



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ECOTEC
FACULTAD DE INGENIERIAS, ARQUITECTURA Y CIENCIAS DE LA
NATURALEZA**

TITULO DEL TRABAJO
EVALUACIÓN DE CONTROL BIOLÓGICO Y ETOLÓGICO DEL PICUDO
NEGRO *COSMOPOLITES SORDIDUS* EN BANANO DURANTE LA ÉPOCA
LLUVIOSA 2024, CANTÓN EL TRIUNFO, GUAYAS.

LINEA DE INVESTIGACIÓN
GESTION DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS AGRÍCOLAS

MODALIDAD DE TITULACIÓN
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CARRERA
INGENIERÍA AGRÓNOMA

TITULO A OBTENER:
INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR
MANUEL ANTONIO GUTIERREZ ALTAMIRANO

TUTOR
PhD. JOSÉ HERNANDEZ

SAMBORONDON

2024

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios por siempre guiarme, a mis padres que han sido un pilar fundamental en la formación de mi vida por su constante apoyo y amor hacia mí por lo cual les dedico este logro profesional. Finalmente, a mis hermanos y amigos que siempre estuvieron conmigo.

Agradecimiento

Quiero agradecer a Dios por su bendición que me ha dado en mi vida y en mis estudios, agradecer a mis padres por sus sacrificios, esfuerzos, amor, paciencia y aliento que siempre me han dado desde mi primer día de vida, agradecer a todos los docentes de la universidad Ecotec que siempre fueron mi guía dentro de esta linda carrera.



ANEXO No. 9

**PROCESO DE TITULACIÓN
CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR**

Samborondón, 06 de agosto de 2024

Magíster

Erika Ascencio Jordán

Unidad Académica: Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la Naturaleza
Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación TITULADO: EVALUACIÓN DE CONTROL BIOLÓGICO Y ETOLÓGICO DEL PICUDO NEGRO *Cosmopolites sordidus* EN BANANO DURANTE LA ÉPOCA LLUVIOSA 2024, CANTÓN EL TRIUNFO, GUAYAS., fue revisado, siendo su contenido original en su totalidad, así como el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la guía para su elaboración, por lo que se autoriza al estudiante GUTIERREZ ALTAMIRANO MANUEL ANTONIO, para que proceda con la presentación oral del mismo.

Atentamente,



José Hernández Rosas, PhD.
Tutor(a)

ANEXO No. 12

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR PARA LA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CON INCORPORACIÓN DE LAS OBSERVACIONES DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Samborondón, 12 de agosto de 2024

Magíster

Erika Ascencio Jordán

Unidad Académica: Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la Naturaleza
Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación TITULADO: : EVALUACIÓN DE CONTROL BIOLÓGICO Y ETOLÓGICO DEL PICUDO NEGRO *Cosmopolites sordidus* EN BANANO DURANTE LA ÉPOCA LLUVIOSA 2024, CANTÓN EL TRIUNFO, GUAYAS; fue revisado y se deja constancia que el estudiante acogió e incorporó todas las observaciones realizadas por los miembros del tribunal de sustentación por lo que se autoriza a: **GUTIERREZ ALTAMIRANO MANUEL ANTONIO**, para que proceda a la presentación del trabajo de titulación para la revisión de los miembros del tribunal de sustentación y posterior sustentación.

Atentamente,



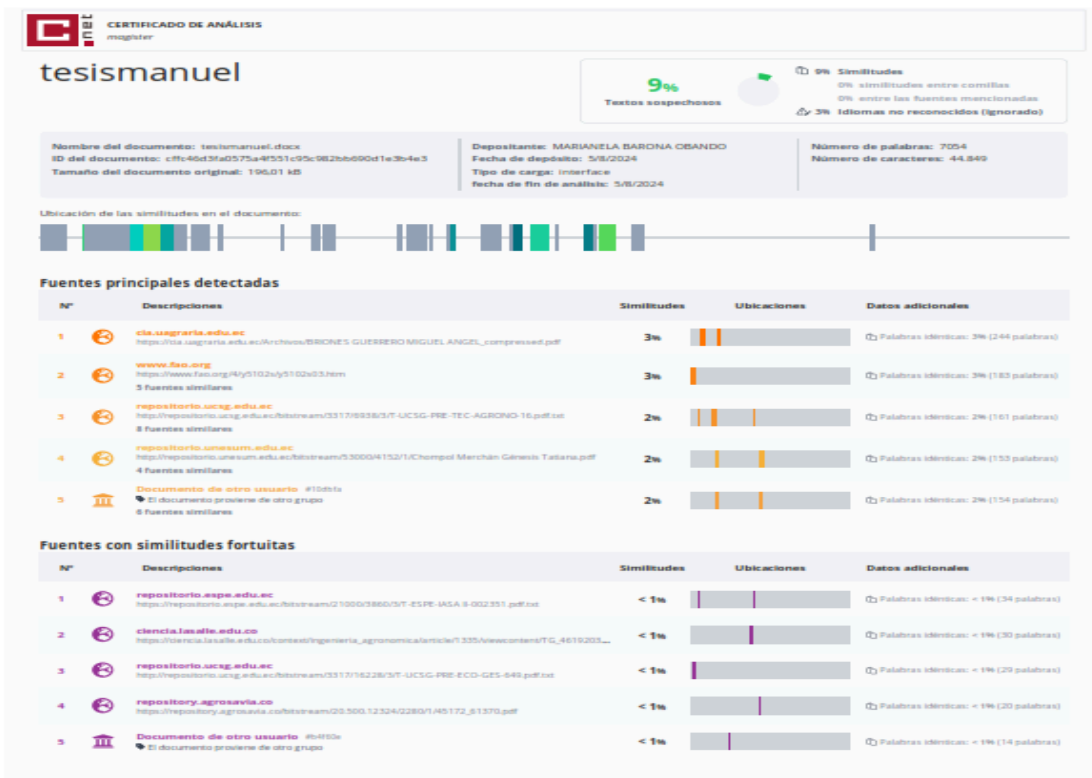
Firmado electrónicamente por:
**JOSE IBRAHIM
HERNANDEZ ROSAS**

José Hernández Rosas, PhD.
Tutor(a)

ANEXO No. 10

**PROCESO DE TITULACIÓN
CERTIFICADO DEL PORCENTAJE DE COINCIDENCIAS
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Habiendo sido revisado el trabajo de titulación TITULADO: EVALUACIÓN DE CONTROL BIOLÓGICO Y ETOLÓGICO DEL PICUDO NEGRO *Cosmopolites sordidus* EN BANANO DURANTE LA ÉPOCA LLUVIOSA 2024, CANTÓN EL TRIUNFO, GUAYAS, elaborado por GUTIERREZ ALTAMIRANO MANUEL ANTONIO, fue remitido al sistema de coincidencias en todo su contenido el mismo que presentó un porcentaje del (9%) mismo que cumple con el valor aceptado para su presentación que es inferior o igual al 10% sobre el total de hojas del documento. Adicional se adjunta print de pantalla de dicho resultado.



Atentamente,



Trabajo titulado por
**JOSE IBRAHIM
HERNANDEZ ROSAS**

José Hernández Rosas, PhD.
Tutor(a)

Resumen

El siguiente proyecto de trabajo de titulación se realizó en una hacienda bananera ubicada en el cantón El Triunfo de la provincia del Guayas, en el recinto La Zulema, que constituye de 43 has, de las cuales se utilizó 1 ha a inicios del presente año durante la época lluviosa. La importancia del banano en el Ecuador está ligada a que es el producto más exportado a nivel mundial, sin embargo, existen insectos plagas que pueden amenazar la producción del banano como lo es el picudo negro. El objetivo general fue evaluar el control biológico y etológico del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de banano, cantón El Triunfo. El diseño experimental propuesto fue completamente al azar, en donde se evaluaron 3 tratamientos (trampas de feromonas, *Beauveria bassiana* y testigo) con 10 repeticiones con el fin de determinar cuál tratamiento es el mejor para el control del picudo negro. Se determinó que no existen diferencias significativas entre los 3 tratamientos, es decir todos son eficaces para la captura de picudo negro. Sin embargo, el tratamiento más efectivo fue el de la feromona Cosmolure ya que obtuvo el mayor número promedio de individuos capturados 8,9 picudos negros por trampa.

Palabras clave: Banano, *Beauveria bassiana*, *Feromona*, Picudo negro, Trampa

Abstract

This thesis presents a study conducted on a banana plantation located in the El Triunfo canton of the Guayas province, specifically in the La Zulema area. The plantation covers 43 hectares, with 1 hectare utilized at the beginning of the year during the rainy season. Bananas are a crucial export product for Ecuador; however, pests such as the black weevil (*Cosmopolites sordidus*) pose a significant threat to banana production. The main objective of this study was to evaluate the biological and behavioral control methods for the black weevil in banana cultivation in El Triunfo. A completely randomized experimental design was employed, with three treatments (pheromone traps, *Beauveria bassiana*, and a control) each replicated 10 times to determine the most effective method for controlling the black weevil. The results indicated no significant differences among the three treatments, all being effective for capturing the black weevil. However, the pheromone treatment, specifically Cosmolure, proved to be the most effective, capturing an average of 8.9 black weevils per trap.

Keywords: Banana, *Beauveria bassiana*, Pheromone, Black weevil, Trap

Índice General

1.	Introducción	1
1.1	Antecedentes del problema	1
1.2	Planteamiento y formulación del problema	6
1.2.1	<i>Planteamiento del problema</i>	6
1.2.2	<i>Formulación del problema</i>	6
1.3	Justificación de la investigación	6
1.4	Objetivo general	7
1.5	Objetivos específicos	8
2.	Marco teórico	8
2.1	Estado del arte	8
2.2	Bases teóricas	14
2.2.1	<i>Banano (Musa paradisiaca)</i>	14
2.2.2	<i>Picudo negro (Cosmopolites sordidus):</i>	16
2.2.3	<i>Control biológico</i>	17
2.2.4	<i>Beauveria bassiana</i>	18
3.	Materiales y métodos	19
3.1	Delimitación de la investigación	19
3.1.1	<i>Espacio:</i>	19
3.1.2	<i>Tiempo</i>	20
3.1.3	<i>Población</i>	21
3.2	Enfoque de la investigación	21
3.2.1	<i>Tipo de investigación</i>	21
3.2.2	<i>Diseño de investigación</i>	21
3.3	Metodología	21

3.3.1 Variables	21
3.3.2 Hipótesis	22
3.4 Diseño experimental	22
3.4.1 Recursos	23
3.5 Métodos y técnicas	25
3.5.1 Diagrama de flujo de las actividades experimentales a realizar durante su trabajo de titulación	28
3.6 Análisis estadístico	28
4. Resultados	28
4.1 Implementación de trampas de manejo integrado de plagas para obtener un control biológico y etológico con el debido monitoreo de picudo negro en banano.	28
4.2 Determinación de la eficacia de agentes de control biológico, Beauveria bassiana en el control de las densidades poblacionales del picudo negro en banano.	29
4.3 Determinación de la eficacia de la feromona cosmolure en el control de las densidades poblacionales del picudo negro.	30
5. Discusión	31
6. Conclusiones	32
7. Recomendaciones	33
8. Referencias	34
ANEXOS	41

Índice de tablas

Tabla 1 Taxonomía del Banano	15
Tabla 2 Taxonomía del picudo negro	17
Tabla 3 Diseño experimental en 1 ha en banano, código de control (1 = hongo, 2 = feromona, 3 = testigo).	23
Tabla 4 Necesidad de recursos durante el proceso de investigación.	24
Tabla 5 <i>Análisis descriptivo</i>	29
Tabla 6 <i>Prueba t-student para dos medias</i>	29
Tabla 7 Prueba t para dos medias	30
Tabla 8 <i>Análisis de varianza de picudos encontrados en los tratamientos de feromona, hongo y testigo 0,05 de significancia</i>	31

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del área de estudio.	23
Figura 2. Diagrama de Flujo de Actividades realizadas	30

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

El banano se cultiva en todas las regiones tropicales y tiene una importancia fundamental para las economías de muchos países en desarrollo. En términos de valor bruto de producción, el banano es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz. El banano es un alimento básico y un producto de exportación. Como alimento básico, los bananos, incluidos los plátanos y otros tipos de bananos de cocción, contribuyen a la seguridad alimentaria de millones de personas en gran parte del mundo en desarrollo y, dada su comercialización en mercados locales, proporcionan ingresos y empleo a las poblaciones rurales.

Como producto de exportación, el banano contribuye de forma decisiva a las

economías de muchos países de bajos ingresos y con déficit de alimentos, entre los que figuran Ecuador, Honduras, Guatemala, Camerún, Côte d'Ivoire y Filipinas. Es la fruta fresca más exportada del mundo en cuanto a volumen y valor. En esta publicación se aborda principalmente la producción destinada a la exportación, y no el cultivo de banano para el autoconsumo o para su venta en mercados locales. (FAO,2020)

Sin embargo, dentro del banano se encuentran plagas que siempre amenazan constantemente la producción y salud de este cultivo tan productivo como lo es el banano. La plaga con mayor importancia es el picudo negro (*Cosmopolitas sordidus*) que su sistema de ataque es mediante las larvas que ingresan a medida que se alimentan en la corona de la planta y la despojan de su vitalidad. Como control este estudio determinó el control biológico La aplicación de hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisoplae* que infectan larvas, pupas y adultos, unida a un sólido manejo integrado de plagas, ha dado estupendos resultados en su control. (Venero,2021; Redagrícola,2020)

Se señala que el control del picudo negro es principalmente de tipo cultural; se debe mantener el aspecto de la plantación libre de malezas, con fertilizaciones adecuadas y riegos oportunos, realizar muestreos frecuentemente y destruir las plantas que se encuentran afectadas. La limpieza y extracción de los restos de material ayuda al control al eliminar refugios, zonas de alimentación y atracción. Pero este esfuerzo presenta el inconveniente de que esa materia no acabe asimilándose al suelo tras su descomposición. (Armendáriz, 2015)

Optar por la prueba de otros métodos de control para picudos, con el fin de mejorar el comportamiento agronómico del cultivo en bananeras y aumentar su rendimiento. Efectuar seguimientos en las bananeras, como métodos protectores para el ataque de insectos plaga y enfermedades, utilizando prácticas preventivas apropiadas a las condiciones del lugar de estudio. Corroborar la validez de los tratamientos, utilizando las trampas de insectos con otras dosis de hongos

Fito patógenos e insecticidas, con el fin de mejorar el control de picudos y aumentar la producción. Orientar a los trabajadores de bananeras para concientizar el daño que producen estos insectos, y se tomen medidas químicas o biológicas. (Briones,2020)

El control químico tuvo mayor beneficio en el porcentaje de insectos vivos, el cual disminuyó a un 26,5% diferenciándose del control biológico, y el testigo el cual no se tomó en cuenta el % debido que siempre tuvo presencia de picudos vivos. La variable del porcentaje de daño de insectos obtuvo mayor promedio el testigo, alcanzando a 73,89% a causa de la presencia de picudos en banano, mientras los tratamientos a base del control biológico y químico obtuvieron un bajo % de daños. El tratamiento que se obtuvo mayor control de picudo fue el químico ya que tiene un efecto más rápido que los demás, pero al tiempo el insecto puede obtener resistencia; más el tratamiento biológico controla a mayor tiempo, pero la letalidad es segura (Hernandez,2020)

En un estudio en Colombia, los picudos capturados (adultos vivos, muertos e infectados) en trampas con aplicación de Carbofurán y *B. bassiana* fue mayor ($P < 0.05$) que con la aplicación de *M. anisopliae* y el control. Las aplicaciones de los primeros mostraron comportamiento similar en la regulación de las poblaciones.

Castrillón et al. (s.f.) encontraron que la muerte de los insectos por acción del Carbofurán fue de 96% y que el 4% restante constituía la población que produce generaciones resistentes al producto; además, no encontraron adultos muertos por acción de los hongos. (González,2009)

En honduras el uso de *Beauveria bassiana*: En los tratamientos con este hongo y el testigo, no se le eliminaron las plantas viejas ya que no se estaba midiendo el porcentaje de daño en los cormos. Para el tratamiento de *Beauveria bassiana* se utilizaron cuatro trampas de rodaja de pseudotallo para cada repetición que cada tres días se reemplazaron.

Estas trampas fueron sumergidas en una solución que contenía un sobre de

240 g de Bazam (*Beauveria bassiana*) a una concentración de 4.1×10^8 conidias viables/g de producto en 20 L de agua, adicionalmente se roció 15 g de Bazam alrededor de cada trampa directamente al suelo, para asegurar que el picudo se impregnase con las esporas al caminar hacia la trampa. (Ubilla,2007)

Otro estudio en honduras zamorano recalcó que en laboratorio, con la dosis 1000 nematodos/picudo se logró una mortalidad de 35% de adultos de *Cosmopolites sordidus*. • En campo no se encontró diferencia entre usar control químico Terbufos y el biológico *Heterorhabditis bacteriophora*. Las plantas de 30 cm de altura son las preferidas para la infección por el picudo *Cosmopolites sordidus*, comparado con las plantas de 50, 70, y 90 cm. El tamaño de muestra para determinar el coeficiente de daño en los cormos de 30 cm es cinco plantas/unidad experimental. Carvajal (2009)

El presente trabajo de investigación se realizó en la Hacienda San Enrique en la ciudad de Machala, provincia El Oro con el objetivo de determinar la eficacia del control biológico con formulaciones de *B. bassiana*, y el control etológico con la feromona de agregación Cosmolure + 1 para el manejo del *Cosmopolites sordidus* (picudo negro) Para determinar la eficacia de *B. bassiana*, se seleccionaron plantas recién cosechadas y se realizó un corte en "V" a 30 cm de la base del suelo, se aplicó el producto y se tapó la trampa con el resto del corte. En las trampas con la feromona Cosmolure + 1 se capturó en promedio 7 adultos de *C. sordidus*. *B.*

La especie *B. bassiana* (Beauvetic), causó el 14 % de mortalidad y *B. bassiana* (Bb Insecticida) el 33.33 % mostrando la mayor eficacia. La mayor mortalidad en los adultos de *C. sordidus* la ocasionó el *B. bassiana* (Bb insecticida) más Cosmolure + 1 mostrando el 39 % de eficacia. (Zapata,2016)

En Manabí, al identificar el fermento que atrae y captura la mayor cantidad de picudos por trampa es el vinagre de guineo porque fue el que presentó el mayor número de insectos adultos capturados. El número promedio de insectos atrapados por trampa entre noviembre, diciembre, enero y febrero con el uso de melaza 32 picudos, con vinagre de guineo 43, el testigo 24 y el pseudotallo 34. La estimación

económica de los tratamientos realizados permite indicar que el costo por tratamiento fue de USD. 7.06 en melaza, USD 8.44 para Vinagre de guineo, USD 2.69 para testigo y USD. 3.94 para pseudotallo. (Chompol,2022)

En un estudio científico de la universidad Rafael Landívar en Guatemala en 2017 se implementó un sistema de unidades experimentales que fueron diseñadas y constituidas por 4 trampas tipo disco distribuidas en un área de 36m². Formando así las pequeñas parcelas correspondiente a las trampas con bauveria bassiana y feromonas. De esta manera se atraen los picudos del banano. (López, 2017)

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La industria bananera desempeña un papel crucial en la economía de muchas regiones del mundo, incluyendo el Cantón El Triunfo, ubicado en la provincia de Guayas, Ecuador. Sin embargo, uno de los desafíos más apremiantes que enfrentan los productores de banano en esta región es el impacto devastador del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), una plaga que afecta negativamente la calidad y el rendimiento de los cultivos de banano. Esta plaga se ha convertido en una amenaza constante, y su control eficaz es esencial para mantener la sostenibilidad de la producción bananera.

A lo largo de las últimas décadas, los métodos de control convencionales han involucrado principalmente el uso de pesticidas químicos, lo que ha planteado preocupaciones ambientales y de salud, así como el riesgo de desarrollar resistencia en las poblaciones de picudo negro. En este contexto, es imperativo explorar enfoques alternativos y sostenibles para el control de esta plaga.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál es el control más eficaz entre el biológico y etológico para el picudo negro *Cosmopolites sordidus* en banano?

1.3 Justificación de la investigación

Se fundamenta en la necesidad de abordar un problema significativo y de gran

relevancia en la industria bananera y la agricultura en general. El picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) es una plaga devastadora que afecta negativamente la producción de banano a nivel mundial. Los daños que causa incluyen la destrucción de tallos, la disminución del rendimiento y la pérdida de calidad de los frutos, lo que resulta en importantes pérdidas económicas para los productores.

El control del picudo negro tradicionalmente se ha basado en el uso intensivo de pesticidas químicos, lo que plantea preocupaciones ambientales y de salud, así como la aparición de resistencia en las poblaciones de la plaga. La búsqueda de alternativas de control biológico y etológico promueve prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

La introducción de agentes de control biológico y la comprensión de la etología del picudo negro pueden contribuir a la conservación de la biodiversidad local al reducir la necesidad de pesticidas químicos que pueden afectar negativamente a otros organismos no objetivo.

La investigación busca proporcionar soluciones efectivas y prácticas para el manejo del picudo negro en las plantaciones de banano. Esto beneficiaría tanto a los agricultores al reducir las pérdidas de cultivos como a los consumidores al garantizar la disponibilidad de banano de alta calidad.

1.4 Objetivo general

Evaluar el control biológico y etológico del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de banano ubicado en La Zulema, El Triunfo, Guayas, mediante experimento de campo para ver su eficacia.

1.5 Objetivos específicos

- Implementar trampas de manejo integrado de plagas para obtener un control biológico y etológico con el debido monitoreo del picudo negro en banano.
- Determinar la eficacia de agentes de control biológico *Beauveria bassiana* en el control de las densidades poblacionales del picudo negro en banano.

- Determinar la eficacia de la feromona Cosmolure en el control de las densidades poblacionales del picudo negro.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Según el artículo de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2020, desarrollado en Roma proporciona información detallada sobre el picudo negro del banano (*Cosmopolites sordidus*), que pertenece a los coleópteros. Se trata de un insecto que causa daños en la fruta del banano, especialmente en la época lluviosa, y puede causar importantes pérdidas en la producción agrícola. La FAO proporciona información sobre la distribución geográfica del picudo, su ciclo vital, los daños que causa en los bananos, y las medidas de control disponibles.

Como afirma Anne Vézina (2020) en asociación con el ministerio de agricultura francés, otra forma de atrapar los picudos consiste en colocar partes de pseudotallos en el suelo para que actúen como trampas. Esta práctica tiene una eficacia variable puesto que los picudos se pueden salir, a menos que las trampas se ceben con insecticida. Los pseudotallos se siguen utilizando ampliamente porque sirve como estructura en forma de sandwich para colocar las feromonas. Incluso en grandes plantaciones comerciales, no requieren comprar señuelos ni trampas.

Además indica que la captura masiva se utiliza para controlar los picudos en campos muy infestados, para lo cual se recomienda colocar 16 trampas por hectárea, a 20 m de distancia entre sí. Los programas de simulación muestran que colocar más de 16 trampas por hectárea no mejora el control. También se recomienda monitorear regularmente las trampas (dos veces al mes) para recoger los insectos atrapados. Un estudio de tres años, realizado en 12 plantaciones comerciales de banano ubicadas en la isla caribeña de Martinica, mostró que el mayor número de picudos se captura entre abril y mayo, después de la siembra y durante la estación seca.

Por otro lado, Koppert es una empresa que se dedica a combatir las plagas de banano dentro de las islas canarias, España, establece que un buen ejemplo de control biológico es el uso de *Acerophagus artelles*. Es una avispa parásita originaria de Canarias que es capaz de controlar la infestación de cochinilla en plantas de plátano de forma más eficaz que el control químico, consiguiendo mantener el nivel poblacional de esta plaga muy bajo durante todo el ciclo del cultivo. Este control es principalmente para cochinilla y el letal picudo negro. Fresh Plaza, (2023)

De acuerdo con INAV FRUT(2023) en México aborda aspectos clave para el desarrollo sostenible de la producción de plátano, incluyendo la selección de variedades, la preparación del suelo, la plantación, el cuidado del cultivo, la recolección, el almacenamiento y la comercialización del plátano. El documento también se centra en la importancia de la seguridad alimentaria, la salud y el bienestar social de las comunidades que se dedican a la producción de plátano.

Además, se abordan temas relacionados con el medio ambiente, como la conservación de la biodiversidad, la gestión de los recursos hídricos y la reducción de los impactos ambientales negativos. En donde se destaca que las mejores trampas para picudos negros son las trampas con feromonas ya que atraen a los machos.

En primer lugar, para un efectivo control etológico de picudo negro se recomienda a disponer 8 a 16 trampas por hectárea con feromonas, el método de trampeo se debe trabajar de manera prolongada ya que durante los primeros 10 días se ven resultados. Esto lo indica el Institute technique tropical (2019) en Costa Rica.

En base al artículo desarrollado por la universidad Hermilio Valdizán , Cárdenas (2021) presenta una revisión de las principales plagas que afectan las plantaciones de banano en Perú, como el escarabajo de la banana *Cosmopolites sordidus*, el borrador de la banana (*Diaphania indica*) y el Trips de la banana (*Frankliniella occidentalis*). Los autores revisan las medidas de control actuales, como los pesticidas químicos, los agentes biológicos de control y las prácticas culturales, y discuten los desafíos y limitaciones de estas medidas. Además, se destaca la

necesidad de desarrollar y mejorar estrategias más sostenibles y efectivas de control de plagas en la industria de la bananera en Perú. Y dentro de las estrategias de control más efectivas destaca las trampas con el hongo *Beauveria bassiana* ya que influye directamente en el sistema inmunológico de estos insectos.

Según el grupo de agro productores de Zapopan, Jalisco, México. Las hormigas mirmicinas *Tetramorium guineense* y *Pheidole megacephala* contribuyen al control biológico exitoso del picudo negro del plátano en la isla de Cuba. Los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* son efectivos en el control biológico. agro productores(2020)

Sin embargo, el ciclo de vida del picudo negro, la hembra coloca los huevecillos en las vainas foliares y en tallos. El ciclo de vida completo de este coleóptero va de 30 a 40 días. Los huevecillos suelen ser colocados en el pseudotallo del banano a nivel del suelo en cavidades que la hembra realiza masticando.

El huevo tiene una duración de 15 a 20 días. La pupa tarda de 6 a 8 días para que el adulto emerja. El adulto puede vivir más de 2 años y puede sobrevivir mucho tiempo sin alimentarse. La larva tiene una longitud promedio de 2.25 cm y carece de patas, con un color blanco, con forma recurvada o forma de "C". El adulto de este insecto mide aproximadamente 1.2 cm, es de color negro brillante, estrecho y alargado. agroproductores(2020)

El artículo "Aplicación de un paquete tecnológico en el cultivo de plátano hartón (*Musa paradisiaca*) como modelo de producción agrícola en la inspección de Veracruz - Meta" de Torres Ramos, publicado en la Revista de Ingeniería Agronómica de la Universidad Lasalles en 2023, se centra en la aplicación de un paquete tecnológico en el cultivo de plátano hartón como modelo de producción agrícola en la inspección de Veracruz Meta, en Colombia.

El autor presenta una revisión de la tecnología disponible para el cultivo de plátano hartón, como el uso de sensores de humedad, temperatura y luz, la automatización de riego y la implementación de sistemas de control de calidad.

Además, se discuten los beneficios de la implementación de estas tecnologías, como la reducción de costos, el aumento de la productividad y la mejora de la calidad del producto. El artículo proporciona una visión futurista de la agricultura de plátano hartón y la importancia de la innovación tecnológica para la industria agrícola en Colombia.

En base a un estudio desarrollado por INIAP Espinoza (2019). Se destacó que los adultos de picudo negro son atraídos por la humedad y los fermentos derivados de la descomposición de los residuos de cosecha del plátano como son el pseudotallo y el rizoma (cepa, cormo). Con el uso del pseudotallo de plantas cosechadas se pueden construir diferentes tipos de trampas para atraer adultos de picudo negro a las que se agrega el agente biorregulador *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill.

Según la investigación de la universidad de Chimborazo realizado por Moreno (2022) se destaca que la infección del hospedero por la mayoría de los hongos entomopatógenos, incluyendo *B. bassiana*, consiste en la adhesión de conidios a la cutícula, aunque también puede entrar a través del sistema respiratorio, seguido de la germinación e infección de los insectos objetivo. Una vez adherido inicia la segunda etapa que es la germinación, la cual inicia con la formación de un tubo germinativo, similar a un apresorio, el cual ayuda a la etapa de penetración. La penetración de las hifas se produce a través de la actividad de las enzimas líticas de la cutícula producidas por el hongo, la proliferación en el interior del hemocele y la muerte del hospedador por toxemia. La estrategia de infección implica una combinación de presión mecánica y degradación de los componentes cuticulares por las enzimas líticas de la cutícula producidas por el hongo.

De acuerdo con un estudio realizado por la universidad técnica de Babahoyo López (2020) destaca que los picudos son cucarachones de cuerpo duro (pertenecientes al orden coleóptera) que se caracterizan por presentar un pico fuerte que le sirve para alimentarse y para hacer pequeñas perforaciones en los pseudotallos y cormo de las plantas que atacan, las larvas o gusanos que causan

daño al consumir el tejido, provocan heridas que debilitan a la planta y son puerta de entrada a microorganismos patógenos como los agentes causales del mal de Panamá y del moko, etc.

Entre los métodos de control de este insecto la literatura reporta varios, tales como: control químico, biológicos, culturales, inclusive combinaciones de estos, haciendo uso de trampas para reducir las poblaciones y así minimizar los daños disminuyendo el umbral de daño económico del picudo negro y aumentar el rendimiento del cultivo de plátano.

Dentro de un estudio realizado por Vélez (2021) por medio de la universidad de Quevedo se destaca que el control de los picudos se basa en el uso de insecticidas peligrosos; alternativas menos tóxicas son necesarias. La eficiencia del hongo *Beauveria bassiana* para el control de picudos, ha sido comprobada; pero, el desconocimiento de metodologías de aplicación, impide su uso en el país. Los insectos se capturan con trampas de pseudotallo tratadas con formulaciones de *B. bassiana* sólida, líquida o sin aplicación.

Finalmente, otro estudio realizado por medio de la universidad de Quevedo Mora(2020) nos revela que uno de los principales agentes de control es *Metarhizium anisopliae* el cual causa altos porcentajes de mortalidad al picudo negro. El mayor porcentaje de mortalidad para picudo negro y rayado se produce con valores de 32.33 % y 51.83 % respectivamente. El porcentaje de eficacia en campo fue de 30.50 % para picudo negro y 28.17% para picudo rayado.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Banano (*Musa paradisiaca*)

El banano como fruto es una falsa baya, de sabor dulce y carnosa. Esta fruta aporta contenido de sacarosa, fructosa, y fibra. Se clasifica como una fruta de alto valor energético. Agrotendencia (2018)

2.2.1.1 Etapas fenológicas del banano

Empieza desde la etapa vegetativa en donde tiene una duración de 6 meses y es donde en su inicio ocurre la formación de raíces principales y secundarias, desarrollo de pseudotallo e hijos. Luego, sigue la fase floral en donde contiene una duración de aproximadamente dos a tres meses de la fase vegetativa. El tallo floral se eleva del Cormo a través del pseudotallo y es visible hasta el momento de la aparición de la inflorescencia.

Además cuenta con su fase de fructificación, que dura aproximadamente de tres meses a partir de los seis meses de la fase floral. Esta es la fase en donde se diferencian las flores masculinas con las femeninas. Existe una disminución gradual del área foliar y finaliza con la cosecha. El tiempo desde inicio de la floración a la cosecha del racimo es de 81 a 90 días. Info Agrónomo (2019)

2.2.1.2 Taxonomía del banano

Tabla 1 Taxonomía del Banano

Nombre científico	<i>Musa Paradisiaca</i>
Género	Musa
Familia	Musaceae
Reino	Plantae
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
División	Magnoliophyta

Fundación Charles Darwin, 2023.

2.2.2 Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*):

El picudo negro es una plaga de importancia económica para el banano. Este coleóptero provoca serias infestaciones en todas las variedades de banano.

Principalmente atacan a las raíces, pseudotallo y el cormo del banano. Eso causa limitaciones en la absorción de nutrientes y agua. Como consecuencia, la planta de banano lleva a la muerte, ya que el insecto perfora y come el cormo. Agro productores (2020)

2.2.2.1 Ciclo de vida del picudo negro

El picudo negro pasa por cuatro estados biológicos. Los cuatro estadios son huevo, larva, pupa y adulto. El ciclo completo de vida de este coleóptero va de 30 a 40 días. La larva es la responsable de la mayoría de daño que causa esta plaga en banano. La hembra de este insecto es la encargada de poner de 60 a 100 huevos en su ciclo. El huevo tiene una duración de 15 a 20 días. Suárez (2020)

2.2.2.2 Morfología del picudo negro

Este coleóptero es de color negro, y su cuerpo está estructurado en forma de bote. Este insecto mide entre 0,5 a 2 cm de longitud aproximadamente. De ancho miden 1,4 cm. La cabeza es pequeña y redondeada. Sus huevos son de color crema, ovoides y de un tamaño aproximadamente de 2,5 x 1 mm. Las larvas son ápodas, esto significa que no poseen patas. Aldana de la torre (2011)

2.2.2.3 Reproducción del picudo negro

Su ciclo comienza cuando las hembras, luego de aparearse, oviponen en plantas de todas las edades, casi siempre sobre el cuello del cormo, muy cercano al nivel del suelo. Las larvas se encuentran en el interior de galerías en los tejidos de su hospedero donde se alimentan, se desarrollan y se transforman en pupa, hasta alcanzar el estado adulto. Olívaes (2021)

2.2.2.4 Taxonomía del picudo negro

Tabla 2 Taxonomía del picudo negro

Nombre científico	<i>Cosmopolites sordidus</i>
Familia	Curculionidae

Orden	Coleoptera
Filo	Arthropoda
Clase	Insecta
Género	Cosmopolites

Palomera, 2023

2.2.3 Control biológico

El control biológico de plagas y enfermedades consiste en reducir las poblaciones plaga por medio del uso de enemigos naturales; estos enemigos pueden ser otros insectos benéficos como depredadores y parasitoides, microorganismos como bacterias y hongos o extractos de plantas que cumplen con funciones alelopáticas.

El control biológico es una alternativa que se viene estableciendo desde la revolución verde bajo la premisa del cuidado al medio ambiente, la preocupación por la seguridad de los agricultores y de los consumidores y la apertura de mercados orgánicos; por tal motivo se ve la necesidad de buscar alternativas que brinden soluciones sostenibles. Agroactivo colombia (2021).

2.2.4 *Beauveria bassiana*

Beauveria bassiana es un hongo entomopatógeno que, en la actualidad, se utiliza como insecticida biológico por su eficacia contra numerosas plagas, entre ellas el picudo negro, en una amplia variedad de cultivos de gran importancia, como frutales, cítricos y hortalizas. Trips, mosca blanca, pulgones, psila, ácaros, etc., son algunos de los insectos plaga que puede combatir este hongo. Su eficacia se produce por su fase de adhesión, en la que se produce un contacto inicial con el insecto por su espóra (conidio). Este hongo es altamente efectivo para las trampas biológicas para picudo negro. Celtris Belchim (2022)

2.2.4.1 Control Etológico

El control etológico consiste en la utilización de atrayentes químicos naturales o sintéticos (feromonas, trampas, cebos alimenticios, repelentes e inhibidores) para

controlar las poblaciones de plagas que causan daño en cultivos de importancia económica.

Este método de control se basa en aprovechar las reacciones de comportamiento en respuesta a la presencia u ocurrencia de estímulos atractivos de naturaleza química, física y mecánica, en el insecto o insectos plaga a controlar. Soler.M (2017)

2.2.4.2 Trampas de feromonas

El control etológico constituye una estrategia para gestionar insectos plaga al aprovechar su comportamiento. Un ejemplo de este enfoque son las trampas de feromonas, las cuales utilizan la comunicación química intraespecífica mediante feromonas sexuales, empleadas por los insectos para buscar pareja y reproducirse. Al capitalizar la reacción de los insectos a estos estímulos en sus hábitats naturales es posible diseñar trampas colocadas estratégicamente en la parcela para monitorear y/o interrumpir el apareamiento de las poblaciones de plagas insectiles.

Las trampas con feromonas atraen y capturan a los insectos machos al simular el aroma de las hembras, evitando así los apareamientos naturales. Este enfoque reduce la infestación de plagas y facilita una evaluación temprana, permitiendo tomar decisiones sobre la aplicación de otras técnicas de control y anticipando posibles ataques de plagas en el cultivo. Esto, a su vez, conduce a una disminución en el uso de insecticidas. INIFAP (2018)

3. Materiales y métodos

3.1 Delimitación de la investigación

3.1.1 Espacio:

El lugar en donde se ejecutará el trabajo de investigación es de 1 hectárea que mantienen especies de renovación obtenidas de laboratorio (variedad Cavendish). La misma está ubicada dentro de la hacienda bananera Nueva Esperanza en el recinto la Zulema km 9 vía El Triunfo Bucay, provincia del Guayas sus coordenadas son -

2.314585,-79.326904.



Figura 1. Ubicación del área de estudio. (Gutiérrez, 2024)

3.1.2 Tiempo

El período de investigación se lo realizará en los meses de enero, febrero, marzo y abril del año 2024.

3.1.3 Población

La principal población a la que va dirigido este trabajo de titulación o los de impacto directo, son todos los productores bananeros del Ecuador. Según el último

censo del INEC (2020), indica que actualmente existe una cantidad de 9000 productores bananeros en el país, de los cuales 8500 son considerados medianos o pequeños.

3.2 Enfoque de la investigación

3.2.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada de campo, ya que se va a realizar en una hacienda bananera y el conocimiento que se genere ayudará a resolver la problemática. En este caso, el problema es la incidencia del picudo negro en el cultivo de banano. Y su nivel de conocimiento de la investigación es correlacional debido a que se visualizará la causa y efecto.

3.2.2 Diseño de investigación

La investigación es experimental donde se evaluará con experimentos y se controlará todas las variables a investigarse, cómo las variables independiente y dependiente.

3.3 Metodología

3.3.1 Variables

3.3.1.1 Variable independiente

Las variables independientes en este caso son el control biológico y etológico que se aplicará para el control del picudo negro. Dentro del control biológico encontramos el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*. Su concentración de aplicación es de 1×10^9 ufc/ ml, con una dosisificación de 1L/ha del producto Bbplus de MICROTECH. Además, en el control etológico se aplicará la feromona Cosmolure (nombre comercial) y su ingrediente activo es Sordidin (2, 8 dixosa-1-etil-3,5,7-trimetilbicyclo3.2.1 octano) con una concentración de 246.6 g/kg de Sordidin.

3.3.1.2 Variable dependiente

Encontramos dos variables dependientes en el trabajo de investigación. La primera variable dependiente es la mortalidad de la planta de banano que se ve

afectada por el picudo negro, además la segunda variable dependiente es la densidad poblacional del insecto que buscamos controlar principalmente.

3.3.2 Hipótesis

La hipótesis para este trabajo de investigación experimental es la siguiente: La presencia y abundancia del picudo negro será mayor dentro del control etológico mediante las trampas de feromonas.

3.4 Diseño experimental

En el área de estudio se aplicará el diseño estadístico completamente al azar, en donde se realizará dos tratamientos con diez repeticiones. Los dos tratamientos van a ser el control biológico y el control etológico, se verán dentro de las 10 repeticiones que son las 10 trampas que se aplicarán en 1 hectárea 165x61 (10025m²). También se realizará un testigo de control en blanco.

Para realizar el diseño se basó en una tabla de números aleatorios en estadística. La distancia entre cada trampa en la planta dentro de las columnas es de 10 metros.

Tabla 3 *Diseño experimental en 1 ha en banano, código de control (1 = hongo, 2 = feromona, 3 = testigo).*

Plantación control	Plantación control
1	1
2	1

2	2	10 mt
3	3	
1	2	
2	1	
3	2	
1	3	
2	1	
3	3	
2	3	
1	2	
3	3	
1	2	
1	3	

61 mt

Elaborado por Gutiérrez, 2023

3.4.1 Recursos

Durante el proceso de experimentación de 4 meses necesitará de los siguientes recursos.

Tabla 4 Necesidad de recursos durante el proceso de investigación.

Materiales	Valor (dólares)
------------	--------------------

1 ha. de banano 10 pseudotallos 20 hojas de banano	\$5000.00
<i>Beauveria bassiana</i> (BB PLUS)	\$35.00
10 sobres de Feromona Cosmolure	\$50.00
10 tarrinas plásticas de una libra	\$3.00
1 rociador de color amarillo	\$7.00
1 rociador de color azul	\$7.00
1 rociador de color rojo	\$7.00
30 cintas plásticas de colores	\$30.00
3 rollos de alambre fino	\$10.00
3 litros de agua	\$3.00
1 detergente 5 gramos	\$11.00
1 computador	\$2000.00
1 flexómetro	\$10.00
1 cuaderno	\$4.00
2 bolígrafos	\$1.00
1 pala	\$10.00
1 machete	\$11.00
Total	\$7199.00

Elaborado por Gutiérrez, 2023

3.5 Métodos y técnicas

Según Anne Vezina (2020) del ministerio de agricultura francés recomienda que para un trapeo exitoso de picudo negro en banano se debería realizar entre 10 a 16 trampas por hectárea. Además, recomienda que la distancia más eficaz entre trampa y trampa es de 10 a 20 metros por hectárea. Por esta razón al momento de

delimitar la hectárea de banano que se usará para el trampeo de picudo negro, se tomará en cuenta esta recomendación del autor. Las trampas van a ser colocadas de una distancia de 10 metros entre trampa. Así mismo, se colocarán 10 trampas dentro de la hectárea a experimentar.

Se eligió un diseño completamente al azar ya que tenemos dos tratamientos el control biológico y etológico y varias repeticiones. Según Francisco F. Vera (2018) afirma que el diseño experimental completamente al azar, tiene la ventaja de ser el más simple de todos los diseños que se utilizan para comparar dos o más tratamientos, debido a que sólo se consideran dos fuentes de variabilidad tanto los tratamientos y el error aleatorio.

Para la preparación de las trampas con *Beauveria bassiana*, se necesitará 10 pseudotallos para realizar la trampa tipo sandwich. Con la ayuda del machete desinfectado con alcohol al 70% se procede a cortar el tallo en dos partes iguales para después juntarlos y así se haga la forma de sandwich. Una vez que estén las trampas se colocará 0,10ml de *Beauveria bassiana* BB Plus dentro del sandwich para que este actúe de manera entomopatógena, y de esta manera el insecto se quedará atrapado en la misma. Como se mencionó anteriormente, el tipo de trampa tipo sandwich hará que el insecto quede atrapado pero se tomará una hoja de banano para cubrir la trampa de las precipitaciones. De esta manera se creará un tipo de oscuridad para el insecto debido a su hábito nocturno.

Ahora bien, una vez que ya estén las trampas tipo sandwich se procederá a realizar y colocar las trampas con la feromona cosmolure. Para la aplicación de esta trampa de feromonas se necesitará de 10 tarrinas de 1 libra más 250 ml de agua y 5 gramos de detergente. Dentro de cada tarrina se colocará el agua más detergente y se lo diluye para que simule un tipo de problema para el movimiento del picudo negro. Después, mediante los alambres se amarra el sobre de feromona y queda guindada encima de la base de agua. Esta técnica sirve para que el picudo huelga la feromona, se suba en la trampa y caiga dentro de ella. Finalmente, queda atrapado en la trampa

por el agua con detergente que impiden su movimiento.

Adicionalmente, se utilizará de 10 trampas tipo sanduche para que sirvan cómo testigo en blanco dentro del diseño completamente al azar. Para iniciar el muestreo se deberá tener las trampas ubicadas, luego con el rociador rojo se procederá a marcar el tallo de la planta en donde está la trampa de feromona, con el rociador amarillo se marcará el tallo de la planta en donde esté la trampa con hongo y finalmente, se marcará el tallo de la planta que tenga la trampa testigo con el rociador azul. De esta manera con la utilización de los colores se podrá monitorear, muestrear y marcar ordenadamente cada trampa para su identificación en el diseño completamente al azar.

Se utilizarán las técnicas de observación y toma de datos para monitorear la cantidad de picudos que queden atrapados en cada trampa dentro del diseño. Se realizarán muestreos y tomas de datos cada 10 días durante el primer mes, luego del primer mes cada 15 días. De esta manera se puede obtener eficientemente la información de densidad del picudo negro de cada tipo de trampa.

Para el procesamiento de datos, se observará cuantos picudos hay en cada trampa para anotarlos en la tabla de datos en el cuaderno. Cada vez que se vaya a monitorear se anotan los datos. De esta manera podremos saber la densidad poblacional del picudo negro durante los 4 meses. Finalmente, para el análisis de los resultados, se analizará cada tabla de datos de monitoreo para desarrollar el análisis de varianza y la media, mediana, moda y desviación estándar. De esta manera, la tabulación de datos de la densidad poblacional del insecto será clara para determinar que tratamiento será mejor. Con la ayuda de la herramienta Infostat, podremos desarrollar las diferentes tablas y el desarrollo del analisis de varianza de los tratamientos.

3.5.1 Diagrama de flujo de las actividades experimentales a realizar durante su trabajo de titulación



Figura 2. Diagrama de Flujo de Actividades realizadas

3.6 Análisis estadístico

El análisis estadístico será descriptivo, ya que se va a medir la media, mediana, moda, desviación estándar y varianza de los datos que se obtengan mediante las trampas para evaluar la densidad poblacional del picudo negro. Sin embargo, también será inferencial ya que se necesitará de un análisis de varianza ANOVA para analizar los resultados de los 3 tratamientos. Se usará la prueba de t student al 95% ya que tenemos 2 tratamientos principales y de esta manera se podrá analizar el nivel de significancia entre los tratamientos.

4. Resultados

4.1 Implementación de trampas de manejo integrado de plagas para obtener un control biológico y etológico con el debido monitoreo de picudo negro en banano.

Se presenta en la tabla 1 los resultados de los tratamientos en el monitoreo para el control de picudo negro mediante un análisis estadístico descriptivo.

Tabla 5 Análisis descriptivo

Unidades: número de individuos

Tratamientos	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	varianza
feromona	8,9	9	8	1,95	3,88
bbplus	5,38	5	4	2,36	5,58
testigo	0,96	1	1	0,66	0,44

Gutierrez,2024

4.2 Determinación de la eficacia de agentes de control biológico, *Beauveria bassiana* en el control de las densidades poblacionales del picudo negro en banano.

Tabla 6 Prueba t-student para dos medias

Se presenta en la tabla 6 una comparación de medias mediante la prueba t-student sobre los tratamientos de bbplus y testigo.

	BBplus	Testigo	
<i>Gutiérrez, 2024</i>			
Media	5,3875	0,9625	4.3
Varianza	5,582120253	0,441613924	
Observaciones	80	80	
Varianza agrupada	3,011867089		
Diferencia hipotética de las medias	0		
Grados de libertad	158		
Estadístico t	16,12595224		
P(T<=t) una cola	1,65778E-35		
Valor crítico de t (una cola)	1,654554875		
P(T<=t) dos colas	3,31557E-35		
<u>Valor crítico de t (dos colas)</u>	<u>1,975092073</u>		

Determinación de la eficacia de la feromona Cosmolure en el control de las densidades poblacionales del picudo negro.

Tabla 7 Prueba t para dos medias

Se presenta en la tabla 3 una comparación de medias mediante la prueba t-student sobre los tratamientos de feromona y BB plus.

	feromona	BB plus
Media	8,9	5,3875
Varianza	3,837974684	5,582120253
Observaciones	80	80
Varianza agrupada	4,710047468	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	158	
Estadístico t	10,23608036	
P(T<=t) una cola	1,74992E-19	
Valor crítico de t (una cola)	1,654554875	
P(T<=t) dos colas	3,49983E-19	
Valor crítico de t (dos colas)	1,975092073	

Gutiérrez, 2024

Tabla 8 Análisis de varianza de picudos encontrados en los tratamientos de feromona, hongo y testigo 0,05 de significancia

Se presenta en la tabla 8 el análisis de varianza de picudos encontrados dentro de los 3 tratamientos

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad para F</i>	<i>Valor crítico</i>
					1,88	
Entre grupos	25312,58333	2	12656,29167	126,880117	056 E-12	3,466800112
Dentro de los grupos	2094,75	21	99,75			
Total	27407,33333	23				

Gutiérrez, 2024.

5. Discusión

El tratamiento con feromonas fue el más eficiente, capturando un promedio de 8.9 *Cosmopolites sordidus* por trampa, mientras que el tratamiento con Bbplus capturó 5.38 individuos, y el testigo solo capturó 0.96 individuos, siendo

significativamente inferior a los demás tratamientos.

Aunque el análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre los tres tratamientos, el valor positivo del estadístico t indica que tanto el tratamiento con feromonas como el Bbplus fueron más eficientes que el testigo en términos de captura de picudos negros.

En este estudio se demostró que el uso de feromonas fue el tratamiento más efectivo, capturando la mayor cantidad de *C. sordidus*. Este resultado está en línea con las investigaciones de Gold et al. (2001), Dender (2018) y Tresson et al. (2021), quienes también han demostrado la eficacia de las feromonas en la captura de esta especie de insecto. El tratamiento con Bbplus, aunque capturó un menor número de picudos negros (5.38), no debe ser considerado menos eficiente como método de control. Ramírez y Torres (2016) y Chompol (2022) han demostrado que Bbplus puede ser un agente de control biológico eficaz contra *C. sordidus*.

Las feromonas, sustancias químicas secretadas por los insectos para comunicarse, juegan un papel crucial en la atracción de machos hacia hembras, convirtiéndose en una herramienta útil para el control de esta plaga (Bestmann y Vostrowsky, 2018). Bbplus, por otro lado, es un insecticida biológico que contiene la bacteria *Beauveria bassiana*, la cual produce toxinas letales para las larvas de los picudos negros (de Maagd, R. 2015; Moran, 2021).

Aunque no hubo diferencias significativas en el análisis de varianza, la eficiencia del tratamiento con feromonas en la captura de picudos negros destaca su potencial como herramienta de control de plagas, mientras que Bbplus sigue siendo un método biológico valioso para el manejo de *C. sordidus*.

6. Conclusiones

El análisis descriptivo indicó que, entre los tres tratamientos, el tratamiento con feromonas Cosmolure capturó un promedio de 8.9 picudos negros por trampa, superando a los tratamientos con *Beauveria bassiana* y al tratamiento testigo. Esto resultó en una mayor moda y mediana para el tratamiento con feromonas. Sin embargo, el tratamiento con el hongo mostró una mayor desviación estándar y varianza, reflejando más variabilidad en su efectividad.

La prueba t de Student reveló que no hay diferencias significativas entre los tratamientos con *Beauveria bassiana* y el tratamiento testigo, confirmando que ambos son efectivos para el control del picudo negro. El valor t positivo demostró que el tratamiento con el hongo fue más efectivo que el tratamiento testigo, capturando un mayor número de picudos negros.

La prueba t de Student final mostró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos con feromona Cosmolure y *Beauveria bassiana*, ya que la probabilidad de error fue mayor a 0.05. Esto sugiere que ambos tratamientos son efectivos para la captura de picudos negros.

El análisis ANOVA entre los tres tratamientos demostró que no existen diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, se determinó concluyentemente que el tratamiento con feromona Cosmolure es el más efectivo para la captura de picudos negros en cultivos de banano, debido a su mayor tasa de captura. Este hallazgo subraya el potencial de las trampas de feromonas como un método superior para el control de plagas en la agricultura sostenible, proporcionando una solución confiable y eficiente para el manejo de poblaciones de picudos negros.

7. Recomendaciones

Considerar un mayor tiempo para la realización de las trampas de feromonas y hongo, ya que se necesita una buena precisión y constancia al momento de realizar dichas trampas. Realizar un monitoreo más continuo ya que la abundancia de este insecto en bananeras es alta.

Implementar de un buen manejo integrado de plagas antes de colocar y elaborar las trampas de picudo negro, de esta manera se podrá evitar que insectos no deseados no caigan en las trampas de picudo negro. La práctica de estas técnicas puede favorecer a la captura de insectos.

Reducir los costos de las trampas, ya que el precio de feromonas Cosmolure a gran escala puede llegar a no ser económico. De esta manera el productor bananero puede tener un mejor balance económico al momento de implementar las trampas de feromonas.

Capacitar e instruir a los trabajadores de campo, jefes de campo y a todas las personas que trabajan dentro de la industria bananera acerca del peligro de esta plaga. El picudo negro es uno de los insectos plaga más peligrosos para el banano, por lo que una educación para capturarlos sería esencial.

Contemplar hacer este proyecto de captura de picudos negros en banano durante la época seca, porque así se podrá evitar que las trampas se desubiquen del área establecida debido a las fuertes lluvias. De esta manera el monitoreo sería más fácil sin el peligro de sufrir una inundación o destrucción de las trampas por el agua.

8. Referencias

Agroactivo, I (2021) *Control Biológico de Plagas Y enfermedades*, Agroactivo.

<https://agroactivocol.com/manejo-integrado-y-preventivo-de-plagas/control>

[biologico-de-plagas-y-enfermedades/](#)

Agrotendencia (2018) *Banano: Conoce sus beneficios, propiedades y su cultivo* - *agrotendencia.tv*. <https://agrotendencia.tv/agropedia/musaseas/el-cultivo-de-banano/>

Aldana de la torre, R., Aldana de la torre, J. and Moya, O. (2011) *Manejo del Picudo*, *ica.gov*. <https://www.ica.gov.co/getattachment/19e016c0-0d14-4412-af12-03eecfe398f2/Manejo-del-picudo--Rhynchophorus-palmarum-L->

Almudena (2023) *Beauveria bassiana: Todo Lo Que Necesitas Saber, Certis Belchim*. Available at: <https://certisbelchim.es/beauveria-bassiana-todo-lo-que-necesitas-saber/> .

Armendáriz, I. et al. (2015) *Efectos del control del Picudo Negro (cosmopolites sordidus) en el plátano*¹, *Agronomía Mesoamericana*. Available at: https://www.redalyc.org/journal/437/43745945010/html/#redalyc_43745945010_re_f4 (

Bestmann, H. J., & Vostrowsky, O. (2018). Pheromones of the Coleoptera. In *Handbook of Natural Pesticides* (pp. 95-183). CRC Press.

Briones, M. (2020) *Comparación del control Biológico y Químico del Picudo (cosmopolites sordidus) Tesis agronomía* Available at: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BRIONES%20GUERRERO%20MIGUEL%20ANGEL_compressed.pdf

Cárdenas, J. C. (2021). Control biológico del picudo negro (Cosmopolites sordidus) en la producción de banano en Perú [Tesis doctoral]. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Peru.

<https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/8641/TAG0099>

[9E88.pdf?sequence=5&isAllowed=y](#)

Carvajal, O. (2009) *Control del picudo del plátano Cosmopolites sordidus Germar (Coleóptera, Curculionidae) por el nematodo Heterorhabditis bacteriophora (Heterorhabditidae)*. Available at:

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/>

Charles Darwin Foundation (2023) *Lista de especies de Galápagos, Fundación Charles*

Darwin. <https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/checklist?species=15746>

Chompol, G. (2022) *Repositorio Digital UCSG: Control Biológico y etológico de picudo negro* Available at:

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/6938>

Chompol, G. (2022). Control etológico de *Cosmopolites sordidus* (picudo negro) con la aplicación de tres atrayentes naturales en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.) (Bachelor's thesis, Jipijapa-Unesum).

Dender, J. (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 2018* (Doctoral dissertation).

de Maagd, R. (2015). *Bacillus thuringiensis*-based products for insect pest control. Principles of Plant-Microbe Interactions: Microbes for Sustainable Agriculture, 185-192.

FAO (2021). *Cosmopolites sordidus*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from <https://www.fao.org/agriculture-and-consumer-protection/pests-diseases/pest-database/searchresults/codes/COSM/en/>

FAO (2020) *Introduction, Home*. Available at:

<https://www.fao.org/3/y5102s/y5102s03.htm>

Gold, C. S., Pena, J. E., & Karamura, E. B. (2001). Biology and integrated pest management for the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar)(Coleoptera: Curculionidae). *Integrated Pest Management Reviews*, 6, 79-155.

Gomez, J. (2019) *1/4 control del Picudo Negro del Plátano - IT2, institute technique tropical*. https://it2.fr/app/uploads/2022/01/DOC_IT2_2012-Fiche-manuel-BGM-n3-Charancons_ESP_BD1.pdf (Accessed: 15 November 2023).

Gonzalez, carolina (2009) *Evaluación Biológica del Manejo de picudos y nematodos - scielo*. Available at:

<http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v58n4/v58n4a05.pdf>

NEC (2020) *Censo Nacional Agropecuario - Instituto Nacional de Estadística Y Censos*. Available at: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>

INIAP (2019). Manual de control biológico del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en el banano. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Retrieved from <https://www.iniap.gob.ec/publicaciones/manual-de-control-biologico-del-picudo-negro-cosmopolites-sordidus-en-el-banano/>

Instituto Nacional de Variedades Frutales (INAVFRUT). (2023). Manejo integral de la producción de plátano. Editorial: Mawil. Disponible en: <https://mawil.us/wp-content/uploads/2023/03/manejo-integral-de-la-produccion-de-platano.pdf>

Instituto nacional de investigadores forestales agrícolas y pecuarios (2018)

Trampas de feromonas, *gob.mx*. manual de prácticas de bioinsumos pág. 8
obtenido de:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737321/12_Trampas.pdf

López Chanalata, Á.L. (2020) *Incidencia y control del Picudo Negro (cosmopolites sordidus) en el Cultivo de Plátano en el Ecuador, DSpace Principal.*

Obtenido de: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8481>

(Lopez, G. (2017) *Universidad Rafael Landívar Facultad de Ciencias Ambientales*
Y ... Available at:

<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/06/17/Lopez-Gerson.pdf>

L, K. (2021) *Canarian banana producers can now transition more easily to sustainable*

agriculture, FreshPlaza. <https://www.freshplaza.com/europe/article/9370309/canarian-banana-producers-can-now-transition-more-easily-to-sustainable-agriculture>

Mora, R.A. (2020) trabajo de tesis *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., Repositorio digital UTEQ.*

<https://repositorio.uteq.edu.ec/items/5c777d9a-2d78-4c48-b27b-1815d9d6af2d>

Morán, A., Galarza, G., Parrales, Y., Alvarado, D., García, L., Flores, H., & Aragone, D. (2021). Controle biológico do gorgulho da bananeira *Cosmopolites sordidus* Germar com a utilização de diversas cepas de *Beauveria bassiana* em condições de laboratório. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(4), 5527-5542.

Moreno, G. (2020) *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Orellana*,
evaluación de

beauv. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18638/1/01072.pdf>

Olivares, N. (2021) *Manejo del picudo negro del banano en Rapa Nui Mediante Feromonas* INIA.

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68431/18.pdf>

Palomera, C. (2021) *Picudo Negro del Plátano (cosmopolites sordidus)*,
NaturaLista Mexico. [https://www.naturalista.mx/taxa/305001-Cosmopolites sordidus](https://www.naturalista.mx/taxa/305001-Cosmopolites-sordidus)

Perez, L. alfonso (2020) *Picudo Negro del Banano (cosmopolites sordidus)*,
Home -.De: [https://agroproductores.com/picudo-negro-del-banano cosmopolites-sordidus/](https://agroproductores.com/picudo-negro-del-banano-cosmopolites-sordidus/)

Ramírez, J., & Torres, H. (2016). Control de *Cosmopolites sordidus* en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*) usando tres agentes biológicos *Heterorhabditis bacteriophora*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*.

RedAgricola, redagricola (2023) *Principales plagas Y Enfermedades del Banano*,
Redagrícola. Available at: [https://redagricola.com/principales plagas-y-enfermedades-del-banano/](https://redagricola.com/principales-plagas-y-enfermedades-del-banano/)

Soler, m (2017) *Huancavelica: Control etológico contra Plaga de Langostas*,
SENASA al día. [https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/huancavelica control-etologico-contr-plaga-de-langostas/](https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/huancavelica-control-etologico-contr-plaga-de-langostas/)

Suarez, L. (2022). *Efectividad del hongo Beauveria bassiana en trampas para manejo del picudo del cultivo de plátano (Cosmopolites sordidus: Coleoptera Curculionidae)* Tonalá- Chinandega,
2019 <https://repositorio.una.edu.ni/4075/1/tnh10s939.pdf>

Tresson, P., Tixier, P., Puech, W., & Carval, D. (2021). The challenge of biological control of *Cosmopolites sordidus* Germar (Col. Curculionidae): A review. *Journal of Applied*

Torres Ramos, N. L. (2023). Aplicación de un paquete tecnológico en el cultivo de plátano hartón (*Musa paradisiaca*) como modelo de producción agrícola en la inspección de Veracruz - Meta. de: https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/318

Ubilla, P. (2007) *Control de Picudo Negro (Cosmopolites Sordidus) con Barrera ... - Zamorano*. Available at:

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/79f2ccdb-f43e-4034-992c-c5c67621aa6a/content>

Vélez, A. (2021) trabajo de tesis '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, UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/082bfb1f-81a3-456a-808b-1c49196866c7/full>

Venero, R. (2021) *7 plagas Y Enfermedades del Banano orgánico que deberías conocer, BIOALTERNATIVA*. Available at:

<https://www.bioalternativaeyf.com/2021/07/7-plagas-y-enfermedades-del-banano-organico-que-deberias-conocer/>

Vézina, A. Baena. A (2020) Trampas de Feromonas, Improving the understanding of banana., MinisterioDeAgriculturaFrances

<https://www.promusa.org/Trampas+de+feromonas>

Zapata, coronado (2016) *Repositorio Digital UCSG: Control Biológico y etológico*

de *picudo negro* ... Available
 at: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/6938>

9. Anexos

Tabla de datos crudos picudos capturados por feromona

FEROMONA	m.15e nero	m.30e nero	m.14fe brero	m.29fe brero	m.14m arzo	m.30m arzo	m.13 abril	m.27 abril
trampa 1	7	10	12	8	9	11	9	12
trampa 2	8	11	9	13	8	9	8	7
trampa 3	6	9	13	10	13	8	9	9
trampa 4	10	9	14	12	12	10	10	8
trampa 5	10	11	8	7	7	9	7	10
trampa 6	9	8	10	9	8	7	11	8
trampa 7	5	7	7	8	10	7	7	8
trampa 8	9	4	9	9	7	11	8	8
trampa 9	11	6	5	11	6	9	10	10
trampa 10	9	8	8	6	9	10	8	10

total	84	83	95	93	89	91	87	90
--------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Unidades: número de individuos picudo negro

Tabla datos crudos picudos capturados por *beauveria bassiana*

HONG O	m.15e nero	m.30e nero	m.14fe brero	m.29fe brero	m.14m arzo	m.30m arzo	m.13 abril	m.27 abril
t1	2	5	7	10	6	6	8	4
t2	4	2	3	6	9	8	5	7
t3	3	4	5	6	5	8	5	9
t4	2	3	4	5	4	9	9	8
t5	4	6	9	8	8	4	8	6
t6	5	1	6	4	7	4	7	9
t7	3	2	2	3	6	7	7	6
t8	2	1	4	3	9	6	4	7
t9	2	3	8	7	4	9	4	7
t10	1	2	7	5	3	5	7	8
total	28	29	55	57	61	66	64	71

Unidades: número de individuos de picudo negro

Tabla picudos capturados por testigo

TESTI	m.15e	m.30e	m.14fe	m.29fe	m.14m	m.30m	m.13	m.27
GO	nero	nero	brero	brero	arzo	arzo	abril	abril
t1	1	0	0	2	1	2	2	2
t2	0	0	0	1	1	1	1	1
t3	0	1	1	2	1	2	1	1
t4	2	1	1	1	1	3	1	1
t5	1	2	0	0	1	2	1	1
t6	0	1	0	1	1	1	2	1
t7	1	1	0	2	0	1	1	1
t8	0	1	0	1	2	1	1	1
t9	1	0	1	0	1	1	1	1
t10	0	0	2	1	1	1	1	1
total	6	7	5	11	10	15	12	11

Unidades: número de individuos de picudo negro

Imágenes del trabajo experimental en el campo







