

UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO
FACULTAD DE POSGRADO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

INFORME DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

MAGÍSTER EN BIOTECNOLOGIA

TEMA:

EFFECTO DE BIOINSECTICIDAS EN EL CONTROL DE TRIPS DE LA MANCHA
ROJA (*Chaetanaphothrips signipennis*). EN EL CULTIVO DE BANANO
ORGÁNICO EN LA ZONA DE MARISCAL SUCRE

Autores:

Andy Steven López Cajas
Juan Carlos Cabrera Mera

Director:

JUAN DIEGO VALENZUELA COBOS, PhD.

Milagro, 2025

Derechos de autor

**Sr. Dr.
Fabricio Guevara Viejó
Rector de la Universidad Estatal de Milagro
Presente.**

Nosotros, **Andy Steven López Cajas** y **Juan Carlos Cabrera Mera** en calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de este informe de investigación, mediante el presente documento, libre y voluntariamente cedo los derechos de Autor de este proyecto de desarrollo, que fue realizada como requisito previo para la obtención de mi Grado, de **Magíster en Biotecnología**, como aporte a la Línea de Investigación **INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este Proyecto de Investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, **24 de junio de 2025**

Andy Steven López Cajas
C.I.: 092832704-8

Juan Carlos Cabrera Mera
C.I.: 092068874-4

Aprobación del tutor del Trabajo de Titulación

Yo, **PhD. Juan Diego Valenzuela Cobos** en mi calidad de director del trabajo de titulación, elaborado por **Andy Steven López Cajas** y **Juan Carlos Cabrera Mera**, cuyo tema es **EFFECTO DE BIOINSECTICIDAS EN EL CONTROL DE TRIPS DE LA MANCHA ROJA (*Chaetanaphothrips signipennis*). EN EL CULTIVO DE BANANO ORGÁNICO EN LA ZONA DE MARISCAL SUCRE**, que aporta a la Línea de Investigación **INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA**, previo a la obtención del Grado **MAGÍSTER EN BIOTECNOLOGÍA**. Trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Informe de Investigación de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, **24 de junio de 2025**

PhD. Juan Diego Valenzuela Cobos

C.I.: 0927981670

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
FACULTAD DE POSGRADO
ACTA DE SUSTENTACIÓN
MAESTRÍA EN BIOTECNOLOGÍA

En la Facultad de Posgrado de la Universidad Estatal de Milagro, a los seis días del mes de agosto del dos mil veinticinco, siendo las 11:00 horas, de forma VIRTUAL comparece el/la maestrante, ING. LOPEZ CAJAS ANDY STEVEN, a defender el Trabajo de Titulación denominado " **EFFECTO DE BIOINSECTICIDAS EN EL CONTROL DE TRIPS DE LA MANCHA ROJA (CHAETANAPHOTHRIPS SIGNIPENNIS). EN EL CULTIVO DE BANANO ORGÁNICO EN LA ZONA DE MARISCAL SUCRE** ", ante el Tribunal de Calificación integrado por: Mgs VILLAVICENCIO YANOS CHRISTIAN MIGUEL, Presidente(a), Dra. NORIEGA VERDUGO DELIA DOLORES en calidad de Vocal; y, MARTINEZ VALENZUELA GUSTAVO ELIAS que actúa como Secretario/a.

Una vez defendido el trabajo de titulación; examinado por los integrantes del Tribunal de Calificación, escuchada la defensa y las preguntas formuladas sobre el contenido del mismo al maestrante compareciente, durante el tiempo reglamentario, obtuvo la calificación de: **98.67** equivalente a: **EXCELENTE**.

Para constancia de lo actuado firman en unidad de acto el Tribunal de Calificación, siendo las 12:00 horas.



Mgs VILLAVICENCIO YANOS CHRISTIAN MIGUEL
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



Dra. NORIEGA VERDUGO DELIA DOLORES
VOCAL



MARTINEZ VALENZUELA GUSTAVO ELIAS
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL



ING. LOPEZ CAJAS ANDY STEVEN
MAGÍSTER

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
FACULTAD DE POSGRADO
ACTA DE SUSTENTACIÓN
MAESTRÍA EN BIOTECNOLOGÍA

En la Facultad de Posgrado de la Universidad Estatal de Milagro, a los seis días del mes de agosto del dos mil veinticinco, siendo las 11:00 horas, de forma VIRTUAL comparece el/la maestrante, ING. CABRERA MERA JUAN CARLOS, a defender el Trabajo de Titulación denominado " **EFFECTO DE BIOINSECTICIDAS EN EL CONTROL DE TRIPS DE LA MANCHA ROJA (CHAETANAPHOTHRIPS SIGNIPENNIS). EN EL CULTIVO DE BANANO ORGÁNICO EN LA ZONA DE MARISCAL SUCRE** " , ante el Tribunal de Calificación integrado por: Mgs VILLAVICENCIO YANOS CHRISTIAN MIGUEL, Presidente(a), Dra. NORIEGA VERDUGO DELIA DOLORES en calidad de Vocal; y, MARTINEZ VALENZUELA GUSTAVO ELIAS que actúa como Secretario/a.

Una vez defendido el trabajo de titulación; examinado por los integrantes del Tribunal de Calificación, escuchada la defensa y las preguntas formuladas sobre el contenido del mismo al maestrante compareciente, durante el tiempo reglamentario, obtuvo la calificación de: **98.67** equivalente a: **EXCELENTE**.

Para constancia de lo actuado firman en unidad de acto el Tribunal de Calificación, siendo las 12:00 horas.



Firmado electrónicamente por:
**CHRISTIAN MIGUEL
VILLAVICENCIO YANOS**
Validar únicamente con Firma@C

Mgs VILLAVICENCIO YANOS CHRISTIAN MIGUEL
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**DELIA DOLORES
NORIEGA VERDUGO**
Validar únicamente con Firma@C

Dra. NORIEGA VERDUGO DELIA DOLORES
VOCAL



Firmado electrónicamente por:
**GUSTAVO ELIAS
MARTINEZ VALENZUELA**
Validar únicamente con Firma@C

MARTINEZ VALENZUELA GUSTAVO ELIAS
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**JUAN CARLOS CABRERA
MERA**
Validar únicamente con Firma@C

ING. CABRERA MERA JUAN CARLOS
MAGÍSTER

DEDICATORIA 1

El presente trabajo de investigación, se lo dedico a mi familia puesto que ellos al igual que yo se han esforzado mucho para que pueda llegar tan lejos.

A mi madre, padre y abuelo para poder llenarlos de orgullo.

A mi querida hija - hermana y hermano, para que encuentren en mí una razón para continuar y nunca abandonar sus metas por difíciles que estas sean.

A todas aquellas personas que de una u otra manera me impulsaron, me dieron ánimo, y buscaron hacer de mí una mejor persona.

Andy Steven López Cajas

DEDICATORIA 2

Este trabajo de investigación se la dedico a Dios por darme salud y las fuerzas necesarias para vencer todo obstáculo en mi estudio de Posgrado.

A mis padres: Gonzalo Cabrera Arias y Olga Mera Bueno, que con su enseñanza y valores hicieron en mí lograr muchas metas.

A mi esposa y mis hijas por todo el apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

A mis Hermanos, por su apoyo moral en mi estudio de Posgrado.

A todas las personas que estuvieron conmigo durante la carrera universitaria demostrándome su cariño y lealtad

Juan Carlos Cabrera Mera

AGRADECIMIENTOS 1

Agradezco primero a Dios que, sin importar la manera, sin cuestionar los métodos y de su mano he llegado tan lejos y sé que aún falta mucho por recorrer.

Agradezco a mi familia, todos sus sacrificios y aporte para que esta meta sea posible, ya que este es un camino recorrido en equipo y no pude elegir mejor equipo que ustedes.

Agradezco a mis amigos y a mis compañeros de trabajo, quienes de una manera u otra me impulsaron, me ayudaron y me permitieron alcanzar esta meta que tanto anhela.

Agradezco a las autoridades y personal administrativo que forman parte de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), por ayudarme y permitirme concluir con una etapa de mi vida, gracias por la paciencia y orientación en el desarrollo de esta etapa.

Me agradezco a mí por no claudicar, por no dejar de esforzarme, por aceptar lo difícil que fue y continuar, por nunca desistir, me agradezco a mí mismo por jamás rendirme.

Andy Steven López Cajas

AGRADECIMIENTOS 2

Agradezco en primer lugar a Dios, quien nos dio la vida y me ha colmado de Bendiciones a lo largo de este camino. A él, que con su infinito amor me otorgó la sabiduría y fortaleza necesarias para culminar este estudio de Posgrado.

Expreso mi más sincero agradecimiento, reconocimiento y cariño a mis padres por todo el esfuerzo que hicieron para brindarme una profesión y hacer de mí una persona de bien, gracias por los sacrificios y la paciencia que demostraron todos estos años; gracias a ustedes he llegado a donde estoy.

Asimismo, quiero agradecer de manera especial a mi esposa y a mis hijas, por todo el apoyo incondicional por su comprensión y por ser mi fuerza diaria para seguir adelante.

Mi agradecimiento al PhD. Juan Diego Valenzuela Cobos, por su invaluable orientación y colaboración en la planificación y ejecución del presente trabajo de investigación, y para aquellas personas que de una u otra manera me brindaron su apoyo, gracias ya que de una u otra forma me ayudaron a crecer como persona y como profesional.

Juan Carlos Cabrera Mera

Resumen

El presente trabajo de investigación evaluó la eficacia de diferentes bioinsecticidas en el control del trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*) en el cultivo de banano orgánico, en la parroquia Mariscal Sucre, provincia del Guayas, Ecuador. La plaga objeto de estudio representa una amenaza significativa para la calidad visual del fruto, impactando directamente en su aceptación comercial, particularmente en mercados de exportación con altos estándares estéticos. Se evaluaron cinco tratamientos: *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, piretrina natural, azadiractina (aceite de neem) y un control con agua, bajo un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones.

Las variables analizadas incluyeron el número de manos afectadas por racimo, número de dedos afectados, número total de daños por racimo y porcentaje de daño por racimo. Los resultados indicaron que, si bien no se observaron diferencias estadísticas significativas en las variables estructurales del racimo, sí se evidenciaron diferencias altamente significativas en las variables relacionadas con el daño. La azadiractina demostró ser el tratamiento más efectivo, con una drástica reducción en la incidencia de daño. Los hongos entomopatógenos mostraron eficacia intermedia, mientras que la piretrina natural tuvo un efecto limitado en persistencia. El estudio concluye que los bioinsecticidas constituyen una estrategia viable y sostenible dentro del manejo integrado de plagas en sistemas de producción orgánica de banano.

Palabras Claves: Trips de la mancha roja, *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, piretrina natural, azadiractina (aceite de neem).

Abstract

This research evaluated the efficacy of different bioinsecticides in controlling the red spot thrips (*Chaetanaphothrips signipennis*) in organic banana crops in the parish of Mariscal Sucre, Guayas province, Ecuador. This pest represents a significant threat to the visual quality of the fruit, directly impacting its commercial acceptance, particularly in export markets with high aesthetic standards. Five treatments were evaluated: *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, natural pyrethrin, azadirachtin (neem oil), and a water control, under a completely randomized experimental design with three replicates.

The variables analyzed included the number of affected hands per bunch, the number of affected fingers, the total number of damages per bunch, and the percentage of damage per bunch. The results indicated that, while no statistically significant differences were observed in the bunch structural variables, highly significant differences were evident in the damage-related variables. Azadirachtin proved to be the most effective treatment, with a dramatic reduction in damage incidence. Entomopathogenic fungi showed intermediate efficacy, while natural pyrethrin had a limited effect on persistence. The study concludes that bioinsecticides constitute a viable and sustainable strategy for integrated pest management in organic banana production systems.

Keywords: Red spot thrips, *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, natural pyrethrin, azadirachtin (neem oil)

Lista de Gráficos

Gráfico 1.....	33
Gráfico 2.....	34
Gráfico 3.....	36
Gráfico 4.....	37

Lista de Tablas

Tabla 1 taxonomía del Banano	14
Tabla 2 Resumen de aportes recientes.....	24
Tabla 3 DATOS A EVALUAR.....	32
Tabla 4 DATOS ESTADISTICOS.....	32
Tabla 5	34
Tabla 6	35
Tabla 7	37
Tabla 8	38
Tabla 9 tabla de datos en bruto.....	52
Tabla 10 datos de promedio general.....	56
Tabla 11 Datos SAS.....	56

Lista de Imágenes

Imagen 1 Producto de investigación a base de Piretrina Natural	57
Imagen 2 Producto de investigación a base de <i>Lecanicillium lecanii</i>	57
Imagen 3 Producto de investigación a base de agua purificada	58
Imagen 4 Producto de investigación a base de Azadirachtina	58
Imagen 5 Producto de investigación a base de <i>Beauveria bassiana</i>	59
Imagen 6 Fijador agrícola utilizado	59
Imagen 7 Dosificación mediante balanza analítica	60
Imagen 8 implementos utilizados para la medición y dosificación	60
Imagen 9 Preparación de Tratamiento 1	61
Imagen 10 Preparación de Tratamiento 2	61
Imagen 11 Preparación de Tratamiento 3	62
Imagen 12 Preparación de Tratamiento 4	62
Imagen 13 tratamientos Preparados	63
Imagen 14 Medición de pH a Tratamiento 1	63
Imagen 15 Medición de pH a Tratamiento 4	64
Imagen 16 Medición de pH a Tratamiento 3	64
Imagen 17 Dosificación de Tratamientos	65
Imagen 18 Identificación de Muestras sujetas a investigación	65
Imagen 19 Aplicación de Bioinsecticida	66
Imagen 20 Identificación de Muestras sujetas a investigación	66
Imagen 21 Identificación de Muestras sujetas a investigación	67
Imagen 22 Aplicación de Bioinsecticida	67
Imagen 23 Toma de Datos	68
Imagen 24 Toma de Datos	68

Índice / Sumario

Contenido

Introducción.....	1
CAPÍTULO I: El Problema de la Investigación	5
1.2. Delimitación del problema.....	6
1.3. Formulación del problema.....	6
1.4. Preguntas de investigación	6
1.5. Objetivos	7
1.5.1. Objetivo general	7
1.6. Hipótesis	7
1.7. Justificación	7
CAPÍTULO II: Marco Teórico Referencial	10
2.1. Antecedentes Referenciales	10
2.2. Marco Conceptual.....	12
2.3. Marco Teórico	25
CAPÍTULO III: Diseño Metodológico	30
3.1. Tipo y diseño de investigación	30
3.2. La población y la muestra	30
3.3. Los métodos y las técnicas	31
3.4. Procesamiento estadístico de la información.....	31
CAPÍTULO IV: Análisis e Interpretación de Resultados	33
4.1. Análisis e Interpretación de Resultados.....	33
CAPÍTULO V: Conclusiones, Discusión y Recomendaciones.....	40
5.1. Discusión	40
5.2. Conclusiones	43

5.3. Recomendaciones	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	52

Introducción

El cultivo del banano (*Musa spp.*) representa uno de los pilares económicos, sociales y agroambientales más relevantes en regiones tropicales y subtropicales del mundo. A nivel mundial, este frutal ocupa el cuarto lugar entre los cultivos alimentarios más importantes, después del trigo, el arroz y el maíz, destacándose no solo por su valor comercial, sino también por su aporte a la seguridad alimentaria y nutricional de millones de personas (Martínez-Solórzano & Rey-Brina, 2021). En el caso particular de Ecuador, el banano constituye uno de los principales productos de exportación no petrolera, generando divisas significativas y empleo para más de dos millones de personas directa e indirectamente vinculadas al sistema de producción, empaque, transporte y comercialización (Lezaun, 2024)

No obstante, la productividad y sostenibilidad del cultivo de banano están amenazadas por una diversidad de factores fitosanitarios, entre los cuales se destacan las plagas de incidencia directa en la calidad del fruto. Dentro de este grupo, el trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*) se ha convertido en una de las plagas más relevantes para el sistema productivo del banano orgánico, debido a que provoca daños visibles en la epidermis de los frutos, deteriorando su valor comercial y generando altas tasas de rechazo en los centros de empaque (Zapata Mandujo, 2021).

El daño causado por *C. signipennis* se caracteriza por manchas de color rojo óxido u oscuro en la superficie del fruto, producto de la alimentación del insecto durante el desarrollo del racimo. Estas lesiones, si bien no afectan el contenido interno del fruto, comprometen severamente su apariencia y calidad de exportación, especialmente en

mercados con altos estándares estéticos, como la Unión Europea y Estados Unidos (Polo & Wilson, 2021). Además, la presión regulatoria sobre el uso de plaguicidas sintéticos en dichos mercados ha impulsado la transición hacia sistemas de manejo más sostenibles, promoviendo el uso de bioinsumos como alternativa fitosanitaria.

El control de plagas en banano orgánico requiere estrategias que armonicen eficacia agronómica, inocuidad alimentaria y sostenibilidad ambiental. En este contexto, los bioinsecticidas derivados de hongos entomopatógenos, extractos vegetales y productos naturales han emergido como opciones promisorias. Entre ellos, destacan *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii*, hongos ampliamente estudiados por su capacidad de infectar y matar insectos plaga mediante mecanismos de penetración cuticular y acción enzimática (Cabezas Guerrero, y otros, 2025); Barreto Macías et al., (2021) . Asimismo, extractos botánicos como la azadiractina (derivada del *Azadirachtina indica* o neem) han demostrado efectos anti-alimentarios, repelentes, inhibidores del crecimiento y antioviposicionales sobre una amplia gama de insectos (Ramos Gorbeña & Rojas Llanque, 2021).

La piretrina natural, extraída del *Chrysanthemum cinerariifolium*, también ha sido evaluada por su efecto neurotóxico inmediato sobre insectos, actuando rápidamente, pero con una persistencia limitada debido a su sensibilidad a la luz ultravioleta (Vlaiculescu & Varróne, 2022). Estas características hacen que su aplicación deba ser cuidadosamente planificada en función de las condiciones ambientales del cultivo. Pese a los avances en la investigación de bioinsecticidas, su eficacia bajo condiciones de campo sigue siendo variable y dependiente de factores como la temperatura, humedad relativa, radiación solar, cobertura de aplicación, frecuencia de uso y

compatibilidad con otros manejos culturales (Mendoza Véliz, 2022). Por ello, es imprescindible desarrollar estudios locales que evalúen el desempeño de estos productos bajo condiciones agroclimáticas específicas y con metodologías que consideren la fenología del cultivo, los umbrales económicos de daño y la respuesta productiva.

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes bioinsecticidas en el control del trips de la mancha roja en el cultivo de banano orgánico, centrando la observación en cuatro variables clave: el número de manos afectadas por racimo, el número de dedos dañados, el número total de daños visibles y el porcentaje de daño por racimo. La investigación se llevó a cabo en la parroquia Mariscal Sucre (Provincia del Guayas, Ecuador), zona bananera tradicional donde se ha documentado una alta incidencia de *C. signipennis* y donde existen experiencias previas de manejo orgánico (Aguirre Cacao, 2022).

El enfoque metodológico empleado combinó un diseño experimental completamente al azar con cinco tratamientos: *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, piretrina natural, azadiractina y agua (testigo), con tres repeticiones por tratamiento. Esta estructura permitió analizar tanto los efectos individuales como comparativos entre bioinsecticidas, empleando análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de comparación de medias (Duncan, $\alpha = 0,05$), en línea con estudios agronómicos similares (Romainville Izaguirre, 2021).

El carácter de esta investigación reviste especial importancia al tratarse de un sistema de producción orgánico, donde el uso de insumos está estrictamente regulado por

normativas nacionales (Reglamento INEN) e internacionales (Reglamento CE N° 2018/848). La validación de insumos alternativos es esencial para garantizar la continuidad productiva, la calidad exportable y la certificación orgánica de fincas que abastecen los principales mercados del mundo (Lezaun, 2024).

Además del componente fitosanitario, esta investigación también contribuye al enfoque de producción sostenible, al evaluar productos de bajo impacto ambiental, escasa toxicidad para organismos no blanco y alta biodegradabilidad. La implementación de estas alternativas representa una herramienta estratégica dentro del Manejo Integrado de Plagas (MIP), en armonía con principios de agroecología, resiliencia climática y economías circulares (Zapata Mandujó, 2021) ; (Cabezas Guerrero, y otros, 2025).

En suma, este estudio se ubica en la intersección entre ciencia aplicada, sostenibilidad productiva y mejora de la competitividad comercial del banano orgánico, proveyendo evidencia empírica para la toma de decisiones agronómicas fundamentadas. La generación de información técnica sobre la eficacia de bioinsecticidas en condiciones locales contribuye directamente al fortalecimiento del sistema productivo bananero y a la consolidación del Ecuador como líder mundial en exportación de banano sostenible.

CAPÍTULO I: El Problema de la Investigación

1.1. Planteamiento del problema

El cultivo de banano orgánico es de las actividades agrícolas de mayor importancia en la zona de Mariscal Sucre - Ecuador, gracias a su aporte las áreas económica, ecológica y social. No obstante, enfrenta grandes desafíos en cuanto al manejo de plagas, destacando el trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*), que tiene repercusiones en la calidad del fruto y por ende afecta su valor comercial.

El *Chaetanaphothrips signipennis* provoca daños visibles en los frutos, que se manifiestan como manchas rojizas que estropea su apariencia, lo que conlleva al rechazo de los mercados exigentes. Cabe indicar que este insecto cuenta con un ciclo de vida corto y alta capacidad de reproducción, lo que dificulta su control, especialmente en medios de producción orgánicos donde no se emplean el uso de insecticidas químicos. (Cabezas Zhumi, 2021)

Múltiples investigaciones han estudiado alternativas de control mediante el uso bioinsecticidas. (Machuca Jiménez, 2014) Por ejemplo, analizó insecticidas hecho a base de metabolitos de hongos y extractos vegetales, encontrando que productos como Spinosad y combinaciones de Neem-Knock con Piretrin demostraron eficiencia en la reducción de poblaciones de trips. Asimismo, (Ayllon Ramon, 2015) investigó la efectividad de insecticidas biorracionales como Imidacloprid, Abamectina, *Metarhizium sp.* y *Beauveria bassiana*, consiguiendo resultados prometedores en el control de la plaga.

No obstante, el uso de estos bioinsecticidas en condiciones específicas de Mariscal Sucre necesita estudios adicionales para determinar su eficacia, eficiencia y adaptabilidad. La escasa información local cuarta la implementación de estrategias de manejo integrado de plagas efectivas y sostenibles.

1.2. Delimitación del problema

La depreciación del valor del fruto y las consecuencias adversas que se generan por daños provocados por insectos plagas en los mercados internacionales, sumado a los estrictos controles de toxicidad de fruto hoy implementados provocan que el agricultor busque alternativas mas amigables con el medio ambiente sin descuidar la calidad de su fruto.

1.3. Formulación del problema

El uso de bioinsecticidas como controladores del trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*) es una alternativa sustentable, sostenible y resiliente ya que su efecto en el cultivo de banano orgánico no es contraproducente a su manejo cultural y sus efectos no son adversos a su tipo de manejo de cultivo, sumado a su eficacia como controlador biotecnológico.

1.4. Preguntas de investigación

¿Cuál es el efecto de un bioinsecticidas en banano orgánico?

Los bioinsecticidas ayudan a reducir los daños causados por insectos plagas, por lo cual se transforman en una alternativa a la aplicación de pesticidas químicos tradicionales. El uso de estos en banano orgánico suele resultar como beneficioso para el medio ambiente, la salud de la comunidad aledaña a la plantación y para la salud del consumidor final, al reducir la exposición a productos agrotóxicos y sintéticos.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar en condiciones de campo la eficacia de los bioinsecticidas en el control de trips de la mancha roja en el cultivo de banano orgánico en la zona de Mariscal Sucre.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar en condiciones de campo la eficacia de los bioinsecticidas
- Elaborar un análisis económico
- Proponer recomendaciones para el manejo integrado de trips con base en los resultados obtenidos.

1.6. Hipótesis

La aplicación de bioinsecticidas en el cultivo de banano orgánico permite un control eficaz sobre el conocido trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*), lo cual permite una protección de la fruta sin la toxicidad de que esto llevaría consigo si fuese una aplicación química tradicional, ayudando así a reducir el impacto ambiental que este provocaría, reduciendo drásticamente la toxicidad empleada en fumigaciones de control y evitando remanencias químicas que impidan convencionales que impidan lograr alcanzar mercados exigentes.

1.7. Justificación

El cultivo de banano orgánico representa una importante fuente de ingresos y empleo en la zona de Mariscal Sucre, siendo pilar fundamental del desarrollo rural y la

sostenibilidad de la economía local. Sin embargo, este sistema de producción se ve amenazada por la presencia del comúnmente conocido como trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*), este es una plaga que daña de manera directa la calidad visual del fruto, provocando pérdidas económicas de alta significancia al reducir la aceptación del producto en mercados internacionales, los cuales exigen altos estándares estéticos y sanitarios.

Puesto que el uso de insecticidas químicos está prohibido en la agricultura orgánica, nace la necesidad de buscar alternativas que sean efectivas y compatibles con este tipo de sistema de producción. En este contexto, los bioinsecticidas se tornan como una solución viable y sostenible, al ser productos con formulaciones de origen natural con bajo impacto ambiental y con el potencial para formar parte dentro de estrategias de manejo agroecológico.

A pesar del potencial demostrado en investigaciones previas (Machuca Jiménez, 2014) (Ayllon Ramon, 2015), existe una gran brecha de conocimiento sobre la efectividad de estos productos en condiciones agroclimáticas específicas como las de Mariscal Sucre. Esta falencia de información científica dificulta una correcta toma de decisiones por parte de los productores y técnicos agrícolas, generando desconocimiento y limitando la implementación de un manejo integrado de plagas eficiente y sostenible.

La presente investigación es necesaria y pertinente porque permitirá:

- Evaluar la eficacia de diferentes bioinsecticidas en el control del trips de la mancha roja.
- Generar conocimiento técnico y aplicado que pueda ser transferido a los productores.

- Promover prácticas de manejo sostenible que fortalezcan la producción orgánica y reduzcan el uso de métodos empíricos o ineficaces.
- Contribuir a la protección del medio ambiente y la salud humana, al reducir la dependencia de productos tóxicos.

Además, los resultados de esta investigación servirán como base para futuras investigaciones científicas y para la creación de políticas locales orientadas al desarrollo agrícola sustentable, sostenible y amigable con el medio ambiente. Por tanto, esta investigación no solo tiene un valor científico, sino también un profundo impacto social, económico y ambiental.

CAPÍTULO II: Marco Teórico Referencial

2.1. Antecedentes Referenciales

Según la investigación realizada en El Guabo, provincia de El Oro, Aguirre Cacao (2022), donde se evaluó el uso de trampas cromáticas de diferentes colores para la captura de *Chaetanaphothrips signipennis* o comúnmente conocido como trips de la mancha roja. Se demostró que las trampas azules fueron las más efectivas, capturando una mayor cantidad de trips de la mancha roja, aunque también se observó una mayor presencia de *Frankliniella párvula* también conocido como trips de la flor y se consideró está la de mayor población.

Según Zapata Mandujó (2021) en su investigación realizada en Piura, Perú, donde se evaluó la efectividad de los bioinsecticidas *Spinosad* y *Beauveria bassiana*, combinados con el uso de enfunde en banano, para el control de *C. signipennis*. Donde los resultados arrojaron que el bioinsectida Spinosad mostró una eficacia de ente 97% – 100% en el control y reducción de daños, mientras que el bioinsectida *Beauveria bassiana* presentó control y reducción de daños un poco menor, contando con entre el 94% - 97%. Adicional a esto se comprobó que el uso del enfunde sin la aplicación de bioinsecticidas solo redujo los daños en un 90%. Así demostrando que sus tratamientos más efectivos fueron T1 y T5, con una mejor relación beneficio/costo. En la finca “Julia María”, cantón Baba, provincia Los Ríos, Ecuador, Polo & Wilson (2021) investigaron el uso de extractos botánicos de plantas como menta negra, alcanfor, mejorana, árbol de molle, jengibre y palo santo para el control de trips (*C. signipennis*) debido a la reducción de los límites máximos de residuos del insecticida convencional clorpirifos, donde evaluaron severidad de daño e incidencia de trips a la cosecha. En este se demostró que el tratamiento de extractos botánicos con mayor eficacia en comparación contra el tratamiento convencional o testigo fue el tratamiento

árbol de alcanfor referente en cuanto a la relación costo beneficio en comparación con otros tratamientos.

Según el estudio realizado por Mendoza Véliz (2022) en Guayaquil evaluó extractos vegetales para el control de cochinilla (*Dysmicoccus texensis*) Trips (*Chaetanaphothrips signipennis*) en los racimos de banano, donde los tratamientos con Detente 100 EC (mezcla de Extractos Vegetales con base de Aceite de Karanja) y Avenger MW (abono borotado sin residuo) demostraron una baja incidencia de daño por mancha roja, aunque sin diferencias estadísticas significativas entre todos ellos. Adicional a esto, se observó un buen rendimiento en términos de peso y número de racimos.

En la provincia de Santa Elena, Cabezas Zhumi B (2021) analizó el control biológico de *C. signipennis* mediante el ácaro depredador *Amblyseius swirskii*. Donde los resultados demostraron una exponencial disminución de la población de trips en un transcurso de 13 semanas, esto contando a su vez con un aumento progresivo de la población de ácaros, manteniendo los niveles de daño por mancha roja por debajo del umbral económico, demostrando resultados favorables mediante control biológico. Un estudio realizado por Cabezas Guerrero et al. (2025) evaluó la eficacia de *Bacillus thuringiensis* y el ácaro depredador *Amblyseius swirskii* en el control de *C. signipennis* en banano Cavendish (*Musa AAA*), donde los resultados mostraron una baja significativa en la población de trips, con una reducción total del daño al nivel 2 en la escala de daño y severidad (10% de daño). En cuanto al análisis económico, este indicó que el tratamiento con *B. thuringiensis* presentó una mejor relación beneficio/costo de 1.08, lo que nos demostraría su viabilidad económica como alternativa a considera en cuanto a control biológico respecta.

Por lo cual diversos estudios destacan la efectividad de diversas estrategias de manejo y control, como el uso de bioinsecticidas, extractos botánicos, control biológico, trampas cromáticas y fundas de polietileno, en el control de *C. signipennis* en cultivos de banano orgánico. La combinación de estas prácticas puede contribuir a un manejo integrado de plagas sostenible y efectivo.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. ORIGEN

El banano y el plátano (*Musa spp. L.*) son plantas monocotiledóneas perennes gigantes que comúnmente se encuentran en las regiones de trópicos húmedos y subhúmedos, en lugares de altitudes generalmente de bajas a medias. Su origen se estima principalmente en el sureste de Asia, con estimaciones secundarias de origen por diversidad en África Occidental y Central (subgrupo *Plantain*) y en las tierras altas de África Oriental (subgrupo *Lujugira*). Pertenecen al género *Musa*, en el cual se estima que llegaría a comprender más de 1000 variedades englobadas en cuatro secciones: Australimusa, Callimusa, Rhodochlamys y Eumusa. Según investigaciones realizadas se determinó que la mayoría de las especies de *Musa* cultivadas pertenecerían a la sección Eumusa y producen frutos mismos que son de los principales productos alimenticios básicos en el comercio internacional, se indica a su vez que son aún mayor importancia como fuente rica en carbohidratos y potasio para las economías alimenticias locales de muchos países en vías de desarrollo. (ARTEAGA ALCIVAR, 2015)

Entre las más antiguas referencias realizadas en base al cultivo del banano, se encuentran los que proceden de la India, donde se realizan citas en la poesía épica del budismo primitivo de los años 500-600 antes de Cristo. Otra de las referencias

encontradas en los escritos del budismo Jataka, se estima y data del año 350 antes de Cristo, donde se sugiere la existencia, hace 2,000 años, de una fruta tan grande como "colmillo de elefante". (IICA, 2008)

2.2.2. Introducción al Cultivo de Banano en Ecuador

El Ecuador produce banano como cultivo comercial desde inicios del siglo XX. La gran empresa transnacional de la época United Fruit adquirió mediante compra tierras en Ecuador desde la época de 1930, pero hasta 1948 el banano era un cultivo de producción marginal en las exportaciones del país. A partir de la crisis del cacao que se dio lugar de los años 1920 a 1941, la gran hacienda tradicionalmente cacaotera fue reemplazada por cultivos de caña y banano bajo una nueva modalidad de producción "moderna". El llamado boom bananero data de los años 1948 a 1964 y respondió a una combinación de diversos factores tanto externos e internos: pero como problema central el colapso del cacao, principal producto de exportación produjo que tanto las élites comerciales como el Estado Ecuatoriano buscaran una alternativa para sostener las exportaciones. Por ello, el Estado adoptó como medida disuasiva asumir la mayoría de los costos de infraestructura, permitiendo que las empresas transnacionales vean atractiva la inserción comercial y se instalaran en el país con un bajo costo de inversión de capital inicial. (Friedrich-Ebert-Stiftung (FES) Ecuador, 2022)

Luego del llamado boom bananero, Ecuador se convirtió en el primer exportador de la fruta del banano a nivel internacional. Para ese momento, la Unión Europea y Estados Unidos tenían una alta demanda de la fruta, la cual inicialmente se cubría con el banano de origen Centroamericano. Sin embargo y gracias a lo provocado por la plaga conocida como "mal de Panamá" sumado a los fuertes huracanes que

azotaban aquella zona, Ecuador se convirtió en líder del mercado. Ya para los años 60's, el banano ecuatoriano abastecía el 30% de la demanda internacional. Este crecimiento acelerado fue consecuencia de la disponibilidad de la mano de obra, así como también de la gran generosidad y fertilidad de los suelos ecuatorianos que le aporta ese particular sabor que hace que Ecuador se galardone con gran cantidad de premios y certificaciones de calidad a nivel mundial. (LA COLINA, 2022)

2.2.3. TAXONOMIA

Tabla 1 taxonomía del Banano

Dominio	Eukaryota
Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida (=Monocotyledoneae)
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	Musa
Especie	Paradisiaca

Fuente: (Charles Darwin Foundation, 2025)

2.2.4. Botánica del Banano

Planta general

El banano es considerado una hierba perenne gigante (megaforbia) cuya estructura aérea llega a ser de hasta 8 m en cultivo, incluso 10–15 m en especies silvestres, esta surge de un cormo subterráneo, no de un tronco leñoso. Sus hojas son las más grandes entre monocotiledóneas, poseen una superficie foliar total que puede llegar a alcanzar 25 m² en cultivares ‘Cavendish’. (Simmonds & Preedy, 2016)

Sistema radical

El sistema radicular es **adventicio**, originado en el rizoma. Las raíces principales llegan a alcanzar entre 0,6 – 2,1 mm de sección apical; las secundarias y terciarias llegan a medir entre 0,06 – 0,52 mm, estas raíces pueden llegar a extenderse hasta 5 m en superficie, aunque permanecen en la capa superior es decir entre los primeros 15 cm o 20 cm de suelo, y alcanzan unos 1,5 m de profundidad. Estas raíces llegan a interactúan intensamente con el suelo, siendo de vital importancia en la absorción de nutrientes, en la defensa contra patógenos como *Fusarium* y enfermedades como las causadas por nematodos *Radopholus* y *Meloidogyne* generan cambios histopatológicos acusados en las raíces. (El-Sagheer, y otros, 2023)

Rizoma y tallo

El rizoma o cormo es un tallo subterráneo u órgano perenne desde donde brotan tanto el pseudotallo principal como los “chupones” o hijos laterales. Tras la floración y fructificación, muere el pseudotallo principal pero los chupones o hijos continúan la propagación vegetativa reemplazándolo.

Pseudotallo

El pseudotallo está formado por numerosas vainas foliares imbricadas se estima sean entre 20–25 capas, función que le da soporte y le confiere una estructura más resistente y algo flexible gracias a espacios de aire. Estas fibras lignocelulósicas son usadas en aplicaciones industriales (textiles, composites). (Badanayak, Jose, & Bose, 2023)

Hojas

Las hojas presentan vainas o pecíolos de hasta 60 cm; el limbo es oblongado con nerviación pinnada o paralela y márgenes lisos que tienden a rasgarse con mucha facilidad debido al tamaño y peso. Por lo general el envés suele ser de tonalidad más claro y glaucoso. En la unión del pecíolo con el pseudotallo se encuentran estructuras rectangulares llenas de aire que alivian la carga mecánica, las hojas emergen enrolladas y se las conoce como “hojas cigarro” y pueden tardar entre 7 a 20 días en desplegarse.

Inflorescencia

La inflorescencia es un espádice politélico terminal, un eje principal con brácteas dispuestas en espiral que esconden agrupaciones llamadas “manos” de flores femeninas (inferiores), hermaphroditas intermedias y masculinas en la parte distal. (Kirchoff , 2017) En *M. x paradisiaca* se distinguen series de 10–14 flores en cada nodo, con floraciones femeninas (inferiores) y masculinas (distales), a veces intercalando flores neutras. Las brácteas tienen estomas tetracíticos, epidermis uniseriada y células con papilas en abaxial (Raquel, y otros, 2019).

Anatomía floral

Las flores masculinas y femeninas demuestran unas estructuras multicelulares complejas: las anteras son tetrasporangiadas con endotecio engrosado y paquete vascular central, mientras que el ovario es inferior, trilocular, típicamente sin óvulos funcionales en cultivos estériles. En flores triploides (como 'Cavendish') se ha demostrado con detalle los nectarios septales y la esterilidad (dos Santos Silva, Santana, dos Santos-Serejo, Ferreira, & Amorim, 2022)

Fruto

El fruto es una falsa baya epígea (pseudofruto) cilíndrica o falcada de 7–30 cm de largo, este se forma a partir de los ovarios de flores pistiladas, dispuesta en racimos compactos con entre 5 a 20 manos por espiga, cuenta con aproximadamente 300–400 frutos y puede pesar hasta 50 kg. La parte que se consume es resultado del engrosamiento de las paredes del ovario sé que transforma en una amalgama parenquimatosa cargada de azúcar y almidón. (Pratami, Setyaningrum, & Ulhaq, 2021)

2.2.5. Condiciones Ambientales

Humedad relativa

El banano es una planta tropical que requiere alta humedad (> 60–80 % RH) para optimizar la fotosíntesis y reducir el estrés hídrico, aunque excesos prolongados favorecen enfermedades fúngicas.

En condiciones de alta temperatura y humedad (> 90 % RH), se han observado bajas tasas de germinación y pérdidas en calidad, para otros frutales tropicales, sugiriendo un efecto contraproducente similar en banano. (Oppong, y otros, 2025)

Temperatura

Las **temperaturas óptimas** para crecimiento desarrollo y producción están entre **26 – 30 °C**, idealmente **25 – 28 °C**.

Por debajo de **15–16 °C**, el crecimiento se ralentiza o se interrumpe; entre **10–16 °C** aparecen daños por frío, mientras que temperaturas $\leq 0\text{ °C}$ causan lesiones irreversibles.

Por encima de **37 °C**, las hojas sufren *scorch* (quemaduras), limitando la emergencia de nuevas hojas. (TFNet News Compilation, 2016)

Radiación lumínica

Requiere de 10 a 12 horas diarias de sol directo para un óptimo desarrollo y producción frutal del banano. El Índice de Área Foliar (LAI) óptimo para interceptar el 90 % de la radiación es de entre 4 – 4,5 esto se verá logrado con un estimado de 3 333 – 3 300 plantas/ha, aumentando la eficiencia fotosintética y el rendimiento (Rodrigues, Donato, Arantes, Coelho, & Lima, 2020)

Viento

Vientos de **18–30 km/h** provocan desgarros en el limbo foliar y con vientos que oscilen entre los **50 y 72 km/h**, y bajo suelo saturado o peso del pseudotallo, pueden producir vuelco masivo; a velocidades $\geq 90\text{ km/h}$, se destruyen plantaciones enteras.

Para minimizar estos riesgos, se utilizan **barreras rompevientos** y se eligen variedades enanas resistentes (Universidad Agrícola de Tamil Nadu, 2023)

2.2.6. Problemas Fitosanitarios en Banano

El cultivo del banano enfrenta **desafíos fitosanitarios críticos**, incluyendo enfermedades fúngicas, nematodos y plagas que comprometen la productividad, la calidad y la sostenibilidad.

Marchitez por Fusarium (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, Foc)

Según indica Petroni (2023) el Tropical Race 4 (TR4) es la cepa más destructiva, invade las raíces y bloquea el xilema, provocando marchitez y muerte; puede persistir en el suelo más de 20 años.

En Brasil y varios países de Latinoamérica, las prácticas y manejo del suelo como biofumigación, rotación y control de la microbiota del suelo han reducido significativamente la severidad de esta enfermedad. (Henao-Ochoa, y otros, 2025)

El uso de biocontroladores como *Bacillus velezensis* (aislado de suelos supresivos) logra inhibiciones de 78–82 % en condiciones de invernadero. (Fan, y otros, 2023)

Sigatoka negra (*Pseudocercospora fijiensis*)

Considerada la principal enfermedad foliar global, afecta gravemente rendimiento y calidad del fruto. Su control regular depende en gran medida de fungicidas tradicionales.

La aplicación de inductores de defensa como ácido salicílico, acibenzolar-S-metilo y fosfito de potasio ha demostrado eficacia en disminuir severidad de Sigatoka, con menor impacto ambiental comparado a fungicidas sintéticos. (Henao-Ochoa, y otros, 2025)

Insectos fitófagos: trips y cochinillas

Chaetanaphothrips signipennis daña la epidermis del fruto, disminuyendo su calidad para la exportación. Las cochinillas (*Pseudococcus* y *Dysmicoccus*) son una preocupación cuarentenaria y requieren censos fitosanitarios para evitar restricciones comerciales

Trips de la Mancha Roja en Banano: Descripción, Impacto y Control

El *Chaetanaphothrips signipennis*, conocido como trips de la mancha roja, es una de las plagas más significativas en plantaciones de banano. Su alimentación provoca lesiones rojizas u óxido rojo en la epidermis del fruto, iniciando en la zona basal del dedo y deteriorando seriamente la apariencia comercial, lo que genera rechazo en empaques de exportación. Las manchas adoptan formas ovaladas con márgenes rojizos o cafés y en condiciones severas pueden cubrir gran parte del fruto. (López, 2022)

Ciclo de Vida y Síntomas

El ciclo completo es de: huevo → larvas → prepupa → pupa → adulto, tarda alrededor de 4 semanas, aunque puede extenderse hasta tres meses en estaciones frías. Los adultos y larvas raspan la epidermis del fruto, produciendo necrosis superficial y síntoma de enrojecimiento característico. (KOPPERT, 2025)

Impacto Económico

Estudios indican que, en banano orgánico, la incidencia de esta plaga causó 20 – 30 % de rechazo en exportaciones de Ecuador y Perú durante 2011–2013. (fontagro.org, 2013) En Gujarat (India), infestaciones alcanzaron entre 14–35 % de

daño en 2019–2021, afectando directamente la calidad exigida por mercados internacionales. (López, 2022)

Métodos de Detección

Investigaciones recientes han empleado tecnologías hiperespectrales y machine learning, logrando una identificación con precisión > 90 % en etapas tempranas de infestación.

Control Integrado

Trampas cromáticas: según la investigación realizada por Aguirre (2022) donde se instalaron 25 trampas de colores: azules azul, blanco, amarillo, morado, para un control poblacional por hectárea con medida de 50×60 cm a 1,3 m de altura, siendo el color azul el más efectivo para capturar adultos.

Enfunde de racimos: en una investigación realizada por Lezaun (2024) se indica que como método de control el uso de fundas de color: verde, azul o transparente colocadas precozmente reducen daño cosmético hasta en 90 %.

Control biológico:

- El ácaro *Amblyseius swirskii* demostró reducción eficaz de trips durante 13 semanas, manteniendo poblaciones controladas y por debajo del umbral de daño económico. (Barrezueta Unda, 2021)
- Se usó el hongo *Beauveria bassiana* en 15 ha de banano orgánico en Perú, acompañado de liberación de insectos benéficos como *Chrysoperla* y *Orius sp.* (Lezaun, 2024)

Capacitación técnica: Existen organizaciones como INIAP (Ecuador) y SENASA (Perú) que dentro de sus funciones se encuentra el implementar talleres de manejo integrado y salud de suelos, donde se involucran a decenas de productores y técnicos.

2.2.7. Morfología biotecnológica

Domesticación y evolución molecular

Según estudios genómicos recientes realizados por Cheng, C., Wu, S., Deng, G. *et al.* (2024) se han producido ensamblajes cromosómicos de variedades como DH-Pahang y otras especies silvestres (*M. balbisiana*, *M. schizocarpa*, *M. beccarii*, *M. textilis*, *M. troglodytarum*, etc.), facilitando reconstrucciones filogenéticas y ancestrales donde se realizaron esfuerzos significativos no solo para poder secuenciar genomas de especies y subespecies de *Musa* sino también para combinar tecnologías multiómicas (incluyendo transcriptómica, proteómica, metabolómica, epigenómica, etc.). Estos datos confirman que cultivares como Cavendish combinan material genético de diferentes subespecies de *M. acuminata*, p. ej. *banksii*, *malaccensis*, *zebrina*.

Citogenética y estructura cromosómica

Las técnicas avanzadas como FISH y GISH, aplicadas desde 2011, han permitido detectar reordenamientos cromosómicos y evidenciar eventos de duplicación, translocación y aneuploidías. Esto es muy esencial para el mejoramiento por marcadores y entendimiento de la especiación. (Mackinnon & Chudoba, 2011)

Morfología y anatomía

Un estudio sobre *M. paradisiaca* describe detalladamente en la inflorescencia: brácteas anfiestomáticas con estomas tetracíticos, capuchones de fibra junto al floema, epidermis uniseriada adaxial y abaxial con papilas, tépalos con capas múltiples de células y estructuras reproductivas tricelulares; ovario inferior trilocular, donde se logra proporcionar más información sobre la caracterización de esta especie. (Raquel, y otros, 2019)

Según investigaciones realizadas por (Avalos, y otros, 2025) realizadas en Ecuador durante los años 2023–2024, donde se analizaron la variabilidad morfológica del germoplasma existente: en esta investigación se lograron registrar: altura de la planta, número de hojas funcionales en floración (misma que se encontraba entre 9–10), peso del racimo y otros rasgos, encontrando herencias altas favorables para la selección fenotípica, excepto el número de hojas, muy influenciado por factores ambientales.

Regulación molecular del crecimiento

Estudios realizados de transcriptómica y metabolómica entre los años 2021 y 2025 investigaron la elongación del pseudotallo, señalización por hormonas (giberelinas, ácido abscísico), enzimas involucradas y vías reguladoras. (Wei, y otros, 2025)

Además, se ha caracterizado molecularmente la embriogénesis somática en banana: genes clave como MaWUS2, MaBBM2, MaSERK1 están involucrados en la formación del callo embriogénico, regulando transición celular, respuestas a hormonas y factor de transcripción. (Adero, Tripathi, & Tripathi, 2023)

Asociación genotipo–fenotipo (GWAS)

Un estudio realizado en Colombia en el año 2024, donde se utilizó secuenciación de 124 accesiones y analizó 12 rasgos morfológicos, calidad de fruto y rendimiento. En este se identificaron entre 70 y 82 asociaciones genéticas significativas (MTAs) y varios genes candidatos ligados a la forma de la planta, la calidad del fruto y productividad, abriendo paso al mejoramiento asistido por marcadores. (Osorio, y otros, 2024)

Perspectivas en biología molecular aplicada

Reseñas recientes (2024) sobre avances en biología molecular enfatizan la necesidad de integrar multiómicas (transcriptómica, proteómica, metabolómica, epigenómica) para abordar retos agronómicos en banana: sensibilidad a estrés abiótico (frío, sequía, salinidad, baja shelf-life) y enfermedades (marchitez por *Fusarium*, Sigatoka, nematodos). El genoma del banano 'Pahang' es una base fundamental para estos emprendimientos.

2.2.7.1. Resumen de aportes recientes (2021–presente)

Tabla 2 Resumen de aportes recientes

Tema	Contribuciones clave
Genómica	Ensamblajes cromosómicos completos de múltiples especies <i>Musa</i>
Citogenética	Aplicación de FISH/GISH para identificar cambios estructurales
Morfología/anatomía	Análisis detallado de inflorescencia y caracteres vegetativos

Regulación Molecular	Identificación de TFs clave en embriogénesis somática
Métodos ómicos	Estudios de crecimiento, hormona y enfermedades
Asociación genética	GWAS con marcadores SNP para rasgos agronómicos

(Cheng, y otros, 2024)

2.3. Marco Teórico

2.3.1. Importancia del banano

El banano es uno de los cultivos tropicales más relevantes a nivel mundial, tanto por su papel alimentario, económico, agroambiental y cultural.

Valor alimentario y nutricional

El fruto del banano aporta carbohidratos, potasio y vitaminas (B, C, A), lo que lo convierte en un alimento energético y vital en dietas familiares y comunitarias. En regiones del Pacífico, variedades nativas participan en la seguridad alimentaria local, cultivadas para consumo verde, cocido o en conserva, colaborando con la salud infantil. (George, 2025)

Contribución económica y comercial

El banano se encuentra dentro de los cinco frutos de mayor importancia mundial, con una producción global total que supera los 145 millones de toneladas, generando empleos y divisas en productores de Asia, América y África. En Ecuador, se estima que el comercio de este representa el 2,5 % del PIB y un tercio de las exportaciones mundiales, aportando un estimado de US 1 000 millones al año. En Tanzania, este cultivo es básico para la seguridad alimentaria y los ingresos rurales, mostrando

elasticidad positiva respecto al ingreso y sustitución por otros tubérculos. (George, 2025)

Sustentabilidad, subproductos y bioeconomía

Nos indican Serna-Jiménez et al. (2023) que después de la cosecha, el banano deja un estimado de 80 % de residuos sean estas hojas, pseudotallo, cáscara, etc., que actualmente se aprovechan en la formulación de papel, fibras, compost, sustratos para hongos o bioenergía (etanol, metano, hidrógeno), favoreciendo modelos circulares de producción sostenible. En Ecuador, se estima una generación anual de biomasa residual seca es de 2,65 Mt, equivalente a 3,92 MtCO₂ al año evitadas si se aprovechan adecuadamente. (Ortiz-Ulloa, Abril-González, Pelaez-Samaniego, & Zalamea-Piedra , 2020)

Sistemas agrícolas e intercropping

El banano se adapta exitosamente en sistemas de policultivo, incrementando la eficiencia rentabilidad y productividad total del uso de la tierra. Siempre se recomienda mantener cobertura vegetal permanente, lo que ayuda a prevenir erosión y mejorar la calidad del suelo. (Vlaiculescu & Varróne, 2022)

Innovación y sostenibilidad

En regiones como Ecuador, gestores de fincas están impulsando prácticas innovadoras, como uso eficiente de residuos, control de suelo y producción responsable, favoreciendo modelos ecológicos y sostenibles.

2.3.2. Importancia del control del trips de la mancha roja en banano (*Chaetanaphothrips signipennis*)

El trips de la mancha roja, *Chaetanaphothrips signipennis*, es considerada como una plaga emblemática en el cultivo de banano, por su impacto directo en la calidad visual y afectación a las exportaciones del fruto, así como en la economía de pequeñas y grandes producciones. (Barreto Macias, Robalino Bermeo, Barreto Campoverde, & Facundo Delgado, 2021)

Daño y repercusiones económicas

Los adultos y larvas de este trips ocasionan lesiones rojizas o también conocidas como óxido rojo en la epidermis del fruto, generando **rechazo en los mercados de exportación**. Cuando los daños son mayores al 20 % reducen significativamente el volumen comercializable. En Ecuador y Perú, el daño fue responsable de hasta un 30 % de mermas en fruta en sistema orgánico. En Cavendish, la infestación puede llegar a dañar entre 35 % y 60 % del racimo, lo que implica pérdidas millonarias. (Romainville Izaguirre, 2021)

Ciclo biológico y ventana de control

Con un ciclo de vida de 4–12 semanas, adaptado a condiciones tropicales, el trips se refugia en las brácteas durante la formación de racimos, lo que limita el acceso de métodos convencionales. Su rápida reproducción exige vigilancia constante y estrategias preventivas tempranas. (Romainville Izaguirre, 2021)

Estrategias de manejo integrado

1. Control biológico:

- El ácaro depredador *Amblyseius swirskii* reduce eficazmente poblaciones en 13 semanas, manteniéndolas por debajo del umbral económico. (Cabezas Zhumi, 2021)
- El uso de *Beauveria bassiana* en combinación con otros insectos benéficos ha mostrado eficacia significativa en cultivos orgánicos. (Ayllon Ramon, 2015)

2. Trampas cromáticas:

- Trampas azules (50 × 60 cm colocadas a 1,3 m de altura) capturan adultos y permiten monitoreo eficaz. (Aguirre Cacao, 2022)

3. Enfunde del racimo:

- Fundas colocadas durante la floración pueden reducir daño cosmético en hasta un 90 %. (Ramos Gorbeña & Rojas Llanque, 2021)

4. Bioinsecticidas y extractos vegetales:

- Aplicaciones de spinosad y formulados con *Beauveria bassiana* han demostrado reducción significativa en poblaciones. (Ramos Gorbeña & Rojas Llanque, 2021)
- Extractos de neem, ajo o ruda combinados con enfunde reducen incidencia y severidad hasta un 6–17 % de daño.
- Combinación de extractos vegetales permite mantener el daño dentro de rangos controlables. (Ayllon Ramon, 2015)

Beneficios del control eficaz

- **Calidad de exportación:** mayor porcentaje de fruta sin manchas reduce rechazos y mejora ingresos.
- **Reducción de residuos químicos:** permite cumplir con estándares de mercados internacionales sin depender de insecticidas sintéticos.
- **Sostenibilidad ecológica:** especialmente en plantaciones orgánicas, favorece la biodiversidad y estabilidad de agroecosistemas. (Barreto Macias, Robalino Bermeo, Barreto Campoverde, & Facundo Delgado, 2021)

CAPÍTULO III: Diseño Metodológico

3.1. Tipo y diseño de investigación

Esta investigación será de tipo **experimental** y **cuantitativa**, ya que se evaluará el efecto de distintos tratamientos bioinsecticidas sobre una población de plagas en condiciones controladas de campo, y se recopilarán datos medibles para su análisis estadístico.

3.2. La población y la muestra

La presente investigación se llevó a cabo en la finca “María Susana”, ubicada en la zona El Chaparral el cantón Mariscal Sucre, Provincia del Guayas.

3.2.1. Características de la población

El factor de estudio fue el efecto de bioinsecticidas en el control de trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*) en el cultivo de banano orgánico.

3.2.2. Delimitación de la población

El área de trabajo fue 3 hectáreas, los tratamientos fueron 5 y 6 repeticiones, cada tratamiento fue de 30 plantas, total de plantas fueron 150.

3.2.3. Tipo de muestra

Los dedos y manos de los racimos de banano.

3.2.4. Tamaño de la muestra

Se tomó como variable de investigación para el tamaño de la muestra racimos completos.

La unidad experimental estuvo constituida por 6 plantas por repetición y 5 tratamientos.

3.3. Los métodos y las técnicas

Herramienta de recolección

Se realizará un muestreo semanal de trips en flores y frutos jóvenes mediante:

- Observación directa con lupa de campo.
- Conteo de individuos por dedos y manos.
- Porcentaje de Daño por racimo

Los daños visibles se evaluarán mediante una escala visual o índice de severidad del daño en el fruto.

3.4. Procesamiento estadístico de la información

Técnicas de Análisis de Datos

- **Análisis de varianza (ANOVA)** para determinar diferencias significativas entre tratamientos.
- Método de Duncan.

3.5. Datos a Evaluar

Se observará en los resultados obtenido por el efecto de los siguientes bioinsecticidas.

Tabla 3 DATOS A EVALUAR

Tratamientos	Producto Comercial	Ingrediente Activo	Dosis/L de agua	Dosis/Adherente/L de agua
1	BEAUVETIC	Beauveria bassiana	1 gr	0.5 cc
2	LECANITIC	Lecanicillium lecanii	1 gr	0.5 cc
3	PHYRIPLUS	Piretrina Natural	2.5 cc	0.5 cc
4	PLAGAROL	Azadirachtina(Aceite de Neem)	2.5 cc	0.5 cc
5	Agua	-----	-----	0.5 cc

3.6. Procesamiento estadístico de la información

El análisis de datos se lo realizó en el programa SAS y los gráficos se ejecutaron en Excel. Los datos fueron sometidos a la prueba de DUNKAN

Tabla 4 DATOS ESTADISTICOS

ANOVA	DATOS
Tratamientos	T - 1 5 - 1
Grado de Error	T (r - 1) 20
Total	(T * r) - 1 24

CAPÍTULO IV: Análisis e Interpretación de Resultados

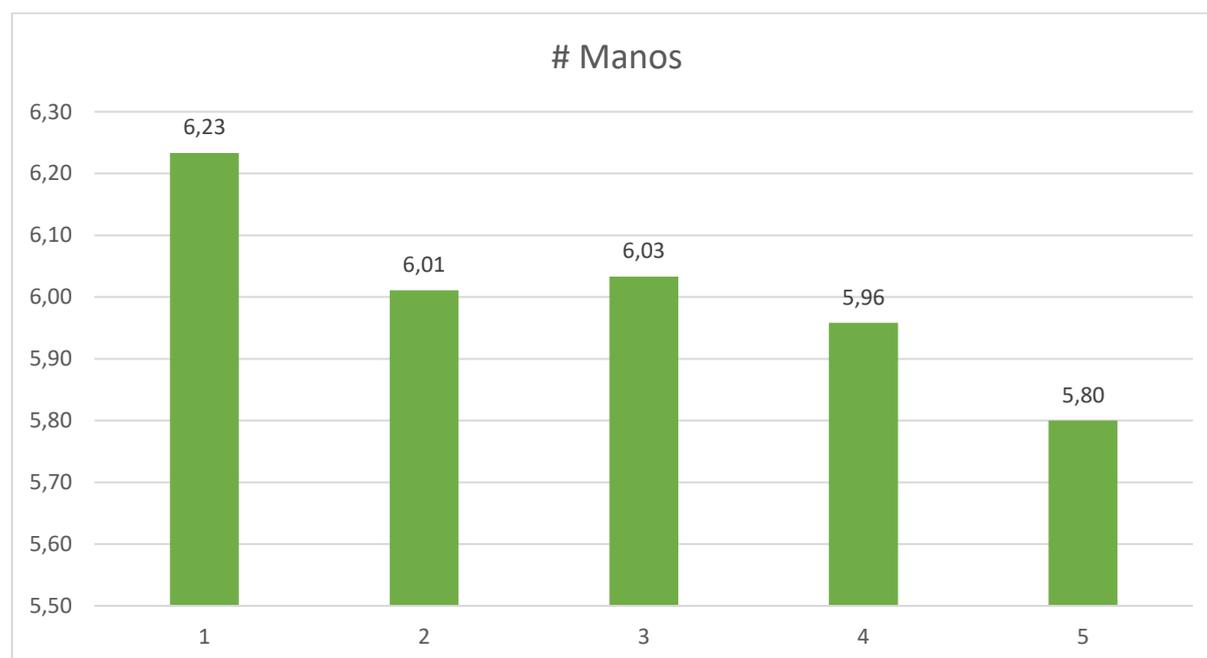
4.1. Análisis e Interpretación de Resultados

4.1.1. Determinación de efecto de bioinsecticidas en el control de trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*) en el número de manos afectadas en el cultivo de banano orgánico

En relación con el número de manos afectadas con trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*) promediada entre tratamientos osciló entre 5.80 (tratamiento 5) y 6.23 (tratamiento 1), con poca dispersión.

Gráfico 1

Número de manos de banano orgánico afectadas por trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*), Mariscal Sucre – Provincia del Guayas, 2025.



En estudio no demostró diferencia estadística entre tratamientos de número de manos afectadas del banano, sin embargo, hay diferencia numérica entre los cinco tratamientos estudiados como se observa en la Tabla 5

Tabla 5

Número de manos de banano orgánico afectadas por trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*), Mariscal Sucre – Provincia del Guayas, 2025.

n trat	Descripción de los Tratamientos	Promedios
1	Beauveria bassiana	6,23 ^{N.S.}
2	Lecanicillium lecanii	5,97
3	Piretrina Natural	6,03
4	Azadirachtina(Aceite de Neem)	6,03
5	Agua	5,80
Promedio		6,01
C.V. (%)		7,47

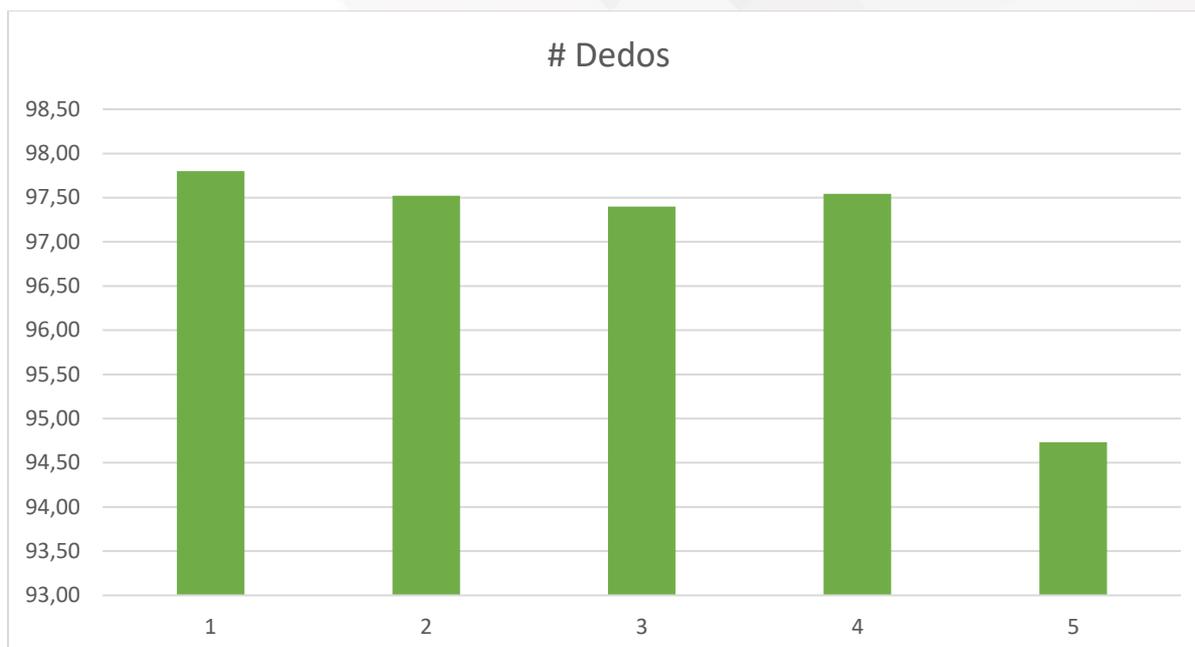
N.S. No Significativo

4.1.2. Determinación de efecto de bioinsecticidas en el control de trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*) en el número de dedos afectados en el cultivo de banano orgánico

En relación con el número de dedos afectados con trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*) promediada entre tratamientos, este promedio osciló entre 94,74 (tratamiento 5) y 99.43 (tratamiento 4), con poca dispersión.

Gráfico 2

Número de dedos de banano orgánico afectadas por trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*), Mariscal Sucre – Provincia del Guayas, 2025.



En estudio no demostró diferencia estadística entre tratamientos de número de dedos afectados del banano, sin embargo, hay diferencia aritmética entre los cinco tratamientos estudiados como se observa en la Tabla 6.

Tabla 6

Número de dedos de banano orgánico afectadas por trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*), Mariscal Sucre – Provincia del Guayas, 2025.

n trat	Descripción de los Tratamientos	Promedios
1	Beauveria bassiana	97,80
2	Lecanicillium lecanii	97,47
3	Piretrina Natural	97,40
4	Azadirachtina(Aceite de Neem)	99,43
5	Agua	94,74
Promedio		97,37
C.V. (%)		10,22

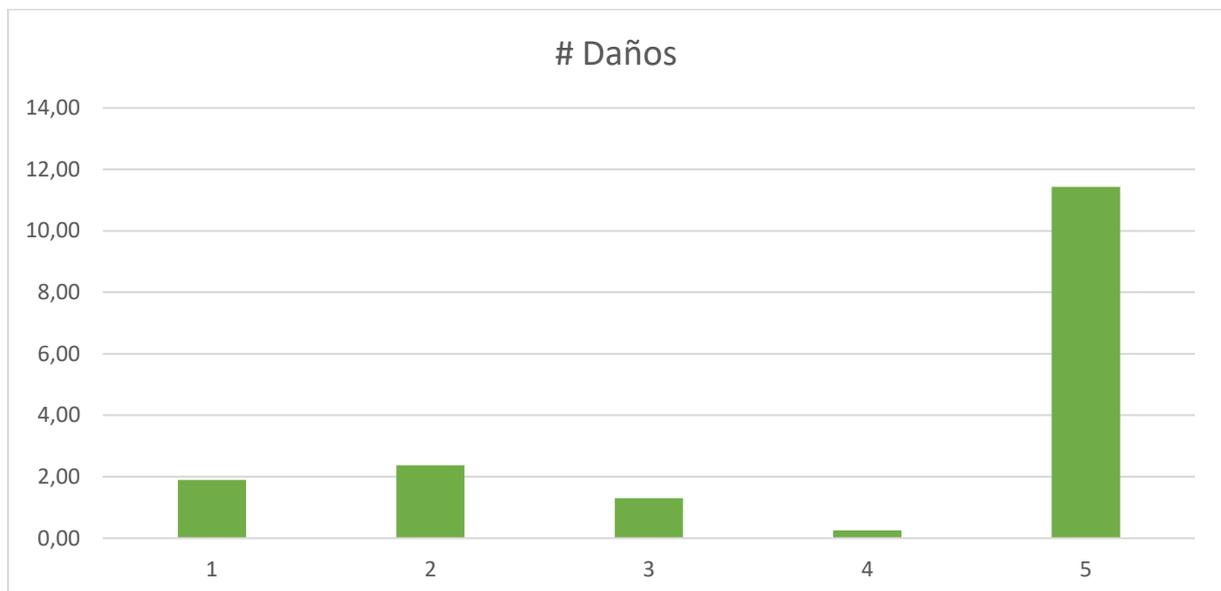
N.S. No Significativo

4.1.3. Determinación de efecto de bioinsecticidas en el control de trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*) en el número de daños en racimo en el cultivo de banano orgánico

En relación con el número de daños a racimos afectados por trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*) promediada entre tratamientos osciló entre 0.20 (tratamiento 4) y 11.43 (tratamiento 1), con dispersión notable entre ellas.

Gráfico 3

Número de daños a racimos de banano orgánico afectadas por trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*), Mariscal Sucre – Provincia del Guayas, 2025.



Los resultados del ANOVA y la prueba de Duncan con un alfa de 0,05 indican haber diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el tratamiento 4 el de más baja afectación en cuanto a su efecto en la variable Número de daños a racimos, ya que las medias de los tratamientos T1, T2, T3 y T5 son de mayor daño en cuanto a comparación, como se puede evidenciar en la tabla 7.

Tabla 7

Número de daños a racimos de banano orgánico afectadas por trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*), Mariscal Sucre – Provincia del Guayas, 2025.

n trat	Descripción de los Tratamientos	Promedios
1	Beauveria bassiana	1,90 b
2	Lecanicillium lecanii	2,47 b
3	Piretrina Natural	1,30 bc
4	Azadirachtina(Aceite de Neem)	0,20 c
5	Agua	11,43 a
Promedio		3,46
C.V. (%)		19,20

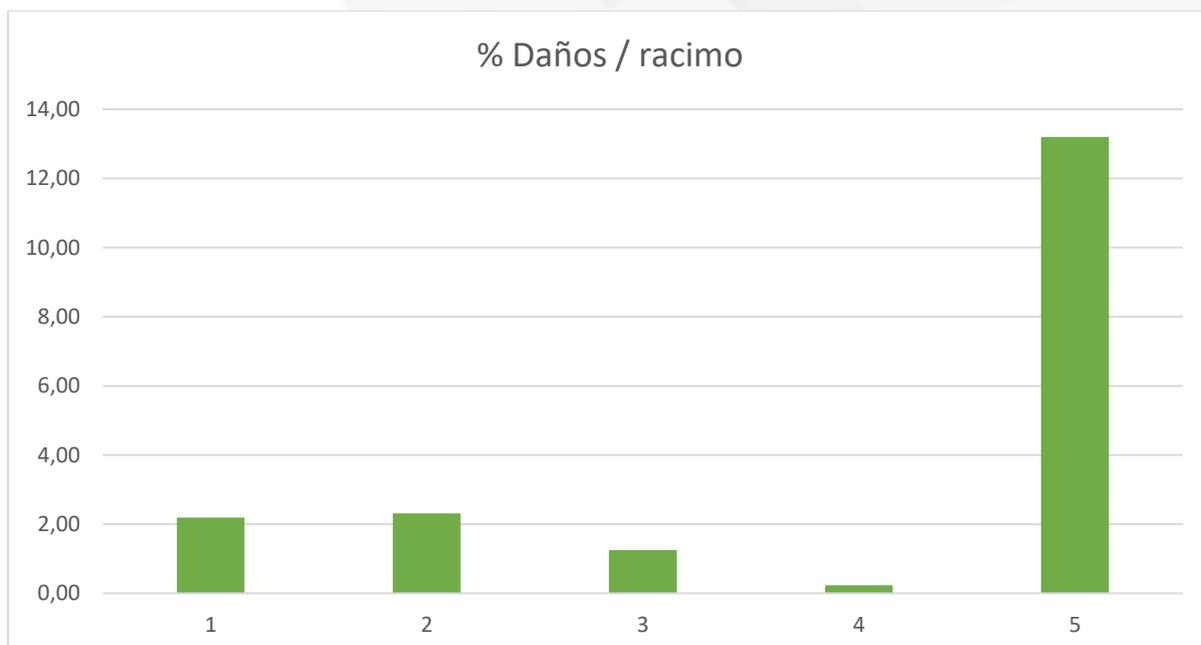
1/promedios señalados con letras distintas difieren estadísticamente (Duncan alpha 0,05)

4.1.4. Determinación de efecto de bioinsecticidas en el control de trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*) en el porcentaje de daños por racimos en el cultivo de banano orgánico

En relación con el porcentaje de daños a racimos de banano orgánico afectadas con trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*) promediada entre tratamientos osciló entre 0.18 (tratamiento 5) y 13.2 (tratamiento 1), con dispersión notable entre ellas.

Gráfico 4

Porcentaje de daños a racimos de banano orgánico afectadas por trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*), Mariscal Sucre – Provincia del Guayas, 2025.



Los resultados del ANOVA y la prueba de Duncan con un alfa de 0,05 indican haber diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el tratamiento 4 el de más baja afectación en cuanto a su efecto en la variable Número de daños a racimos, ya que las medias de los tratamientos T1, T2, T3 y T5 son de mayor daño en cuanto a comparación, como se puede evidenciar en la tabla 7.

Tabla 8

Porcentaje de daños a racimos de banano orgánico afectadas por trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*), Mariscal Sucre – Provincia del Guayas, 2025.

n trat	Descripción de los Tratamientos	Promedios
1	Beauveria bassiana	2,19 b
2	Lecanicillium lecanii	2,33 b
3	Piretrina Natural	1,25 bc
4	Azadirachtina(Aceite de Neem)	0,18 c
5	Agua	13,2 a
Promedio		3,83
C.V. (%)		19,86

1/promedios señalados con letras distintas difieren estadísticamente (Duncan alpha 0,05)

4.1.5. Análisis Económico

En relación con el Análisis Económico se detalla lo siguiente:

PRODUCTOS		DOSIS		COSTO P.V.P.		COSTO MEZCLA		TOTAL, COSTO LITRO DE MEZCLA
1	2	PRODUCTO 1	PRODUCTO 2	PRODUCTO 1	PRODUCTO 2	PRODUCTO 1	PRODUCTO 2	
PLAGAROL	FIJADOR	2,50	0,50	\$ 32,00	\$ 15,00	\$ 0,08	\$ 0,01	\$ 0,09
PHYRIPLUS	FIJADOR	2,50	0,50	\$ 36,00	\$ 15,00	\$ 0,09	\$ 0,01	\$ 0,10
BEAUVETIC	FIJADOR	1,00	0,50	\$ 22,00	\$ 15,00	\$ 0,22	\$ 0,01	\$ 0,23
LECANITIC	FIJADOR	1,00	0,50	\$ 22,00	\$ 15,00	\$ 0,22	\$ 0,01	\$ 0,23
FIJADOR	-	0,50	-	\$ 15,00	-	\$ 0,01	-	\$ 0,01

PLANTAS APLICADAS			DESCARGA/LITRO/PLANTA	DESCARGA/LITRO/HA	COSTO TOTAL/HA
ENFUNDE	PROTECCION	TOTAL			
45	45	90	0,10	9,00	\$ 0,79
45	45	90	0,10	9,00	\$ 0,88
45	45	90	0,10	9,00	\$ 2,05
45	45	90	0,10	9,00	\$ 2,05
45	45	90	0,10	9,00	\$ 0,07

Los resultados del comparativos indican que el tratamiento con más bajo costo es el T5 con un costo total por hectárea de \$ 0,07, pero en cuanto relación costo – beneficio se concluyó que el T4 Azadirachtina (Aceite de Neem) es el más viable con un costo de \$ 0,79.

CAPÍTULO V: Conclusiones, Discusión y Recomendaciones

5.1. Discusión

El estudio realizado en la zona de Mariscal Sucre, provincia del Guayas, aporta evidencia significativa sobre la eficacia de diversos bioinsecticidas en el manejo del trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*) en banano orgánico.

a) Número de manos y dedos afectados

Las variables correspondientes al número de manos y dedos no mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, aunque sí existieron diferencias matemáticas. Esto va acorde con lo reportado por Zapata Mandujo (2021), quien señaló que el número de manos y dedos afectados en el racimo está condicionado no solo por la eficacia del bioinsecticida, sino también por la cobertura y la etapa fenológica del racimo al momento de la aplicación. A pesar de ello, tratamientos como la azadiractina y la piretrina natural mostraron promedios superiores al control (agua), indicando un posible efecto preventivo o repelente.

El comportamiento homogéneo de estas variables coincide con los resultados similares obtenidos en la investigación de Mendoza Véliz (2022), donde se usaron extractos vegetales y no se evidenciaron cambios estadísticamente relevantes en la morfología del racimo, aunque sí se observaron tendencias favorables en la reducción de la incidencia de plagas.

b) Número de daños en racimo y porcentaje de daños

Estas variables sí mostraron diferencias estadísticas significativas. El tratamiento con aceite de neem (azadiractina) presentó los valores más bajos de daño (0,20 daños por racimo y 0,18 % de daño), mostrando superioridad estadística frente al testigo (agua) y otros tratamientos, lo cual concuerda con lo señalado por Ramos Gorbeña y Rojas Llanque (2021) y Barreto Macías et al. (2021), quienes atribuyen a la azadiractina un efecto anti alimentario y ovipositivo comprobado sobre diversos tisanópteros.

Por el contrario, el tratamiento con *Beauveria bassiana* presentó un control intermedio, pero significativamente inferior al de la azadiractina. Aun así, fue superior al testigo. Esto está alineado con los hallazgos de Zapata Mandujo (2021) y Ayllon Ramon (2015), quienes encontraron que *Beauveria bassiana* necesita condiciones ambientales óptimas de humedad para alcanzar eficacias superiores al 90 %, condición que puede no haberse cumplido del todo en esta investigación.

El control moderado de *Lecanicillium lecanii* también se considera aceptable, en tanto que este hongo requiere también de condiciones de alta humedad y permanencia sobre la superficie del fruto. Investigaciones realizadas por Cabezas Guerrero et al. (2025) confirmaron la necesidad de intervalos más cortos entre aplicaciones para lograr umbrales de control comercial.

La piretrina natural se ubicó como una alternativa viable, aunque no la más efectiva, debido probablemente a su alta sensibilidad a la degradación por luz UV, como lo explican Vlaiculescu y Varróne (2022). Su efectividad inmediata, pero baja

persistencia, es reconocida ampliamente en el manejo de plagas en sistemas orgánicos.

c) Comparación con otros estudios

Los resultados de este estudio coinciden con lo observado por Polo y Wilson (2021), quienes probaron extractos botánicos como el aceite de neem y menta negra, identificando al neem como el de mayor eficacia en la reducción de daños visibles. También se alinean con Aguirre Cacao (2022), quien señaló la efectividad de estrategias de control integrado, especialmente con trampas cromáticas y fundas de racimo combinadas con bioinsecticidas.

Cabe destacar que los resultados de esta tesis también refuerzan el planteamiento de Romainville Izaguirre (2021), quien argumenta que los bioinsecticidas deben formar parte de un sistema de manejo integrado de plagas (MIP), en el que se combinen métodos biológicos, culturales y físicos, para una mayor eficacia y sostenibilidad.

La reducción del daño por trips utilizando bioinsecticidas tiene impacto directo en la comercialización, al aumentar el porcentaje de fruta apta para exportación. Lezaun (2024), destaca que el cumplimiento de normas internacionales sobre residuos de pesticidas es un factor crítico en el comercio de fruta fresca, especialmente en mercados como la Unión Europea, lo cual se cumple favorablemente al emplear bioinsecticidas.

5.2. Conclusiones

- La azadiractina o aceite de neem, demostró ser el bioinsecticida más efectivo en la reducción de daño por *Chaetanaphothrips signipennis*, tanto en el número como en el porcentaje de daños por racimo, con diferencias estadísticas significativas respecto al control.
- *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii* mostraron eficacia intermedia en condiciones de campo, siendo efectivos pero dependientes de condiciones de alta humedad para mejorar su acción.
- La piretrina natural fue efectiva en la reducción inmediata del daño, aunque con menor persistencia, lo que puede limitar su aplicabilidad en sistemas de baja frecuencia de aspersión.
- Las variables relacionadas al daño tanto número y porcentaje, son más sensibles para la evaluación del efecto de tratamientos que las variables de estructura del racimo es decir manos o dedos.
- Los bioinsecticidas evaluados ofrecen una alternativa sustentable, sostenible y viable en el manejo del trips de la mancha roja en cultivos de banano orgánico, sin afectar la calidad ni generar residuos tóxicos.
- La comparación con otros trabajos respalda el uso de estrategias integradas, combinando bioinsecticidas con otras técnicas como el enfunde, trampas cromáticas o control biológico.

5.3. Recomendaciones

- Aplicar análisis estadísticos robustos (ANOVA, pruebas de Tukey)
- Incluir variables edafoclimáticas como humedad relativa, temperatura y radiación solar para correlacionar su efecto sobre la eficacia de los bioinsecticidas.
- Incrementar el número de repeticiones y tamaño de la muestra para mejorar la potencia estadística del ensayo.
- Evaluar la aplicación combinada de los tratamientos más efectivos, como azadiractina y *B. bassiana*, para generar sinergias de control.
- Implementar pruebas de residuos y trazabilidad para validar la compatibilidad de estos productos con los límites máximos de residuos (LMR) exigidos internacionalmente.
- Desarrollar paquetes tecnológicos integrados de manejo del trips, que incluyan calendario de aplicaciones, estrategias culturales y monitoreo.
- Fomentar la capacitación técnica de productores y técnicos en el uso seguro, eficaz y regulado de bioinsecticidas.
- Realizar estudios de costo-beneficio de cada tratamiento en condiciones reales de finca para valorar su viabilidad y sostenibilidad económica.
- Incluir análisis de la biodiversidad asociada a los tratamientos para asegurar la sostenibilidad ecológica del sistema productivo.
- Implementar monitoreo en tiempo real para correlacionar fases fenológicas con incidencia del trips

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adero, M., Tripathi, J. N., & Tripathi, L. (2023). Advances in Somatic Embryogenesis of Banana. *International Journal of Molecular Sciences*, 01 - 16.
- Aguirre Cacao, O. (2022). Uso de trampas cromáticas para la captura de trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*) en plantaciones de banano orgánico, Cantón el Guabo, Provincia El Oro. *UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS*, 05 - 35.
- Aguirre Cacao, O. (2022). Uso de trampas cromáticas para la captura de trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*) en plantaciones de banano orgánico, Cantón el Guabo, Provincia El Oro. *Repositorio UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS*, 2 - 25.
- ARTEAGA ALCIVAR, F. (2015). ORIGEN Y EVOLUCIÓN DEL BANANO. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - SEDE PALMIRA*, 2 - 10.
- Avalos, N., Acurio, R., Lima, L., Monteros-Altamirano, Á., Tapia, C., Franklin, S., . . . Paredes, N. (2025). The Morphological and Ecogeographic Characterization of the. *Crops*, 1 - 35.
- Ayllon Ramon, M. (2015). Control de trips de la mancha roja *Chaetanaphothrips signipennis* Bagnall 1914 con insecticidas biorracionales en cultivo banano cantón Pasaje. *Repositorio UTMAC*, 12 - 30.
- Badanayak, P., Jose, S., & Bose, G. (2023). Banana pseudostem fiber: A critical review on fiber extraction, characterization, and surface modification. *Journal of Natural Fibers* , 1 - 12.
- Barreto Macias, A., Robalino Bermeo, E., Barreto Campoverde, K., & Facundo Delgado, J. (2021). Aplicación de insecticidas orgánicos en cultivos de banano

para el manejo de Trips (*Chaetanaphothrips signipennis*) en El Oro-Ecuador.
Natural Volatiles & Essential Oils, 8(4), 15944 - 15953.

Barreto Macías, A., Robalino Bermeo, E., Barreto Campoverde, K., & Facuy Delgado, J. (2021). Application Of Organic Insecticides In Banana Crops For The Management Of Thrips (*Chaetanaphothrips Signipennis*) In El Oro-Ecuador Aplicación de insecticidas orgánicos en el cultivo de banano para el manejo de trips (*Chaetanaphothrips signipennis*) en El Or. *Natural Volatiles & Essential Oils*, 15944-15953.

Barrezueta Unda, S. (2021). Control biológico de chaetanaphothrips signipennis causante de la mancha roja en musa sp mediante el amblyseius swirskii. *Machala : Universidad Técnica de Machala REPOSITORIO*, 1 - 25.

Cabezas Guerrero, M., García Olavarría, F., Yanez Cajo, D., Villamar Torres, R., Ahmed, A., & Mehdi Jazayeri, S. (2025). Evaluación de *Bacillus thuringiensis* y *Amblyseius swirskii* para el control de trips (*Chaetanaphothrips signipennis*) en frutos de banano Cavendish (*Musa AAA*). *Ciencias Agroindustriales Vol. 15 Núm. 1*, 55 - 61.

Cabezas Zhumi, B. (2021). Control biológico de *Chaetanaphothrips signipennis* causante de la mancha roja en *Musa sp* mediante el *Amblyseius swirskii*. . *Repositorio UTMACH*, 01- 20.

Charles Darwin Foundation. (17 de junio de 2025). "*Galapagos Species Database, Musa × paradisiaca*", *dataZone*. Obtenido de Charles Darwin Foundation: <https://datazone.darwinfoundation.org/es/checklist/?species=15746>

Cheng, C., Wu, S., Deng, G., Sheng, O., Yi, G., & Yang, Q. (2024). Avances recientes y direcciones futuras en la biología molecular y el mejoramiento del banano. *Horticultura molecular N 42*, 1 - 25.

- Cheng, C., Wu, S., Deng, G., Sheng, O., Yi, G., & Yang, Q. (2024). Recent advances and future directions in banana molecular biology and breeding. *Molecular Horticulture*, 1 - 25.
- dos Santos Silva, M., Santana, A., dos Santos-Serejo, J., Ferreira, C., & Amorim, E. (2022). Morphoanatomy and Histochemistry of Septal Nectaries Related to Female Fertility in Banana Plants of the 'Cavendish' Subgroup. *Plants*, 1 - 14.
- El-Sagheer, A., Barros, A., El-Aal, E.-S., Gad, M., Mahmoud, D., & El-Marzoky, A. (2023). Histopathological Modifications in *Musa cavendishii* Roots Induced by *Radopholus similis* and *Meloidogyne incognita*. *Pakistan Journal of Nematology*, 56 - 64.
- Fan, H., He, P., Xu, S., Li, S., Wang, Y., Zhang, W., . . . Zheng, S.-J. (2023). Banana disease-suppressive soil drives *Bacillus* assembled to defense *Fusarium* wilt of banana. *Front Microbiol.*, 1 - 11.
- fontagro.org. (2013). Obtenido de Banano orgánico: combatiendo la mancha roja: <https://www.fontagro.org/new/proyectos/fortalecimiento-del-banano-organico/es>
- Friedrich-Ebert-Stiftung (FES) Ecuador. (2022). *ESTADO DEL BANANO EN ECUADOR: acumulación, desigualdad y derechos laborales*. Quito-Ecuador: Akroty-estudio creativo Segunda edición, 2022.
- George, W. (2025). Demand and consumption patterns of banana in Tanzania. *Discover Food*, 1 - 12.
- Henao-Ochoa, D., Rey-Valenzuela, V., Zapata-Henao, S., Arango-Isaza, R., Rodríguez-Cabal, H., & Morales, J. (2025). Application of defence inducers reduces the severity of Black Sigatoka (*Pseudocercospora fijiensis*) in *Musa acuminata* AAA Cavendish. *Eur J Plant Pathol* 172,, 241–259.

- IICA. (2008). Estudio de la Cadena agroindustrial del plátano en República. *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA*, 77.
- Kirchoff, B. (2017). Inflorescence and Flower Development in *Musa velutina* H. Wendl. & Drude (Musaceae), with a Consideration of Developmental Variability, Restricted Phyllotactic Direction, and Hand Initiation. *The University of Chicago Press Journals*, 259 - 271.
- KOPPERT. (2025). *KOPPERT*. Obtenido de KOPPERT:
<https://www.koppert.ec/plagas-en-plantas/trips/trips-de-la-mancha-roja-del-banano>
- LA COLINA. (11 de NOVIEMBRE de 2022). *lacolina.com.ec*. Obtenido de [lacolina.com.ec: https://lacolina.com.ec/sector-bananero-en-ecuador/#:~:text=A%20partir%20de%20los%20a%C3%B1os,el%20fruto%20proveniente%20de%20Centroam%C3%A9rica](https://lacolina.com.ec/sector-bananero-en-ecuador/#:~:text=A%20partir%20de%20los%20a%C3%B1os,el%20fruto%20proveniente%20de%20Centroam%C3%A9rica).
- Lezaun, J. (febrero de 2024). *Croplifela*. Obtenido de “*Chaetanaphothrips signipennis*” Distribución geográfica de la plaga e Impacto económico:
<https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/mancha-roja-del-banano-chaetanaphothrips-signipennis-distribucion-geografica-de-la-plaga-e-impacto-economico>
- López, R. (2022). “Importancia de los trips (*Frankliniella parvula*) en el cultivo de banano de exportación”. *Repositorio Universidad Técnica de Babahoyo*, 04 - 15.
- Machuca Jiménez, A. (2014). Control de trips que provoca la mancha roja *Chaetanaphothrips* sp. con insecticidas vegetales y metabolitos de hongos en banano orgánico Guayas. *Repositorio UTMACH*, 01-20.
- Mackinnon, R., & Chudoba, I. (2011). The use of M-FISH and M-BAND to define chromosome abnormalities. *Methods Mol Biol.*, 203 - 218.

- Martínez-Solórzano, G., & Rey-Brina, J. (2021). Bananas (Musa AAA): Importance, production and trade in Covid-19 times. *Agronomía Mesoamericana*, vol. 32, núm. 3, 1034 - 1046.
- Mendoza Véliz, C. (2022). Efectividad de extractos naturales sobre el control de cochinilla (*Dysmicoccus texensis*) Trips (*Chaetanaphothrips signipennis*), en el cultivo de banano. *Repositorio Universidad de Guayaquil : Facultad de Ciencias Agrarias*, 4 - 30.
- Oppong, P., Mao, H., Nyatuame, M., Kwabena, C., Yakanu, P., & Buami, E. (2025). Application of the JDL Model for Care and Management of Greenhouse Banana Cultivation. *Wate*, 1 - 30.
- Ortiz-Ulloa, J., Abril-González, M., Pelaez-Samaniego, M., & Zalamea-Piedra, T. (2020). Biomass yield and carbon abatement potential of banana crops (*Musa* spp.) in Ecuador. En E. S. Research, *Environmental Science and Pollution Research is an online-only journal and its print ISSN* (págs. 18741 – 18753). European: E"Ensuring integrity at Environmental Science and Pollution Research (ESPR)—our commitment to a stronger future".
- Osorio, J., Higgins, J., Toloza, D., Di Palma, F., Enriquez, A., Riveros, F., . . . Yockteng, R. (2024). Genome-wide association analyses using multilocus models on bananas (*Musa* spp.) reveal candidate genes related to morphology, fruit quality, and yield. *Genes, Genomes, Genetic G3*, 1 - 16.
- Petroni, A. (23 de enero de 2023). *Bon appétit*. Obtenido de Un hongo diezmo los plátanos más comunes. ¿Podría volver a ocurrir?: <https://www.bonappetit.com/story/banana-fungus-monoculture-extinction>
- Polo, G., & Wilson, A. (2021). Evaluación de insecticidas botánicos sobre trips (*Chaetanaphotrips signipennis*) en el cultivo de banano, en la finca "Julia

- María”, parroquia Isla del Bejucal, cantón Baba, provincia Los Ríos, Ecuador.
Repositorio Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 7 - 26.
- Pratami, G., Setyaningrum, E., & Ulhaq, S. (2021). Characterization Of morfology structure flower from variation cultivars of pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.).
Journal of Physics Conference Series, 1 - 7.
- Ramos Gorbeña, J., & Rojas Llanque, J. (2021). Efecto de la aplicación del enfunde y los bioinsecticidas Spinosad y Bio-bassiana frente a *Chaetanaphothrips signipennis* (Thysanoptera: Thripidae) para la producción del Banano Orgánico. *Universidad Ricardo Palma - URP REPOSITORIO*, 1 - 20.
- Raquel, D., Breno, M., Jane, M., Erika, A., Iara José, d., & Roberto, P. (2019). Morpho-anatomy of the inflorescence of *Musa × paradisiaca*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 147-151.
- Rodrigues, V., Donato, S., Arantes, A., Coelho, M., & Lima, M. (2020). Growth, yield and gas exchanges of ‘D’Angola’ plantain under different plant densities. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 490 - 496.
- Romainville Izaguirre, M. (24 de marzo de 2021). *redagricola.com*. Obtenido de Banano orgánico: estrategia para control de la mancha roja pasa por implementar prácticas culturales y apostar por el biocontrol: <https://redagricola.com/banano-organico-estrategia-para-control-de-la-mancha-roja-pasa-por-implementar-practicas-culturales-y-apostar-por-el-biocontrol>
- Serna-Jiménez, J., Siles López, J., Martín Santos, M., & Chica Pérez, A. (2023). Exploiting waste derived from *Musa* spp. processing: Banana and plantain. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining Volume 17, Issue 4*, 1046 - 1067.

- Simmonds, M., & Preedy, V. (2016). *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*. United Kingdom: Academic Press.
- TFNet News Compilation. (16 de marzo de 2016). *International Tropical Fruits Network*. Obtenido de International Tropical Fruits Network: <https://www.itfnet.org/v1/2016/03/banana-agronomy/>
- Universidad Agrícola de Tamil Nadu. (19 de junio de 2023). *Expert System for Banana*. Obtenido de agritech.tnau: https://agritech.tnau.ac.in/expert_system/banana/cli.html
- Vlaiculescu, A., & Varróne, C. (2022). Chapter 14 - Sustainable and eco-friendly alternatives to reduce the use of pesticides. En P. Singh, S. Singh, & M. Sillanpää, *Pesticides in the Natural Environment Sources, Health Risks, and Remediation* (págs. 329 - 364). ELSEVIER.
- Wei, J., Liu, G., Sun, M., Wang, H., Yang, P., Cheng, S., . . . Liu, D. (2025). Análisis exhaustivo de la morfología, transcriptómica y metabolómica de los mecanismos moleculares del banano (*Musa spp.*) relacionados con la altura de la planta. *Front. Plant Sci.* 16:1509193, 01 - 18.
- Zapata Mandujó, R. (2021). Efecto de la aplicación del enfunde y los bioinsecticidas Spinosad y Bio-bassiana frente a *Chaetanaphothrips signipennis* (Thysanoptera: Thripidae) para la producción del Banano Orgánico. *Repositorio Institucional de la Universidad Ricardo Palma*, 12-50.

ANEXOS

Tabla 9 tabla de datos en bruto

DATOS DE CAMPO MANCHA ROJA						
Tratamiento	Replica	planta	# Manos	# Dedos	# Daños	% Daños/racimo
1	1	1	7	112	4	3,6
1	1	2	7	108	0	0,0
1	1	3	7	130	4	3,1
1	1	4	7	117	0	0,0
1	1	5	6	99	3	3,0
1	1	6	4	49	9	18,4
1	1		6,33	102,50	3,33	4,67
1	2	7	7	118	0	0,0
1	2	8	6	97	8	8,2
1	2	9	6	105	5	4,8
1	2	10	7	112	0	0,0
1	2	11	8	125	0	0,0
1	2	12	5	90	0	0,0
1	2		6,50	107,83	2,17	2,17
1	3	13	5	82	0	0,0
1	3	14	7	106	3	2,8
1	3	15	7	99	5	5,1
1	3	16	7	109	3	2,8
1	3	17	5	88	3	3,4
1	3	18	3	27	0	0,0
1	3		5,67	85,17	2,33	2,34
1	4	19	8	123	0	0,0
1	4	20	6	86	0	0,0
1	4	21	6	95	0	0,0
1	4	22	6	67	0	0,0
1	4	23	5	63	0	0,0
1	4	24	7	113	0	0,0
1	4		6,33	91,17	0,00	0,00
1	5	25	7	114	0	0,0
1	5	26	6	94	9	9,6
1	5	27	6	98	0	0,0
1	5	28	6	87	1	1,1
1	5	29	5	69	0	0,0
1	5	30	8	152	0	0,0
1	5		6,33	102,33	1,67	1,79
2	1	1	5	88	1	1,1
2	1	2	6	114	2	1,8
2	1	3	5	80	7	8,8
2	1	4	5	94	3	3,2

2	1	5	5	80	0	0,0
2	1	6	7	116	0	0,0
2	1		5,50	95,33	2,17	2,47
2	2	7	6	85	0	0,0
2	2	8	7	122	2	1,6
2	2	9	6	99	3	3,0
2	2	10	7	108	0	0,0
2	2	11	7	119	0	0,0
2	2	12	5	78	2	2,6
2	2		6,33	101,83	1,17	1,21
2	3	13	5	71	0	0,0
2	3	14	6	91	1	1,1
2	3	15	7	115	16	13,9
2	3	16	5	72	0	0,0
2	3	17	6	118	2	1,7
2	3	18	5	89	1	1,1
2	3		5,67	92,67	3,33	2,97
2	4	19	5	74	0	0,0
2	4	20	7	118	5	4,2
2	4	21	6	111	0	0,0
2	4	22	5	80	0	0,0
2	4	23	6	86	0	0,0
2	4	24	6	92	2	2,2
2	4		5,83	93,50	1,17	1,07
2	5	25	5	77	0	0,0
2	5	26	7	93	0	0,0
2	5	27	7	119	0	0,0
2	5	28	6	104	4	3,8
2	5	29	7	116	20	17,2
2	5	30	7	115	3	2,6
2	5		6,50	104,00	4,50	3,95
3	1	1	5	91	0	0,0
3	1	2	6	97	0	0,0
3	1	3	5	80	0	0,0
3	1	4	7	112	2	1,8
3	1	5	6	112	0	0,0
3	1	6	7	111	4	3,6
3	1		6,00	100,50	1,00	0,90
3	2	7	7	114	2	1,8
3	2	8	6	93	4	4,3
3	2	9	6	110	2	1,8
3	2	10	6	96	2	2,1
3	2	11	6	98	0	0,0
3	2	12	7	106	0	0,0
3	2		6,33	102,83	1,67	1,66

3	3	13	3	30	0	0,0
3	3	14	6	86	0	0,0
3	3	15	6	93	1	1,1
3	3	16	7	118	0	0,0
3	3	17	8	134	0	0,0
3	3	18	5	87	3	3,4
3	3		5,83	91,33	0,67	0,75
3	4	19	7	115	0	0,0
3	4	20	5	73	0	0,0
3	4	21	4	46	0	0,0
3	4	22	5	80	0	0,0
3	4	23	6	105	3	2,9
3	4	24	6	85	0	0,0
3	4		5,50	84,00	0,50	0,48
3	5	25	7	126	4	3,2
3	5	26	6	93	0	0,0
3	5	27	7	115	2	1,7
3	5	28	7	133	5	3,8
3	5	29	7	112	2	1,8
3	5	30	5	71	3	4,2
3	5		6,50	108,33	2,67	2,45
4	1	1	6	98	0	0,0
4	1	2	6	108	0	0,0
4	1	3	7	109	0	0,0
4	1	4	5	92	0	0,0
4	1	5	7	113	0	0,0
4	1	6	7	122	0	0,0
4	1		6,33	107,00	0,00	0,00
4	2	7	5	82	0	0,0
4	2	8	7	130	3	2,3
4	2	9	5	79	0	0,0
4	2	10	6	110	0	0,0
4	2	11	6	93	0	0,0
4	2	12	5	74	0	0,0
4	2		5,67	94,67	0,50	0,38
4	3	13	6	108	0	0,0
4	3	14	7	131	0	0,0
4	3	15	8	141	1	0,7
4	3	16	7	141	0	0,0
4	3	17	6	95	0	0,0
4	3	18	5	68	0	0,0
4	3		6,50	114,00	0,17	0,12
4	4	19	8	136	0	0,0
4	4	20	6	94	0	0,0
4	4	21	7	108	0	0,0

4	4	22	6	93	0	0,0
4	4	23	6	87	1	1,1
4	4	24	6	86	0	0,0
4	4		6,50	100,67	0,17	0,19
4	5	25	5	71	1	1,4
4	5	26	6	82	0	0,0
4	5	27	6	91	0	0,0
4	5	28	5	86	0	0,0
4	5	29	4	78	0	0,0
4	5	30	5	77	0	0,0
4	5		5,17	80,83	0,17	0,23
5	1	1	7	125	11	8,8
5	1	2	5	78	19	24,4
5	1	3	6	112	9	8,0
5	1	4	4	67	11	16,4
5	1	5	8	143	13	9,1
5	1	6	6	118	9	7,6
5	1		6,00	107,17	12,00	12,39
5	2	7	6	126	10	7,9
5	2	8	7	112	15	13,4
5	2	9	3	33	14	42,4
5	2	10	5	65	10	15,4
5	2	11	5	105	5	4,8
5	2	12	5	79	6	7,6
5	2		5,17	86,67	10,00	15,25
5	3	13	5	71	9	12,7
5	3	14	5	76	12	15,8
5	3	15	6	93	16	17,2
5	3	16	7	100	8	8,0
5	3	17	6	90	15	16,7
5	3	18	7	111	25	22,5
5	3		6,00	90,17	14,17	15,48
5	4	19	6	93	12	12,9
5	4	20	6	94	6	6,4
5	4	21	5	76	8	10,5
5	4	22	6	100	17	17,0
5	4	23	5	73	10	13,7
5	4	24	5	63	11	17,5
5	4		5,50	83,17	10,67	13,00
5	5	25	7	131	15	11,5
5	5	26	7	113	4	3,5
5	5	27	6	101	10	9,9
5	5	28	6	100	6	6,0
5	5	29	5	77	12	15,6
5	5	30	7	117	15	12,8

5	5	6,33	106,50	10,33	9,88
---	---	------	--------	-------	------

Tabla 10 datos de promedio general

DATOS DE CAMPO MANCHA ROJA				
Tratamiento	# Manos	# Dedos	# Daños	% Daños / racimo
1	6,23	97,80	1,90	2,19
2	6,01	97,52	2,37	2,31
3	6,03	97,40	1,30	1,25
4	5,96	97,54	0,25	0,23
5	5,80	94,73	11,43	13,20

Tabla 11 Datos SAS

1 I	6.33	102.5	3.33	1.96	4.67	2.27
1 II	6.5	107.83	2.17	1.63	2.17	1.63
1 III	5.67	85.17	2.33	1.68	2.34	1.69
1 IV	6.33	91.17	0	0.71	0	0.71
1 V	6.33	102.33	1.67	1.47	1.79	1.51
2 I	5.5	95.33	2.17	1.63	2.47	1.72
2 II	6.33	101.83	1.17	1.29	1.21	1.31
2 III	5.67	92.67	3.33	1.96	2.97	1.86
2 IV	5.83	93.5	1.17	1.29	1.07	1.25
2 V	6.5	104	4.5	2.24	3.95	2.11
3 I	6	100.5	1	1.22	0.9	1.18
3 II	6.33	102.83	1.67	1.47	1.66	1.47
3 III	5.83	91.33	0.67	1.08	0.75	1.12
3 IV	5.5	84	0.5	1	0.48	0.99
3 V	6.5	108.33	2.67	1.78	2.45	1.72
4 I	6.33	107	0	0.71	0	0.71
4 II	5.67	94.67	0.5	1	0.38	0.94
4 III	6.5	114	0.17	0.82	0.12	0.79
4 IV	6.5	100.67	0.17	0.82	0.19	0.83
4 V	5.17	80.83	0.17	0.82	0.23	0.85
5 I	6	107.17	12	3.54	12.39	3.59
5 II	5.17	86.67	10	3.24	15.25	3.97
5 III	6	90.17	14.17	3.83	15.48	4
5 IV	5.5	83.17	10.67	3.34	13	3.67

5 V

6.33

106.5

10.33

3.29

9.88

3.22

Imagen 1 Producto de investigación a base de Piretrina Natural



Imagen 2 Producto de investigación a base de *Lecanicillium lecanii*



Imagen 3 Producto de investigación a base de agua purificada



Imagen 4 Producto de investigación a base de Azadirachtina



Imagen 5 Producto de investigación a base de *Beauveria bassiana*



Imagen 6 Fijador agrícola utilizado



Imagen 7 Dosificación mediante balanza analítica



Imagen 8 implementos utilizados para la medición y dosificación



Imagen 9 Preparación de Tratamiento 1



Imagen 10 Preparación de Tratamiento 2



Imagen 11 Preparación de Tratamiento 3

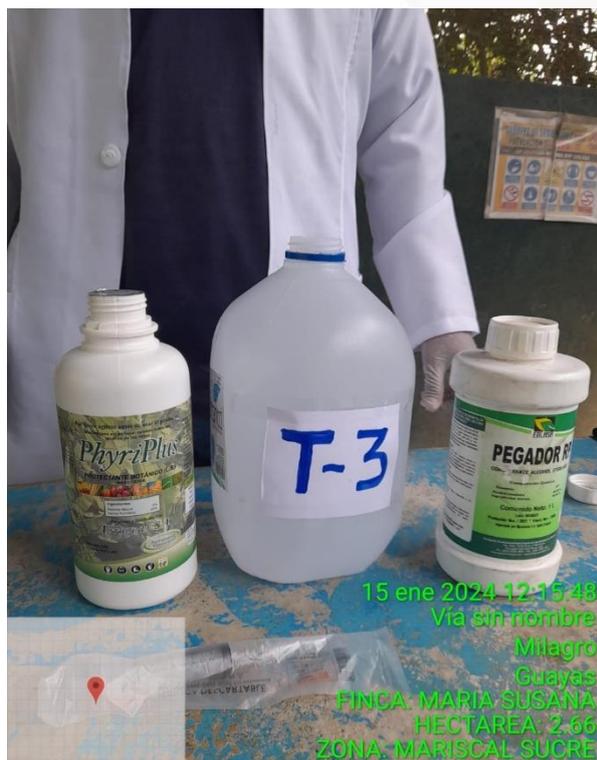


Imagen 12 Preparación de Tratamiento 4

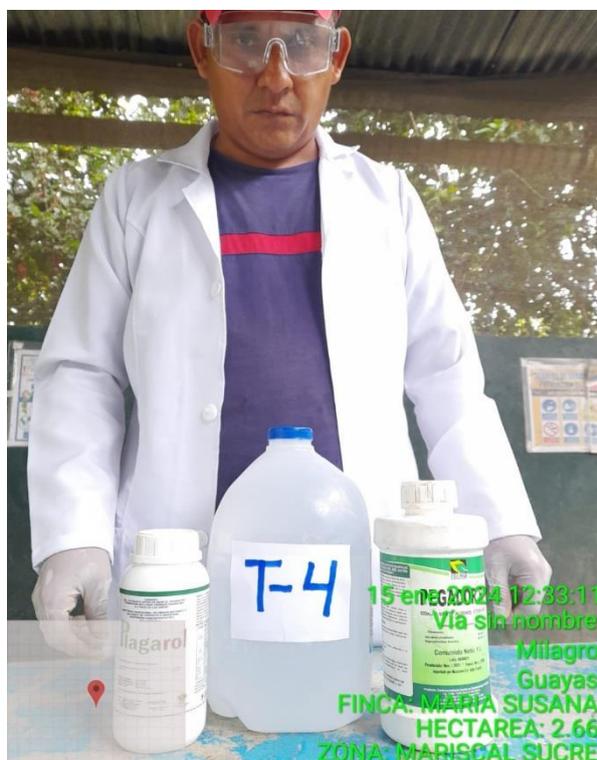


Imagen 13 tratamientos Preparados



Imagen 14 Medición de pH a Tratamiento 1



Imagen 15 Medición de pH a Tratamiento 4



Imagen 16 Medición de pH a Tratamiento 3



Imagen 17 Dosificación de Tratamientos



Imagen 18 Identificación de Muestras sujetas a investigación



Imagen 19 Aplicación de Bioinsecticida



Imagen 20 Identificación de Muestras sujetas a investigación



Imagen 21 Identificación de Muestras sujetas a investigación



Imagen 22 Aplicación de Bioinsecticida



Imagen 23 Toma de Datos



Imagen 24 Toma de Datos

