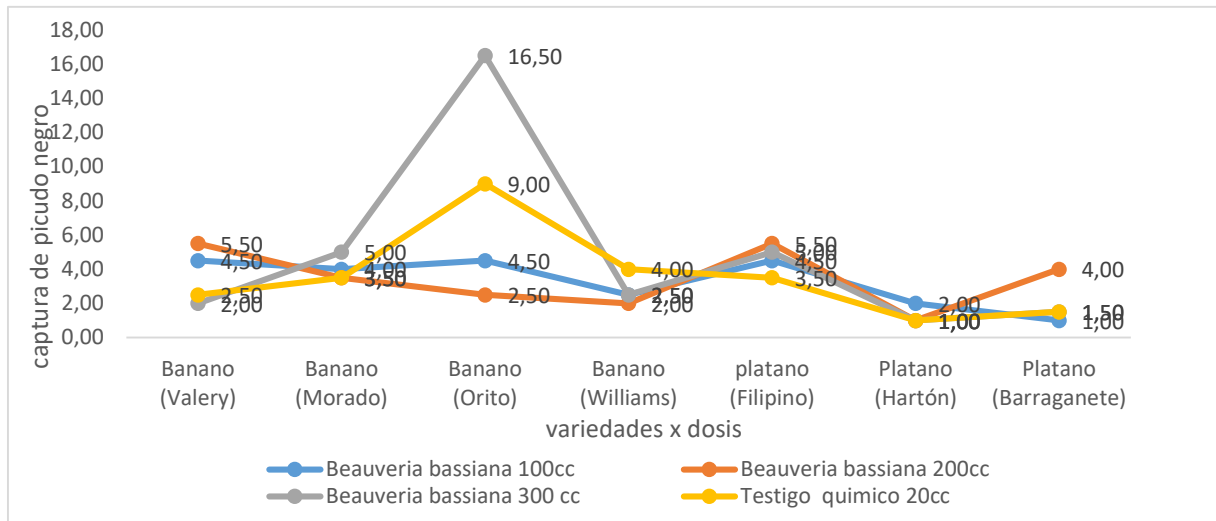
En cuanto a la variedad orito, la dosis de *Beauveria bassiana* de 300cc expresa una captura muy alta en comparación con las otras dosis y el testigo químico con dosis 20cc. Mientras que en la variedad Williams presentan una captura muy similar entre las distintas dosis, con un leve incremento en la dosis más alta. Sin embargo, el testigo químico muestra una mayor captura en comparación con todos los tratamientos de *Beauveria bassiana*.

La dosis 200cc de *Beauveria bassiana* resulta en la mayor captura para la variedad filipino. Las dosis 100cc y 300cc tienen efectos similares mientras que el testigo químico con dosis 20cc muestra un control menos efectivo.

Por otra parte, en Hartón los tratamientos con *Beauveria bassiana* resultan en una captura baja y similar, sin diferencias entre dosis. El testigo químico con dosis 20cc tiene el mismo nivel de control, indicando que este plátano puede tener una baja susceptibilidad o que las dosis aplicadas tienen un impacto mínimo en su control de picudo. Por consiguiente, la dosis 200cc de *Beauveria bassiana* muestra una captura notablemente superior en comparación con otras dosis y el testigo químico en la variedad Barraganete.

En esta investigación (Calvache, 2023), menciona que los datos recabados de la variable número de picudos total por trampa tuvieron una distribución normal, mismo que estableció diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados ($p < 0,05$), en la cual se denota que en el tratamiento 4 (tipo cuña) existió mayor cantidad de picudos capturados (15,33 individuos) siendo superiores a los demás tratamientos a diferencia del ensayo realizado.

Gráfica 2 interacción dosis y variedad en picudo negro durante el segundo mes.



Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

Durante el tercer mes se presenta en la gráfica 3. En cuanto a la variedad Valery la dosis 300cc de *Beauveria bassiana* muestra el menor nivel de picudo. La dosis 200cc ofrece un control moderado mientras que el testigo químico tiene una captura intermedia.

Por otra parte, la dosis 200cc de *Beauveria bassiana* resulta ser la más efectiva para la variedad Morado, mostrando el mayor número de picudo. La dosis de 100cc y 300cc contiene una captura similar, mientras que el testigo químico presenta una captura levemente inferior.

En cuanto a la variedad orito la dosis 300cc de *Beauveria bassiana* es la más efectiva mostrando la mayor captura de picudo, mientras que la dosis 200cc es la menos efectiva, mientras que el testigo químico tiene un buen control, aunque inferior a la dosis más alta de *Beauveria bassiana*.

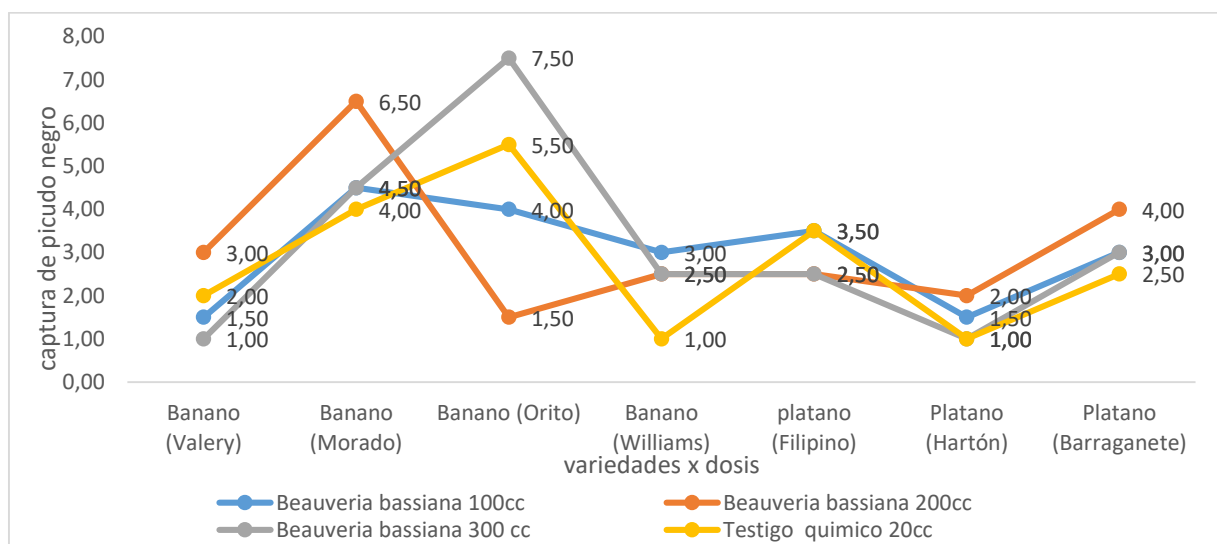
Por consiguiente, la variedad Williams muestra que la dosis 200cc y 300cc de *Beauveria bassiana* muestran datos similares de picudo, mientras que la dosis 100cc tiene un control algo mayor. De la misma forma la variedad Filipino muestra que la dosis 200cc y 300cc tienen capturas similares y el testigo químico 20cc con la dosis 100cc de *Beauveria bassiana* presenta resultados equivalentes.

La dosis 300cc y el testigo químico muestran el menor nivel de picudo en la variedad Hartón, las dosis de 100cc y 200cc tienen un impacto equivalente. Por último, la variedad Barraganete muestra el mejor control con la dosis 200cc, mientras que la dosis 100cc y 300cc tienen

resultados similares a diferencia del testigo químico con dosis 20cc que presenta una captura menor.

En otra investigación (Benavides et al., 2023) nos indica que su investigación tuvo respuesta de las 5 variedades de plátano y bananos puros y en mezcla del ataque de (*Cosmopolites sordidus*) nos muestra que hubo diferencias significativas ($p < 0,05$), de acuerdo con la valoración de la escala de vilardebo y el análisis de las localidades, en las parcelas de monocultivo el plátano Barraganete (AAB) mostro el nivel más alto de daño al insecto en las localidades de Quevedo, seguido por el Carmen, mientras que los cultivares Maqueño y Limeño (AAB) tuvo un comportamiento similar en las localidades en Quevedo con un 10% y en el Carmen con un nivel de daño de 19% y los cultivares de Orito (AA) y Gros Michel (AAA) con un nivel de infestación en las dos localidades no superando el 3%. Mientras (Suarez, 2020), indica en su investigación que, según el análisis de varianza realizado, se encontraron diferencias significativas entre las fechas y tratamientos ($p=0,0001$). El tratamiento con *Beauveria bassiana* en polvo mojable alcanzó su mayor población a principios de abril con un promedio de 9.33 insectos por trampa, por otro lado, la menor población de picudos se registró en el tratamiento con *Beauveria bassiana* en líquido y polvo mojable a principios de junio con un promedio de 0,33 picudos por trampa.

Gráfica 3 interacción dosis y variedad en picudo negro durante el tercer mes.



Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

11.1.3. Número de picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) por variedad y dosis.

En el primer mes en captura de picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) en la variedad orito presento la mayor captura siendo el cultivo más perjudicado con 16,63 picudo a diferencia que la variedad barraganete presento mayor resistencia a la captura mostrando 3,50 picudo.

Durante el segundo mes en captura de picudo rayado la variedad Morado presento un mayor número de picudo siendo 11,75 mientras que el barraganete al igual que el primer mes mostro resistencia a la presencia de picudo con una captura inferior de 2,13.

Por último, en el tercer mes los resultados obtenidos en cuanto a captura de picudo rayado la variedad Morado siguió presentando mayor afectación de picudo con 13,25 a diferencia que la variedad Hartón presento un menor número de picudo siendo de 1,50 en cuanto a las otras variedades.

En cuanto a la captura de picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) durante los tres meses la dosis que presento mayor captura fue la *Beauveria bassiana* 300cc.

Tabla 12. Número de picudo rayado por variedad y dosis.

Cultivo musáceas	capturas de picudo rayado (mes)		
	1	2	3
Factor A			
Valery	9,63 ab	3,13 ab	4,13 a
Morado	11,75 ab	11,75 b	13,25 b
Orito	16,63 b	5,75 ab	6,75 ab
Williams	5,50 ab	4,25 ab	3,13 a
Filipino	3,50 a	2,50 a	3,50 a
Hartón	9,38 ab	3,25 ab	1,50 a
Barraganete	3,50 a	2,13 a	1,63 a
Dosis			
Factor B			
<i>Beauveria bassiana</i> 100cc	7,43 a	4,71 a	2,57 a
<i>Beauveria bassiana</i> 200cc	8,43 a	4,71 a	3,21 ab
<i>Beauveria bassiana</i> 300cc	8,71 a	4,86 a	5,50 ab
Testigo químico 20cc	9,64 a	4,43 a	8,07 b
C V (%)	87,7	123,46	106,29

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

Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

11.1.4. Interacción dosis y variedad en picudo rayado

Durante el primer mes en la interacción dosis y variedad se muestra en la gráfica 4. La variedad Valery muestra una respuesta moderada a la aplicación de *Beauveria bassiana* con un pico a la concentración de 200cc con 15,00 picudo rayado, sin embargo, a la mayor concentración 300cc la captura disminuye drásticamente a 5,50. El tratamiento testigo químico tiene una captura similar con 8,50 picudos rayados.

Por consiguiente, la variedad Morado responde a las concentraciones de *Beauveria bassiana* observando un argumento gradual en la concentración de 300cc con 10,50 picudos. En cambio, el testigo químico muestra una captura significativamente superior en esta variedad con 18,00 picudos rayados.

Por otro lado, la variedad orito es la que más se destaca en respuestas a *Beauveria bassiana*, mostrando una mayor captura con la concentración de 100cc con 22,00 individuos y manteniendo una captura considerable con la de 300cc con 16,50 picudos rayados. El testigo químico tiene un valor similar a la dosis 100cc de *Beauveria bassiana* con 22,00 individuos.

La variedad Williams muestra una baja respuesta a todas las concentraciones de *Beauveria bassiana*, con la mayor cantidad de individuos de la dosis 300cc con 8,00 picudos rayados, mientras que el testigo químico tiene datos similares a las concentraciones más baja de *Beauveria bassiana* con 3,50.

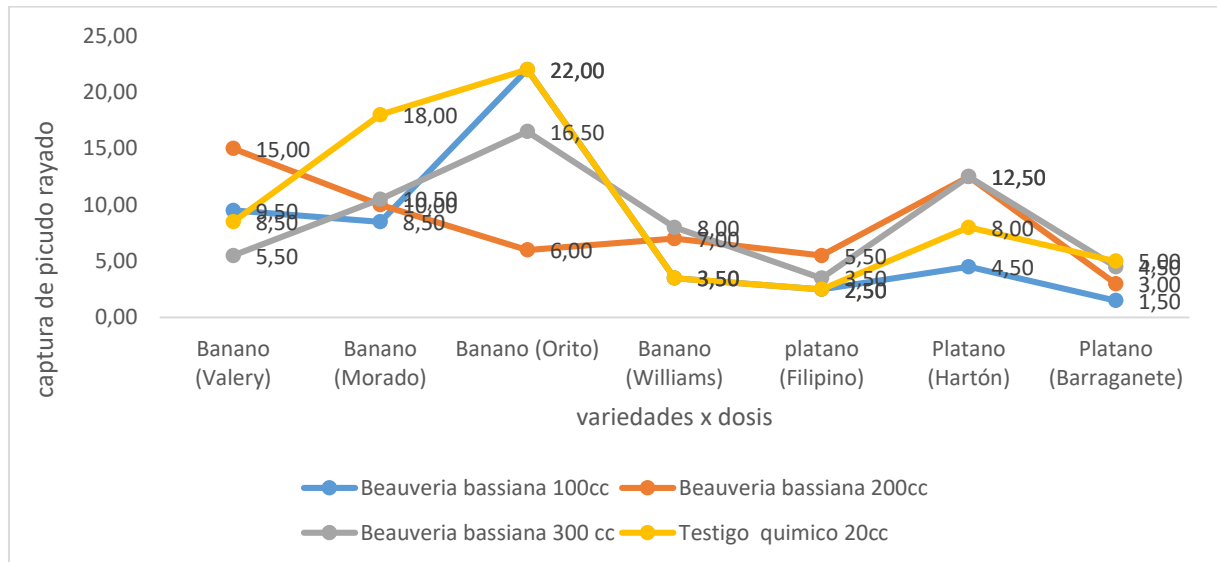
La variedad del plátano filipino tiene una baja captura a *Beauveria bassiana* con una ligera mejora en la dosis 200cc con 5,50, mientras que el testigo químico muestra una captura comparable a las concentraciones más bajas de *Beauveria bassiana* 2,50 picudo rayado.

Hartón responde bien a las concentraciones más altas de *Beauveria bassiana* con la máxima captura con la dosis 200cc y 300cc ambas con 12,50 el testigo químico muestra una captura menor con 8,00 individuos. Por último, el barraganete muestra una respuesta generalmente baja a *Beauveria bassiana*, aunque hay una mayor captura en la dosis 300cc con 4,50 picudos rayados.

(Castro, 2024) Nos indica que su investigación presenta 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. Por otra parte (Rojas et al, 2019) nos indica que la trampa elaborada con pseudotallo resulto ser la más atractiva para el picudo rayado, con una captura promedio 7,81 individuos ya que son más preferidas por *Metamasius hemipterus*.

Gráfica 4 interacción dosis y variedad en picudo rayado durante el primer mes.



Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

Durante el segundo mes los datos se presentan en la gráfica 5. En cuanto a la variedad Valery exhibe una respuesta relativamente constante en la dosis 100cc y 200cc con 3,50 picudo rayado en *Beauveria bassiana*, con un ligero descenso en la efectividad a la concentración más alta con 3,00 picudo rayado, mientras que testigo tiene la menor efectividad con 2,50 individuos.

La variedad Morado responde bien a todas las concentraciones de *Beauveria bassiana* mostrando una tendencia al aumento de la dosis en la cual alcanza 13,00 picudos en la dosis 300cc. En cuanto al testigo químico presenta un nivel menor con 10,00 insectos.

En cuanto a la variedad Orito presenta una disminución notable en la respuesta a *Beauveria bassiana* después de la concentración inicial empezando en 10,00 picudo rayado en la dosis 100cc y cayendo a 5,00 individuos en la concentración más alta. El testigo químico es notablemente bajo con 3,00 picudos rayados.

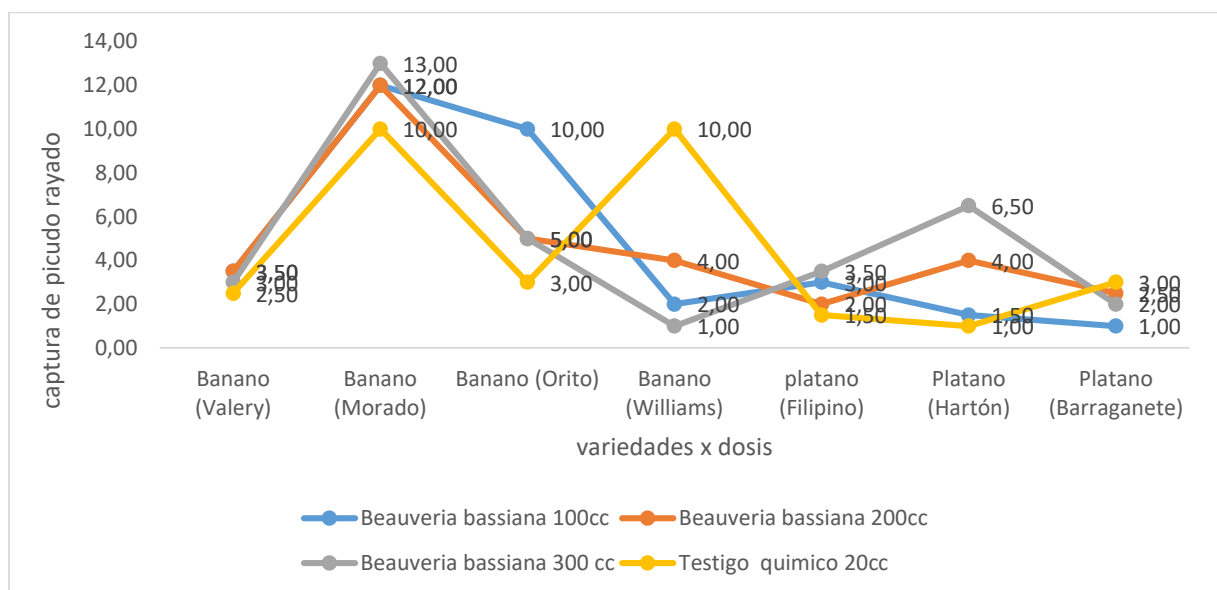
Williams tiene una respuesta variada y generalmente baja a *Beauveria bassiana* con una notable captura de picudo rayado en testigo químico con 10,00 insectos en comparación con las bajas respuestas a la dosis biológica, especialmente la mínima a 300cc con 1,00 insecto.

Filipino muestra una baja respuesta a todas las concentraciones de *Beauveria bassiana*, con una captura marginalmente mejor en 300cc con 3,50 picudo rayado y el testigo químico también es poco efectivo con 1,50. Mientras que hartón exhibe una mejora en la respuesta con incrementos en la concentración de *Beauveria bassiana* alcanzando la mayor captura en la dosis 300cc con 6,50 individuos.

El barraganete muestra una baja respuesta general a *Beauveria bassiana* con una ligera mejora en la concentración 200cc con 2,50 insectos, pero sin resultados concluyentes. El testigo químico ofrece una comparable captura con 3,00 picudo rayado.

(DENDER, 2018), Nos menciona que su investigación en plátano barraganete para el promedio total de los 3 meses en el cultivo de insectos capturados no existió rangos de significación según la prueba Tukey al 5%, donde numéricamente los tratamientos 1, 2 mostraron los resultados más altos de 217,5 y 208,75 respectivamente mientras que los tratamientos 12, 11 y 6 fueron los promedios más bajos. Por otra parte (García, 2020) nos menciona que su investigación en banano muestra el número de insecto colectado en las trampas plásticas con diferentes atrayentes durante 4 días de colecto. El atrayente de piña fue el más atractivo para capturar (*Metamasius hemipterus*) durante todas las evaluaciones donde en el día 2 se colectaron 348 individuos con el transcurrir de los días se evidencio que el número de captura disminuyo descendiendo a 287 para el día 5.

Gráfica 5 interacción dosis y variedad en picudo rayado durante el segundo mes.



Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

Mediante el tercer mes se muestran los datos en la gráfica 6. Donde la variedad Valery muestra una respuesta moderada a las concentraciones de 100cc y 300cc de *Beauveria bassiana* con 2,50 picudo rayado, con una ligera mejora en la respuesta a 200cc con 4,00 individuos. Sin embargo, el testigo químico resulta ser mucho más efectivo con 7,50 picudo rayado.

El banano morado presenta una respuesta creciente a las concentraciones ascendentes de *Beauveria bassiana*, alcanzando su máxima captura a 300cc (16,00). A pesar de esta buena respuesta del insecticida biológico el testigo químico muestra una elevada captura con 25,00 insectos.

Orito exhibe una respuesta baja a las concentraciones menores de *Beauveria bassiana* con 2,50 picudo rayado en la dosis 100cc y 4,00 insectos en la dosis 200cc, pero muestra una notable mejora en la dosis 300cc con 11,00 picudos rayados, mientras que el testigo químico tiene 9,50 insectos. Por otra parte, en la variedad Williams y el testigo químico con la dosis 100cc de *Beauveria bassiana* muestran capturas similares con 4,50 picudos rayados.

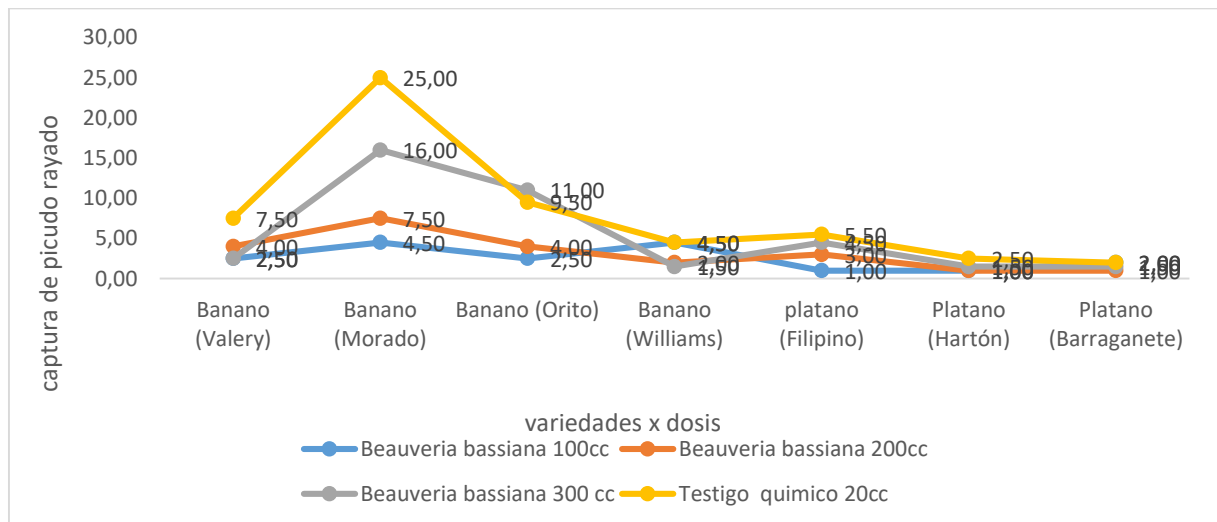
En cuanto a la variedad filipino tiene una baja captura inicial a *Beauveria bassiana*, pero muestra una mejora en la respuesta a medida que se incrementa la concentración con la dosis 300cc con 4,50 picudo.

Hartón muestra una respuesta generalmente baja a todas las concentraciones de *Beauveria bassiana* con un ligero aumento a la dosis 300cc con 1,50 individuo. Mientras que el barraganete tiene una eficacia limitada a todas las concentraciones de *Beauveria bassiana* con una respuesta ligeramente mejor a la menor concentración con 2,00 insectos en la dosis 100cc y el testigo químico es comparativamente con 2,00 picudo rayado.

(Velepucha *et al*, 2019), Nos menciona que su investigación se basó en determinar diferentes trampas para el control de *Cosmopolites sordidus* G., en banano orgánico en la que fueron T1 (trampa tocón más *Beauveria bassiana*) y T3 (trampa tocón más picudin), donde se contabilizo un alto número de picudos capturados; T6 (trampa sándwich más *Beauveria bassiana*), T2 (trampa tocón más microorganismos), T4 (trampa tocón más esencias frutales), T7 (trampa sándwich más picudin), T8 (trampa sándwich más microorganismos), T5 (trampa sándwich más esencias frutales), T9 (trampa rampa más feromona) y T13 (trampa sándwich elevada más picudin) no varían significativamente uno respecto del otro al momento de contabilizar el número de picudo capturados; T12 (trampa rampa más picudin) y T10 (trampa rampa más

esencias frutales) mostraron una baja captura de picudos al momento del conteo; T11 (trampa rampa más melaza) no evidencio datos al momento del registro. En la que la evaluación del trampeo se destaca los de mayor efectividad el t1 y t3 con medias de 19 y 13 picudos capturados respectivamente. Por otro lado (Gonzales *et al*, 2009), nos indica que en su investigación en las trampas tratadas con *Beauveria bassiana*, el picudo negro alcanzo el mayor número de individuos con más de 30 insectos capturados en la que las trampas tratadas con *M. anisopliae*, la mayor población de insectos nuevamente la presento el picudo negro, pero en menor cantidad que en las tratadas con *Beauveria bassiana*, pues en estas las poblaciones no superaron los 24 individuos en plátano Hartón de dicha zona.

Gráfica 6 interacción dosis y variedad en picudo rayado durante el tercer mes.



Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

11.2. Número de insectos colonizados

11.2.1. Picudos negros colonizados

Se realizó la colecta de insectos en el Centro Experimental Sacha Wiwa, en el cual se recolecto los insectos cada 3 días después de la aplicación en frascos de vidrios, en el cual su periodo de tiempo se empezó a notar desde los 11 a 15 días después de la colecta. Los insectos colectados fueron examinados para identificar aquellos que presentan signos de colonización, se registró el número de insectos colectados y el número de insectos colonizados en el cual se utilizó los datos recolectados en la que se aplicó la formula mencionada para determinar el porcentaje total de insectos colonizados durante la investigación.

La tabla 13 proporciona datos sobre la colonización de *Cosmopolites sordidus* por el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* a diferentes dosis en diversas variedades de banano y plátano en donde la colonización se mide como el porcentaje de insectos infectados por *B. bassiana*.

La variedad Morado muestra la mayor colonización de *Cosmopolites sordidus* con *beauveria bassiana* en la dosis 200cc, alcanzando un 11,04 % aunque en términos generales la dosis mencionada muestra altos niveles de colonización en la mayoría de las variedades a excepción de orito la dosis 300cc también mostro una alta efectividad, aunque ligeramente inferior a la de la dosis 200cc

Tabla 13 picudo negro colonizado por dosis y variedad.

Picudos negros colonizados							
Dosis	Variedades						
	Valery	Morado	Orito	Williams	Filipino	Hartón	Barraganete
<i>B. bassiana</i> 100cc	3,29	3,95	4,61	2,63	3,29	2,63	1,32
<i>B. bassiana</i> 200cc	6,13	11,04	9,82	5,52	6,13	3,07	7,36
<i>B. bassiana</i> 300cc	2,75	6,42	9,17	1,38	3,67	0,92	0,92
T. químico 20cc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

11.2.2. Picudos rayados colonizados

La tabla 14 muestra la colonización de *Metamasius hemipterus* por el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* a diferentes dosis en diferentes variedades de banano y plátano al igual que la tabla anterior, la colonización se refiere al porcentaje de insectos infectados por el hongo.

La dosis 200cc de *B. bassiana* en general es la más efectiva en la mayoría de las variedades, mostrando los porcentajes más altos de colonización en donde demuestra que la variedad que tuvo mayor colonización de picudo rayado con un 12,23% fue Morado ya que demuestra que es más susceptible a la colonización de *B. bassiana*.

Tabla 14 picudo rayado colonizado por dosis y variedad.

Picudos rayados colonizados							
Dosis	Variedades						
	Valery	Morado	Orito	Williams	Filipino	Hartón	Barraganete
<i>B. bassiana</i> 100cc	2,91	4,85	7,28	2,43	1,94	0,97	0,49
<i>B. bassiana</i> 200cc	4,80	12,23	7,86	4,37	3,06	5,24	1,75
<i>B. bassiana</i> 300cc	2,25	7,87	4,49	1,87	2,25	4,49	1,12
T. químico 20cc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

Mediante la siguiente tabla se puede observar de forma general cuál de las dosis tuvo mayor colonización, en la cual nos indica que la dosis 200cc es la más efectiva para la colonización de ambos tipos de picudos, lo cual optimiza el balance entre la cantidad de conidios de *Beauveria bassiana* y su capacidad para infectar y colonizar a los insectos. La dosis más baja 100cc muestran una colonización moderada, mientras que la dosis más alta 300cc pueden no ser efectiva debido a posibles factores de inhibición o saturación. En cuanto al químico no se observó colonización en ninguno de los insectos ya que suelen actuar de manera directa sobre el insecto.

(Jaramillo, 2019) Nos menciona que en los resultados de su estudio la eficacia de cuatro cepas de *B. bassiana* sobre adultos de *C. sordidus* las cepas CATIE-414 y GHA obtuvieron los mayores porcentajes de mortalidad con un 46% y 33% respectivamente, sin presentar diferencias ($p < 0,05$). Por otra parte (Pozo, 2022) nos menciona que la aplicación de *Beauveria bassiana* sobre picudo negro logra una mortalidad del 97,5% a los 21 días de la inoculación de los insectos con una concentración de 4×10^9 conidios/ml.

Por otra parte (Mendoza et al., 2008) Nos indica que en su investigación probaron cinco concentraciones de *B. bassiana* en caña de azúcar (1×10^4 , 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 conidios/ml) de *B. bassiana* CEPA Bb-p y un testigo absoluto. La ocurrencia de picudo rayado en todas las concentraciones de *B. bassiana* en el cual los mayores porcentajes se registraron con 1×10^7 y 1×10^8 conidios/ml alcanzándose 82,2 y 84,5% de mortalidad respectivamente siendo estadísticamente diferentes a los demás tratamientos con 1×10^4 y 1×10^5 conidios/ml se logró únicamente 2,23 y 6,70% de mortalidad respectivamente, siendo estadísticamente iguales al testigo absoluto.

Tabla 15 insectos colonizados.

Insectos colonizados		
Dosis de los tratamientos	picudo negro	picudo rayado
<i>B. bassiana</i> 100cc	21,71%	20,87%
<i>B. bassiana</i> 200cc	49,08%	39,30%
<i>B. bassiana</i> 300cc	25,23%	24,34%
T. químico	0,00	0,00

Elaborado por: Loor y Calapaquí (2024).

11.3. Eficacia de las dosis.

11.3.1. Eficacia de las dosis en picudo negro y picudo rayado.

En esta variable se evaluó la eficacia de diferentes dosis del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* y un testigo químico en el control de la población de picudos, en la que la siguiente tabla nos indica que el picudo negro de la dosis 100cc como tanto en la dosis 200cc obtuvieron una mejor eficacia a diferencia que en el picudo rayado la mejor eficacia se obtiene en la dosis 300cc. (Dávila, 2020) nos indica que el hongo *B. bassiana* inoculado permitió la mortalidad de picudos rayado, en condiciones de campo, el tratamiento en el que se utilizó la formulación solida del hongo *B. bassiana* refleja el mayor porcentaje de eficacia con un valor de 64,37%, siendo estadísticamente superiores al tratamiento en el que se utilizó la formulación liquida del hongo, el cual mostro el valor de 18,33%.

Tabla 16 eficacia de las dosis en cuanto a picudo negro y rayado.

Dosis	Eficacia	
	picudo negro	picudo rayado
<i>B. bassiana</i> 100cc	34,38%	65,38%
<i>B. bassiana</i> 200cc	38,03%	61,86%
<i>B. bassiana</i> 300cc	58,88%	36,89%
T. químico 20cc	29,09%	16,30%

Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

11.4. Identificación de las especies de picudos encontrados

Mediante el monitoreo que se realizó antes de la implementación del trabajo en campo, en cual los insectos que causan daños en las musáceas encontrados se los mandó analizar al laboratorio de entomología para conocer a qué tipo de especies pertenece en cual los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 17 resultados de laboratorio.

RESULTADOS LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA					
Código de laboratorio	Orden	Familia	Nombre Científico	N° Ind.	Método
E09-24-1583	Coleoptera	<i>Dryophthoridae</i>	<i>Metamasius hemipterus</i>	2	PEE/E/0 5
E09-24-1583	Coleoptera	<i>Dryophthoridae</i>	<i>Cosmopolites sordidus</i>	1	PEE/E/0 5
E09-24-1584	Coleoptera	<i>Dryophthoridae</i>	<i>Cosmopolites sordidus</i>	8	PEE/E/0 5

Analizado por: Marjorie Plúas

11.5. Análisis de costos

Para los costos de esta investigación se consideró la mano de obra, el análisis de costos de las dosis donde 100cc de *B. bassiana* tiene un valor de \$47,47, la dosis 200cc de *B. bassiana* tiene un costo de \$49,12, mientras que la dosis 300cc de *B. bassiana* con un valor de \$50,77 y por último la dosis 20cc del Químico tiene un valor \$48,8, al final cada uno de ellos obtienen un valor distinto, por lo que con respecto a la rentabilidad la dosis con el menor valor fue 100cc, por lo tanto con mayor valor y con rentabilidad en resultados más benéfico en captura de picudo fue la dosis 300cc mientras que al colonizar al insecto no hubo mayor resultado, por eso no es oportuno gastar mayor costo mientras que con un costo promedio de las demás dosis hubo captura y actuó de mejor manera en los insectos con un valor de \$49,12.

Tabla 18. Análisis de costos de establecimiento de los tratamientos.

Rubro	Análisis de costos en Aplicación de <i>Beauveria bassiana</i>			
	Testigo 20 cc	<i>Beauveria bassiana</i> 100 cc	<i>Beauveria bassiana</i> 200 cc	<i>Beauveria bassiana</i> 300 cc
Beauveria				
<i>bassiana</i>	0,00	1,65	3,30	4,95
Benfuracarb	0,48	0,00	0,00	0,00
Mano de obra	13,90	13,90	13,90	13,90
Melaza	0,60	0,60	0,60	0,60
Tarrina	0,30	0,30	0,30	0,30
Brocha	0,50	0,50	0,50	0,50
Machete	1,25	1,25	1,25	1,25
Lima	0,75	0,75	0,75	0,75
Libreta de				
campo	0,12	0,12	0,12	0,12
Recipientes	26,25	26,25	26,25	26,25
Vaso medidor	0,25	0,25	0,25	0,25
Cinta métrica	1,90	1,90	1,90	1,90
Pancarta	2,50	2,50	2,50	2,50
Total, costos	48,80	47,47	49,12	50,77

Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

12. IMPACTOS

12.1. Ambiental

El uso de *Beauveria bassiana* en el control de picudo presenta un impacto ambiental positivo reduciendo significativamente la dependencia de insecticidas químicos. La disminución en el uso de estos productos no solo minimiza los riesgos de contaminación del suelo y el agua, sino que también disminuye la exposición de los trabajadores agrícolas y la fauna benéfica a sustancias tóxicas. Además, la implementación de *B. bassiana* facilita la reutilización de residuos de cosecha para la elaboración de trampas que una vez utilizadas se reincorporan al suelo como materia orgánica.

12.2. Social

La implementación del uso de *Beauveria bassiana* en el control del picudo se extiende significativamente al ámbito de la divulgación científica y educativa, donde la presentación y difusión de los resultados obtenidos en estudios de control biológico pueden motivar a grandes, medianos y pequeños productores de banano de la región a adoptar nuevas y efectivas formas de manejo de plagas.

12.3. Económico

La aplicación de *Beauveria bassiana* no solo controla eficazmente al picudo, sino que también ofrece importantes beneficios económicos. Esta práctica mejora el rendimiento del cultivo y aumenta la productividad, promoviendo además prácticas sostenibles. Fortalece la posición económica de los productores, contribuyendo a una agricultura más rentable.

12.4. Técnico

En el presente trabajo de investigación se establecieron pautas claras y precisas para proporcionar alternativas adecuadas de control de los picudos ya que es fundamental para mejorar la producción del cultivo de musáceas.

13. PRESUPUESTO

En la tabla 19 se muestra una descripción clara de los implementos utilizados en la investigación, así como la unidad de medida, el valor unitario y el valor total asociado a cada tratamiento.

Tabla 19. Presupuesto de la investigación.

Control Biológico de <i>Beauveria bassiana</i>				
Descripción	Cantidad	Unidad	V. Unitario	Valor Total
<i>Beauveria bassiana</i>	3	litro	16,50	49,50
Benfuracarb medio litro	1	litro	12,00	12,00
Melaza	3	litro	0,75	2,25
Tarrina	12	unidad	0,10	1,20
Brocha	2	unidad	1,00	2,00
Machete	1	unidad	5,00	5,00
Lima	1	unidad	3,00	3,00
Libreta de campo	1	unidad	0,50	0,50
Bolígrafo	1	unidad	0,50	0,50
Recipientes	420	unidad	0,25	105,00
Envío del producto	3	unidad	6,50	19,50
Botas	2	unidad	10,00	20,00
Vaso medidor	2	unidad	0,50	1,00
Cinta métrica	1	unidad	7,50	7,50
Pancarta	1	unidad	10,00	10,00
Mano de obra	2	unidad	55,50	111,00
Total			129,60	349,95

Elaborado por: Loor y Calapaqui (2024).

14. CONCLUSIONES

- El hongo entomopatógeno demuestra el aporte que tiene indicando un control de 11,04% picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y un 12,23% en picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) con una dosis 200cc de *Beauveria bassiana* en la cual presento mayor colonización del hongo cubriéndolo completamente al insecto en la variedad Morado.
- En cuanto a la dinámica población se observó que en las variedades que se encontró mayor cantidad de picudo negro y rayado fue Orito y Morado durante los 3 meses con la dosis 300cc de *B. bassiana*.
- Al evaluar los costos de la *Beauveria bassiana* se observó que con un costo promedio de los demás tratamientos hubo una captura y actuó de mejor manera en los insectos con un valor de \$ 49,12.

15. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones en variedades de musáceas con *Beauveria bassiana* en diferentes pisos climáticos para determinar si el clima de las zonas tiene influencia en la captura de picudo negro y rayado.
- Se recomienda la aplicación de *Beauveria bassiana* ya que controla la población de picudos convirtiéndose en una alternativa de control biológico.
- También se recomienda realizar proyectos investigativos con el objetivo de menorar el uso de los productos químicos.

16. BIBLIOGRAFÍA

- Agroactivo. (2023). *Orientación agrícola de una manera técnica y sencilla*. Obtenido de <https://agroactivocol.com/manejo-integrado-y-preventivo-de-plagas/control-biologico-de-plagas-y-enfermedades>.
- Aguilera, L. R. (2002). *Evaluación de seis tipos de trampas para el monitoreo y control del Picudo Negro (Cosmopolites sordidus) y Picudo Rayado (Metamasius hemipteras) en la plantación de plátano*. Zamorano: Doctorall dissertation.
- Aguirre, C. (14 de Diciembre de 2019). *Elefantiasis, mal a controlar en el cultivo de plátano y banano*. Obtenido de <https://archivo.lapatria.com/tenga-en-cuenta/elefantiasis-mal-controlar-en-el-cultivo-de-platano-y-banano-449700>
- Alarcón, J. y. (04 de 06 de 2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del plátano*. Obtenido de consultado:
http://www.fao.org/fileadmin/templates/banana/documents/Docs_Resources_2015/TR4/cartilla-platano-ICA-final-BAJA.pdf
- Alava. (2022). *“Beauveria bassiana para el control de Cosmopolites sordidus en el cultivo de banano (Musa sapientum)*. Babahoyo-Los Rios.
- Álvarez, E., León, S., Sanchez, M., & Cusme, B. (2019). *Evaluación socioeconómica de la producción de plátano*. Los Ríos:
<http://journalbusinesses.com/index.php/revistaelSSN:2579-0971>.
- Arana, A. (2009). Mecanismos de acción y respuesta en la relación de hongos entomopatógenos e insectos. *Revista mexicana de micología*, 3.
- Arevalo. (2018). *Uso de Bauveria spp. en el control de picudo y nematodos fitopatogenos en el cultivo de Banano (MUSA AAA)*. Machala: Urkund Analysis Result.
- Armendáriz, I. L. (2019). Efectos del control del picudo negro (Cosmopolites sordidus) en el plátano. . *Agronomía mesoamericana*, 319-327.
- Barrera, V. J., Barraza, A. F., & Campo, A. (2016). Efecto del sombrío sobre la sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis Morelet) en cultivo de plátano cv hartón (Musa AAB Simmonds). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 19(2), 317-323.

- BASF. (2023). *Plagas y enfermedades más comunes en el cultivo de banano*. Colombia: MANEJO DE PLAGAS.
- Benavides, L., Aviles, D., Guevara, J., & Guerrero, M. (2023). Respuesta de monocultivos y mezclas de cultivares de Musáceas a la infestación de *Cosmopolites sordidus* (Germar)(Coleóptera: Curculionidae). *Codigo Cientifico Revista de investigación*, 1173-1174.
- Bermejo, J. (2011). Obtenido de Bermejo, J. (2011). <http://www.agrologica.es/>. Obtenido de <http://www.agrologica.es/>: <http://www.agrologica.es/informacion-plaga/picudo-platanera-cosmopolites-sordidus/>
- Briones, M. (2020). *Comparación del control biológico y químico del picudo (Cosmopolites spp.) en banano*. Obtenido de https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BRIONES%20GUERRERO%20MIGUEL%20ANGEL_compressed.pdf
- Calvache, A. A. (2023). *Control biológico de picudo (Cosmopolites sordidus) con Beauveria bassiana con cuatro tipos de trampa*. El Carmen: Doctoral dissertation.
- Carballo. (2001). *Opciones para el manejo del picudo negro del plátano*. Hoja tecnica No. 36.
- Carbay. (2014). *Evalोरación de la harina de banano (Musa sapientum) según sus grados de cosecha en las variedades Valery, Cavendish gigante y Filipino*. Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1034/7/CD303_TESIS.pdf
- Castrillon. (s.f.). *Aspectos generales del control microbiológico y su aplicación en el manejo integrado del picudo negro del plátano (Cosmopolites sordidus Germar)*. Experiencias en Colombia sobre el uso de entomopatógenos en el control de plagas en el cultivo de plátano.7p.
- Castro, V. (2024). *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*. (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2024).
- CINCAE. (2013). *Centro de Investigación*. Obtenido de <https://cincae.org/areas-de-investigacion/manejo-de-plagas/picudo-rayado/>
- CONAFRUT. (2020). *Ficha de requisitos técnicos de acceso al mercado de EE.UU. Bananas Tipo Cavendish Valery, frescos o secos*. Proyecto BID-ADEX – RTA.

- Cuellar, J. (2005). *Efecto de la densidad y sistema de siembra sobre el rendimiento en Banano Musa AAA variedad Williams en la zona bananera departamento del Magdalena*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos-pdf2/densidad-sistema-siembra-banano-williams.pdf>
- 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*. Quevedo–Los Ríos–Ecuador : Universidad Tecnica Estatal del Quevedo .
- DENDER, Z. (2018). *Evaluación de trampas con atrayentes para el control del picudo negro (Cosmopolites sordidus Germar) Y Rayado (Metamasius hemipterus L.) en el cultivo de plátano barraganete*. El Carmen: Doctoral dissertation.
- Fernandez, Pico, & Avellán. (2021). *Guía para la producción y manejo integrado del cultivo de plátano*. Obtenido de <file:///C:/Users/usuario/Downloads/Gu%C3%ADa%20para%20la%20producci%C3%B3n%20y%20manejo%20integrado%20del%20cultivo%20de%20pl%C3%A1tano%20>
- Freire, M. (2022). *Caracterización del manejo post cosecha del banano y su industrialización por medio de revisión bibliográfica*. Obtenido de Freire, M. (2022).http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/18470/1/E-12543_FREIRE%20CASTRO%20MICHAEL%20DAVID.pdf
- 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*”. Quevedo-Los Ríos.
- Garófalo, M. 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*. Quevedo – Los Ríos – Ecuador.
- Gerardo, Valencia, & Morales. (2024). Desarrollo y producción del plátano Dominicó–Hartón (Musa AAB Simmonds) en diferentes densidades y arreglos de siembra. 19.
- Gold & Messiaens. (2000). Efectos del control del picudo negro (Cosmopolites sordidus) en el plátano. El picudo negro del banano: Cosmopolites sordidus. Plagas de Musa. Hoja

divulgativa No.

4.<http://www.bioversityinternational.org/fileadmin/bioversity/publications/pdf>.

- Góngora, C., Marin, P., & Benavides, P. (2009). Claves para el éxito del hongo *Beauveria bassiana* como controlador biológico de la broca de café . *Avances Técnicos cenicafe*, 384.
- Gonzales, C., Aristizabal, M., & Aristizabal, J. (2009). *Dinámica poblacional de picudos en plátano (Musa AAB) Dominico Hartón*.
- González, C., Aristizábal, H., & Aristizábal, L. (2009). Evaluación biológica del manejo de picudos y nematodos fitopatógenos en plátano (Musa AAB). *Acta Agronómica*, 264-265.
- Guaman. (2014). “*Estudio comparativo del rendimiento del plátano Barraganete VS plátano Dominico*”. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/2505/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-55.pdf>
- Guerrero, S. P. (2016). *Características morfológicas de cultivares de musáceas establecidos en la finca Experimental “La María”*.
- Guiracocha & Quiroz. (2020). *Guía para el manejo orgánico del banano orito*. Obtenido de Guiracocha & Quiroz. (2020). *Guía para el manejo orgánico* <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1930/1/iniapls10.pdf>
- Hernán. (6 de junio de 2011). *Enfermedades del plátano y banano*. Obtenido de Certificación BPA Globalgap (3): <https://cultivodeplatanos.com/>
- Hernán. (2011). *Variedades de banano*. Certificación BPA-Globalgap (18).
- Hernán, C., Gómez, G., & Garcés, K. (2015). *Beauveria bassiana, Hongo entomopatógeno para el control biológico de hormigas cortadoras (YSAÚ)*. Paraguay: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Herrera. (2012). *La raza tropical 4 de Panamá: Amenaza potencial para industria bananera y platanera del Ecuador*. Quevedo- Los Ríos- Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Tropical Pichilingue.

- INIAP. (2011). *Desarrolla y adapta tecnologías apropiadas para los productores de musáceas, a fin de mejorar la productividad y calidad de la fruta, preservando el medio ambiente*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- INIAP. (2021). *Desarrollo de agrotecnologías como estrategia ante la amenaza de enfermedades que afectan la producción de Musáceas en el Ecuador*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Jaramillo. (2019). *Evaluación de cuatro cepas de Beauveria bassiana producidas en dos medios diferentes y su eficacia en el control sobre adultos de Cosmopolites sordidus (Picudo negro del plátano)*. Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana.
- Jaramillo, A. (2010). *Identificación y descripción de las etapas de crecimiento del plátano Dominic Hartón (Musa AAB)*. Obtenido de <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20133297528pdf>.
- Lamilla. (2019). *Manejo Integrado de picudo negro (cosmopolite sordidus germen) en el cultivo de banano (musa AAA)*. Babahoyo-Los Ríos-Ecuador.
- Lara García, S., Vera Aviles, D., Cabanilla Lamulle, M., & González Osorio, B. (2021). *Desarrollo comunitario: Producción de Musácea en dos zonas de la costa ecuatoriana. Revista de Ciencias Sociales (Ve), 27(Esp. 3), 340-354.*
- López, O. R. (2002). *Manual de producción de plátano basado en la experiencia de Zamorano*. Doctoral dissertation, Zamorano Escuela Agrícola Panamericana, 2014.
- Martinez & Brina. (2021). *Plátanos (Musa AAA) Importancia, producción y comercio en tiempos de Covid-19*. Venezuela.
- Mendoza, J., Gomez, P., & Gualle, D. (2008). *Posibilidades del uso de Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae para el control del picudo rayado, Metamasius hemipterus, en caña de azúcar*. CINCAE.
- Ministerio de Comercio Exterior. (2017). *Informe Sector Bananero Ecuatoriano*. Quito: <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-esp%C3%B1ol-04dic17.pdf>. Obtenido de <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-esp%C3%B1ol-04dic17.pdf>.

- Moreira, C. (2019). *Efecto de la diversidad intraespecífica en el cultivo de musáceas como medida de control de sus problemas fitosanitarios. [Bachellor Thesis]* . Quevedo - Ecuador : UTQ.
- Namesny. (2022). *Beauveria bassiana, un hongo filamentoso, promueve el crecimiento de las plantas en una amplia variedad de cultivos, además de ser un potente aliado en la lucha contra plagas y enfermedades*. Tecnología Hortícola.
- Olivares, N., Guzman, A., & Rodriguez, F. (2018). *Cosmopolites sordidus en el cultivo de la banana*. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS INIA LA CRUZ.
- Paredes, F. K. (2021). *Hábitos y comportamiento del trips (Chaetanaphothrips signipennis bagnall) y acaro depredador (Amblyseius swirskii athias-henriot) en el cultivo establecido de banano orgánico (Musa paradisiaca L.)*. Riobamba- Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Parrales, K. (2019). *Ajuste de tecnología en el manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de banano orito (musa sp.) En el Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi*. Queveo - Ecuador: Universidad Estatal de Quevedo.
- Pedroza, C. (2020). *Gestión poscosecha del plátano morado* . Obtenido de características del producto, factores de precosecha y criterios de calidad:
<https://es.scribd.com/document/481603903/platano-morado.pdf>
- Pozo. (2022). *Beauveria bassiana para el control de Cosmopolites sordidus en el cultivo de banano (Musa sapientum) en la provincia de Los Ríos*. Babahoyo: Bachelor's thesis.
- Quintana, B. (2019). *La responsabilidad social empresarial en el proceso del cultivo de banano y su incidencia en el nivel de vida de la población del sector el desquite del cantón Quevedo*. Quevedo - Ecuador : UTEQ.
- Rojas, J., Maldonado, C., Meza, O., Lazo, R., & Palacios, J. (2019). *Uso de trampas con atrayentes para el monitoreo de Cosmopolites sordidus y Metamasius spp. en plátano barraganete*. Centro Agrícola.
- Ronquillo. (2021). *Control biológico del picudo de las bananeras Cosmopolites sordidus Germar con el uso de varias cepas Beauveria bassiana en condiciones de laboratorio*. Babahoyo-Los Rios-Ecuador.

- Saltos & Vera. (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)*”. La Maná-Cotopax.
- Seúl, O. (2018). *Banano Filipino puede perder el mercado Coreano*. Obtenido de <https://www.proecuador.gob.ec/banano-filipino-puede-perder-el-mercado-coreano/pdf>
- Sotomayor Herrera, I. A., Bustamante González, A. J., & Delgado Arce, R. (2014). *Conozca y evite la enfermedad del Moko de las Musáceas*.
- Suarez & Suarez. (2020). *Efectividad del hongo Beauveria bassiana en trampas para manejo del picudo del cultivo de plátano (Cosmopolites sordidus: Coleoptera-Curculionidae)*. “Por un Desarrollo Agrario Integral y Sostenible”.
- Suarez, Q. J. (2020). *Efectividad del hongo Beauveria bassiana en trampas para el manejo del picudo del cultivo de plátano (Cosmopolites sordidus: Coleoptera-Curculionidae)*. Tonalá-Chinandega: Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria.
- Suárez, V., Suárez, L., & Monzón, J. (2021). Manejo del picudo del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) Coleoptera: Curculionidae) con *Beauveria bassiana* Bals y Vuils, Tonalá-Chinandega, Nicaragua. *La Calera*, 21(36), 30-35.
- Taipe, M., Piloso, k., Pedraza, X., & Chavez, M. (2017). Lazo-Roger, Y., Nivelá-Morante, P. E., Rojas-Rojas, J. A., Taipe-Taípe, M. V., Piloso-Chávez, K. J., Pedraza-González. Evaluación de trampas para capturas de picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) en cultivo de platano (*Musa AAB* cv. Hartón) de . *Revista Misionera del Agro*, 6-7.
- Téllez, A., Cruz, M., Mercado, Y., Torres, A., & Arana, A. (2009). *Mecanismos de acción y respuesta en la relación de hongos entomopatógenos e insectos*. *Revista mexicana de micología*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-31802009000200007.
- Tenelema, M., & Wilmer, W. (2023). *Beauveria bassiana en el control de Cosmopolites sordidus en plátano barraganete (Musa AAB) (Doctoral dissertation)*. Manta - Ecuador : ULEAM.
- Torres, H. (2017). *Efecto biofungicida del gel aloe vera y extracto de moringa sobre la pudrición de corona en la fruta de banano*. Unidad Técnica de Machala, Unidad

- Académica de Ciencias Agropecuarias, 44.
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11714> .
- Uribe - Londoño, M. M., & Riascos, D. (2020). *Nematodos entomopatógenos: una alternativa para el control de los picudos del plátano*. Bogotá - Colombia : Universidad Nacional de Colombia .
- Vallejo, L. F. (2017). *Vallejo, L. F. Redescrición del adulto y descripción de los estados inmaduros de *Cosmopolites sordidus* Germar, 1824 (Coleoptera: Curculionidae): el picudo negro barrenador del plátano en Colombia*. Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural, 11(1), 361-375.
- Vargas, V. M. (2003). *Manejo integrado del picudo negro del plátano y el banano*. Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas en los trópicos, 139.
- Velepucha, Y., Guerrero, J., & Batista, R. (2019). Determinación de la eficiencia de diferentes trampas para el control de picudo negro (*Cosmopolites sordidus* G.) en banano orgánico. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(1), 171-180.
- Veliz, R. X. (2021). Impacto económico de la producción bananera en el Ecuador en el periodo 2008-2016. . *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(2), 148-157.
- Vergara. (2015). *"Evaluación de dosis de insecticidas y tipos de trampas en el manejo de picudos (*Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus*), en el cultivo de banano (*Musa AAA*)*. Vinces-Los Rios.
- Zumbado & Azofeita. (2018). *Insectos de Importancia Agrícola. Guía Básica de Entomología*. Costa Rica: Heredia, Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO).