



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO
PARA LA OBTENCION DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

**APLICACIÓN DE BIOINSECTICIDA PARA EL MANEJO DE
COCHINILLA HARINOSA (*Dysmicoccus sp.*) EN EL
CULTIVO DE BANANO, CANTÓN EL TRIUNFO, GUAYAS**

**AUTORA
CRUZ BAQUE ANA CRISTINA**

**TUTORA
ING. BURGOS HERRERÍA TANY MARJORIE, MSc.**

GUAYAQUIL – ECUADOR

2026

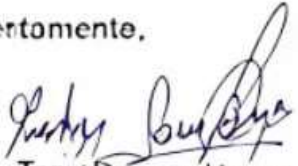


**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGRONOMIA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que al presente trabajo de titulación: **APLICACIÓN DE INSECTICIDA PARA EL MANEJO DE COCHINILLA HARNOSA (Dysmicoccus sp) EN EL CULTIVO DE BANANO, CANTÓN EL TRIUNFO, GUATAS**, realizado por la estudiante **CRUZ BAQUE ANA CRISTINA**, con cedula de Identidad N° **095183932** de la carrera **AGRONOMIA**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos teóricos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador, por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,


Ing. Tany Burgos Herrera, MSc.
Firma tutora

Guayaquil, 02 de octubre del 2026



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGRONOMIA**

APRORACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación. "APLICACIÓN DE BIOINSECTICIDA PARA EL MANEJO DE COCHINILLA HARINOSA (*Dysmicoccus* sp.) EN EL CULTIVO DE BANANO, CANTON EL TRIUNFO, GUAYAS", realizado por la estudiante CRUZ BAQUE ANA CRISTINA, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

CRUZ BAQUE ANA CRISTINA

Atentamente.

Ing. Darly Amaya Márques
PRESIDENTE

Ing. Antonio Alava Murilo
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Rossana Castro Herrera
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Tany Burgos Herrera
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 28 de septiembre del 2026

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis está dedicado, en primer lugar, a mis padres, Norma y Javier, quienes han sido uno de mis pilares principales a lo largo de mi carrera universitaria y de la vida. Su apoyo incondicional, esfuerzo y confianza han sido esenciales para alcanzar esta meta, todo mi esfuerzo ha sido y seguirá siendo una forma de agradecerles por todo lo que han brindado, porque ustedes son la razón y la inspiración detrás de cada meta. A mis queridos tíos, Nancy y Jhon, quienes me escucharon innumerables veces hablar de mi carrera y que nunca dejaron de creer en mí, Su respaldo y cariño han sido parte fundamental en este logro. A mi esposo Genaro Chávez, mi compañero de vida quien en los últimos años ha caminado a mi lado, siendo luz en días oscuros y mi abrigo en días fríos, su presencia en cada instante y su compañía en mis desafíos de la vida han hecho que cada paso de este camino sea más llevadero y lleno de significado. Este logro también te pertenece, *porque* ha sido parte de cada avance y cada logro alcanzado. Y, por último, a mi suegro quien fue en vida el Sr. Víctor Genaro Chávez Avellaneda, cuya memoria permanece viva con cariño y nostalgia. Recordando siempre que, aún en los momentos difíciles, debemos mantener la esperanza y el buen ánimo, sonriendo, confiando en que las cosas pronto se arreglarán. Este logro también es suyo, porque gran carisma continúa iluminando cada paso de mi camino, infundiéndome la fuerza y la alegría que siempre me compartió.

AGRADECIMIENTO

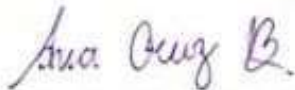
Quiero dedicar unas líneas de agradecimiento en primer lugar a Dios por darme el Don de la sabiduría y la paciencia para estar donde me encuentro hoy. A mis padres gracias por la gran labor de esfuerzo que realizan día a día para poder brindarme todo lo que tengo. A mi esposo por estar siempre a mi lado y acompañarme en cada uno de mis procesos laborales y estudiantiles, nunca me voy a cansar de darle las gracias. A Kira, por estar hasta altas horas de la madrugada esperándome y acompañándome en mi carrera universitaria. Le agradezco también al Ing. Luis Macias Toasa, técnico de Sanidad Vegetal de Agrocalidad, por ser un gran mentor estos últimos años e impartir su amplio conocimiento del sector agrónomo conmigo. A mis amigos en general del sector de Bab Cris, por sus innumerables consejos y momentos maravillosos.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo CRUZ BAQUE ANA CRISTINA, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre "APLICACIÓN DE BIOINSECTICIDA PARA EL MANEJO DE COCHINILLA HARINOSA (*Dysmicoccus sp.*) EN EL CULTIVO DE BANANO, CANTÓN EL TRIUNFO, GUAYAS" para optar al título de INGENIERA AGRÓNOMA, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 02 de octubre del 2026



CRUZ BAQUE ANA CRISTINA

C.I. 0951839232

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Ecuador, con el objetivo de evaluar la eficiencia de bioinsecticidas a base de jabón potásico y aceite de neem para el manejo de la cochinilla harinosa en banano (*Musa paradisiaca*), plaga que afecta la calidad comercial del fruto y genera pérdidas económicas. El estudio utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de Kruskal-Wallis. Se identificó *Dysmicoccus brevipes*, mediante microscopio portátil, caracterizada por su cuerpo plano, ovalado y recubierto por una capa cerosa. La evaluación de la incidencia poblacional antes de aplicar los bioinsecticidas evidenció un incremento progresivo de la plaga; el tratamiento T1 presentó la menor incidencia inicial (40% de plantas infestadas y 3.8 cochinillas por planta), mientras que el T4 registró la mayor incidencia (80% y 11.4 cochinillas por planta). Al finalizar las evaluaciones, todos los tratamientos alcanzaron el 100% de incidencia. En la evaluación de la eficiencia, el tratamiento T2 presentó el mejor desempeño, con una media de 1.40 cochinillas por parcela experimental, mientras que el T4 registró la mayor población. En el análisis económico, el T3 obtuvo el mayor beneficio con un valor de \$2.64, seguido por T1 con \$2.63 y T2 con \$2.62. Se recomienda implementar monitoreos periódicos, mantener registros de la incidencia poblacional e incorporar bioinsecticidas a base de aceite de neem y jabón potásico dentro del manejo integrado de plagas para favorecer un control sostenible.

Palabras clave: Aceite de neem, banano, cochinilla harinosa, jabón potásico.

ABSTRACT

This study was conducted in El Triunfo Canton, Guayas Province, Ecuador, with the aim of evaluating the efficacy of bioinsecticides based on potassium soap and neem oil for the management of mealybugs in banana (*Musa paradisiaca*). This pest represents a major concern due to the damage it causes to fruit quality, resulting in significant economic losses. The study employed a Randomized Complete Block Design (RCBD) with four treatments and five replicates. Statistical analysis was performed using the Kruskal–Wallis test. The identified species was *Dysmicoccus brevipes*, confirmed through observations using a portable microscope and characterized by a flat, oval-shaped body covered with a waxy layer. The assessment of pest incidence before bioinsecticide application revealed a progressive increase in the mealybug population. Treatment T1 showed the lowest initial incidence, with 40% of infested plants and an average of 3.8 mealybugs per plant, whereas T4 recorded the highest incidence, with 80% of infested plants and 11.4 mealybugs per plant. By the end of the evaluation period, all treatments reached 100% pest incidence. Regarding bioinsecticide effectiveness, treatment T2 was the most effective, with a mean of 1.40 mealybugs per experimental plot, whereas T4 recorded the highest pest population. Economic analysis indicated that treatment T3 generated the highest net benefit (\$2.64), followed by T1 (\$2.63) and T2 (\$2.62). It is recommended that producers implement regular monitoring, maintain records of pest incidence, and incorporate bioinsecticides based on neem oil and potassium soap into integrated pest management programs to promote more sustainable control.

Keywords: Banana, bioinsecticides, *mealybug*, *potassium soap*, *neem oil*,

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
Autorización de Autoría Intelectual	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Antecedentes del problema.....	14
1.2 Planteamiento y formulación del problema	14
1.2.1 Planteamiento del problema	14
1.2.2 Formulación del problema	15
1.3 Justificación de la investigación	15
1.4 Delimitación de la investigación	15
1.5 Objetivo general	16
1.6 Objetivos específicos.....	16
1.7 Hipótesis o idea que defender.....	16
2. MARCO TEÓRICO	17
2.1 Estado de arte.....	17
2.2 Base científica y teoría de la matemática.....	19
2.2.1 Taxonomía del banano.....	19
2.2.2 Descripción botánica del banano.....	19
2.2.3 Calidad del banano.....	20
2.2.4 Cochinilla	20
2.2.5 Principales daños de la cochinilla	21
2.2.6 Taxonomía de la cochinilla	21
2.2.7 Productos ecofriendly.....	21
2.2.8 Jabón potásico	22
2.2.9 Azadirachtina - Aceite de neem.....	22

2.2.10 Ventajas.....	22
2.2.11 Desventajas.....	22
2.3 Marco legal.....	23
2.3.1 Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones.	23
2.3.2 Plan de Contingencia para cochinilla	23
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1 Enfoque de la investigación	25
3.1.1 Tipo y alcance de la investigación	25
3.1.2 Diseño de la investigación.....	25
3.2 Metodología de la investigación	25
3.2.1 Variables.....	25
3.2.2 Tratamientos	26
3.2.3 Diseño experimental.....	27
3.2.4 Recolección de datos	27
3.2.5 Análisis estadístico	29
4. RESULTADOS.....	30
4.1 Identificación de la especie de la cochinilla en el cultivo de banano..	30
4.2 Determinación de la incidencia de la cochinilla en el cultivo de banano.....	31
4.3 Evaluación de la eficiencia de los bioinsecticidas para el manejo de cochinilla en banano... ..	32
4.3.1 Eficiencia de los bioinsecticidas a los 15 días en huevos.....	32
4.3.2 Eficiencia de los bioinsecticidas a los 15 días en ninfas.....	33
4.3.3 Eficiencia de los bioinsecticidas a los 15 días en adultos.....	34
4.3.4 Eficiencia de los bioinsecticidas a los 30 días en huevos.....	34
4.3.5 Eficiencia de los bioinsecticidas a los 30 días en ninfas.....	35
4.3.6 Eficiencia de los bioinsecticidas a los 30 días en cochinillas adultos.....	36
4.3.7 Eficiencia de los bioinsecticidas a los 45 días en huevos.....	36
4.3.8 Eficiencia de los bioinsecticidas a los 45 días en ninfas.....	37
4.3.9 Eficiencia de los bioinsecticidas a los 45 días en adultos.....	38
4.3.10 Análisis económico	39
5. DISCUSIÓN	41
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43

6.1 Conclusiones.....	43
6.2 Recomendaciones.....	44
BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala de severidad de cochinillas	26
Tabla 2. Descripción del tratamiento.....	26
Tabla 3. Descripción de parcelas experimentales.....	27
Tabla 4 . Esquema de varianza (ANDEVA)	29
Tabla 5. Incidencia porcentual de <i>D. Brevipes</i> (semana 41 a 44).....	32
Tabla 6. Número promedio de huevos a los 15 días de evaluación.....	33
Tabla 7. Número promedio de ninfas a los 15 días de evaluación.....	33
Tabla 8. Número promedio de adultos a los 15 días de evaluación.....	34
Tabla 9. Número promedio de huevos a los 30 días de evaluación.....	35
Tabla 10. Número promedio de ninfas a los 30 días de evaluación.....	35
Tabla 11. Número promedio de adultos a los 30 días de evaluación.....	36
Tabla 12. Número promedio de huevos a los 45 días de evaluación.....	37
Tabla 13. Número promedio de ninfas a los 45 días de evaluación.....	37
Tabla 14. Número promedio de adultos a los 45 días de evaluación.....	38
Tabla 15. Análisis económico relación beneficio costo	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Identificación de especie mediante microscopio portátil	31
Figura 2. Diseño de bloques completos al azar (DBCA)	50
Figura 3. Ubicación geográfica.....	50
Figura 4. Evidencia fotográfica de identificación de especie	51
Figura 5. Producto utilizado en la aplicación del tratamiento 1	51
Figura 6. Producto utilizado en la aplicación del tratamiento 2	52
Figura 7. Producto utilizado en la aplicación del tratamiento 3	52
Figura 8. Presencia de hormigas	53
Figura 9. Delimitación del área experimental	53
Figura 10. Aplicación de tratamientos en el área experimental.....	54
Figura 11. Recolección de datos en el área experimental	54
Figura 12. Aplicación de tratamientos en el área experimental.....	55
Figura 13. Recolección de datos en el área experimental	55
Figura 14. Recolección de datos en el área experimental	56
Figura 15. Labores de cosecha.....	56
Figura 16. Calibración de dedos luego de cosecha	57
Figura 17. Revisión de manos y empaquetado de banano	57
Figura 18. Producto empaquetado y embarcado	58
Figura 19. Resultados de variable huevos a los 15 días.....	58
Figura 20. Resultados de variable ninfas a los 15 días.....	59
Figura 21. Resultados de variable adultos a los 15 días.....	59
Figura 22. Resultados de variable huevos a los 30 días.....	59
Figura 23. Resultados de variable ninfas a los 30 días.....	60
Figura 24. Resultados de variable ninfas a los 30 días.....	60
Figura 25. Resultados de variable huevos a los 45 días.....	60
Figura 26. Resultados de variable ninfas a los 45 días.....	61
Figura 27. Resultados de variable adultos a los 45 días.....	61

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

La producción de banano orgánico se identifica por la aplicación de insumos no dañinos y naturales para el medio de ambiente, de esta forma evitan fumigar con pesticidas y productos químicos en el cultivo. Por lo general, en los mercados internacionales con una gran demanda de banano, priorizan las normas orgánicas y libres de químicos, lo que conlleva a un mayor enfoque en la complacencia y agrado de los consumidores de esta fruta (López Márquez, 2024).

Las cochinillas harinosas tienen una relevancia considerable debido a su capacidad para impactar diversas fases del ciclo de desarrollo del cultivo, lo que puede generar pérdidas económicas significativas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2020).

Los daños causados por este insecto se manifiestan de diversas formas: en el área foliar, se observa clorosis acompañada de necrosis en los márgenes de las hojas. Además, la planta experimenta un proceso de debilitamiento progresivo, lo que puede conducir a la muerte de la misma. Estos efectos y síntomas son típicamente atribuibles a especies pertenecientes a la familia Pseudococcidae (Palma Jiménez & Blanco Meneses, 2018).

Los bioinsecticidas son agentes biológicos que se utilizan en el control de plagas de manera más sostenible y menos perjudicial para el medio ambiente en comparación con los insecticidas químicos convencionales (Quevedo Carranza, 2024).

Estos productos se obtienen a partir de organismos vivos o sus derivados, como bacterias, hongos y extractos vegetales, que actúan sobre insectos específicos. Su uso en la agricultura permite reducir el impacto negativo de las plagas en los cultivos, lo que contribuye a disminuir los riesgos para la salud humana, de manera que se fomente un manejo integrado de plagas más eficiente y ecológico (Canpolat & Sengül Demirak, 2022).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La cochinilla es una plaga de importancia económica que afecta de manera significativa al cultivo de banano, que compromete tanto la calidad del fruto como la rentabilidad de las plantaciones. Su alimentación se basa en

succionar la planta para luego debilitarla y causar la caída prematura de frutos, además de que en presencia de estos insectos favorece el desarrollo de la fumagina lo que deteriora más la calidad del fruto.

La causa principal de la aparición de estos insectos es la humedad, como también otros insectos vectores como lo son ácaros y pulgones que transportan sus huevos o larvas, este insecto está considerado como “plaga cuarentenaria” en múltiples mercados internacionales ya que la presencia de la cochinilla en los frutos no es aceptable bajo las normativas de inocuidad y seguridad alimentaria. Diversos países exigen estándares fitosanitarios estrictos que restringen la presencia de residuos químicos de tal manera que priorizan que los cultivos provengan de prácticas orgánicas y sostenibles con el medio ambiente.

1.2.2 Formulación del problema

¿La aplicación de jabón potásico y aceite de neem reducirá la población de cochinilla en banano?

1.3 Justificación de la investigación

La presente investigación tiene como finalidad brindar una alternativa amigable con el medio ambiente, mediante prácticas libres de pesticidas y químicos para controlar la cochinilla en el cultivo de banano. Que además pueda contribuir a reducir los daños a la planta en consecuencia de la plaga ya mencionada.

La cochinilla tiene efectos directos en el cultivo, una vez que la planta ha sido infestada los productores se ven sin otra opción que aplicar productos químicos de alta toxicidad siendo perjudicados al romper el balance natural del ambiente por lo cual también es perjudicial para quien no tiene las medidas de bioseguridad adecuadas en la aplicación, es por ello que este trabajo se justificara en la investigación de la eficiencia de los bioinsecticidas en diferentes dosificaciones como material experimental.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** La investigación se realizó en el lote San Juan, con las siguientes coordenadas 2°18'45.4"S 79°27'48.4"W, en el cantón el Triunfo, provincia Guayas. (Como referencia entrando por Hacienda Payo).
- **Tiempo:** La presente investigación tuvo una duración de cinco meses desde el ante proyecto hasta finalizar la tesis.

- **Población:** A la comunidad científica, agricultores en general.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de jabón potásico y aceite de neem para reducir la incidencia de la población de cochinilla en banano.

1.6 Objetivos específicos

- Identificar la especie de la cochinilla presente en el cultivo de banano.
- Determinar la incidencia poblacional inicial de la cochinilla en el cultivo de banano.
- Evaluar la eficiencia de los bioinsecticidas para el manejo de cochinilla en banano.

1.7 Hipótesis o idea que defender

Los bioinsecticidas a base de jabón potásico y aceite de neem, reducirá la población de cochinilla en el cultivo de banano.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado de arte

En Ecuador, el sector bananero es afectado mediante una creciente población de cochinilla harinosa, de modo que perjudica a grandes y pequeños productores y causar pérdidas económicas valiosas en el sector (García et al., 2025).

Actualmente la producción de banano en el Ecuador está amenazada por el insecto plaga cochinilla especialmente por dos especies *Dysmicoccus texensis* y *Pseudococcus* spp., las mismas que generan daños físicos en la planta y al fruto, es considerada una plaga cuarentenaria en los mercados de destino, en la cual su presencia en la fruta empacada es motivo de rechazo por parte de los exportadores (PROECUADOR, 2022).

Tomando como base el origen del problema, las fincas bananeras tienen como problema un deficiente control de cochinillas en la producción de banano a nivel de campo y empacadora, lo que podría ocasionar la presencia de altas poblaciones de cochinillas causando daños directos e indirectos en la planta y el racimo, afectando su calidad para su exportación, representando grandes pérdidas económicas en la producción bananera (Rosales, 2022).

Las cochinillas harinosas, piojos harinosos o algodonosos, son insectos que pertenecen al orden Hemiptera y a la familia Pseudococcidae, a la cual corresponden unas 2 200 especies alrededor del mundo. Se caracterizan por presentar un marcado dimorfismo sexual; los machos son diminutos (aproximadamente 1 mm), presentan antenas largas, un par de alas que les confiere alta movilidad, un corto periodo de vida, no se alimentan, su única función es fecundar a las hembras. El estudio enfocado a la morfología de los machos es escaso, se ha realizado en menos de un 1% de la fauna del mundo, razón por la cual la caracterización taxonómica de los distintos grupos de cochinillas se basa en el estudio de los caracteres de la hembra, con base en el número y posición de las estructuras del cuerpo. Las hembras son ápteras, cubiertas por una capa de cera, la cual tiene proyecciones laterales en forma de filamentos, y poseen un aparato bucal de tipo chupador que les permite succionar los contenidos nitrogenados de las plantas hospedantes (Bautista, 2021).

El aprovechamiento de productos naturales está dirigido para reducir el daño de las cochinillas en los racimos de banano, que como consecuencia es la perdida por el rechazo del racimo debido a la presencia de *Pseudococcus* sp., dentro de la fruta de banano, por consecuencia de que la presencia excesiva de esta plaga dentro del racimo es el resultado de la existencia de fumagina en la fruta. Esto incrementa las pérdidas financieras debido a la escasa calidad de la fruta (Carrasco Vera et al., 2024).

Se planteó validar los efectos que pueden causar la ingesta de los extractos de Argemone mexicana, Azadirachta indica y jabón comercial Zote® sobre la mortalidad y tiempos de desarrollo de Chrysoperla sp. en condiciones de laboratorio. Se observó que el extracto de A. mexicana interfiere en el periodo de preoviposición en las hembras, así como una reducción en los huevos totales por hembras en los tratamientos, de igual manera el extracto de neem registró una menor cantidad de huevos puestos por hembra, así como una mortalidad del 98% (Lázaro, 2023).

Los efectos del bioinsecticida NeemAzal T/S (10g/L), que tiene azadiractina, en el control de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) en el cultivo de tomate bajo un invernadero cubierto de plástico, aplicó el producto dos veces con un intervalo de cinco días y determinó que redujo el número de larvas en un 90-99%, con una eficacia >96 %, a los 16 días después tratamiento; en la misma evaluación, los porcentajes logrados en la reducción de adultos y eficacia ascendieron a 85-93 % y 93-97 % respectivamente (Guerra, 2024).

La implementación de insecticidas naturales para el manejo de plagas en la producción de banano (*Musa × paradisiaca* L.) se presenta como una opción viable y sostenible para el medio ambiente. Se evalúa el aceite de Neem para combatir (*Pseudococcus elisae* Borchsenius). Con el objetivo de determinar la efectividad biológica de las aplicaciones de Neem (Torres & Minuche, 2024, p. 57).

Según Adusei y Azupio (2022) comprueba que los múltiples componentes del Neem son beneficiosos para controlar una variedad de plagas y enfermedades de los cultivos. Se ha descubierto que al menos 400 especies de insectos plaga de importantes cultivos alimentarios y 16 nematodos parásitos de plantas se controlan mediante los compuestos bioactivos del Neem.

El jabón potásico es un agro plaguicida a base de aceites naturales que se ha usado desde la antigüedad para combatir plagas muy molestas. Es un poderoso plaguicida y acaricida ecológico porque combate eficazmente las plagas y su aplicación en agricultura es altamente recomendable, porque no entra en la planta, no es sistémico, se degrada rápidamente (Olmos, 2022)

2.2 Base científica y teoría de la matemática

2.2.1 Taxonomía del banano

La clasificación del cultivo de banano es el siguiente:

- **Orden:** Escitamiáceas
- **Familia:** Musáceas
- **Género:** Musa
- **Especie:** Acuminata
- **Clase:** Monocotiledónea – herbácea
- **Nombre común:** Banana
- **Nombre científico:** Musa sp (Arteaga Alcivar, 2015).

2.2.2 Descripción botánica del banano

2.2.2.1. Pedúnculo

El pedúnculo es el tallo que sostiene la inflorescencia y la conecta al rizoma.

2.2.2.2. Racimo

El racimo está compuesto por el conjunto de frutos que se distribuyen a lo largo del raquis. Estos frutos individuales, también llamados "dedos", se agrupan en unidades conocidas como manos.

2.2.2.3. Raquis

El raquis es el eje principal de la inflorescencia, extendiéndose desde el primer fruto hasta la yema masculina. Puede estar desnudo o tener brácteas persistentes que lo cubren. Las cicatrices en el raquis, que marcan el lugar donde se unían las brácteas, se conocen como nódulos

2.2.2.4. Yema masculina

La yema masculina alberga las flores masculinas protegidas por sus brácteas, lo que también se denomina la "campana". A medida que los frutos maduran, tanto el raquis como la yema masculina siguen creciendo. En ciertos cultivares, la yema masculina deja de crecer una vez que los frutos se han formado y puede llegar a estar más o menos agotada cuando el racimo alcanza

su madurez. La presencia o ausencia de la yema masculina es una característica clave para distinguir entre diferentes cultivares (Baena & Vézina, 2020).

2.2.3 Calidad del banano

En cuanto a las pérdidas post cosecha de banano, estas se sitúan desde el 20% al 80%. Las pérdidas en la mayoría son causadas por daños mecánicos, plagas, maduración prematura entre otros factores. La fruta que no cumple con estándares para la exportación, debido a los requisitos de alta calidad exigidos por los importadores, es utilizada en la agroindustria, para alimentos de animales o fruta fresca para el mercado nacional (Vásquez et al., 2024).

Es importante mantener óptimas condiciones en la bananera para de esta manera asegurar una buena calidad del banano, desde el cable vía en buen estado, un buen enfunde, el correcto deshoje o deschante entre otras actividades agrícolas para obtener un racimo de banano en perfectas condiciones. De esta forma evitamos el rechazo con características notorias como: fruta golpeada, cortada y en mal estado por el manejo incorrecto de la fruta (Viales Hurtado & Montero Mora, 2015).

2.2.4 Cochinilla

La principal importancia de tener un correcto manejo fitosanitario de la cochinilla en el cultivo de banano se debe a que este insecto causa pérdidas significativas en el sector bananero (Qing-Ying Zhao, 2023).

Las cochinillas son insectos de tamaño pequeño de color blanco y de aspecto algodonoso de allí nace su nombre “cochinilla harinosa” perteneciente a la familia de los hemípteros, este insecto cuenta con un aparato bucal perforante y succionador, de tal manera que se alimenta de los fluidos de la planta para satisfacer sus necesidades nutricionales, afectan al rendimiento del banano y como consecuencia su presencia puede llevar al rechazo del producto (Alangar Ishwara & Govind Pratap, 2020).

En el cultivo de banano las cochinillas mayormente se hospedan en el pseudotallo de la planta, lo que muchas veces facilita la visión del agricultor para encontrarlas. Estos insectos al estar en el ciclo de adulto son largas y ovalada y segregan una sustancia blanca que es llamativa para las hormigas (Dávila Sáenz, 2022).

2.2.5 Principales daños de la cochinilla

La cochinilla una vez establecida en el cultivo, utiliza su aparato bucal succionador para alimentarse de la savia de la planta, lo que genera un desequilibrio fisiológico y debilitamiento progresivo del banano. Durante este proceso, excreta una sustancia llamada melaza, que favorece el desarrollo de fumagina en hojas y frutos. Al excretar esta sustancia crean una simbiosis con las hormigas que las protegen de otros depredadores. Esta contaminación fúngica reduce la capacidad fotosintética de la planta, afecta la calidad comercial del banano e incide negativamente en su inocuidad, debilitando la planta hasta causar su muerte (Ahmed et al., 2023).

2.2.6 Taxonomía de la cochinilla

- **Reino:** Animalia
- **Filo:** Arthropoda
- **Clase:** Insecta
- **Orden:** Hemiptera
- **Suborden:** Sternorrhyncha
- **Superfamilia:** Coccoidea
- **Familia:** Pseudococcidae
- **Género:** Dysmicoccus
- **Especie:** Dysmicoccus Brevipes (Palma Jiménez & Blanco Meneses, 2018).

2.2.7 Productos ecofriendly

Los productos orgánicos amigables con el medio ambiente son beneficiosos para la agronomía debido a que su impacto en los cultivos es de manera positiva. Estos al ser provenientes de manera natural promueven al equilibrio en la biodiversidad en el suelo reduciendo el uso de agroquímicos que son perjudiciales para el medio ambiente como también para la salud humana (Varma et al., 2024).

Debido a su acción sobre insectos de cuerpos blandos estos productos orgánicos presentan efectos sobre diversas especies de cochinilla pertenecientes al grupo de los Coccoidea. Estudios reportan su efectividad en el campo lo que evidencia su potencial en el manejo de la plaga (Rodriguez Chicchon , 2023).

2.2.8 Jabón potásico

El jabón potásico es un aliado orgánico en la agricultura debido a que sus componentes a bases de sales potásicas de ácidos grasos vegetales son de gran ayuda para el control de plagas como la cochinilla y ninfas de insectos chupadores (Yousef-Yousef & Quesada Moraga, 2020).

Su modo de acción es de contacto lo que altera la membrana que protege al insecto en estado de huevo, ninfa o adulta, haciendo que pierda agua y muera por deshidratación y falta de respiración ya que bloquea los estigmas (Matabi, 2025).

2.2.9 Azadirachtina - Aceite de neem

La azadiractina, una sustancia bioactiva presente en el neem afecta eficazmente los ciclos de vida de diversas plagas gracias a su complejo y diverso mecanismo de acción. Contiene tetranortriterpenoide limonoide con propiedades pesticidas y repulsivas. La azadirona y la apertura del anillo C son los primeros pasos en la biosíntesis de triterpenoides, lo que conduce a la creación de azadiractina. Los componentes activos de los bioinsecticidas a base de neem incluyen azadiractina y otros triterpenoides relacionados, como la azadiractina B, la salanina y la nimbina (Kauser, 2024).

El aceite de neem se utiliza en la agricultura de distintas formas como insecticida, fungicida, nematocida y bactericida y se considera más viable porque no es tóxico para el medio ambiente y para el ser humano, lo que conlleva a que en el futuro podrá sustituir a los pesticidas sintéticos (Pascoli et al., 2023).

2.2.10 Ventajas

Las alternativas de insecticidas orgánicos presentan diversas ventajas positivas, debido a que son de rápida degradación y minimiza el impacto negativo en el medio ambiente. El uso de productos orgánicos o naturales disminuye la posibilidad de que las plagas desarrollen resistencia, aumentando su efectividad a largo plazo. Además, garantiza la seguridad alimentaria al no poseer residuos tóxicos en alimentos, lo que lo hace aún más seguro tanto para el consumidor, agricultores y el ambiente (Almaraz Valle & Ramirez Cerón, 2025).

2.2.11 Desventajas

Los insecticidas químicos convencionales mantienen una alta eficacia en el control de plagas, debido a su rápida acción y capacidad para reducir la población en un corto periodo de tiempo lo que representa una desventaja para

los productos de origen natural que actúan de manera progresiva sobre los procesos fisiológicos como la alimentación, el crecimiento y reproducción del insecto. Además, en muchos casos se requieren aplicaciones repetidas o una dosis bastante alta para alcanzar o igualar niveles de control inmediatos obtenidos con insecticidas convencionales (Orozco Sifuentes, et al., 2026).

2.3 Marco legal

2.3.1 Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones.

Libro II Desarrollo de las inversiones productivas y de sus instrumentos.

Título I: Del fomento, Promoción y Regulación de las inversiones Productivas.

Capítulo I. De las Inversiones Productivas.

Art. 13, El literal A: Constituir que las inversiones destinadas a producir bienes y servicios, a la ampliación de la capacidad productiva y a generar fuentes de labor al trabajo en la economía nacional.

Capítulo III. Derecho de los inversionistas.

Art. 19, El literal A: Expone que el inversionista está en libertad de producir y comercializar bienes y servicios lícitos, socialmente deseables y ambientalmente sustentables, como a la libre fijación de precios, a excepción de aquellos bienes y servicios cuya producción y comercialización estén regulados por la Ley. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2019, p77,79.)

2.3.2 Plan de Contingencia para cochinilla

Plan de manejo integrado de plagas Con el propósito de mantener bajos los niveles de incidencia de la plaga, la finca debe disponer y aplicar un Plan de Manejo Integrado de Plagas que señale los procedimientos a seguir en aquellos lugares del cultivo. El plan puede considerar las siguientes estrategias: a) Nutrición b) Control biológico c) Manejo cultural d) Control mecánico e) Control físico f) Control químico.

Plan de contingencia Los responsables técnicos de las fincas en los lugares de producción deberán presentar el plan de contingencia fundamentada en lo que hace la finca contra lo que hará frente al incremento de los porcentajes de la incidencia y severidad, es decir los procedimientos a seguir en aquellos lugares de producción (campo) y empaque, donde se haya determinado presencia de Cochinilla. Los puntos a seguir son los siguientes: a) Realizar monitoreo integrado del 100% de la finca. b) Rotación adecuada de insecticidas con diferentes mecanismos de acción y con la frecuencia recomendada por el fabricante y registrados en AGROCALIDAD. 31 c) Incrementar el manejo integrado, cultural (sanidad del racimo) y químico (corbatas o fundas con clorpirifos). d) Desvío de hijos: Lo que reduce el movimiento de cochinillas y hormigas al racimo. La práctica consiste en evitar que el racimo entre en contacto con el pseudotallo, hijos y hojas.

e) Destalle severo del caballo y deschante a tiempo del pseudotallo de la planta madre.

- f) Aplicación con bomba de mochila de detergente casero disuelto en agua, en las áreas donde se ha deschantado. Para esto se deben usar detergentes que no contengan suavizante en su fórmula.
- g) En fincas donde se use “cuellos de monja” para protección del racimo, se debe realizar un lavado profundo de estos con agua y detergente (sin suavizante), para eliminar cualquier estado de la plaga en el material.
- h) Tomar acciones de prevención en los procesos previos al enfunde.
- i) De encontrarse presencia de plaga en los racimos de corte, estos deben recibir un lavado con agua a presión entre 30 y 35 psi; el chorro de agua debe ir dirigido hacia la punta de los dedos, y entre ellos, que son los lugares donde comúnmente se alojan los insectos. La bomba debe tomar el agua de una cisterna -construida solamente para este propósito- en donde se realizará una mezcla con detergente.
- j) En el área de selección, en caso de infestación moderada, la fruta debe ser limpiada con una esponja suave.
- k) En el área de almacenamiento y pegado de cajas, embale y estiba de fruta, se establecerán medidas de higiene, orden, limpieza y control de todo tipo de insectos.
- l) Para su ejecución se establecerá una hoja de control verificando cada uno de los puntos críticos: limpieza de bodega (de acuerdo a la norma INEN 1927), muestreo de insectos en cartón y pallets, uso de cortina protectora y ventiladores.
- m) Realizar control de malezas como práctica cultural necesaria, cada 6 semanas en invierno y 8 semanas en verano.
- n) Erradicar plantas afectadas por BSV (Virus Rayado del Banano)
- o) Sumergir protectores de racimos o cuellos de monja en agua caliente o almacenar los mismos de 5 a 6 semanas.
- p) No reutilizar los protectores de racimos que están infestados y con fumagina para evitar la dispersión de cochinillas. (Agencia de Regulacion y Control Fito y Zoosanitario de Ecuador [Agrocalidad], 2023, p.14,15)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo puesto que se manipulan las variables independientes (jabón potásico y aceite de neem) para evaluar su impacto sobre la incidencia de *Dysmicoccus Sp.* en el banano. Se aplica medición objetiva, control de los tratamientos y análisis estadístico con el fin de corroborar la eficiencia de los bioinsecticidas en condiciones reales de campo.

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

El tipo y alcance de la investigación ha sido experimental, descriptivo orientado a determinar el efecto de bioinsecticidas.

3.1.2 Diseño de la investigación

Se empleó un diseño de bloques completos al azar DBCA, compuesto por la aplicación de los bioinsecticidas en diferentes frecuencias de aplicación en el cultivo de banano.

3.2 Metodología de la investigación

En cada unidad experimental se tomaron plantas al azar y se evaluarán las siguientes variables:

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Se investigó los efectos de la aplicación botánicos los mismos que son el jabón potásico (*sales potásicas de ácidos grasos*) y aceite de neem (*Azadirachta Indica*) de acuerdo con los tratamientos.

3.2.1.2. Variables dependientes

3.2.1.2.1. Número poblacional de la cochinilla en plantas de banano a partir de la semana 41.

Se determinó la población de cochinilla con monitoreos en cinco plantas, a partir de la semana 41 con el uso del calendario de encinte y enfunde, mediante una escala de acuerdo con lo dispuesto por CORBANA, Según Resolución 0325 dispuesto por (Agrocalidad, 2023) con el fin de verificar el sitio de producción.

Tabla 1.
Escala de severidad de cochinillas

Nivel	Grado de presencia	Cantidad de insectos/planta
0	Sin presencia	0 cochinillas
1	Baja	1 a 10 cochinillas
2	Baja a media	11 a 30 cochinillas
3	Media a muy alta	31 a 100 cochinillas
4	Muy alta	Más de 100 cochinillas

Elaborado por: La Autora, 2026

3.2.1.2.2. Porcentaje de la incidencia de la cochinilla (%).

Se determinó el porcentaje de la incidencia de la cochinilla con cinco plantas a evaluar, mediante una fórmula para evaluar la afectación (Pacheco Gómez, et al., 2022).

$$\text{Porcentaje de incidencia} = \left(\frac{\text{Plantas afectadas}}{\text{Total de plantas evaluadas}} \right) \times 100$$

3.2.1.2.3. Análisis económico.

Al culminar con la investigación experimental se midió esta variable en base al rendimiento obtenido en cajas y el presupuesto total con los costos aplicados en dicho ensayo.

3.2.2 Tratamientos

Los tratamientos están dados bajo la aplicación de diferentes dosificaciones de jabón potásico y aceite de neem con la siguiente aplicación 15-30-45 días.

Tabla 2.
Descripción del tratamiento

Tratamiento	Producto	Cantidad	Dosis por parcela	Días
T1	jabón potásico	6cc/litro de agua	6ml/ parcela	15-30-45
T2	Aceite de neem+ jabón potásico	6cc/litro de agua	6ml/ parcela	15-30-45
T3	Testigo convencional	1lt/ha	1000ml/litro de agua	15-30-45
T4	Testigo absoluto	0	0	15-30-45

Elaborado por: La Autora, 2026

3.2.3 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA.), al considerar al menos una fuente de variación en el área de ensayo.

Tabla 3.

Descripción de parcelas experimentales

Descripción	Cantidad
Tratamientos	4
Número de repeticiones	5
Plantas a evaluar por parcela	1
Número de unidades experimentales	4x5=20
Plantas por parcelas	1
Plantas totales a evaluar	20
Plantas totales del ensayo	20
Distancia entre planta	3 m
Distancia entre hileras	3 m
Área total del estudio aprox	180m ²

Elaborado por: La Autora, 2026

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

Entre los materiales utilizados fueron jabón potásico y aceite de neem, bomba aspersor, botas, lupa, libreta de apuntes, cámara de teléfono, implementos agrícolas, calendario de encinte y enfunde, entre otros.

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1. Métodos de investigación.

Los métodos teóricos utilizados en esta investigación han sido deductivos, inductivos, analíticos, lo cuales se detallan a continuación:

Método deductivo

Este método permitió, posterior a la obtención de la información obtenida de los tratamientos aplicados, formular las conclusiones pertinentes de la investigación.

Método inductivo

Este método permitió establecer conclusiones, a raíz de la información ordenada en su totalidad. También se validó la información específica o particular se podrá demostrar el valor de verdad del enunciado general.

Método analítico

Este método de manera objetiva permitió analizar la información secundaria que se adquirirá en esta investigación.

3.2.4.2.2. Técnicas de investigación.

Manejo del ensayo.

Observación directa en campo con microscopio portátil para identificación especie de la cochinilla.

La identificación de la especie se ejecutó mediante observación directa en campo con la ayuda de un microscopio portátil el cual permitió observar con detalle los insectos presentes en las plantas de banano del área experimental. El muestreo se efectuó en las primeras horas de la mañana para facilitar la visualización y reducir la actividad de los insectos.

Se revisaron varias plantas dentro de las unidades experimentales, donde se observó en múltiples ocasiones presencia de hormigas, lo que permitió confirmar la presencia de cochinillas en el área de estudio. Los individuos presentaron cuerpo de forma ovalada, aplanada y recubierta por una capa blanca y cerosa. Fueron localizados de manera principal en el pseudotallo de las plantas de banano, especialmente en la parta baja del mismo.

Con base en las características morfológicas observadas, su ubicación en la planta y con registros de otros autores se identificó a la especie como *Dysmicoccus Brevipes*.

Determinación inicial de la incidencia de la cochinilla en el cultivo de banano.

La incidencia de la cochinilla harinosa *Dysmicoccus brevipes* se determinó mediante monitoreos semanales realizado en las parcelas experimentales, en cada evaluación se registró el número de plantas que presentaron presencia del insecto y el total de plantas evaluadas por tratamiento. Se calculó mediante el cociente entre el número de plantas infestadas y el total de plantas evaluadas en cada tratamiento, cuyo resultado se expresó en porcentaje al multiplicarlo por 100.

Aplicación de los bioinsecticidas en el área experimental.

Para la aplicación de los tratamientos se seleccionaron plantas en estado fenológico +3 plantas prontas a emisión, con el fin de garantizar uniformidad en

la evaluación. La aplicación de los tratamientos se realizó con la utilización de una bomba mochila.

En el tratamiento uno, correspondiente al jabón potásico, se preparó una solución con una dosis de 6ml de producto diluido en un litro de agua, la cual fue aplicada de manera uniforme en las plantas correspondientes.

En el tratamiento dos, que consistió en el aceite de neem+ jabón potásico (Kanazaro), se preparó una solución con una dosis de 6ml de producto diluido en un litro de agua, la cual fue aplicada de manera uniforme en las plantas correspondientes.

En el tratamiento tres, correspondiente al testigo convencional (Diazol), se aplicó según la dosis recomendada por el fabricante preparada y diluida conforme a las indicaciones técnicas del producto.

El tratamiento cuatro correspondió al testigo absoluto, el cual no recibió aplicación de ningún producto.

Para evitar la contaminación cruzada entre tratamientos, se utilizaron dos bombas de mochila independientes, una para los tratamientos uno y dos y otra exclusivamente para el tratamiento tres. Las soluciones fueron medidas mediante el uso de un vaso medidor para asegurar la correcta dosificación.

Monitoreo de las plantas. Se chequearon las plantas en estadio cada 15-30-45 días, para registrar las variables en estudio.

Cosecha. Se seleccionaron racimos al azar, para evaluar acorde a la investigación del proyecto.

3.2.5 Análisis estadístico

Tabla 4 .

Esquema de varianza (ANDEVA)

Fuentes de variación	Fórmula	GL
Tratamientos	t-1	3
Repeticiones	R-1	4
Error experimental	(t-1) (R-1)	12
Total	n-1	19

Elaborado por: La autora, 2026

3.2.5.1. Hipótesis estadística

Ho: Ninguno de los tratamientos tendrá efecto en controlar la población de cochinilla e el cultivo de banano.

Ha: Al menos un tratamiento presenta significancia en el control de la población de la cochinilla harinosa en el cultivo de banano.

4. RESULTADOS

4.1 Identificación de la especie de la cochinilla en el cultivo de banano

En las parcelas experimentales del cultivo de banano, se observó la presencia de insectos pertenecientes al orden Hemíptera, familia Pseudococcidae, comúnmente conocidos como cochinillas harinosas. La presencia de estos insectos permitió encontrar en varias plantas de banano en las primeras horas de la mañana en la parte del pseudotallo, hojas y en racimos de banano.

La observación de una elevada presencia de hormigas en el pseudotallo de las plantas de banano resultó ser un indicador relevante para la detección de cochinilla en el cultivo. Este comportamiento se relaciona con la interacción simbiótica existente entre ambos organismos, en la cual las hormigas protegen a la cochinilla, que se alimenta de la savia de la planta, a cambio de la melaza azucarada que esta excreta. Como consecuencia, la actividad y concentración de hormigas en zonas donde normalmente no deberían encontrarse se constituyó en un signo indirecto pero consistente de infestación por cochinilla, lo que además representa una dificultad adicional en el manejo y control de la plaga.

Como se observa en la figura 1. Los individuos presentaron cuerpos de forma ovalada y de cuerpo plano recubiertos por una capa cerosa, blanca y agrupaciones de individuos en zonas protegidas de la planta como lo son el pseudotallo y en la base del racimo. Según la literatura de diversos autores los individuos presentan un tamaño aproximado de dos a cuatro milímetros.

La identificación de la especie se realizó mediante la observación directa en el área experimental, registro fotográfico y comparación de las características morfológicas observadas con descripciones taxonómicas reportadas en varias literaturas especializadas únicamente para cochinillas asociadas al cultivo de banano. De acuerdo con las características observadas en el área experimental se logró determinar que, con las características morfológicas indicadas, coincidieron con las descritas para la especie "*Dysmicoccus Brevipes*", de tal manera que el tamaño reducido, el cuerpo ovalado cubierto de cera blanca y se localizó en estructuras claves de la planta.

Figura 1.
Identificación de especie mediante microscopio portátil



Elaborado por: La Autora, 2026.

4.2 Determinación de la incidencia de la cochinilla en el cultivo de banano.

La incidencia de la cochinilla harinosa (*Dysmicoccus Brevipes*) fue determinada con la ayuda del cálculo porcentual de plantas con presencia de cochinilla con respecto al total de plantas evaluadas por semana.

De manera inicial se observó un aumento de cochinilla en el periodo de evaluación.

Durante el periodo de evaluación para determinar la incidencia poblacional se pudo observar con detenimiento un incremento en la población de la cochinilla harinosa en los cuatro tratamientos analizados.

Como se observa en la tabla 5. En la semana 41, el T1 correspondiente al jabón potásico registró una incidencia del 40% equivalentes a dos de las cinco plantas evaluadas con presencia de plaga, con un promedio de 3.8 cochinillas. EL T2 correspondiente al aceite de neem + jabón potásico registró una incidencia del 80% equivalente a cuatro de cinco plantas evaluadas, con un promedio nueve, el T3 correspondiente al testigo convencional registró una incidencia del 80%, equivalente a cuatro de cinco plantas evaluadas con un promedio de 7.2 cochinillas y T4 correspondiente al testigo absoluto, registró una incidencia del 80%, equivalente a cuatro de cinco plantas evaluadas correspondiente a cuatro de cinco plantas infestadas con un promedio de 11.4.

En la semana 42, el T1 incrementó su incidencia a 80%, cuatro de cinco plantas evaluadas con presencia de plaga con un promedio de 6.4 cochinillas,

mientras que el T4 alcanzó el 100%, cinco de cinco plantas afectadas con un promedio de 11.2 cochinillas. El T2 y T3 se mantuvieron en 80% con sus respectivos promedios.

Durante la semana 43, los tratamientos T1, T2 y T4 alcanzaron el 100% de incidencia correspondiente a cinco de cinco evaluadas con presencia de plaga. Sin embargo, el T3 se mantuvo en 80%.

Finalmente, en la semana 44, todos los tratamientos presentaron una incidencia del 100%.

Tabla 5.
Incidencia porcentual de *D. Brevipes* (semana 41 a 44)

# Semana	T1 (Jabón potásico) %	T2 (Kanazaro) %	T3 (Diazol) %	T4 (Testigo absoluto) %
41	40	80	80	80
42	80	80	80	100
43	100	100	80	100
44	100	100	100	100

Elaborado por: La autora, 2026

4.3 Evaluación de la eficiencia de los bioinsecticidas para el manejo de cochinilla en banano.

4.3.1 Eficiencia de los bioinsecticidas a los 15 días en huevos.

Como se observa en la tabla 6. A los 15 días de evaluación posterior a la aplicación de los tratamientos en estudio de la variable huevos, el análisis no paramétrico de Kruskal Wallis indicó que existió diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con respecto a la variable huevos.

Los resultados obtenidos presentaron un valor de ($H=7.87$) y ($P=0.0191$), de manera que se puede indicar diferencias estadísticas entre los tratamientos a nivel de significancia de (0.05).

El T4 fue el que presentó el mayor promedio de huevos (1.40), a diferencia de los tratamientos T2 y T3, en los cuales se evidenció valores bajos ambos con (0.20).

En cambio, el T1 presentó un valor intermedio (0.40), al ubicarse en el mismo grupo estadístico con los T2 y T4. Estos resultados evidencian que los tratamientos evaluados influyeron en la presencia de huevos durante la aplicación de los 15 días.

Tabla 6.**Número promedio de huevos a los 15 días de evaluación**

#Tratamiento	Descripción	N	Media	Significancia
1	Jabón potásico	5	0.40	ab
2	Aceite de neem + jabón potásico	5	0.20	a
3	Testigo convencional	5	0.20	a
4	Testigo absoluto	5	1.40	b

Nota: Media con una letra en común no presentan diferencia significativa según prueba de Kruskal Wallis ($p \leq 0.05$).

Elaborado por: La autora, 2026.

4.3.2 Eficiencia de los bioinsecticidas a los 15 días en ninfas.

Como se observa en la tabla 7, a los 15 días de evaluación posterior a la aplicación de los tratamientos en estudio de la variable ninfas, el análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis indicó diferencia significativa entre tratamientos ($H=11.98$) y ($P=0.0065$). T4 presentó la media más alta con (14.00) ninfas, diferenciándose de manera significativa de los demás tratamientos. Por el contrario, el T1 presentó una media de (3.20) ninfas, el T2 (3.80) ninfas y T3 (2.20) ninfas, con un literal estadístico similar, indica que no existieron diferencia significativa entre ellos. Los resultados indican mayor presencia de ninfas en el testigo absoluto, mientras que los tratamientos con aplicación de bioinsecticidas registran menor población de cochinilla durante el periodo de evaluación.

Tabla 7.**Número promedio de ninfas a los 15 días de evaluación**

#Tratamiento	Descripción	N	Media	Significancia
1	Jabón potásico	5	3.20	a
2	Aceite de neem + jabón potásico	5	3.80	a
3	Testigo convencional	5	2.20	a
4	Testigo absoluto	5	14.00	b

Nota: Media con una letra en común no presentan diferencia significativa según prueba de Kruskal Wallis ($p \leq 0.05$).

Elaborado por: La autora, 2026.

4.3.3 Eficiencia de los bioinsecticidas a los 15 días en adultos.

Como se observa en la tabla 8, a los 15 días de evaluación posterior a la aplicación de los tratamientos en estudio de la variable de insectos adultos, el análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis indicó diferencia significativa entre tratamientos ($H=10.66$) y ($P=0.0092$).

El T4 registró el valor más alto con una media de (5.00) en cochinillas adultas, por lo que se optó por ubicar en un grupo estadístico distinto (b). Sin embargo, los tratamientos T1 presentó una media de (2.20) adultos, T2 (1.40) adultos y T3 (1.80) adultos, con la misma letra (a), que representa ausencia de diferencia entre ellos.

Tabla 8.

Número promedio de adultos a los 15 días de evaluación

#Tratamiento	Descripción	N	Media	Significancia
1	Jabón potásico	5	2.20	a
2	Aceite de neem + jabón potásico	5	1.40	a
3	Testigo convencional	5	1.80	a
4	Testigo absoluto	5	5.00	b

Nota: Media con una letra en común no presentan diferencia significativa según prueba de Kruskal Wallis ($p \leq 0.05$).

Elaborado por: La autora, 2026.

4.3.4 Eficiencia de los bioinsecticidas a los 30 días en huevos.

Como se observa en la tabla 9, a los 30 días de evaluación posterior a la aplicación de los tratamientos en estudio de la variable huevos, el análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis indicó diferencia significativa entre tratamientos ($H=10.71$) y ($P=0.0003$).

El tratamiento T4 presentó una media superior con (2.80) huevos, a diferencia de los demás tratamientos. Sin embargo, los tratamientos T1, T2 y T3, registraron valores de (0.00) huevos, con la misma letra estadística, lo que indica ausencia de diferencia entre ellos. Estos resultados indican presencia de huevos en el testigo absoluto, mientras que en los tratamientos con aplicación de bioinsecticidas no registró oviposición durante el periodo de evaluación.

Tabla 9.**Número promedio de huevos a los 30 días de evaluación**

#Tratamiento	Descripción	N	Media	Significancia
1	Jabón potásico	5	0.00	a
2	Aceite de neem + jabón potásico	5	0.00	a
3	Testigo convencional	5	0.00	a
4	Testigo absoluto	5	2.80	b

Nota: Medias con una letra común no presentan diferencia significativa ($p \leq 0.05$).
Elaborado por: La autora, 2026.

4.3.5 Eficiencia de los bioinsecticidas a los 30 días en ninfas.

Como se observa en la tabla 10, a los 30 días de evaluación posterior a la aplicación de los tratamientos en estudio de la variable ninfas, indicó diferencia significativa entre tratamientos ($H=11.88$) y ($P=0.0063$)

T4 presentó una media mayor con (14.60) ninfas, a diferencia de los demás tratamientos. Sin embargo, el tratamiento el T1 registró medias de (1.80) ninfas, T2 (1.60) ninfas y T3 (0.80) ninfas, tratamientos con letra similar estadística lo que indica ausencia de diferencia entre ellos. Los resultados indican mayor presencia de ninfas en el testigo, a diferencia de los tratamientos con aplicación de bioinsecticidas registran menor población de la cochinilla durante el periodo de evaluación.

Tabla 10.**Número promedio de ninfas a los 30 días de evaluación**

#Tratamiento	Descripción	N	Media	Significancia
1	Jabón potásico	5	1.80	a
2	Aceite de neem + jabón potásico	5	1.60	a
3	Testigo convencional	5	0.80	a
4	Testigo absoluto	5	14.60	b

Nota: Medias con una letra común no presentan diferencia significativa según prueba de Kruskal Wallis ($p \leq 0.05$).
Elaborado por: La autora, 2026.

4.3.6 Eficiencia de los bioinsecticidas a los 30 días en cochinillas adultas.

Como se observa en la tabla 11, a los 30 días de evaluación posterior a la aplicación de los tratamientos en estudio de la variable adultas, indico diferencia significativa entre tratamientos ($H= 11.16$) y ($P=0.0049$)

T4 presentó una media mayor con (4.40) cochinillas adultas, a diferencia de los demás tratamientos. El T1 registró medias de (1.00), T2 (0.80) y T3 (0.60). Los resultados indican mayor presencia de cochinillas adultas en el testigo absoluto, mientras que los tratamientos con aplicación de bioinsecticidas registran menor población de la plaga durante el periodo de evaluación.

Tabla 11.

Número promedio de adultos a los 30 días de evaluación

#Tratamiento	Descripción	N	Media	Significancia
1	Jabón potásico	5	1.00	a
2	Aceite de neem + jabón potásico	5	0.80	a
3	Testigo convencional	5	0.60	a
4	Testigo absoluto	5	4.40	b

Nota: Medias con una letra común no presentan diferencia significativa según prueba de Kruskal Wallis ($p \leq 0.05$).

Elaborado por: La autora, 2026.

4.3.7 Eficiencia de los bioinsecticidas a los 45 días en huevos.

Como se observa en la tabla 12, a los 45 días de evaluación posterior a la aplicación de los tratamientos en estudio de la variable huevos, indicó diferencia significativa entre tratamientos ($H= 10.93$) y ($P=0.0008$)

T4 presentó una media mayor con (3.20) huevos, a diferencia de los demás tratamientos. El T1 registró un valor de (0.00), mientras que T2 registró medias (0.20) huevos y T3, registró valores a (0.00) huevos, tratamientos con letra similar estadística, lo que indica ausencia de diferencia entre ellos. Los resultados indican presencia de huevos en el testigo absoluto, mientras que en los tratamientos con aplicación de bioinsecticidas la ovoposición fue baja durante el periodo de evaluación.

Tabla 12.***Número promedio de huevos a los 45 días de evaluación***

#Tratamiento	Descripción	N	Media	Significancia
1	Jabón potásico	5	0.00	a
2	Aceite de neem + jabón potásico	5	0.20	a
3	Testigo convencional	5	0.00	a
4	Testigo absoluto	5	3.20	b

Nota: Medias con una letra común no presentan diferencia significativa según prueba de Kruskal Wallis ($p \leq 0.05$).

Elaborado por: La autora, 2026.

4.3.8 Eficiencia de los bioinsecticidas a los 45 días en ninfas.

Como se observa en la tabla 13, a los 45 días de evaluación posterior a la aplicación de los tratamientos en estudio de la variable ninfas, indicó diferencia significativa entre tratamientos ($H= 14.33$) y ($P=0.0017$)

T4 presentó una media mayor con (14.60) ninfas, a diferencia de los tratamientos T2 y T3, registró medias de (1.20) ninfas, tratamientos con letra similar estadística lo que indica ausencia de diferencia entre ellos. Sin embargo, T1 presentó un valor intermedio (3.20) ninfas con categoría (ab), lo que indica similitud con los grupos (a) y (b). Los resultados indican mayor presencia de ninfas en el testigo absoluto, mientras que los tratamientos con aplicación de bioinsecticidas registró una menor población de la cochinilla durante el periodo de evaluación.

Tabla 13.***Número promedio de ninfas a los 45 días de evaluación***

#Tratamiento	Descripción	N	Media	Significancia
1	Jabón potásico	5	3.20	ab
2	Aceite de neem + jabón potásico	5	1.20	a
3	Testigo convencional	5	1.20	a
4	Testigo absoluto	5	14.60	b

Nota: Medias con una letra común no presentan diferencia significativa según prueba de Kruskal Wallis ($p \leq 0.05$).

Elaborado por: La autora, 2026.

4.3.9 Eficiencia de los bioinsecticidas a los 45 días en adultos.

Como se observa en la tabla 14, a los 45 días de evaluación posterior a la aplicación de los tratamientos en estudio de la variable adultos, indicó diferencia significativa entre tratamientos ($H= 12.65$) y ($P=0.0023$)

T4 presentó una media superior con (5.80) cochinillas adultas, a diferencia de T2 y T3 que registraron medias de (0.80) cochinillas adultas, tratamientos con similitud de la letra estadística, lo que indica ausencia de diferencia entre ellos. T1 presentó un valor intermedio (2.60) adultos con categoría (ab), lo que expresa similitud con los grupos (a) y (b). Los resultados indican mayor presencia de adultos en el testigo absoluto, mientras que los tratamientos con aplicación de bioinsecticidas registro menor población de la cochinilla durante el periodo de evaluación.

Tabla 14.

Número promedio de adultos a los 45 días de evaluación

#Tratamiento	Descripción	N	Media	Significancia
1	Jabón potásico	5	2.60	ab
2	Aceite de neem + jabón potásico	5	0.80	a
3	Testigo convencional	5	0.80	a
4	Testigo absoluto	5	5.80	b

Nota: Medias con una letra común no presentan diferencia significativa según prueba de Kruskal Wallis ($p \leq 0.05$).

Elaborado por: La autora, 2026.

El tratamiento T3 mostró el mejor comportamiento en la mayoría de los periodos de evolución con una baja población de la plaga.

El tratamiento T2 también presentó un buen control a los 45 días. En contraste, el tratamiento T4 registró las mayores poblaciones en todos los periodos lo que evidencia ausencia de control.

La prueba de Kruskal-Wallis mostró diferencias entre los tratamientos en las tres evaluaciones. A los 15 días ya se nota que los tratamientos afectan la plaga, con valores significativos para huevos ($H = 7.87$; $p = 0.0191$), ninfas ($H = 11.98$; $p = 0.0065$) y adultos ($H = 10.66$; $p = 0.0092$). A los 30 días la tendencia se mantiene, en huevos ($H = 10.71$; $p = 0.0003$), ninfas ($H = 11.88$; $p = 0.0063$), adultos ($H = 11.16$; $p = 0.0049$) y aquí se ve con más claridad que las parcelas

tratadas con bioinsecticidas tienen menos cochinillas que el testigo absoluto. A los 45 días los resultados van en la misma dirección, los huevos ($H = 10.93$; $p = 0.0008$), ninfas ($H = 14.33$; $p = 0.0017$) y adultos ($H = 12.65$; $p = 0.0023$), lo que indica que el efecto no se pierde con el tiempo.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1). Esto ocurre porque al menos uno de los tratamientos evaluados tuvo un efecto importante sobre el control de la cochinilla harinosa (*Dysmicoccus brevipes*) en el cultivo de banano. Los bioinsecticidas aplicados, sobre todo la combinación de aceite de neem y jabón potásico, ayudaron a mantener bajas las poblaciones de huevos, ninfas y adultos en comparación con el testigo absoluto. Así, muestran que son útiles para manejar la plaga.

4.3.10 Análisis económico

Al culminar esta investigación se realizó el análisis económico en base al rendimiento obtenido en cajas y el presupuesto total con los costos aplicados en dicho ensayo.

Como se observa en la tabla 15. La relación beneficio/costo (B/C): El T3 obtuvo el valor más alto \$2.64, seguido del T1 \$2.63 y del T2 \$2.62, mientras que el testigo registró \$2.28. Desde la perspectiva económica, una relación B/C mayor a 1 indica viabilidad financiera; en este caso, todos los tratamientos son rentables. Sin embargo, los tratamientos experimentales presentan una mayor eficiencia económica, ya que por cada dólar invertido se generan entre \$2.62 y \$2.64, mientras que el testigo genera \$2.28.

Tabla 15.

Análisis económico relación beneficio costo

Ingresos/Ha Tratamiento	Relación beneficio/costo			
	T1(\$)	T2(\$)	T3(\$)	T4(\$)
Ingresos/Ha				
Cajas/Ha	833.59	833.59	833.59	666.67
Precio de venta (kg)	7.50	7.50	7.50	7.50
Ingresos	6 251.92	6 251.92	6 251.92	5 000
Egresos				
Costo producción/ha	2 377.20	2 388.20	2 364.80	2 193.15
Costo de cosecha	0.50	0.50	0.50	0.50

Costo de transporte	0.35	0.35	0.35	0.35
Total de egresos	2 378.15	2 389.15	2 365.65	2 194.15
Beneficio neto	3 873.77	3 862.77	3 886.27	2 805.85
Relación B/C	2.63	2.62	2.64	2.28

Elaborado por: La autora, 2026.

5. DISCUSIÓN

La especie presente en el cultivo fue *Dysmicoccus brevipes*, perteneciente al orden *Hemiptera* y familia *Pseudococcidae*. La identificación se realizó mediante observación directa en campo, registro fotográfico, uso de microscopio portátil y comparación de características morfológicas con literatura especializada para cochinillas asociadas al banano. Los individuos presentan cuerpo ovalado, plano, cubierto por una capa cerosa blanca y se localizan principalmente en pseudotallo y racimos.

La especie identificada en el cultivo de banano fue *Dysmicoccus brevipes*, determinada mediante observación directa en campo, registro fotográfico, uso de microscopio portátil y comparación con literatura especializada. Los individuos presentan cuerpo ovalado y aplanado, recubierto por una capa cerosa blanca, localizándose principalmente en el pseudotallo y la base de los racimos. Estos resultados coinciden con lo descrito por Ahmed et al., (2023), quienes reportan características morfológicas similares para esta especie. Además, la presencia de hormigas asociadas a las colonias facilita su detección, constituyéndose en un indicador de infestación en el cultivo.

La evolución de la incidencia poblacional inicial de la cochinilla harinosa (*Dysmicoccus brevipes*) evidencia una rápida capacidad de dispersión y colonización en el bananeral. Durante las cuatro semanas de monitoreo (Semanas 41 a 44), la infestación muestra un avance progresivo y constante hasta alcanzar el 100% de plantas afectadas en todos los tratamientos. No obstante, en la fase inicial (Semana 41) se observan diferencias marcadas: mientras que los tratamientos T2 (Neem + jabón potásico), T3 (Testigo convencional / *Diazol*) y T4 (Testigo absoluto) muestran una alta presencia inicial del 80% (con promedios de 9.0, 7.2 y 11.4 cochinillas por planta, respectivamente), el tratamiento T1 (Jabón potásico) logró contener la infestación en un 40% (promedio de 3.8 cochinillas por planta).

Esta respuesta inicial del jabón potásico (T1) coincide con lo señalado por Szumlas (2002) y Palacios *et al.* (2004) (citados en Lázaro Ramírez, 2023), quienes explican que los detergentes y jabones actúan mediante un efecto mecánico directo. Al disolver la capa cerosa protectora de los insectos de cuerpo blando, alteran la permeabilidad de sus membranas celulares, provocan su deshidratación y obstruyen sus espiráculos respiratorios. Sin embargo, el

incremento continuo de la incidencia en T1 durante las semanas posteriores (alcanzando el 80% en la Semana 42 y el 100% en la Semana 43) sugiere que la falta de un efecto residual prolongado limita su capacidad de contención a largo plazo si no se aplican esquemas de reingreso más frecuentes.

Por su parte, el comportamiento de T2 (Neem + jabón potásico), cuya incidencia inicial se mantuvo elevada desde la primera semana (80%), se explica a través de la naturaleza fisiológica de sus componentes. Como sostienen Schmutterer (1990) y Cruz y del Ángel (2004) (citados en Lázaro Ramírez, 2023), los limonoides del neem principalmente la azadiractina no actúan como un producto de derribo inmediato, sino como reguladores del crecimiento y antialimentarios. Aunque la azadiractina interfiere en los procesos de muda y reduce la viabilidad del insecto a mediano plazo (Lázaro Ramírez, 2023), no impide de forma instantánea que las ninfas móviles o los adultos ya presentes se establezcan sobre el tejido vegetal, lo que se traduce en un índice de incidencia persistentemente alto.

Los resultados demuestran que los bioinsecticidas fueron efectivos para reducir las poblaciones de *Dysmicoccus brevipes*, encontrándose diferencias entre tratamientos durante los 15, 30 y 45 días. El testigo presenta las mayores poblaciones de huevos, ninfas y adultos, mientras que el aceite de neem combinado con jabón potásico mantuvo niveles bajos de la plaga. Estos resultados coinciden con Lázaro Ramírez (2023), quien reportó una alta efectividad de *Azadirachta indica* sobre insectos. Asimismo, Guerra Aguilar (2024) obtuvo eficacias superiores al 96% con productos a base de neem. Esta respuesta se relaciona con la acción de la azadiractina, que afecta la alimentación, desarrollo y reproducción de los insectos.

En base al análisis económico de los productos botánicos se evidencia de manera económica viable lo cual se corrobora por la relación beneficio costo positiva que se obtuvo en el T1 ya que por cada dólar invertido se obtienen \$2.63, a diferencia del T3 demostró que por cada dólar invertido se obtienen \$2.64. Estos resultados son el reflejo de la eficacia del jabón potásico y el aceite de neem para reducir las poblaciones de plagas y un menor impacto ambiental. Esto coincide lo señalado con (Guzman, et al., 2025), quienes señalan que los insecticidas botánicos son alternativas sostenibles y de forma económica rentable.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

A partir de las características morfológicas observadas con el microscopio portátil se determina la especie de la cochinilla (*Dysmicoccus Brevipes*) presente en el estudio de investigación, asociada a daños que afectan la calidad e inocuidad del fruto de banano debido a que en las muestras observadas presentan cuerpos de forma ovalada y de cuerpo plano recubiertos por una capa cerosa, blanca y agrupaciones de individuos en zonas protegidas de la planta como lo son el pseudotallo y en la base del racimo.

En base a la incidencia poblacional se determina que, al inicio del periodo de la evaluación en la parcela de los T1, T2 y T3 y T4 registra el menor índice de población con una incidencia del 80% equivalentes a cuatro de las cinco plantas con un promedio de 27.4 cochinillas. Al término de la evaluación su incidencia aumento al 100% equivalentes a cinco de cinco plantas afectadas con un promedio de 39.8 cochinillas.

Los datos obtenidos al determinar la eficiencia de los tratamientos estudiados revelaron que el tratamiento que mejor se acopla al estudio investigativo fue el T3 que redujo de manera considerable la presencia de insectos de cochinilla con un número total de diez cochinillas seguido del T2 que a pesar de que fue un tratamiento netamente botánico demuestra su eficiencia para reducir la población de cochinilla harinosa. De manera consecuente el T1 con un número total de 29 cochinillas y finalmente T4 con un número total de 118 cochinillas siendo el testigo para poder abordar esta conclusión de tratamientos.

De acuerdo con el análisis económico se pudo evidenciar que los tratamientos estudiados son rentables, puesto que presentaron una relación beneficio/costo superior a 1. El T3 obtuvo el valor más alto con \$2.64 ubicándose como el mejor tratamiento seguido por T1 con \$2.63 y T2 con \$2.62, y por último el testigo que obtuvo \$2.28. Estos resultados muestran que la aplicación de aceite de neem y jabón potásico es una alternativa viable desde el punto de vista económico para el control de *Dysmicoccus Brevipes* en el cultivo de banano, dado que genera beneficios económicos favorables y rendimientos comparables al control convencional.

De acuerdo con la evidencia experimental y el análisis estadístico realizado, se acepta la hipótesis de la investigación, al demostrarse que la

aplicación de bioinsecticidas a base de jabón potásico y aceite de neem reduce la población de cochinilla en el cultivo de banano.

6.2 Recomendaciones

Monitoreos de manera regulares a el cultivo mediante observación directa y apoyo de herramientas ópticas para identificar oportunamente la presencia de *Dysmicoccus Brevipes*. Además, es necesario el conocimiento de que la presencia de hormigas serán un indicador temprano de infestación, lo que permitirá la aplicación de medidas fitosanitarias antes de que la plaga se disperse en el cultivo.

Utilización de un registro continuo de la incidencia poblacional en las plantaciones de banano, haciendo evaluaciones de forma periódica que permitan detectar incrementos de la plaga. Asimismo, resulta importante reforzar prácticas culturales como el deshoje, el control de malezas y el manejo de la humedad, a fin de reducir las condiciones favorables para la cochinilla.

El uso de bioinsecticidas a base de aceite de neem y jabón potásico dentro del manejo integrado de plagas, por su capacidad para reducir poblaciones de cochinilla de manera sostenible. Disminuir la frecuencia de aplicaciones de insecticidas químicos, ya que el uso prologando puede alterar el equilibrio biológico del cultivo, afectando insectos benéficos y otros organismos importantes en el cultivo. Es importante también la realización de aplicaciones preventivas y continuas con el fin de mejorar la efectividad del control en campo.

La implementación de productos botánicos para generar ingresos comparables a los del manejo convencional contribuyendo a reduciendo la presencia de residuos químicos en el cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Adusei, S., & Azupio, S. (2022). Neem: A novel biocide for pest and disease control of plants. *Journal of Chemistry*, 2022(6778554), 12. doi:doi.org/10.1155/2022/6778554
- Agencia de regulacion y control fito y zoosanitario de Ecuador [Agrocalidad]. (2023, Octubre 5). Protocolo para el control de escamas y cochinillas en sitios de producción de musáceas. [Sección 2, 3]. RESOLUCION-0325. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2023/10/RESOLUCION-0325-Protocolo-escamas-y-cochinillas.pdf>
- Alangar Ishwara, B., & Govind Pratap, R. (2020). *Characterization of plant viruses*. New York: Humana Press . doi:doi.org/10.1007/978-1-0716-0334-5
- Almaraz Valle, V. M., & Ramirez Cerón, D. (2025). El control biológico una herramienta en el manejo de plagas agrícolas. *Revista de Ciencias Agroalimentarias y Biotecnología*, 2(1), 9-15. doi:doi.org/10.29105/rcab2.1-23
- Arteaga Alcivar, F. (2015). Origen y evolución del banano. *Universidad Nacional de Colombia*, 15, 1. Retrieved from <https://www.academia.edu/24138727/2015>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2019, Diciembre 31). *Código Orgánico de la Producción Comercio e Inversiones*. Registro Oficial Suplemento 351. Retrieved from <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2020-04/CODIGO%20ORGANICO%20DE%20LA%20PRODUCCION%2C%20COMERCIO%20E%20INVERSIONES%20COPCI.pdf>
- Baena, M., & Vézina, A. (2020, Julio Wednesday). *Pro Musa*. Retrieved from <https://www.promusa.org/Morfolog%C3%ADa+de+la+planta+del+banano>
- Bautista, A. (2021). Efectos del desguasque y aplicaciones de sales potásicas, en las poblaciones de cochinilla harinosa *Pseudococcus* sp., en el cultivo de banano (*Musa* AAA Simmonds), en la finca Estampa, municipio de Turbo, Antioquia [Tesis de pregrado, Universidad de Córdoba]. Repositorio Institucional Universidad de Córdoba.

- <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/c5c66491-136c-4ddd-9711-8234a8d9f8be/content>
- Canpolat, E., & Sengül Demirak , M. (2022). Plant-Based bioinsecticides for mosquito control: Impact on insecticide resistance and disease transmission. *Insects*, 13(2), 19,162. doi:doi.org/10.3390/insects13020162
- Carrasco Vera, J., Santana Aragone, D., Gónzales Chica, M., & Villamarin Barreiro, J. (2024). Plan de mejora para el control de cochinillas en el cultivo de banano en la zona Los Ríos, Ecuador. *Conocimiento Global* , 9(1), 1-17. doi:doi.org/10.70165/cglobal.v9i1.324
- García, R., Saraguro Reyes, C. V., Mazon Olivo, C. M., Eugenia, B., & Morocho Róman, R. F. (2025). Agricultura de precisión en la producción de banano. *Scielo*, 7(12), 50-76. doi:doi.org/10.35381/i.p.v7i12.4450
- Guerra E. C. (2024). Control de Diabrotica balteata, con aceite de neem (Azadirachta indica) en el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L.) variedad Blanco Larán en Oxapampa–Pasco [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/4662>
- Guzman, A., Hernández , S., Espitia, P., Jimenes, D., Juan, R., Ospinia, D., . . . Orozco, F. (2025). omprehensive analysis for the production of Neem bioinsecticide in Colombia: from chemistry to economic analysis. *Research Square*. doi:10.21203/rs.3.rs-7256460/v1
- Kauser, P. (2024). Neem's promise: the way to a sustainable future and eco-friendly biopesticides . *Internationall Journal of Science and reserach archive*, 11(02), 1073-1082. doi:doi.org/10.30574/ijrsra.2024.11.2.0532
- Lázaro, M. del P. (2023). Efectos secundarios por ingestión de extractos vegetales y jabón sobre el depredador Chrysoperla sp. [Tesis de pregrado, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. Repositorio Institucional de la BUAP. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/022214f5-3b3c-4beb-8198-417916c5ca33/content>
- López Márquez, R. D. (2024). *Efecto de dos bioinsecticidas organicos para el cultivo de banano*. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Centro de Informacion Agraria. Retrieved from <https://cia.uagraria.edu.ec/>

- Olmos, L. (2022). *Tecnología Hortícola*. Retrieved from <https://www.tecnologiahorticola.com/jabon-potasico-aliado-natural-lucha-contra-plagas/>
- Organización de las Naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2020). *Evolución de la economía del banano*. Retrieved from <https://www.fao.org/4/y5102s/y5102s05.htm>
- Orozco Sifuentes, M. M., Castillo Godina, R., Esparza Gonzáles, S. C., Rodríguez Herrera, R., López Badillo, C. M., Sánchez Vega, M., & Sáenz Galindo, A. (2026). Herbicidas naturales como una alternativa viable a los herbicidas químicos sintéticos. *Ciencia Cierta*, 22(85), 13-27. doi:doi.org/10.1614/WT-D-12-00073.1.
- Pacheco Gómez, T., Córdova Horna, S., Mozombite, D. M., Rios Zumaeta, R., Cabanillas Oliva, E. G., Pinedo Jiménez, J., . . . Vásquez Bardales, J. (2022). Supervivencia e insectos plaga de especies forestales y frutales en puerto Almendra, región Loreto, Perú. *Folia Amazónica. Scielo*, 31(2), 209-226. doi:doi.org/10.24841/fa.v31i2.563
- Palma Jiménez, M., & Blanco Meneses, M. (2018). Variantes ultraestructurales de la cochinilla harinosa *Pseudococcus elisae* Borchsenius (Hemiptera: Pseudococcidae) en Costa Rica. *Biotaxa*, 44(2), 247-255. doi:www.biotaxa.org/rce/article/download/39610/33752/134747
- Pascoli, M., Jacques, M., Agarrayua, D., Ávila, D., & Lima, R. (2023). Neem oil based nanopesticide as an environmentally-friendly formulation for applications in sustainable agriculture: An ecotoxicological perspective. *Science of the total environment*, 677, 57-67. doi:doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.345.
- PROECUADOR. (29 de agosto 2022). Análisis sectorial: banano 2021 http://www.proecuador.gob.ec/wpcontent/uploads/2021/09/PROEC_AS2016_BANA NO.pdf
- Qing-Ying Zhao, F.-H. M.-H.-J.-P. (2023). Phytosanitary irradiation treatment of the aerial root mealybug, *Pseudococcus baliteus* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Journal of Economic Entomology*, 116(5), 1567-1574. doi:doi.org/10.1093/jee/toad170
- Quevedo Carranza, E. (2024). Análisis de los beneficios económicos y ambientales: Producción de banano orgánico. *Ciencia Latina Revista*

- Multidisciplinar*, 8(1), 6696-6709.
doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10031
- Razak Ahmed, A., Obeng Apori, S., & Aziz Karim, A. (2023). Mealybug vectors: A review of their transmission of plant viruses and their management strategies. *AIMS Agriculture and food*, 8(3), 736-761. doi: 10.3934/agrfood.2023040
- Rodriguez Chicchon , J. N. (2023). *Determinación de la dosis más efectiva de aceite de neem y jabón líquido potásico en el control de Pulvinaria psidii*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. UNC-Institucional. Retrieved from <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5789>
- Rosales, R. (29 de agosto 2022). Insecticidas naturales. <http://www.enbuenasmanos.com/ecologia-y-medio-ambiente/agricultura-ecologica/insecticidas-naturales/>
- Torres , M., & Minuche, V. (2024). *Evaluación de la efectividad biológica del aceite organico de neem(Azadirachta Indica) para el control de la cochinilla harinosa*. [Tesis de pregrado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. Universidad Nacional Agraria. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11036/7928>
- Varma, N., Wadatkar, H., Rahul, S., & Varun Kumar, T. (2024). Advancing Sustainable Agriculture: A comprehensive review of organic farming practices and environmental impact. *Journal of experimental agriculture international*, 46(7), 695-703. doi:doi.org/10.9734/jeai/2024/v46i72623.
- Vásquez Catillo, W., Oliva Racines, M., Mocayo, P., Viera, W., & Seraquive, M. (2024). Calidad del fruto y pérdidas de poscosecha de banano orgánico *Musa acuminata* en el Ecuador. *Enfoque UTE*, 10(4), 57-66. doi:doi.org/10.29019/enfoque.v10n4.545
- Viales Hurtado, R. J., & Montero Mora, A. (2015). La construcción de la calidad del cafe y el banano en Costa Rica. *Fundacion Dialnet*(66), 147-176. Retrieved from file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Dialnet-LaConstruccionDeLaCalidadDelCafeYDelBananoEnCostaR-5336559.pdf
- Yousef-Yousef, M., & Quesada Moraga, E. (2020). Towards *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae) biological and integrated management at field conditions in Cadiz province (Spain). *Biocontrol*

Science and Technology, 30(9), 951-961.
doi:doi.org/10.1080/09583157.2020.1771280

ANEXOS

Figura 2.

Diseño de bloques completos al azar (DBCA)

T2R1	T4R3	T1R5	T3R2	T2R4
T1R1	T3R5	T4R1	T2R2	T1R4
T4R5	T2R3	T3R1	T1R2	T4R2
T3R4	T1R3	T2R5	T4R4	T3R3

Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 3.

Ubicación geográfica



Fuente: Google Earth (2026)

Elaborado por: La autora 2026.

Figura 4.

Evidencia fotográfica de identificación de especie



Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 5.

Producto utilizado en la aplicación del tratamiento 1



Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 6.

Producto utilizado en la aplicación del tratamiento 2



Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 7.

Producto utilizado en la aplicación del tratamiento 3



Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 8.

Presencia de hormigas



Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 9.

Delimitación del área experimental



Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 10.

Aplicación de tratamientos en el área experimental



Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 11.

Recolección de datos en el área experimental



Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 12.

Aplicación de tratamientos en el área experimental



Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 13.

Recolección de datos en el área experimental



Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 14.

Recolección de datos en el área experimental



Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 15.

Labores de cosecha



Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 16.

Calibración de dedos luego de cosecha



Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 17.

Revisión de manos y empaquetado de banano



Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 18.
Producto empaquetado y embarcado



Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 19.
Resultados de variable huevos a los 15 días

Prueba de Kruskal Wallis								
Evaluacion	Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
15 DIA	HUEVOS	Tratamiento 1	5	0,40	0,55	0,00	7,87	0,0191
15 DIA	HUEVOS	Tratamiento 2	5	0,20	0,45	0,00		
15 DIA	HUEVOS	Tratamiento 3	5	0,20	0,45	0,00		
15 DIA	HUEVOS	Tratamiento 4	5	1,40	0,55	1,00		

Trat.	Ranks
Tratamiento 3	7,80 A
Tratamiento 2	7,80 A
Tratamiento 1	9,60 A B
Tratamiento 4	16,80 B

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

Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 20.

Resultados de variable ninfas a los 15 días

Evaluacion	Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
15 DIA	NINFAS	Tratamiento 1	5	3,20	1,92	3,00	11,98	0,0065
15 DIA	NINFAS	Tratamiento 2	5	3,80	1,30	4,00		
15 DIA	NINFAS	Tratamiento 3	5	2,20	1,79	2,00		
15 DIA	NINFAS	Tratamiento 4	5	14,00	1,73	13,00		

Trat.	Ranks
Tratamiento 3	5,80 A
Tratamiento 1	8,20 A
Tratamiento 2	10,00 A
Tratamiento 4	18,00 B

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

Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 21.

Resultados de variable adultos a los 15 días

Evaluacion	Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
15 DIA	ADULTOS	Tratamiento 1	5	2,20	1,64	1,00	10,66	0,0092
15 DIA	ADULTOS	Tratamiento 2	5	1,40	0,55	1,00		
15 DIA	ADULTOS	Tratamiento 3	5	1,80	0,45	2,00		
15 DIA	ADULTOS	Tratamiento 4	5	5,00	0,71	5,00		

Trat.	Ranks
Tratamiento 2	6,60 A
Tratamiento 1	8,40 A
Tratamiento 3	9,20 A
Tratamiento 4	17,80 B

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

Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 22.

Resultados de variable huevos a los 30 días

Evaluacion	Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
30 DIA	HUEVOS	Tratamiento 1	5	0,00	0,00	0,00	10,71	0,0003
30 DIA	HUEVOS	Tratamiento 2	5	0,00	0,00	0,00		
30 DIA	HUEVOS	Tratamiento 3	5	0,00	0,00	0,00		
30 DIA	HUEVOS	Tratamiento 4	5	2,80	0,84	3,00		

Trat.	Ranks
Tratamiento 3	8,00 A
Tratamiento 2	8,00 A
Tratamiento 1	8,00 A
Tratamiento 4	18,00 B

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

Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 23.

Resultados de variable ninfas a los 30 días

Evaluacion	Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
30 DIA	NINFAS	Tratamiento 1	5	1,80	1,64	1,00	11,88	0,0063
30 DIA	NINFAS	Tratamiento 2	5	1,60	0,55	2,00		
30 DIA	NINFAS	Tratamiento 3	5	0,80	0,84	1,00		
30 DIA	NINFAS	Tratamiento 4	5	14,60	1,14	15,00		

Trat.	Ranks
Tratamiento 3	5,70 A
Tratamiento 1	8,80 A
Tratamiento 2	9,50 A
Tratamiento 4	18,00 B

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

Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 24.

Resultados de variable ninfas a los 30 días

Evaluacion	Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
30 DIA	ADULTOS	Tratamiento 1	5	1,00	0,71	1,00	11,16	0,0049
30 DIA	ADULTOS	Tratamiento 2	5	0,80	0,45	1,00		
30 DIA	ADULTOS	Tratamiento 3	5	0,60	0,55	1,00		
30 DIA	ADULTOS	Tratamiento 4	5	4,40	1,14	4,00		

Trat.	Ranks
Tratamiento 3	6,70 A
Tratamiento 2	8,10 A
Tratamiento 1	9,20 A
Tratamiento 4	18,00 B

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

Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 25.

Resultados de variable huevos a los 45 días

Evaluacion	Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
45 DIA	HUEVOS	Tratamiento 1	5	0,00	0,00	0,00	10,93	0,0008
45 DIA	HUEVOS	Tratamiento 2	5	0,20	0,45	0,00		
45 DIA	HUEVOS	Tratamiento 3	5	0,00	0,00	0,00		
45 DIA	HUEVOS	Tratamiento 4	5	3,20	0,84	3,00		

Trat.	Ranks
Tratamiento 1	7,50 A
Tratamiento 3	7,50 A
Tratamiento 2	9,00 A
Tratamiento 4	18,00 B

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

Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 26.**Resultados de variable ninfas a los 45 días**

Evaluacion	Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
45 DIA	NINFAS	Tratamiento 1	5	3,20	1,79	2,00	14,33	0,0017
45 DIA	NINFAS	Tratamiento 2	5	1,20	0,45	1,00		
45 DIA	NINFAS	Tratamiento 3	5	1,20	0,84	1,00		
45 DIA	NINFAS	Tratamiento 4	5	14,60	1,82	14,00		

Trat.	Ranks
Tratamiento 2	5,70 A
Tratamiento 3	6,20 A
Tratamiento 1	12,10 A B
Tratamiento 4	18,00 B

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

Elaborado por: La Autora, 2026.

Figura 27.**Resultados de variable adultos a los 45 días**

Evaluacion	Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
45 DIA	ADULTOS	Tratamiento 1	5	2,60	1,67	3,00	12,65	0,0023
45 DIA	ADULTOS	Tratamiento 2	5	0,80	0,45	1,00		
45 DIA	ADULTOS	Tratamiento 3	5	0,80	0,45	1,00		
45 DIA	ADULTOS	Tratamiento 4	5	5,80	1,30	6,00		

Trat.	Ranks
Tratamiento 3	6,30 A
Tratamiento 2	6,30 A
Tratamiento 1	11,70 A B
Tratamiento 4	17,70 B

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

Elaborado por: La Autora, 2026.