



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

CARRERA DE AGRONOMÍA

TRABAJO INVESTIGACIÓN

Evaluación comparativa de cuatro métodos de manejo fitosanitario de la cochinilla harinosa (*Dysmicoccus texensis*) en el cultivo de banano (*Musa x paradisiaca* L.) para indicar la opción óptima, para la producción en la Provincia de Los Ríos, Ecuador.

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
GESTIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS AGRÍCOLAS**

**AUTOR
PUGA CARRASCO ANDRES EDUARDO**

GUAYAQUIL – ECUADOR

2024



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

Evaluación comparativa de tres métodos de manejo fitosanitario de la cochinilla harinosa (*Dysmicoccus texensis*) en el cultivo de banano (*Musa x paradisiaca L.*) para indicar la opción óptima, para la producción en la Provincia de Los Ríos, Ecuador.
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención
del título de
INGENIERO AGRÓNOMO/A

AUTOR
PUGA CARRASCO ANDRES EDUARDO

TUTOR
DR. CÉSAR ALCÁCER SANTOS

GUAYAQUIL – ECUADOR
2024

ANEXO No. 10

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

Habiendo sido revisado el trabajo de titulación TITULADO: **Evaluación comparativa de tres métodos de manejo fitosanitario de la cochinilla harinosa (*Dysmicoccus texensis*) en el cultivo de banano (*Musa x paradisiaca* L.) para indicar la opción óptima, para la producción en la Provincia de Los Rios, Ecuador.** elaborado por **ANDRES EDUARDO PUGA CARRASCO** fue remitido al sistema de coincidencias en todo su contenido el mismo que presentó un porcentaje del **1%**, 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 captura de pantalla de dicho resultado.



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

**PUGA CARRASCO ANDRES EDUARDO
_TFC_19DIC2024**

3%
Textos
sospechosos

< 1% Similitudes
0% similitudes
entre comillas
0% entre las
fuentes
mencionadas
2% Idiomas no
reconocidos

Nombre del documento: PUGA CARRASCO ANDRES EDUARDO _TFC_19DIC2024.docx ID del documento: 8a059694deedff9c5eee3189626c8305d7aa74c4 Tamaño del documento original: 1,98 MB Autores: []	Depositante: CESAR ALCACER SANTOS Fecha de depósito: 19/12/2024 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 19/12/2024	Número de palabras: 12.688 Número de caracteres: 85.660
--	--	--

ATENTAMENTE,



Firmado electrónicamente por:
**CESAR ALCACER
SANTOS**

César Alcácer Santos, Ph.D.

19 de diciembre de 2024

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, 18 de diciembre de 2024

Magíster

Érika Ascencio Jordán

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 comparativa de tres métodos de manejo fitosanitario de la cochinilla harinosa (*Dysmicoccus texensis*) en el cultivo de banano (*Musa x paradisiaca* L.) para indicar la opción óptima, para la producción en la Provincia de Los Rios, Ecuador.**; 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: **PUGA CARRASCO ANDRES EDUARDO** , 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:
**CESAR ALCACER
SANTOS**

PhD. César Alcácer Santos

Tutor

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre, Melba Andrea Carrasco Carrasco, por su amor puro e incondicional, apoyo constante y por ser mi principal fuente de esfuerzo y fortaleza. A ella, que siempre creyó en mí, incluso en los momentos más complicados de mi vida, nunca perdió la esperanza de verme en estos momentos, a puerta de ser un Profesional.

También quiero dedicar este esfuerzo a mi padre Eduardo Elixis Puga Cervantes, a mi enamorada Julissa Sánchez C. quien fue esencial su ayuda para poder elaborar este proyecto y a todas las personas que han formado parte de mi vida, ayudándome a no rendirme, brindándome aliento cuando sentía que ya no podía más. Su presencia y palabras de ánimo fueron clave para alcanzar este logro.

Gracias a todos por su apoyo inquebrantable.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi tutor, Dr. César Alcácer, por su orientación y apoyo constante. Agradezco también a los dueños de la Hacienda “María Eugenia” por brindarme la oportunidad de realizar la investigación en sus instalaciones. Su apoyo fue esencial para el éxito de este trabajo.

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la Hacienda "María Eugenia", ubicada en la provincia de Los Ríos, Ecuador, una zona destacada por su alta productividad bananera. El objetivo principal de la investigación fue evaluar de manera comparativa cuatro métodos de manejo fitosanitario para el control de la cochinilla harinosa (*Dysmicoccus texensis*) en el cultivo de *Musa x paradisiaca* L. Dado el impacto de esta plaga en la producción bananera, se requiere un enfoque integral para manejarla de manera efectiva. La investigación profundiza en la comprensión del ciclo de vida de la cochinilla, su propagación y sus fuentes de inóculo, factores clave para desarrollar estrategias de control que disminuyan su incidencia y promuevan prácticas agrícolas más sostenibles. Los métodos evaluados incluyen el uso de deschante, la aplicación de jabón potásico orgánico y la implementación de períodos de cuarentena, todos con un enfoque en la efectividad, los costos y la reducción del impacto ambiental. Además, se realiza un análisis estadístico de las zonas más afectadas por la plaga en Los Ríos, proporcionando un diagnóstico claro de la magnitud del problema. Esta investigación busca resaltar la importancia de aplicar medidas fitosanitarias adecuadas para proteger la producción bananera, un sector crucial para la economía local y nacional. Los resultados obtenidos con la implementación de jabón potásico y cuarentenas contribuirán a fortalecer la sostenibilidad y rentabilidad de la industria bananera, ayudando a mitigar los efectos de la cochinilla harinosa y garantizar la estabilidad del sector frente a esta amenaza.

Palabras clave: Cochinilla harinosa, Control biológico, Manejo fitosanitario, Producción bananera y Sostenibilidad

ABSTRACT

The research was conducted at the "María Eugenia" Estate, located in the province of Los Ríos, Ecuador, an area known for its high banana productivity. The main objective of the study was to comparatively evaluate four phytosanitary management methods for controlling the mealybug (*Dysmicoccus texensis*) in the *Musa x paradisiaca* L. crop. Given the impact of this pest on banana production, an integrated approach is required to manage it effectively. The research delves into the understanding of the mealybug's life cycle, its spread, and its inoculum sources, which are key factors in developing control strategies that reduce its incidence and promote more sustainable agricultural practices. The methods evaluated include the use of deschante, the application of organic potassium soap, and the implementation of quarantine periods, all focused on effectiveness, costs, and reducing environmental impact. Additionally, a statistical analysis was conducted on the areas most affected by the pest in Los Ríos, providing a clear diagnosis of the problem's magnitude. This research aims to emphasize the importance of implementing appropriate phytosanitary measures to protect banana production, a sector crucial to the local and national economy. The results obtained with the use of potassium soap and quarantine measures will contribute to strengthening the sustainability and profitability of the banana industry, helping to mitigate the effects of the mealybug and ensure the sector's stability in the face of this threat.

Keywords: Biological control, Cotton mealybug, Integrated pest management, Banana production and Sustainability

Tabla de contenidos

Resumen	iii
Abstract.....	iv
Tabla de contenidos.....	vi
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE GRÁFICOS	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Relevancia de la problemática.....	1
1.2. Planteamiento y formulación del problema	2
1.3. Formulación del problema	6
1.4. Justificación de la investigación.....	6
1.5. Limitaciones del trabajo.....	9
1.5.1 Recursos económicos	9
1.5.2 Acceso limitado a tecnología	9
1.5.3 Restricciones de tiempo	10
1.5.4 Disponibilidad limitada de personal técnico	10
1.6. Objetivo general	11
1.7. Objetivos específicos.....	11
2. MARCO TEÓRICO.....	12
2.1 Bases teóricas.....	12
2.2. Controles de la cochinilla.....	15
2.3. Manejo integrado de plagas y plaguicidas	17
2.4. Marco legal.....	17

2.5.	Manejo de plagas en cultivos de banano.....	17
2.6.	Integración de métodos para un manejo sostenible.....	18
2.7.	Definición de plaga y manejo fitosanitario.....	19
2.8.	Fisiología de la planta y su relevancia	21
2.9.	Interacción con pesticidas	23
2.10.	Interacciones entre factores ambientales y plagas	23
2.11.	Condicionantes meteorológicos que afectan la efectividad del pesticida o depredador 24	
2.12.	Sinergias con otros productos y la integración de métodos de control.....	26
2.13.	Existencia de ecosistemas-refugio y su impacto en el control de plagas	27
2.14.	Estado del Arte.....	28
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	30
3.1.	Introducción a la metodología utilizada.....	30
3.2.	Características Climáticas	30
3.3.	Tipo de Investigación.....	31
3.4.	Métodos de Investigación	31
3.5.	Diseño Experimental y Análisis Estadístico	31
3.6.	Tratamientos Evaluados.....	32
3.7.	Análisis Estadístico.....	33
3.8.	Procedimiento Experimental.....	33
3.9.	Recursos Humanos y Materiales	35
3.9.3.1	<i>Metodología</i>	37
3.9.4.1	<i>Metodología</i>	40
3.9.5.1.	Metodología	43

3.9.6.1. Metodología	45
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
4.1. Introducción a los resultados	47
4.2. Comparación de la eficacia de los tratamientos.....	47
5. Discusión de los resultados	49
6. CONCLUSIONES.....	51
7. Recomendaciones.....	53
8. BIBLIOGRAFIA	54
9. ANEXOS	55

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Condiciones climáticas.....	30
Tabla 2 Lotes.....	32
Tabla 3 Tratamientos.....	33
Tabla 4 Recursos Humanos.....	35
Tabla 5 Materiales.....	35

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1 Resultados de reducción de infectación.....	50
Gráfico 2 Recuperación de protectores.....	50
Gráfico 3 Conteo de cochinilla por mata.....	55
Gráfico 4 Aplicación de jabón potásico por medio de pulverizadora manual.....	56
Gráfico 5 Deschante.....	56
Gráfico 6 Extracción de protectores.....	57
Gráfico 7 Dosificación de jabón potásico.....	58
Gráfico 8 Lavado de protectores.....	58
Gráfico 9 Chequeo de mano de banano.....	59

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Relevancia de la problemática

La presente investigación se centra en la evaluación comparativa de cuatro métodos de manejo fitosanitario para el control de la cochinilla harinosa (*Dysmicoccus texensis*) en el cultivo de *Musa x paradisiaca* L.

El manejo integrado de la cochinilla harinosa exige un conocimiento detallado de su biología, incluyendo su ciclo de vida, mecanismos de dispersión y capacidad para establecer focos de infestación persistentes en los cultivos. Estos factores constituyen la base para diseñar estrategias fitosanitarias que no solo logren una reducción significativa en la incidencia de la plaga, sino que también promuevan la sostenibilidad agrícola al minimizar el impacto ambiental y fomentar prácticas de manejo responsables.

En este contexto, la presente investigación abordará la evaluación de cuatro enfoques fitosanitarios que combinan el deschante, la aplicación de jabón potásico orgánico y la implementación de períodos de cuarentena estratégica. La evaluación de estos métodos se centrará en tres ejes fundamentales: su eficacia para mitigar la población de cochinilla, la viabilidad económica de su implementación en sistemas agrícolas, y su contribución a la disminución del impacto ambiental.

Además, se llevará a cabo un análisis estadístico de las zonas más afectadas por la cochinilla harinosa en Los Ríos, dando un diagnóstico transparente de la magnitud del problema. Este enfoque integral busca contextualizar la problemática y resaltar la importancia de implementar medidas fitosanitarias efectivas que cuiden la producción bananera, un sector vital

para la economía a nivel local y nacional. Esta investigación al identificar y validar las mejores prácticas de control apoyará al fortalecimiento de la sostenibilidad y rentabilidad de la industria bananera frente a una plaga que amenaza su estabilidad.

1.2. Planteamiento y formulación del problema

1.2.1. Planteamiento del problema

Las plantaciones bananeras enfrentan un desafío significativo debido a la infestación por cochinilla, un parásito que se alimenta de la savia de las plantas, provocando debilitamiento fisiológico y, en casos graves, la muerte de los individuos afectados.

Este problema fitosanitario representa una amenaza directa para la productividad, con pérdidas que pueden alcanzar hasta un 20% del rendimiento total. La presencia de la cochinilla no solo afecta la calidad y cantidad de la producción, sino que también incrementa los costos de manejo y pone en riesgo la sostenibilidad económica y ambiental del sistema de cultivo.

La cochinilla *Dysmicoccus texensis* es una plaga de gran relevancia en el cultivo de banano, ya que genera múltiples daños que afectan tanto la calidad como la cantidad de la producción.

Los daños causados por esta plaga se manifiestan principalmente en el debilitamiento de las plantas debido a la alimentación de la cochinilla sobre la savia de las hojas, lo que provoca pérdida de vigor, reducción del crecimiento y mayor susceptibilidad a otras enfermedades, además, las secreciones azucaradas de este insecto favorecen el desarrollo de fumagina, un hongo que cubre las hojas y racimos, reduciendo la fotosíntesis y afectando la calidad del fruto.

Los impactos económicos derivados de la infestación por *Dysmicoccus texensis* son significativos. Se estima que la infestación de cochinilla puede reducir los rendimientos del cultivo de banano hasta en un 20%, lo que implica pérdidas directas en la producción. Además, los costos asociados al control de esta plaga, que incluyen aplicaciones de insecticidas y biocontroladores, pueden aumentar considerablemente el gasto de los productores. En algunos casos, los costos de manejo pueden superar los \$300 por hectárea anuales (Brando et al., 2022).

Además de sus efectos directos sobre la planta de banano, *Dysmicoccus texensis* también puede desempeñar un papel crucial como vector de diversas enfermedades virales, lo que amplifica los daños y pérdidas asociadas a su infestación. Esta cochinilla harinosa ha sido identificada como un posible transmisor de virus que afectan gravemente la salud de las plantas y la productividad de los cultivos.

En particular, se ha observado que *Dysmicoccus texensis* puede facilitar la transmisión de virus como el Banana Bunchy Top Virus (BBTV), uno de los patógenos virales más destructivos en el cultivo de banano.

El virus BBTV es transmitido de planta a planta por diversos insectos vectores, entre ellos, *D. texensis*. Este virus provoca el encogimiento de las hojas, el crecimiento limitado de las plantas y una drástica reducción en el tamaño y calidad del racimo. La transmisión del virus ocurre cuando la cochinilla se alimenta de una planta infectada y luego se desplaza hacia una planta sana, inoculándola con partículas virales. La propagación del virus aumenta considerablemente cuando las infestaciones de cochinilla son masivas, ya que incrementa las probabilidades de contacto entre insecto y planta.

Los daños ocasionados por *Dysmicoccus texensis* como vector del BBTV no solo se limitan al debilitamiento directo de las plantas, sino que también tienen consecuencias económicas más graves debido a la pérdida de producción y la devaluación del producto. Se estima que las pérdidas pueden ser aún mayores cuando las infecciones virales afectan a plantas jóvenes o a aquellas que aún no han comenzado a fructificar, ya que las plantas infectadas no solo dejan de producir, sino que también se convierten en focos de propagación para futuras infecciones (Hussain et al., 2021).

El control de *Dysmicoccus texensis* como vector de virus en el banano es complejo, dado que se requieren estrategias que no solo gestionen la plaga, sino que también prevengan la transmisión viral. Las medidas incluyen el uso de insecticidas específicos, prácticas de manejo integrado de plagas (MIP) y la eliminación de plantas infectadas, que son esenciales para reducir tanto las pérdidas directas como las asociadas con la propagación viral (Smith et al., 2020).

A esto se suman las pérdidas indirectas, como la disminución de la calidad del fruto debido a la presencia de fumagina, lo que afecta su comercialización en mercados internacionales.

A nivel macroeconómico, los daños de *Dysmicoccus texensis* también impactan negativamente en la competitividad de la industria bananera, especialmente en países exportadores clave como Ecuador. La plaga puede reducir la capacidad de exportación debido a las estrictas normas fitosanitarias de los mercados internacionales, que exigen productos sin plagas visibles o daños de fumagina.

Para combatir la cochinilla, se han propuesto diversas alternativas de manejo, que incluyen métodos biológicos, químicos y culturales. Cada uno de estos métodos tiene sus

ventajas y limitaciones, y la falta de información consolidada sobre su eficacia y su impacto ambiental genera incertidumbre en su aplicación.

Los métodos biológicos pueden ser menos dañinos para el medio ambiente, mientras que los químicos pueden ofrecer resultados rápidos, pero a menudo tienen efectos negativos colaterales. Los métodos culturales, por otro lado, implican prácticas agrícolas que pueden ayudar a reducir la incidencia de la plaga a largo plazo, pero requieren cambios en las técnicas de cultivo.

La situación actual demanda una estrategia integral que combine estos enfoques de manera efectiva. Es crucial identificar las mejores prácticas y tecnologías disponibles para el control de la cochinilla, así como evaluar su impacto en el ecosistema agrícola. Además, es necesario desarrollar medidas sanitarias que no solo reduzcan la incidencia de la plaga, sino que también preserven el equilibrio ecológico y mejoren la sostenibilidad de las fincas bananeras.

El problema radica en la necesidad urgente de controlar la cochinilla para evitar pérdidas significativas en la producción de bananos. La solución óptima requiere un enfoque integrado que combine métodos efectivos para el control de la plaga con prácticas que protejan el medio ambiente. La investigación y la implementación de estos métodos deben ser evaluadas continuamente para asegurar su efectividad y adaptarse a los desafíos emergentes en el manejo de la cochinilla.

1.3. Formulación del problema

¿Cuál de las cuatro alternativas de control es la más eficiente, enfocadas en la parte ambiental y económica?

1.4. Justificación de la investigación

El cultivo de banano (*Musa x paradisiaca*) en la provincia de Los Ríos, Ecuador, representa una importante fuente de ingresos para la región, contribuyendo significativamente a la economía local y nacional. Sin embargo, el manejo fitosanitario de este cultivo enfrenta desafíos críticos, particularmente en la forma de plagas como la cochinilla harinosa (*Dysmicoccus texensis*), que ha demostrado tener un impacto considerable en la producción y calidad de los frutos.

La cochinilla harinosa, al ser una plaga de difícil control, presenta un ciclo de vida complejo que incluye fases de huevo, ninfa y adulto, cada una con características específicas que influyen en su capacidad para propagarse y causar daño. Su capacidad para persistir en fuentes de inóculo y propagarse rápidamente en las plantaciones la convierte en una amenaza significativa para la productividad del banano. Los métodos tradicionales de control, como el deschante, tienen limitaciones en términos de eficacia y sostenibilidad, y a menudo resultan en altos costos y un impacto ambiental considerable.

resulta esencial analizar y comparar estrategias de manejo fitosanitario que no solo garanticen un control efectivo de plagas, sino que también sean sostenibles desde una perspectiva económica y ambiental.

La presente investigación se centra en la evaluación de cuatro métodos específicos de control diseñados para optimizar la reducción de poblaciones de cochinilla (*Dysmicoccus texensis*): (1) deschante tradicional sin cuarentena, (2) deschante acompañado de la aplicación de jabón potásico orgánico y un periodo de cuarentena de siete días, (3) deschante con aplicación de jabón potásico orgánico directamente al racimo sin cuarentena, y (4) deschante con aplicación de jabón potásico orgánico al racimo combinado con una cuarentena de siete días.

La selección de estos métodos responde a la necesidad de evaluar su eficacia en el manejo de la plaga, considerando parámetros como la reducción poblacional, la viabilidad económica de su implementación y su impacto ambiental, con el objetivo de identificar opciones más integradas y sostenibles para el manejo fitosanitario en sistemas de producción agrícola.

La importancia de esta investigación radica en la necesidad de identificar prácticas de manejo fitosanitario que no solo sean efectivas en controlar la cochinilla harinosa, sino que también sean rentables y respetuosas con el medio ambiente. La comparación de estos métodos proporcionará datos valiosos sobre su impacto en la reducción de la plaga, permitiendo a los productores tomar decisiones informadas que optimicen tanto la producción como la sostenibilidad de sus cultivos.

La investigación titulada "Evaluación comparativa de cuatro métodos de manejo fitosanitario de la cochinilla harinosa (*Dysmicoccus texensis*) en el cultivo de banano (*Musa x paradisiaca* L.) para indicar la opción óptima, para la producción en la Provincia de Los Ríos, Ecuador" es de suma relevancia tanto a nivel social, ambiental como económico, dada la

importancia estratégica de la producción bananera en Ecuador, uno de los principales exportadores mundiales de este producto.

La cochinilla harinosa *Dysmicoccus texensis* representa una amenaza significativa para la producción bananera, afectando no solo el rendimiento de los cultivos, sino también el bienestar de miles de familias que dependen de este sector para su sustento. Al abordar esta problemática, la investigación contribuirá a mejorar las condiciones de vida de los productores bananeros, al ofrecer soluciones efectivas y sostenibles para el control de esta plaga. Además, el manejo adecuado de esta plaga garantizará la continuidad de la producción y la estabilidad de los empleos asociados al cultivo de banano en la región.

En el contexto de los crecientes desafíos ambientales, la investigación también tiene un componente relevante a nivel ambiental. El uso indiscriminado de productos químicos para el control de plagas genera impactos negativos en los ecosistemas, afectando la biodiversidad y la calidad del suelo y agua. Esta investigación, al evaluar métodos alternativos y sostenibles como el control biológico, contribuirá a promover prácticas agrícolas más responsables, reduciendo el uso de productos químicos y favoreciendo la conservación del medio ambiente.

Económicamente, la producción de banano en Ecuador es una fuente clave de ingresos tanto para los pequeños productores como para las grandes empresas agroexportadoras. La cochinilla harinosa puede ocasionar pérdidas de hasta un 20% en los rendimientos, lo que implica un impacto directo en los ingresos de los productores. Al ofrecer una evaluación comparativa de diferentes métodos de manejo fitosanitario, esta investigación permitirá identificar las alternativas más costo-efectivas, contribuyendo a la mejora de la productividad y rentabilidad del sector

bananero en la provincia de Los Ríos, región que juega un papel clave en la producción bananera nacional.

Desde una perspectiva investigativa, esta investigación se inserta en la necesidad de generar conocimiento aplicable y localmente relevante sobre el manejo fitosanitario en el cultivo de banano. A nivel metodológico, la aplicación de un diseño experimental riguroso, con el análisis de cuatro métodos distintos, permitirá no solo comparar la eficacia de las técnicas tradicionales y alternativas, sino también proporcionar evidencia científica que guíe futuras investigaciones y políticas públicas relacionadas con el manejo de plagas en el sector agrícola. Al integrar diferentes enfoques de manejo fitosanitario, la investigación contribuirá a la creación de modelos de manejo más sostenibles y adaptados a las condiciones locales de la provincia de Los Ríos.

1.5. Limitaciones del trabajo

En el desarrollo del proyecto, se identificaron diversas limitaciones que impactaron tanto en la planificación como en la ejecución de las actividades. Estas barreras, aunque manejables, condicionaron algunos aspectos de la investigación. A continuación, se describen las principales limitaciones:

1.5.1 Recursos económicos

La disponibilidad limitada de fondos afectó directamente la posibilidad de implementar metodologías más avanzadas, como el uso de dispositivos de monitoreo automatizados o la adquisición de insumos especializados para los tratamientos. Esto también restringió la capacidad de ampliar el alcance del estudio a más lotes o ensayos paralelos.

1.5.2 Acceso limitado a tecnología

La falta de herramientas tecnológicas más modernas, como sensores para medir microclimas o sistemas digitales para el registro y análisis de datos en tiempo real, redujo la precisión y la eficiencia de las evaluaciones realizadas.

1.5.3 Restricciones de tiempo

El marco temporal de tres meses permitió analizar aspectos clave, pero fue insuficiente para evaluar posibles fluctuaciones estacionales en la población de cochinillas o el impacto a largo plazo de los tratamientos aplicados.

1.5.4 Disponibilidad limitada de personal técnico

El equipo que colaboraba en mi proyecto, no estuvo disponible al 100% debido a la responsabilidad laboral que tenía con la Hacienda ya que estos colaboradores formaban parte de la hacienda en donde se llevó a cabo el estudio, junto a la falta de personal capacitado para realizar monitoreos más frecuentes o detallados, terminó dificultando en la coordinación entre los distintos actores involucrados, ralentizando la implementación de algunas actividades, provocando afectaciones en la toma de decisiones operativas.

Dependencia de prácticas tradicionales

La resistencia al cambio en algunas prácticas de manejo tradicional como el uso constante de plaguicidas, representó un obstáculo para la adopción de nuevas metodologías. Esto evidenció la necesidad de reforzar la capacitación y la concienciación en el uso de técnicas más sostenibles.

A pesar de estas limitaciones, el proyecto logró cumplir sus objetivos generales, generando información relevante sobre la efectividad de los métodos de control evaluados. Estas

experiencias destacan la importancia de contar con recursos adecuados, planificación logística más robusta y un enfoque de trabajo colaborativo para garantizar un impacto aún mayor en futuros estudios.

1.6. Objetivo general

Evaluar comparativamente la eficacia de cuatro métodos de manejo fitosanitario para controlar la cochinilla harinosa (*Dysmicoccus texensis*) en el cultivo de banano (*Musa x paradisiaca*), con el fin de determinar la opción más eficiente y sostenible para su implementación en la Provincia de Los Ríos, Ecuador.

1.7. Objetivos específicos

- Cuantificar la incidencia de la cochinilla harinosa bajo un régimen de control tradicional de deschante y lavado de protectores con cero cuarentenas.
- Evaluar el efecto de la aplicación de jabón potásico al seudotallo, complementado con una cuarentena de 7 días, sobre la reducción de la población de cochinilla.
- Determinar la efectividad del deschante tradicional y la aplicación de jabón potásico al racimo sin cuarentena, en la disminución de la incidencia de la cochinilla harinosa
- Comparar el impacto de una cuarentena de 7 días en combinación con la aplicación de jabón potásico al racimo, con los otros métodos propuestos, en términos de control de la plaga y sostenibilidad ambiental.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas

2.1.1. *Cochinilla harinosa*

La cochinilla harinosa (*D. texensis*) es un insecto del reino Animalia, que pertenece a la familia; *Pseudococcidae* cuya especie se denomina *D. texensis*.

De acuerdo con Palma-Jiménez (2019), en América Latina y el Caribe, la cochinilla harinosa está presente en varios países, incluyendo Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Honduras, Jamaica, Haití, Nicaragua, Puerto Rico, Venezuela y Ecuador. Esta amplia distribución geográfica subraya la adaptabilidad de la plaga a diversas condiciones climáticas y su impacto potencial en los cultos.

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2023), en Ecuador se ha registrado la presencia de la cochinilla harinosa en diversas provincias, especialmente aquellas con climas cálidos y húmedos, que son ideales para su proliferación. Provincias como Guayas, Manabí, El Oro y Los Ríos han reportado afectaciones considerables debido a la relevancia agrícola de estas zonas. La plaga se localiza principalmente en los tallos, hojas y raíces de las plantas, lo que dificulta el control y gestión en los cultivos.

2.1.2. *Importancia económica de la cochinilla*

La provincia de Los Ríos, una de las áreas agrícolas más importantes del Ecuador y donde la cochinilla harinosa incide en cultivos fundamentales como el cacao, plátano y varias frutas tropicales. Por esta razón, en la provincia de los Ríos se están impulsando tácticas combinadas de control de plagas que comprenden la aplicación de agentes biológicos, control químico y prácticas culturales apropiadas para reducir su efecto (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2023).

Vera (2015) indica que, en años recientes, la introducción accidental de la cochinilla harinosa, como sucede con *Maconellicoccus hirsutus* (Green), también conocida como la cochinilla rosada del hibisco, ha provocado graves consecuencias económicas y ecológicas en la región caribeña. Este insecto es extremadamente dañino en plantaciones como el plátano, donde muestra una gran afinidad por el pseudotallo, situándose bajo las vainas más exteriores, resguardadas de la luz, y realizando allí todo su ciclo vital (Cubillo, 2016).

De acuerdo con Quiñonez (2015), es fundamental el seguimiento continuo de las poblaciones de cochinillas para detectar los primeros focos de infestación y establecer la implementación de tácticas de control, ya sean químicas o biológicas.

2.1.3. Cultivo de banano

El plátano es uno de los bienes más relevantes en términos económicos para Ecuador. Agrocalidad (2014) resalta que esta nación contribuye con el 30% de la oferta global, estableciéndose como el principal exportador. Este producto representa el 10% de las exportaciones nacionales totales, siendo muy apreciado en mercados rigurosos y constituyendo un componente vital de la alimentación de millones de individuos.

Moncayo (2019), a nivel mundial, señala que el plátano es el cuarto cultivo de alimentos más significativo en cuanto a valor bruto de producción, seguido por el arroz, el trigo y el maíz. En naciones en vías de desarrollo, esta fruta no solo sirve como alimento fundamental, sino que también actúa como impulsor económico, creando ingresos y trabajos en áreas rurales. Además, Tapia (2017) enfatiza que, además de su relevancia en la alimentación, el plátano contribuye notablemente a la seguridad alimentaria, al mismo tiempo que robustece las economías locales mediante su venta.

2.1.4. La cochinilla harinosa y su ciclo de vida

Conforme a lo indicado por Agricultura (2023), la cochinilla harinosa es un insecto que afecta principalmente a las plantas de banano, y su ciclo de vida tiene varias fases, lo que hace que su control sea un desafío. Esta plaga se alimenta de la savia de la planta, lo que debilita el cultivo y reduce la calidad de la fruta. En su ciclo de vida, la cochinilla pasa por varias etapas: huevos, ninfas y adultos. Las ninfas son las que se dispersan más fácilmente, moviéndose a otras partes de la planta o a otras plantas cercanas, lo que facilita su propagación.

Este insecto produce una sustancia pegajosa llamada melaza, que cubre la superficie de las hojas y los frutos, fomentando el crecimiento de un hongo conocido como fumagina. La fumagina reduce la fotosíntesis de la planta, lo que agrava el debilitamiento de la planta afectada. Además, la cochinilla harinosa también puede ser un vector de otras enfermedades, lo que complica aún más su manejo.

El ciclo de vida de la cochinilla es altamente influenciado por las condiciones climáticas, como la temperatura y la humedad, las cuales favorecen su reproducción y dispersión. En condiciones cálidas y húmedas, las poblaciones de cochinilla pueden crecer rápidamente, lo que hace que el control se vuelva aún más urgente.

2.1.5. Impacto de la cochinilla

La cochinilla provoca múltiples perjuicios en las plantas, impactando tanto en su bienestar como en su rendimiento productivo. Uno de los impactos más perceptibles es la aparición de marcas amarillas en las hojas, que finalmente llevan al marchitamiento y, en situaciones graves, a la muerte de la planta. Este tipo de perjuicio afecta de manera considerable la habilidad fotosintética de la planta y disminuye su vitalidad global (Salvador, 2016).

Además, la plaga de cochinillas promueve el surgimiento de "fumagina", una capa de color negro que se forma a raíz del desarrollo de hongos del género *Capnodium*.

Otro punto alarmante de la plaga es que la cochinilla tiene la capacidad de infectar cualquier sector de la planta durante su ciclo de cultivo. Este insecto también funciona como portador del Virus del Rayado del Banano (BSV, en inglés), añadiendo un componente viral a las dificultades que ya ocasiona en los cultivos impactados. Este tipo de infección puede generar efectos desoladores en la producción de bananas, un cultivo esencial en numerosas zonas tropicales (Salvador, 2016).

2.2. Controles de la cochinilla

2.2.1. Manejo biológico de la cochinilla

El manejo biológico de la cochinilla emplea organismos benéficos como el escarabajo depredador *Cryptolaemus montrouzieri*, aunque en los cultivos de plátano, la escasez de refugios y de fuentes de alimento alternativo restringen la presencia de estos insectos beneficiosos, disminuyendo su población y afectando su capacidad para controlar (Cedeño, 2014).

Además, el desarrollo del ciclo biológico de la cochinilla varía en función de la temperatura. Este proceso se acelera en las estaciones más frías como el invierno y disminuye su ritmo durante el verano, lo que genera un mayor riesgo de infestaciones en zonas de clima cálido, donde las condiciones favorecen su propagación y reproducción (Suárez, 2014).

2.2.2. Control cultural de la cochinilla

Uno de los métodos culturales eficaces es el deschateo, que implica la supresión del pseudotallo, dejando a los insectos expuestos a la luz del sol (Zárate, 2017). Además, se aconseja la limpieza de mallas, el control de malas hierbas como focos de enemigos naturales, eludir la fertilización nitrogenada excesiva y embolsar las piñas sin cochinillas para prevenir su difusión (Torres, 2013).

La infusión precoz de los racimos previo a la apertura de la bellota disminuye considerablemente los perjuicios provocados por la escala blanca, potenciando la calidad de la fruta para exportación (Pereira, 2017)

2.2.3. Control químico de la cochinilla

En el control químico se sugiere el uso de productos autorizados y tratamientos alternativos, como lavados con agua o jabones potásicos. Mieles (2013) menciona el insecticida Acetamiprid, eficaz contra insectos chupadores y masticadores, cuya acción es de contacto directo.

2.2.4. Uso de productos orgánicos

Alternativas como el jabón potásico orgánico son cada vez más populares, ya que ofrecen una forma segura y sostenible de manejar las plagas sin los efectos negativos de los pesticidas convencionales.

2.3. Manejo integrado de plagas y plaguicidas

El uso de plaguicidas en el manejo integrado de plagas presenta riesgos tanto para la salud humana como para el medio ambiente. Arroyo (2015) indica que muchos campesinos almacenan plaguicidas en condiciones inseguras, lo que exponen a niños y familias a riesgos de intoxicación. Rodríguez (2016) señala que el 85% de los plaguicidas se utiliza en el sector agrario, afectando no solo a los trabajadores agrícolas sino también a las comunidades cercanas y a los consumidores de alimentos contaminados.

2.4. Marco legal

El Ministerio del Ambiente (2018) menciona que la Política Nacional de Biodiversidad, en el marco del Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV), promueve una agricultura sostenible que refuerza la necesidad de sustentabilidad, no solo desde el punto de vista ambiental, sino también social y económico, al tiempo que fomenta la Agroecología y prácticas agrícolas tradicionales, que ayudan a conservar el medio ambiente.

2.5. Manejo de plagas en cultivos de banano

El manejo de plagas en cultivos de banano es un conjunto de prácticas agrícolas diseñadas para controlar las plagas que afectan el rendimiento de los cultivos. Este manejo incluye tanto la prevención como el control de plagas, buscando no solo eliminar las plagas

presentes, sino también prevenir su aparición en el futuro. En el caso específico del banano, una de las plagas más importantes es la cochinilla harinosa, que afecta la calidad del fruto y la salud de la planta, lo que pone en peligro la producción y la rentabilidad de los cultivos. Zárate, J. (2017)

La táctica para controlar esta plaga se basa en varias técnicas, que oscilan entre el uso de sustancias químicas hasta técnicas más respetuosas con el medio ambiente. Hoy en día, la tendencia es disminuir la utilización de sustancias químicas en beneficio de opciones más sustentables, que reduzcan el efecto en el medio ambiente y sean más seguras para la salud de los empleados y los consumidores. La gestión fitosanitaria también abarca medidas preventivas, como la rotación de cultivos y la poda de plantas infectadas, que ayudan a reducir la expansión de la plaga (Gómez, 2020).

De acuerdo con el Manejo Integrado de Plagas (2014) Las técnicas tradicionales, como el uso de pesticidas, son eficaces, pero a menudo tienen efectos negativos a largo plazo. Las plagas desarrollan resistencia con el tiempo, lo que significa que los tratamientos deben ser cada vez más fuertes, con mayores riesgos de dañar el ecosistema. Por esta razón, el enfoque hacia una agricultura sostenible es cada vez más importante. El objetivo es encontrar un balance entre la protección de los cultivos y la preservación del medio ambiente, promoviendo una agricultura más amigable con el entorno.

2.6. Integración de métodos para un manejo sostenible

Según Pérez y García (2020), el manejo integrado conlleva la implementación de diversas tácticas para asegurar un control más eficaz de las plagas, evitando la dependencia exclusiva de un enfoque específico. Este método es especialmente significativo para luchar contra la cochinilla

harinosa, dado que una única técnica a menudo no basta para controlar esta plaga de manera efectiva.

Adicionalmente, la aplicación de pesticidas debe ser complementada con técnicas culturales y biológicas, como la introducción de depredadores naturales o la implementación de barreras físicas que impidan la expansión de la plaga. No solo mejora el control, sino que también contribuye a reducir los efectos adversos en el ecosistema y la biodiversidad de la zona.

Además, el seguimiento continuo de los cultivos facilita la identificación precoz de las infestaciones y la aplicación de medidas específicas solo cuando se requiera, lo que ayuda a disminuir el uso desmedido de sustancias químicas y, por ende, su efecto.

2.7. Definición de plaga y manejo fitosanitario

Una plaga se refiere a cualquier ser vivo que impacta de manera negativa en un cultivo, ya sea por perjuicios directos, como la disminución de la producción vegetal o la disminución de la calidad de los productos, o por daños indirectos, como la propagación de patologías. Para la cochinilla harinosa, esta especie parasitaria se nutre de la savia de las plantas, debilitándolas y disminuyendo su potencial de desarrollo.

Pérez y Torres (2018) indican que la gestión fitosanitaria tiene como objetivo reducir los perjuicios provocados por las plagas a través de varias acciones, que oscilan entre prevenir su surgimiento hasta un control efectivo cuando ya se encuentra presente. Esto abarca técnicas físicas, como la construcción de barreras o la erradicación manual de las plagas; sustancias

químicas, como la aplicación de pesticidas; biológicos, como la emisión de enemigos naturales; y culturales, como la preservación de buenas prácticas agrícolas.

El enfoque actual en la gestión fitosanitaria se enfoca en la adopción de productos y métodos menos perjudiciales para el entorno natural. Dentro de estas opciones sobresalen los pesticidas biológicos y los métodos de control natural, cuyo objetivo es incrementar la sustentabilidad de la producción agrícola, preservando un balance entre la protección y la protección.

2.7.1. Mecanismos de acción de los pesticidas

Orozco et al., (1998) señalan que los pesticidas son instrumentos cruciales para la regulación de plagas como la cochinilla harinosa, y funcionan mediante varios mecanismos de acción. Algunos pesticidas impiden la actividad de enzimas fundamentales en el sistema nervioso de los insectos, como la acetilcolinesterasa, lo que obstaculiza la transmisión de señales nerviosas, provocando así la parálisis y la muerte del insecto. Algunos pesticidas modifican el sistema hormonal de los insectos, obstaculizando su crecimiento y reproducción, reduciendo progresivamente las poblaciones de estas plagas.

Los pesticidas que actúan directamente en la estructura externa de los insectos, causando su deshidratación o infiltrando su sistema nervioso. Además, las plantas absorben los pesticidas sistémicos, lo que permite que el insecto que se nutre de su savia absorba el veneno, provocando así su fallecimiento. En última instancia, ciertos pesticidas obstaculizan la respiración

celular de los insectos, obstaculizando procesos metabólicos vitales que les dificultan conseguir la energía requerida para subsistir.

2.8. Fisiología de la planta y su relevancia

De acuerdo con lo que mencionan Martínez y López (2019), la fisiología vegetal hace referencia a los procesos biológicos y químicos que tienen lugar en el interior de la planta. Estos procedimientos son fundamentales para comprender la interacción de la planta con las plagas y su respuesta ante los tratamientos fitosanitarios. Por ejemplo, la cochinilla harinosa se nutre de la savia de la planta, lo que obstaculiza el proceso de fotosíntesis y la producción de nutrientes en la planta. Esta carencia de nutrientes provoca que la planta se deteriore, perjudicando su habilidad para crecer y desarrollarse.

Además, la capacidad de la planta para resistir a las plagas también tiene un rol significativo. Las plantas crean sistemas de defensa, como la generación de sustancias químicas que repelen o eliminan a las plagas. No obstante, plagas como la cochinilla harinosa han progresado para vencer algunas de estas barreras, lo que complica su manejo. Es fundamental entender cómo la fisiología de la planta se ve impactada por las plagas y los pesticidas para optimizar las tácticas de control.

2.8.1. Estructura fisiológica del plátano y su relación con la cochinilla

El papel de la fisiología del plátano es vital en su interacción con plagas como la cochinilla harinosa y en la eficacia de los tratamientos fitosanitarios implementados. Diversas características de su biología inciden directamente en su propensión a esta plaga y en las estrategias de manejo:

2.8.2. Producción de savia y nutrición

De acuerdo con Smith et al. (2020), la planta de plátano genera grandes volúmenes de savia abundante en azúcares, el principal sustento de la cochinilla harinosa. Este insecto emplea sus dientes bucales para perforar los tejidos de la planta y extraer la savia, lo que disminuye considerablemente los nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta y obstaculiza la circulación de agua y minerales vitales. Este procedimiento no solo disminuye la planta, sino que además la vuelve más vulnerable a otras plagas y enfermedades.

2.8.3. Fotosíntesis y metabolismo

La cochinilla harinosa interfiere en el flujo de nutrientes y promueve el desarrollo de hongos como la fumagina en las hojas. Este hongo envuelve la superficie de las flores y restringe la absorción de luz solar, disminuyendo así la habilidad de la planta para llevar a cabo la fotosíntesis. González y Martínez (2019) están de acuerdo en que esta disminución en la capacidad fotosintética reduce la generación de energía, impactando el crecimiento y evolución de la planta. Además, el efecto acumulativo puede disminuir considerablemente la productividad del cultivo.

2.8.4. Resistencia natural

Según López et al. (2018), las plantas tienen mecanismos de defensa naturales, como la generación de sustancias químicas tóxicas o repelentes para los insectos. No obstante, la cochinilla harinosa ha desarrollado adaptaciones que le facilitan superar estas defensas naturales, subrayando la importancia de utilizar estrategias externas, como la aplicación de pesticidas, para regular su población. Este hecho subraya la relevancia de investigar y promover tácticas de mejora genética que potencien la resistencia natural del plátano ante él.

2.9. Interacción con pesticidas

Los pesticidas sistémicos, que se reparten a través del sistema vascular de las plantas, resultan eficaces contra plagas que se nutren de la savia, como la cochinilla Harinosa. No obstante, Ramírez y Torres (2021) indican que la utilización excesiva de estos productos puede provocar efectos negativos, tales como el estrés oxidativo en las plantas, cambios en su metabolismo y una disminución en su habilidad para regenerarse después de una plaga. Esto resalta la importancia de establecer una gestión integrada de plagas que fusiona el uso lógico de pesticidas con prácticas culturales y biológicas para alcanzar un balance.

2.10. Interacciones entre factores ambientales y plagas

De acuerdo con lo expuesto en Agricultura (2023), elementos del entorno, tales como la temperatura, la humedad y la existencia de otros seres vivos, ejercen un impacto considerable en la relación entre plantas y plagas. En circunstancias cálidas y húmedas, como las que son habituales en la provincia de Los Ríos, la cochinilla harinosa tiene la capacidad de reproducirse con rapidez, incrementando así la presión sobre los cultivos.

Como señalan López et al. (2018), la elevada humedad promueve la multiplicación de la cochinilla y el desarrollo de hongos como la fumagina, que impiden la fotosíntesis en las plantas. No obstante, también favorece a los depredadores naturales de la plaga, tales como algunos insectos y ácaros, que contribuyen a regular la población de la cochinilla.

En contraposición, González y Martínez (2019) indican que las temperaturas elevadas aceleran el ciclo vital de la cochinilla harinosa, promoviendo su crecimiento y reproducción. Este elemento

también puede potenciar la efectividad de ciertos pesticidas de contacto, facilitando así un manejo más eficaz de la plaga.

Adicionalmente, Ramírez y Torres (2021) señalan que la sinergia entre el empleo de pesticidas y depredadores naturales puede ser más eficaz que los procedimientos aislados, dado que el jabón potásico orgánico tiene la capacidad de eliminar la capa cerosa que resguarda a la cochinilla, facilitando que los pesticidas operen con mayor rapidez. En suma, estos elementos resaltan la relevancia de un enfoque combinado que fusiona el control biológico y químico para manejar de forma sostenible la cochinilla harinosa en los cultivos.

2.11. Condicionantes meteorológicos que afectan la efectividad del pesticida o depredador

García y Pérez (2021) señalan que las condiciones meteorológicas tienen un impacto directo sobre la acción y efectividad tanto de los pesticidas como de los depredadores naturales en el control de plagas como la cochinilla harinosa (*Dysmicoccus texensis*) en los cultivos de banano. Estos factores pueden influir en la supervivencia, movilidad y efectividad de los agentes de control, ya sean químicos o biológicos.

2.11.1. Temperatura

La temperatura juega un papel crucial en la actividad de las plagas y en la efectividad de los tratamientos fitosanitarios. Las altas temperaturas favorecen la proliferación de la cochinilla harinosa, lo que hace más difícil su control. Sin embargo, en condiciones de calor extremo, la acción de los pesticidas puede disminuir debido a la volatilización o degradación rápida de los compuestos químicos. Por otro lado, las bajas temperaturas reducen la actividad de los depredadores naturales y parasitoides, que son esenciales para el control biológico de las plagas.

Específicamente, insectos como las mariquitas y algunas avispas parasitoides, que ayudan a controlar las poblaciones de cochinillas, ven disminuida su efectividad en climas fríos (Pérez, 2020).

2.11.2. Humedad

La humedad relativa es otro factor fundamental que influye en la proliferación de la cochinilla harinosa. Este insecto se adapta fácilmente a ambientes húmedos, lo que facilita su expansión en regiones tropicales, como la provincia de Los Ríos. En condiciones de alta humedad, la efectividad de los pesticidas de contacto, como los insecticidas, puede verse reducida, ya que la humedad acelera la descomposición o dilución de los productos aplicados. Por otro lado, los depredadores naturales, tales como insectos predadores y parasitoides, pueden beneficiarse de la alta humedad, ya que este factor favorece su actividad y capacidad reproductiva. Este entorno propicia el aumento de su efectividad como agentes de control biológico contra la cochinilla (Pérez, 2020).

2.11.3. Precipitación

Las precipitaciones tienen un impacto considerable en la efectividad de los pesticidas, ya que las lluvias pueden lavar los tratamientos de las plantas antes de que los productos tengan tiempo de actuar. En áreas con lluvias frecuentes, como en Los Ríos, los pesticidas tienden a ser menos eficaces debido a que las precipitaciones disminuyen la concentración de los productos aplicados. En lo que respecta al control biológico, las lluvias también pueden modificar las condiciones en las que operan los depredadores naturales. Por ejemplo, lluvias intensas pueden afectar la movilidad de los insectos depredadores, dificultando su acceso a las plagas. No obstante, en algunos casos, las lluvias pueden ser beneficiosas al aumentar la disponibilidad de agua y refugio, lo que permite que los depredadores se mantengan activos (Pérez, 2020).

2.11.4. Viento

El viento es otro factor que puede influir en la dispersión de los pesticidas. Si la aplicación no se realiza de manera controlada, el viento puede esparcir los pesticidas fuera del área deseada, lo que reduce su efectividad. Además, las ráfagas de viento pueden alterar la concentración de los pesticidas en áreas específicas, lo que disminuye la eficacia de las aplicaciones. En lo que respecta al control biológico, el viento también puede interferir con la dispersión de depredadores naturales, quienes dependen de su movilidad para cazar y eliminar las plagas. Los vientos fuertes pueden dificultar la efectividad de los tratamientos, afectando tanto la dispersión de pesticidas como la acción de los depredadores naturales (Pérez, 2020).

2.12. Sinergias con otros productos y la integración de métodos de control

La sinergia entre diferentes productos y métodos de control puede mejorar considerablemente los resultados en el manejo fitosanitario. La combinación de pesticidas con productos como el jabón potásico o la integración del control biológico mediante depredadores puede incrementar la efectividad de los tratamientos aplicados.

2.12.1. Sinergia de pesticidas y jabón potásico

El uso de jabón potásico junto con pesticidas puede facilitar la penetración de los productos en el insecto objetivo. El jabón potásico ayuda a romper la capa cerosa que recubre a la cochinilla, permitiendo que los pesticidas actúen con mayor eficacia. Esta sinergia también contribuye a reducir la cantidad de pesticidas necesarios para controlar la plaga, lo que no solo disminuye el impacto ambiental, sino que también mejora la seguridad para los trabajadores agrícolas. Además, la combinación de estos productos es menos perjudicial para los

depredadores naturales y otros organismos no objetivo, favoreciendo así un enfoque de control integrado (Pérez, 2020).

2.13. Existencia de ecosistemas-refugio y su impacto en el control de plagas

La presencia de ecosistemas-refugio dentro de las plantaciones agrícolas puede influir de manera significativa en la efectividad de los depredadores naturales y en el control biológico de la cochinilla harinosa. Estos ecosistemas-refugio son zonas dentro de las plantaciones que ofrecen hábitats y recursos esenciales para los depredadores y otros organismos beneficiosos, los cuales desempeñan un papel crucial en el control de plagas (Pérez, 2020).

2.13.1. Refugios para depredadores naturales:

La presencia de zonas de refugio, como los bordes de cultivos o áreas con vegetación no cultivada, puede promover la supervivencia y la actividad de los depredadores naturales de la cochinilla. Estos refugios ofrecen fuentes de alimento, agua y lugares para la reproducción de los depredadores. Al proporcionar un ambiente favorable para la supervivencia y reproducción de estos organismos, los agricultores pueden contar con un control biológico más efectivo. En la práctica, estos refugios permiten mantener de forma constante las poblaciones de depredadores, reduciendo la necesidad de utilizar pesticidas químicos y favoreciendo un manejo agrícola más sostenible (González, 2020).

2.13.2. Impacto en la resiliencia de la plaga

No obstante, si los ecosistemas-refugio no se gestionan de manera adecuada, pueden convertirse en áreas donde las plagas se resguardan, favoreciendo su reproducción en zonas no tratadas. Si las plantas afectadas por la cochinilla no se monitorean y tratan correctamente, estas

zonas de refugio pueden facilitar la propagación de la plaga. Por lo tanto, es fundamental gestionar estos ecosistemas con cuidado, de modo que se protejan a los depredadores sin permitir que las plagas encuentren refugio y se multipliquen (González, 2020).

2.14. Estado del Arte

De acuerdo con Agrocalidad (2013) que enfatiza la importancia de la cochinilla como plaga global reside en su naturaleza polífaga. Esta plaga tiene la capacidad de adaptarse a diversos cultivos, siendo altamente perjudicial en cítricos, donde el efecto puede ser considerable. En plantaciones de banano, se lo considera endémico, con un registro de más del 90% de las intercepciones en fruta apta para la exportación (p. 35).

Además, el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias [INIAP] (2014) menciona que en los cultivos de banano las cochinillas harinosas son comunes debido elevada especificidad hacia este cultivo. Se puede indicar que se encuentra en las provincias del litoral de Ecuador, centrándose en el pseudotallo, bajo las vainas externas que les proporcionan resguardo contra la luz. En ese lugar se mantendrá durante todo su ciclo.

Conforme a lo que indica Vaca (2018), a pesar de que las numerosas plagas en el cultivo de banano no constituyen un problema severo, no está totalmente determinado, la ausencia de control podría propiciar en un conflicto serio. Por esta razón, es importante evitar la reproducción y expansión de las comunidades de insectos perjudiciales antes de que se transformen en un factor de peligro.

A pesar de que el plátano puede sufrir daños considerables por insectos, algunos de estos tienen un papel importante en ciertos procesos de reproducción. Por lo que, la aplicación

generalizada de pesticidas podría provocar repercusiones económicas negativas a largo plazo, de acuerdo con lo señalado por Dane (2016)

Mientras que Vásquez (2013) indica que las cochinillas perjudican las plantas al absorber la savia de las raíces, hojas nuevas, pecíolos y sus frutas. Así mismo, liberan una sustancia melosa que fomenta el desarrollo de hongos negros o fumagina. En situaciones severas, las hojas infectadas se vuelven amarillas y secas, causando que las hojas se caigan y además evitando que florezcan, una reducción en la fijación de frutas y la caída de frutas nuevas ya que el follaje se ve afectado por la sustancia pegajosa, que propicia el crecimiento del moho.

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Introducción a la metodología utilizada

3.1.1. Localización de la Investigación

La presente investigación se llevó a cabo en la Hacienda “María Eugenia”, ubicada en la vía Santa Rita - Babahoyo - Pueblo Viejo, provincia de Los Ríos, Ecuador. Esta zona es reconocida por su alta productividad bananera, aunque actualmente enfrenta desafíos significativos debido a condiciones climáticas adversas, como una marcada disminución de las lluvias.

La ubicación estratégica de la finca en el Litoral ecuatoriano la hace representativa de las condiciones agroclimáticas de la región, lo que asegura la relevancia de los resultados obtenidos para otras áreas similares.

3.2. Características Climáticas

Las condiciones climáticas durante el año 2024 han sido atípicas, reflejando un déficit de lluvias y una disminución en la humedad relativa debido a la persistente sequía en el Litoral. Los datos climáticos relevantes son:

Tabla 1 Condiciones climáticas

Parámetro	Valor
Temperatura anual	28-31 °C
Humedad relativa	40-60 %
Precipitación anual	1800 mm

Estas condiciones, significativamente más secas que las normales, han influido en la fisiología del cultivo y en la incidencia de plagas como la cochinilla harinosa (*Dysmicoccus texensis*), aumentando la necesidad de métodos de control fitosanitario efectivos.

3.3. Tipo de Investigación

Se realizó una investigación de tipo experimental, diseñada para evaluar la efectividad de cuatro métodos de manejo fitosanitario en la reducción de la población de *D. texensis*. Este enfoque permitió comparar los tratamientos en condiciones reales de campo, reflejando las dinámicas del cultivo en un entorno tropical seco.

3.4. Métodos de Investigación

Se emplearon los siguientes métodos:

3.4.1. Inductivo

Para analizar las respuestas de las plantas a cada tratamiento y generar conclusiones aplicables a nivel regional.

3.4.2. Deductivo

Para evaluar cómo los principios generales del manejo fitosanitario se aplicaron de manera específica en las condiciones locales de la finca.

3.4.3. Analítico

Para interpretar los datos recolectados, correlacionando la eficacia de los tratamientos con las variables climáticas y de manejo.

3.5. Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), distribuyendo los tratamientos en cinco lotes de 2.000 m² cada uno. Este diseño permitió reducir el sesgo y obtener resultados confiables.

3.6. Tratamientos Evaluados

3.6.1. Lotes y Tratamientos

Lote	Método de control	aplicación	Aplicación	Cuarentena	tratamiento
Lote 1	Descante tradicional y lavado de protectores sin cuarentena.	Pseudotallo y protectores	Cada 2 semanas	Ninguna	Control básico mediante deschante y lavado, sin intervención química directa en la planta.
Lote 2	Deschante + Jabón potásico al pseudotallo + Cuarentena de 7 días.	Pseudotallo	Cada 2 semanas (junto con deschante)	7 días	Tratamiento sobre el foco principal de infestación en el pseudotallo, con un enfoque preventivo.
Lote 3	Deschante + Jabón potásico al racimo sin cuarentena.	Racimo de plátano	Cada 2 semanas	Ninguna	Control sobre la cochinilla en racimos sin la restricción de cuarentena para la cosecha.
Lote 4	Deschante + Jabón potásico al racimo + Cuarentena de 7 días.	Racimo de plátano	Cada 2 semanas (junto con deschante)	7 días	Control sobre la cochinilla en racimos, asegurando calidad de fruta durante la cuarentena.
Lote 5	Testigo absoluto (sin intervención).	Área no tratada	Ninguna	Ninguna	Control natural, para comparar la efectividad de los tratamientos frente a la situación sin intervención.

Tabla 2 Lotes

Tabla 3 Tratamientos

Tratamiento	Descripción	Objetivo principal	aplicación	Aplicación
T1	Descante tradicional y lavado de protectores, sin cuarentena.	Control mediante métodos tradicionales y ecológicos, sin productos químicos.	Pseudotallo y protectores	Cada 2 semanas
T2	Descante + jabón potásico al pseudotallo + cuarentena de 7 días.	Control sobre el foco principal de infestación, promoviendo la salud de la planta.	Pseudotallo	Cada 2 semanas (junto con descante)
T3	Descante + jabón potásico al racimo sin cuarentena.	Control de cochinilla en racimos, sin afectación de la cosecha por la cuarentena.	Racimo de plátano	Cada 2 semanas (junto con descante)
T4	Descante + jabón potásico al racimo + cuarentena de 7 días.	Control en racimos, con cuarentena para asegurar la calidad de la fruta.	Racimo de plátano	Cada 2 semanas (junto con descante)
T5	Testigo absoluto: sin intervención.	Compare la incidencia de cochinilla en la ausencia de tratamiento.	Área no tratada	Ninguna

3.7. Análisis Estadístico

Los datos recolectados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), con comparaciones entre medias utilizando la prueba de Tukey al 95 % de confianza. Este análisis permitió determinar diferencias significativas entre los tratamientos.

3.8. Procedimiento Experimental

Total, de tiempo para la investigación: 3 meses

3.8.1. Planificación y preparación inicial (2 semanas)

Delimitación y marcación de lotes: Se utilizaron estacas y cinta para delimitar los 5 lotes experimentales.

Preparación del terreno: Incluyó limpieza de áreas y verificación de condiciones logísticas.

Revisión bibliográfica: Se analizaron estudios previos sobre el manejo de *D. texensis*, proporcionando la base teórica para los tratamientos seleccionados.

3.8.2. Implementación del muestreo (4 semanas)

Método de selección: Se seleccionaron 10 plantas por lote mediante un recorrido en zigzag para asegurar una distribución uniforme.

Evaluaciones quincenales: Durante cuatro semanas, se realizaron observaciones detalladas de las plantas seleccionadas, registrando:

- Número de cochinillas en diferentes partes de la planta.
- Daños visibles en el fruto y las hojas.
- Porcentaje de infestación.

3.8.3. Monitoreo adicional y ajustes (2 semanas)

Revisión de resultados preliminares: Esto permitió realizar ajustes menores en los tratamientos, asegurando la correcta aplicación y consistencia en el manejo.

Evaluación del impacto ambiental: Se observaron posibles efectos de los tratamientos sobre la biodiversidad local.

3.8.4. Análisis y redacción de resultados (2 semanas)

Análisis de datos: Los datos recolectados fueron organizados y procesados utilizando herramientas estadísticas como Excel.

Interpretación y redacción: Los resultados fueron discutidos en el contexto de las condiciones climáticas actuales, destacando los tratamientos más efectivos.

3.9. Recursos Humanos y Materiales

3.9.1. Recursos Humanos

Cargo	Cantidad
Ingeniero Agrónomo	1
Jornalero	3

Tabla 4 Recursos Humanos

3.9.2. Materiales

Tabla 5 Materiales

Material	Cantidad
Hectárea de Banano	1
Estacas	100
Rollo de cinta de color	1
Flexómetro	1
Vaso dosificador	1
Machete	1
Cuaderno	1
Bolígrafo	1
Jabón potásico para limpieza de cochinilla	20-25 litros (estimación para cobertura en 1 hectárea)
Computador	1
Galón de amonio cuaternario	1
Balde	1
Bomba de mochila fumigadora	1
Guantes de protección	2 pares
Lupa	1
Esponja	1

3.9.3. Materiales y métodos del objetivo específico 1

Objetivo: Cuantificar la incidencia de la cochinilla harinosa bajo un régimen de control tradicional de deschante y lavado de protectores con cero cuarentenas.

Materiales:

- Área experimental: 1 lote de 2,000 m² (Lote 1).
- Cultivo de banano con manejo convencional.
- Herramientas y equipos:
 - 1 machete para realizar el deschante.
 - Jabón potásico para limpieza de protectores (sin cuarentena).
 - 1 bomba fumigadora manual para la aplicación del jabón.
 - 1 cuaderno y bolígrafo para el registro de datos.
 - 1 lupa
- Recursos humanos:
 - 1 Ingeniero agrónomo.
 - 2 jornaleros para realizar las actividades de deschante y limpieza.
- Métodos:
 - Preparación del lote:
 - Identificación y marcación del lote con estacas.
 - Evaluación previa para establecer el nivel inicial de infestación de la cochinilla.
- Aplicación del método:
 - Realizar el deschante manual cada 6 semanas en todo el lote.
 - Lavar los protectores sin aplicar ningún periodo de cuarentena, utilizando jabón potásico diluido en agua (4-6 ml por litro).

- Monitoreo de la plaga:
 - Realizar evaluaciones quincenales en 10 plantas seleccionadas al azar.
 - Registrar el número de cochinillas en racimos, seudotallo y hojas.
 - Cuantificar el porcentaje de plantas infestadas y los daños visibles.

3.9.3.1 Metodología

Para este objetivo, se seleccionó un lote de banano donde se aplicaron técnicas tradicionales, como el deschante manual (corte de pseudotallos secos) y el lavado de los protectores de racimos con jabón potásico, pero sin implementar cuarentenas. Durante el desarrollo, los trabajadores limpiaron los protectores para reducir la plaga. Se realizaron observaciones quincenales en las plantas para contar cuántas cochinillas había en diferentes partes, como el pseudotallo y las hojas. Esto permitió calcular qué tan infestadas estaban las plantas y los daños causados por la plaga.

En este objetivo, se eligió un lote experimental representativo de 2,000 m² en una plantación de banano donde se implementaron prácticas fitosanitarias tradicionales, basadas principalmente en el deschante manual y la limpieza de los protectores de racimos mediante el uso de jabón potásico. Estas técnicas son ampliamente utilizadas en sistemas agrícolas convencionales debido a su bajo costo y facilidad de aplicación, lo que las hace accesibles para pequeños y medianos productores.

El proceso comenzó con el deschante, que consiste en la remoción de pseudotallos secos o dañados para mejorar la circulación de aire y reducir las áreas donde las cochinillas suelen esconderse y reproducirse. Este paso inicial es fundamental para preparar el cultivo antes de

cualquier tratamiento adicional, ya que expone los racimos y otras partes de la planta a las aplicaciones posteriores.

Posteriormente, se llevó a cabo el lavado de los protectores de los racimos utilizando una solución de jabón potásico diluido (4-6 ml por litro de agua). Este lavado tenía como propósito eliminar las cochinillas adheridas a los racimos y disminuir las secreciones de melaza que suelen favorecer el desarrollo de fumagina, un hongo que afecta la fotosíntesis y calidad del fruto. El lavado fue realizado con una bomba fumigadora manual, asegurando una cobertura uniforme en todos los racimos.

A diferencia de otros tratamientos que requieren períodos de cuarentena, en este caso se evitó cualquier interrupción en las operaciones regulares del cultivo, permitiendo actividades como la cosecha y el manejo continuo de las plantas. Esto representó una ventaja en términos de practicidad y productividad, aunque planteó un desafío al evaluar si esta estrategia podía ser igualmente efectiva para controlar la plaga sin medidas adicionales de aislamiento.

El monitoreo del lote fue clave para evaluar la efectividad del tratamiento. Cada 15 días, se seleccionaron 10 plantas de manera aleatoria, siguiendo un recorrido en zigzag para garantizar que las muestras fueran representativas del lote completo. Durante estas visitas, se registraron observaciones detalladas en diferentes partes de las plantas: el pseudotallo, las hojas y los racimos. Los conteos de cochinillas incluyeron tanto las etapas visibles como los refugios donde se concentran las ninfas, que son las más difíciles de controlar.

Además, se evaluaron otros indicadores de infestación, como el porcentaje de plantas afectadas, la presencia de manchas en los frutos y los daños visibles en el follaje. Estas

mediciones no solo ayudaron a determinar la densidad de la plaga, sino también el impacto en la salud general de las plantas y la calidad de los racimos cosechados.

Por último, los resultados de este tratamiento fueron comparados con los de otros métodos implementados en lotes cercanos, lo que permitió obtener conclusiones más completas sobre la efectividad de las técnicas tradicionales frente a opciones más avanzadas o combinadas. Este enfoque busca validar la utilidad de las prácticas convencionales como herramientas viables para el manejo fitosanitario, especialmente en sistemas agrícolas de bajos recursos, mientras se identifican sus limitaciones y áreas de mejora

3.9.4. Materiales y métodos del objetivo específico 2

Objetivo: Comparar el impacto de una cuarentena de 7 días en combinación con la aplicación de jabón potásico al seudotallo, con los otros métodos propuestos, en términos de control de la plaga y sostenibilidad ambiental.

Materiales:

- Materiales:
- Área experimental: 1 lote de 2,000 m² (Lote 4).
- Herramientas y equipos:
 - Jabón potásico (20-25 litros por hectárea).
 - 1 bomba fumigadora manual.
 - 1 cámara fotográfica para registrar la evolución del tratamiento.
 - 1 cuaderno para registrar datos de campo.
 - 1 lupa
- Recursos humanos:
 - 1 ingeniero agrónomo.

- 3 jornaleros.
- Métodos:
 - Preparación del lote:
 - Identificar y marcar las plantas seleccionadas para monitoreo.
- Aplicación del método:
 - Aplicar jabón potásico al racimo con una cuarentena de 7 días, evitando la manipulación y cosecha durante este periodo.
- Monitoreo:
 - Evaluar quincenalmente la reducción en la población de cochinillas y los daños en el seudotallo.
 - Comparar los datos obtenidos con los de los otros lotes tratados.

3.9.4.1 Metodología

En este caso, se utilizó un lote en el que, tras aplicar el jabón potásico al seudotallo, una parte clave de la planta de banano donde las cochinillas tienden a esconderse y proliferar debido a la protección que ofrecen las vainas externas.

Para abordar este objetivo, se seleccionó un lote experimental de 2,000 m² en el que se implementó un tratamiento basado en la aplicación de jabón potásico directamente sobre el seudotallo de las plantas de banano. Este producto, conocido por su capacidad para eliminar insectos de cuerpo blando como las cochinillas, fue preparado en una solución diluida, utilizando una dosis de 4-6 ml por litro de agua. La mezcla se aplicó cuidadosamente con una bomba fumigadora manual, asegurando una cobertura completa y uniforme sobre los racimos, especialmente en áreas donde se observó mayor infestación.

Después de la aplicación del jabón potásico, se estableció un período de cuarentena de 7 días, durante el cual se restringió cualquier tipo de manipulación en las plantas tratadas. Esto incluyó la suspensión de actividades como la cosecha, el deschante y la limpieza de protectores, para garantizar que el producto tuviera el tiempo suficiente para actuar y eliminar eficazmente las cochinillas presentes en la superficie de los racimos. Además, la cuarentena buscó prevenir la dispersión de los insectos hacia otras plantas o zonas del cultivo, maximizando el impacto del tratamiento.

El monitoreo del tratamiento se realizó de manera sistemática, con evaluaciones quincenales durante todo el período experimental. Para ello, se seleccionaron al azar 10 plantas dentro del lote, siguiendo un recorrido en zigzag para asegurar una representación uniforme de las condiciones del campo. En cada evaluación, se registró el número de cochinillas presentes en los racimos, hojas y pseudotallo, utilizando una lupa para observar los insectos más pequeños y ocultos. También se documentaron daños visibles, como manchas en los frutos, amarillamiento de hojas y presencia de fumagina, un hongo asociado a la secreción de melaza por las cochinillas.

Además de los conteos de la población de plagas, se realizaron observaciones detalladas para identificar efectos secundarios del tratamiento, como la formación de residuos visibles en los racimos o cambios en la apariencia de las plantas. Se evaluó también la facilidad de implementación del método desde una perspectiva práctica, considerando aspectos como el tiempo requerido para la aplicación del producto y los recursos humanos involucrados.

Finalmente, los resultados obtenidos fueron comparados con los de otros tratamientos implementados en el mismo experimento, como aquellos que no incluían cuarentenas o que

aplicaban el jabón potásico en otras partes de la planta. Esto permitió analizar si la combinación específica de jabón potásico y cuarentena de 7 días ofrecía ventajas significativas en términos de reducción de la población de cochinillas y protección de la salud de las plantas. Este enfoque, además de ser ambientalmente amigable, buscó demostrar su viabilidad como una práctica sostenible y replicable en sistemas agrícolas similares.

3.9.5. *Materiales y métodos del objetivo específico 3*

Objetivo: Determinar la efectividad del deschante tradicional y la aplicación de jabón potásico al racimo sin cuarentena en la disminución de la incidencia de la cochinilla harinosa.

- Materiales:
- Área experimental: 1 lote de 2,000 m² (Lote 3).
- Herramientas y equipos:
 - Jabón potásico para aplicación en racimos.
 - 1 machete para el deschante.
 - 1 bomba fumigadora manual.
 - Marcadores y cinta para identificar los racimos tratados.
 - 1 lupa
- Recursos humanos:
 - 1 Ingeniero agrónomo.
 - 3 jornaleros.
- Métodos:
 - Preparación del lote:
 - Identificar y marcar los racimos para el tratamiento.

- Realizar un monitoreo inicial para determinar la población base de cochinillas.
- Aplicación del método:
 - Realizar deschante cada 6 semanas.
 - Aplicar jabón potásico directamente sobre los racimos cada 15 días sin implementar cuarentena.
- Monitoreo:
 - Evaluar quincenalmente la presencia de cochinillas y los daños en los racimos tratados.

3.9.5.1. Metodología

Para cumplir este objetivo, se diseñó un manejo basado en prácticas tradicionales de fácil aplicación y bajo costo, ideal para pequeños productores. Se implementó el deschante tradicional, que consiste en cortar los pseudotallos viejos o dañados, con el objetivo de eliminar los refugios donde las cochinillas suelen proliferar. Posteriormente, se aplicó jabón potásico directamente en los racimos, utilizando una solución diluida (4-6 ml por litro de agua) que se distribuyó uniformemente mediante una bomba fumigadora manual.

La estrategia no incluyó períodos de cuarentena, lo que permitió mantener la operación continua del cultivo, como la cosecha y el manejo regular de las plantas. El objetivo principal fue analizar si esta práctica sencilla y sin interrupciones significativas en las labores agrícolas era efectiva para reducir la población de cochinillas y minimizar el daño en los cultivos.

Se seleccionaron 10 plantas al azar dentro del lote experimental para llevar a cabo observaciones quincenales. Durante estas revisiones, se contabilizó el número de cochinillas

presentes en diversas partes de la planta, incluyendo el pseudotallo, las hojas y los racimos. Además, se documentó el porcentaje de plantas infestadas y los daños visibles en el fruto, como deformaciones o marcas dejadas por la plaga.

El monitoreo constante permitió identificar patrones en la dinámica poblacional de las cochinillas y evaluar la efectividad de esta combinación de deschante y aplicación de jabón potásico sin cuarentena. Asimismo, se registraron observaciones cualitativas sobre la facilidad de implementación del método y los posibles efectos secundarios, como la presencia de residuos en los racimos o el impacto en otros organismos beneficiosos.

3.9.6. *Materiales y métodos del objetivo específico 4*

Objetivo: Evaluar el efecto de la aplicación de jabón potásico al racimo, complementado con una cuarentena de 7 días, sobre la reducción de la población de cochinilla.

Materiales:

- Área experimental: 1 lote de 2,000 m² (Lote 2).
- Herramientas y equipos:
 - Jabón potásico (20-25 litros por hectárea).
 - 1 bomba fumigadora manual.
 - 1 flexómetro para medir la altura de las plantas tratadas.
 - Guantes y ropa de protección para los jornaleros.
 - 1 lupa
- Recursos humanos:
 - 1 ingeniero agrónomo.
 - 2 jornaleros.
- Métodos:

- Preparación del lote:
- Delimitar el lote y establecer áreas específicas para evaluar los efectos del tratamiento.
- Identificar 10 plantas representativas para monitorear.
- Aplicación del método:
 - Aplicar jabón potásico directamente sobre el racimo.
 - Mantener las plantas en cuarentena durante 7 días, sin realizar cosechas ni actividades adicionales en el lote.
- Monitoreo:
 - Realizar muestreos quincenales durante 4 semanas.
 - Registrar la reducción en el número de cochinillas, daños en las plantas y porcentaje de infestación.

3.9.6.1. Metodología

Para cumplir con este objetivo, se eligió un lote experimental en el que se implementó un enfoque específico: la aplicación de jabón potásico directamente en el racimo y se estableció una cuarentena de 7 días, durante los cuales las plantas no fueron manipuladas ni cosechadas. Este método buscó proteger las plantas mientras el producto actuaba. Se monitoreó cada dos semanas la cantidad de cochinillas en las plantas y se registraron los daños visibles.

El jabón potásico, diluido en una proporción de 4-6 ml por litro de agua, se aplicó utilizando una bomba fumigadora manual, asegurando una cobertura uniforme en la zona tratada.

Una vez aplicada la solución, se estableció una cuarentena de 7 días, durante la cual se restringió cualquier manipulación del lote, como la cosecha o el manejo directo de las plantas.

Esta cuarentena permitió que el producto actuara de manera efectiva, reduciendo el estrés en las plantas y maximizando la exposición de las cochinillas al tratamiento. Además, esta estrategia buscó evitar la dispersión de la plaga hacia otras áreas del cultivo durante el período crítico de acción del jabón potásico.

El monitoreo de la efectividad del tratamiento se realizó mediante evaluaciones quincenales, en las que se seleccionaron 10 plantas al azar dentro del lote para su observación detallada. En cada evaluación, se contabilizó la cantidad de cochinillas presentes en el racimo y otras partes de la planta, como las hojas y el seudotallo. También se registraron indicadores de daño visible en las plantas, como hojas amarillentas, deformaciones en los frutos y la presencia de fumagina (hongo asociado a la actividad de la plaga).

El análisis incluyó no solo la disminución de la población de cochinillas, sino también el impacto del tratamiento en la salud general de las plantas, como la recuperación del color y vigor de las hojas. Paralelamente, se registraron posibles efectos secundarios, como residuos visibles en el racimo o impactos en organismos beneficiosos presentes en el lote, asegurando un enfoque integral.

Este método no solo evaluó la efectividad inmediata de la combinación de jabón potásico y cuarentena, sino que también ofreció información valiosa sobre la practicidad y sostenibilidad de su aplicación en sistemas de producción agrícola. Al centrarse en áreas específicas de infestación y combinarlo con un período de cuarentena, esta estrategia tiene el potencial de convertirse en una solución efectiva y ambientalmente amigable para el control de la cochinilla harinosa en el cultivo de banano.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Introducción a los resultados

Los resultados obtenidos reflejan la efectividad de los tratamientos evaluados para el manejo de la cochinilla harinosa (*Dysmicoccus texensis*) bajo las condiciones climáticas particulares del periodo de investigación. La ausencia de lluvias y las altas temperaturas características de la zona de estudio influenciaron tanto el comportamiento de la plaga como la eficacia de los métodos fitosanitarios aplicados. En este capítulo, se analizan las diferencias entre los tratamientos y sus implicaciones para el manejo sostenible del cultivo de banano.

4.2. Comparación de la eficacia de los tratamientos

4.2.1. Control tradicional sin cuarentena (Lote 1)

Este tratamiento presentó la menor reducción de la población de cochinillas, lo que confirmó las limitaciones del método tradicional frente a condiciones climáticas secas. La falta de una cuarentena permitió una rápida recolonización por parte de la plaga, particularmente en áreas donde el pseudotallo ofrece refugio contra el calor.

- Promedio de incidencia residual tuvo una reducción del 0,93.
- La recuperación de protectores fue del 70 %
- Observaciones: Las prácticas convencionales requieren ser complementadas con métodos más específicos para garantizar un control efectivo.

4.2.2. Aplicación de jabón potásico al pseudotallo con cuarentena (Lote 2)

Este tratamiento destacó por su capacidad para reducir significativamente la población de cochinillas en áreas donde se concentran las ninfas.

- Promedio de incidencia residual tuvo una reducción del 2,76.

- La recuperación de protectores fue del 94 %
- Observaciones: La acción combinada del jabón potásico y la cuarentena demostró ser eficaz en ambientes secos, especialmente al dirigirse a los refugios naturales de la plaga.

4.2.3. Aplicación de jabón potásico al racimo sin cuarentena (Lote 3)

Aunque la aplicación directa del jabón potásico mostró efectos positivos, la falta de cuarentena limitó su impacto a largo plazo. Este método funcionó mejor que el control tradicional, pero no alcanzó la efectividad del tratamiento con cuarentena.

- Promedio de incidencia residual tuvo una reducción del 1,18.
- La recuperación de protectores fue del 89.87 %
- Observaciones: Este tratamiento es más viable en escenarios donde la cuarentena no es factible, aunque su efectividad depende de aplicaciones más frecuentes.

4.2.4. Aplicación de jabón potásico al racimo con cuarentena (Lote 4)

Este tratamiento resultó ser el más efectivo, logrando una reducción significativa de la plaga. La combinación del jabón potásico con un período de cuarentena de 7 días interrumpió el ciclo de vida de la cochinilla, limitando su capacidad de propagación.

- Promedio de incidencia residual tuvo una reducción del 4,48.
- La recuperación de protectores fue del 95.18 %
- Observaciones: La cuarentena permitió maximizar la efectividad del jabón potásico al reducir la exposición de la plaga a nuevos hospederos.

5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados muestran que los métodos que incluyen jabón potásico y cuarentenas tienen un desempeño superior en comparación con el control tradicional. Esto se debe a que estos tratamientos atacan directamente a la plaga en sus zonas de refugio y previenen su dispersión en las plantaciones.

En condiciones secas, las cochinillas tienden a concentrarse en áreas más protegidas del pseudotallo y bajo las vainas foliares. Los tratamientos con cuarentena complementaron el efecto físico del jabón potásico al interrumpir el acceso de la plaga a nuevas fuentes de alimento, permitiendo un control más efectivo.

Por otro lado, el control tradicional sin cuarentena resultó ser el menos eficiente, ya que no logró adaptarse a las condiciones adversas actuales ni prevenir la recolonización de las plantas tratadas. Esto refuerza la necesidad de integrar nuevas prácticas en el manejo fitosanitario para mantener la sostenibilidad del cultivo de banano frente a los desafíos climáticos actuales.

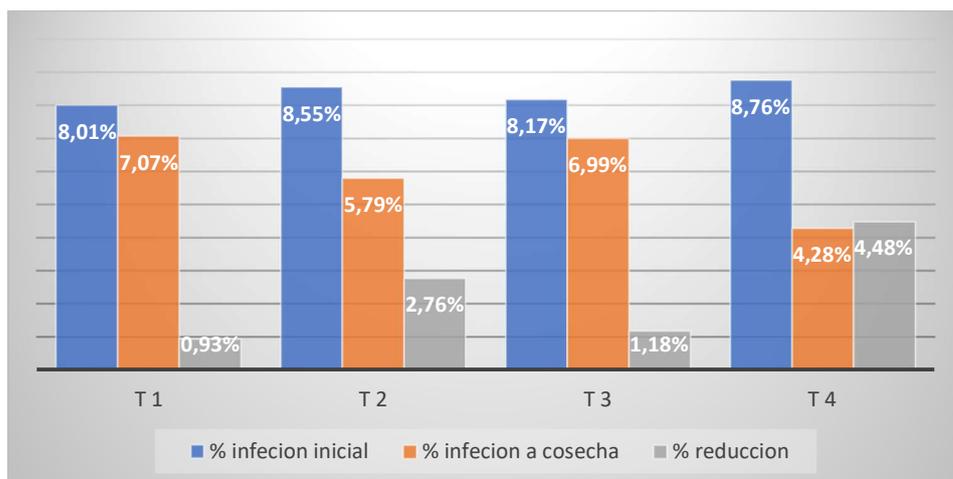


Gráfico 1 Resultados de reducción de infectación

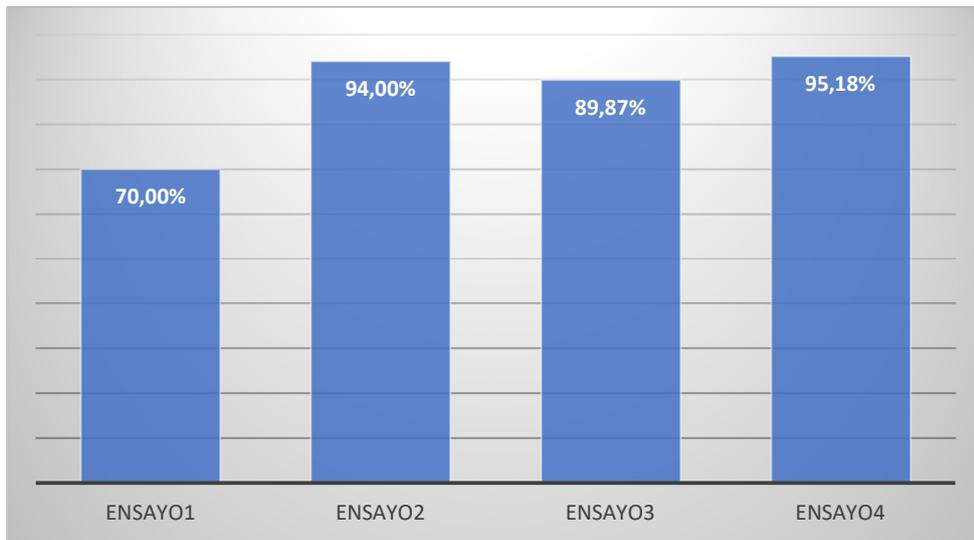


Gráfico 2 Recuperación de protectores

6. CONCLUSIONES

La investigación desarrollada en la Hacienda “María Eugenia” permitió obtener resultados significativos sobre el manejo de la cochinilla harinosa (*Dysmicoccus texensis*) en condiciones agroclimáticas que reflejan la situación actual de sequía en la provincia de Los Ríos y en gran parte de Ecuador. Este fenómeno impacta directamente en la dinámica de las plagas y en la efectividad de los métodos fitosanitarios aplicados. A continuación, se detallan las principales conclusiones:

La sequía prolongada, con baja humedad relativa (40-60 %) y altas temperaturas (28-31 °C), generó un ambiente menos favorable para la proliferación de la cochinilla harinosa, reduciendo su ciclo reproductivo en comparación con condiciones normales de mayor humedad. Sin embargo, esto no eliminó la necesidad de un manejo fitosanitario adecuado, ya que la plaga demostró su capacidad de persistencia en microhábitats protegidos dentro del cultivo.

En este contexto, el tratamiento que combinó jabón potásico al racimo y cuarentena de 7 días (Lote 4) fue el más efectivo, logrando una reducción del 4.48% en la población de cochinillas, incluso bajo condiciones de estrés hídrico.

El control tradicional sin cuarentena (Lote 1) resultó ser el menos efectivo, con solo una reducción mínima de la incidencia de la plaga. Las condiciones de sequía exacerbaron las limitaciones de este método, ya que la falta de cuarentena permitió que las pocas cochinillas sobrevivientes colonizaran rápidamente las plantas vecinas.

La sequía también afectó la eficacia del deschante, al dificultar el acceso a agua suficiente para un lavado efectivo de los protectores. Esto resalta la necesidad de estrategias más integrales y adaptadas a las limitaciones hídricas actuales.

El jabón potásico orgánico demostró ser una herramienta clave no solo por su efectividad, sino también por su bajo impacto ambiental y su adaptabilidad a condiciones de escasez de agua. Su capacidad de acción inmediata reduce la necesidad de aplicaciones repetitivas, minimizando el uso de recursos hídricos.

La implementación de cuarentenas como estrategia de manejo complementario se destaca como una medida eficiente y viable, incluso en condiciones de sequía, al interrumpir el ciclo de la plaga sin necesidad de incrementar el uso de insumos o recursos hídricos.

La combinación de jabón potásico con períodos de cuarentena ofrece un equilibrio entre efectividad, sostenibilidad ambiental y viabilidad económica. Este enfoque es especialmente relevante en la actual crisis hídrica, donde los productores enfrentan mayores costos operativos debido a la reducción en la disponibilidad de agua.

Es necesario priorizar métodos de manejo que maximicen la eficiencia del uso del agua en la producción bananera. En este sentido, los tratamientos con aplicaciones focalizadas (seudotallo y racimo) son opciones prácticas y económicamente sostenibles.

7. RECOMENDACIONES

Implementar métodos de manejo que reduzcan el consumo de agua, como aplicaciones localizadas y el uso de productos biodegradables.

Promover la capacitación de los agricultores en el uso combinado de métodos fitosanitarios y estrategias de adaptación a la sequía.

A mediano y largo plazo:

Desarrollar investigaciones adicionales que integren el manejo de la cochinilla con estrategias de riego eficiente y tecnologías de captación de agua.

Evaluar el impacto de estos métodos bajo escenarios climáticos más extremos, considerando las proyecciones de cambio climático en la región.

El contexto actual de sequía en Ecuador resalta la necesidad de adaptar las estrategias fitosanitarias a condiciones climáticas adversas. La presente investigación demuestra que es posible controlar eficazmente la cochinilla harinosa utilizando métodos que sean a la vez sostenibles y adaptativos, como la combinación de jabón potásico y cuarentenas.

Estas prácticas no solo contribuyen a la sostenibilidad del sector bananero, sino que también preparan a los productores para enfrentar los retos derivados del cambio climático, asegurando la estabilidad económica y productiva de este cultivo clave para la economía ecuatoriana.

8. BIBLIOGRAFIA

- Brando, C., Regio, G., Pohlen, H., Janssens, M., Centeno, D., Torrico-Albino, J., ... & Ronchi, C. (2022). *Climate-smart production of coffee: Improving social and environmental sustainability (Vol. 111)*. Burleigh Dodds Science Publishing.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2014). *Manejo Integrado de Plagas*.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2021). *Manual de manejo integrado de plagas en cultivos de banano*.
- Gómez, R., López, M., & Martínez, J. (2019). Impacto ambiental del manejo de plagas en la agricultura tropical. *Revista de Agricultura Sostenible*.
- González, J., & Martínez, P. (2019). *Impacto de plagas en cultivos tropicales: Casos de estudio*. Editorial Agr.
- Hussain, M., Khan, R., & Ali, Z. (2021). *Dysmicoccus texensis as a vector of Banana Bunchy Top Virus (BBTV): Implications for banana production in tropical regions*. *Journal of Tropical Agricultural Research*, 42(3), 240-248. <https://doi.org/10.1002/jtar.5321>
- López, M., Pérez, L., & Rodríguez, C. (2018). Resiliencia de cultivos ante plagas emergentes. *Revista de Agroecología y Manejo Integrado*, 12.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2014). *Manejo Integrado de Plagas*.
- Pérez, J., & García, M. (2020). *Manejo integrado de plagas agrícolas: Estrategias y herramientas sostenibles*.
- Ramírez, H., & Torres, F. (2021). Efectos de los pesticidas sistémicos en cultivos comerciales. *Revista Científica de Agricultura Tropical*.

Rodríguez, S., Vargas, P., & Salazar, H. (2017). Efectos del manejo biológico en la disminución de plagas en plantaciones de banano. *Agroecología y Sociedad*.

Salvador, J. (2016). Impacto de las cochinillas en cultivos tropicales y estrategias de manejo integrado.

Smith, D., Brown, K., & Taylor, R. (2020). Dinámica nutricional en cultivos monocotiledóneos sometidos a estrés por plagas. *Journal of Plant Physiology*.

Smith, L. H., Pacheco, E., & Martínez, S. (2020). Management strategies for *Dysmicoccus texensis* in banana plantations: Addressing its role in viral transmission. *Crop Protection*, 133, 105123. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105123>

9. ANEXOS



Gráfico 3 Conteo de cochinilla por mata



Gráfico 4 *Aplicación de jabón potásico por medio de pulverizadora manual*



Gráfico 5 *Deschante*



Gráfico 6 *Extracción de protectors*



Gráfico 7 Dosificación de jabón potásico



Gráfico 8 Lavado de protectores



Gráfico 9 Chequeo de mano de banano