



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

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EVALUACIÓN DE MOLÉCULAS INSECTICIDAS EN EL
CONTROL DE COCHINILLA (*Hemipteras; Pseudococcidae*)
DEL CACAO (*Theobroma cacao L.*), NARANJAL-GUAYAS**

**AUTOR
ACERO BARZOLA KEVIN ENRIQUE**

**TUTOR
ING. TAYRON MARTINEZ CARRIEL, MSc.**

MILAGRO- ECUADOR

2026



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

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DE MOLÉCULAS INSECTICIDAS EN EL CONTROL DE COCHINILLA (Hemipteras; *Pseudococcidae*) DEL CACAO (*Theobroma cacao L.*)**, NAJANJAL-GUAYAS, realizado por el estudiante **ACERO BARZOLA KEVIN ENRIQUE**; con cédula de identidad N°0942439647 de la carrera de **AGRONOMÍA**, Unidad Académica Ciudad Universitaria Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Tayron Martínez Carriel, MSc.

Milagro, 19 de mayo del 2026



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

APROBACIÓN 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: “**EVALUACIÓN DE MOLÉCULAS INSECTICIDAS EN EL CONTROL DE COCHINILLA (Hemipteras; *Pseudococcidae*) DEL CACAO (*Theobroma cacao L.*), NAJANJAL-GUAYAS**”, realizado por el estudiante **ACERO BARZOLA KEVIN ENRIQUE**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Cesar Peña Hero, M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Luis Raffo Folleco, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Angel Carrasco Schuldt, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 19 de mayo del 2026

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de titulación a Dios, por brindarme la vida, la salud y la fortaleza necesaria para alcanzar esta meta tan importante en mi formación profesional.

A mis padres, por su apoyo incondicional, sacrificio y confianza a lo largo de mi vida académica, siendo el pilar fundamental en cada paso que doy.

A mi familia, quienes con su motivación constante me impulsaron a no rendirme ante las dificultades y a seguir adelante con determinación.

A mi novia, por su comprensión, apoyo y compañía durante este proceso, siendo una fuente de motivación en los momentos más exigentes.

Finalmente, a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a la culminación de este logro, el cual representa un paso importante en mi desarrollo personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad Agraria del Ecuador, en especial a la Facultad de Ciencias Agrarias, por brindarme la formación académica necesaria para desarrollarme como profesional en el área de la agronomía.

A mi tutor, Ing. Tayron Martínez Carriel, MSc., por su guía, conocimientos, paciencia y constante apoyo durante el desarrollo de esta investigación, siendo fundamental para la culminación exitosa de este trabajo.

A los docentes de la carrera de Agronomía, quienes compartieron sus conocimientos y experiencias a lo largo de mi formación académica, contribuyendo significativamente a mi crecimiento profesional.

A las personas y productores que colaboraron durante la fase de campo de la investigación, facilitando el desarrollo de los ensayos y la obtención de información relevante.

A mi familia y seres queridos, por su respaldo incondicional, motivación constante y apoyo emocional durante todo este proceso.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo Rafael Vicente Pluas Pilozo en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“EVALUACIÓN DE MOLÉCULAS INSECTICIDAS EN EL CONTROL DE COCHINILLA (Hemipteras; *Pseudococcidae*) DEL CACAO (*Theobroma cacao L.*), NAJANJAL-GUAYAS”** para optar el título de INGENIERO AGRÓNOMO, 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.

Milagro, 19 de mayo del 2026

Acero Barzola Kevin Enrique
C.I. 0942439647

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes moléculas insecticidas (Imidacloprid, Diazinon, Sales potásicas y Clorfenapir) sobre la población de cochinillas y su incidencia en variables productivas y económicas del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). El estudio se desarrolló bajo condiciones de campo, utilizando un diseño experimental completamente al azar con cinco tratamientos y repeticiones, incluyendo un testigo absoluto sin aplicación. Se evaluó la población de cochinillas antes de la aplicación y a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación (DDA), así como el peso de 100 granos, el rendimiento por hectárea y la rentabilidad de los tratamientos. Los resultados mostraron que la población inicial de cochinillas fue homogénea entre tratamientos, lo que permitió una comparación confiable. A los 7 DDA, todos los insecticidas redujeron significativamente la población de la plaga en comparación con el testigo. A los 14 y 21 DDA, los tratamientos con Imidacloprid, Diazinon y Clorfenapir mantuvieron las menores poblaciones de cochinillas, evidenciando mayor persistencia, mientras que las sales potásicas presentaron un control parcial en evaluaciones tardías. El testigo absoluto registró el mayor incremento poblacional. El control eficiente de la cochinilla influyó positivamente en el peso de 100 granos y el rendimiento, destacándose Imidacloprid, Diazinon y Sales potásicas con rendimientos superiores a $1.790 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Desde el punto de vista económico, Imidacloprid y Diazinon presentaron la mayor relación beneficio/costo (4,2), demostrando que el control químico de la cochinilla es técnica y económicamente viable en el cultivo de cacao.

Palabras clave: Cacao, cochinilla, insecticidas, rendimiento, análisis económico...

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of different insecticidal molecules (Imidacloprid, Diazinon, Potassium salts, and Chlorfenapyr) on the mealybug population and their impact on productive and economic variables in cocoa (*Theobroma cacao* L.) cultivation. The research was conducted under field conditions using a completely randomized experimental design with five treatments and replications, including an untreated control. Mealybug populations were assessed before application and at 7, 14, and 21 days after application (DAA), as well as the weight of 100 beans, yield per hectare, and treatment profitability. The results showed that the initial mealybug population was homogeneous among treatments, allowing for a reliable comparison. At 7 DAA, all insecticides significantly reduced the pest population compared to the untreated control. At 14 and 21 DAA, treatments with Imidacloprid, Diazinon, and Chlorfenapyr maintained the lowest mealybug populations, indicating greater persistence, while potassium salts showed partial control in later evaluations. The untreated control recorded the highest population increase. Effective mealybug control positively influenced the weight of 100 beans and crop yield, with Imidacloprid, Diazinon, and potassium salts achieving yields above 1,790 kg·ha⁻¹. From an economic standpoint, Imidacloprid and Diazinon showed the highest benefit–cost ratio (4.2), demonstrating that chemical control of mealybugs is technically and economically viable in cocoa production.

Keywords: Cocoa, cochineal, insecticides, yield, economic analysis

INDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
Autorización de Autoría Intelectual.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	vii
INDICE GENERAL	viii
INDICE DE TABLA.....	x
INDICE DE FIGURA.....	xi
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1 Antecedentes del problema.....	12
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	13
1.3 Justificación	14
1.4 Delimitación de la investigación.....	15
1.5 Objetivo general.....	15
1.6 Objetivos específicos	15
1.7 Hipótesis	15
2. MARCO TEORICO	17
2.1 Estado del arte.....	17
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática.....	19
2.3 Marco legal	26
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1. Enfoque de la investigación.....	28
3.2. Metodología	28
Materiales.....	31
Equipos	31
4. RESULTADOS.....	35
4.1 Cuantificar el efecto de diferentes moléculas insecticidas (Imidacloprid, Diazinon, Sales potásicas, Clorfenapir) sobre la población de cochinillas en el cultivo de cacao. 35	
4.2 Determinar el impacto de las moléculas insecticidas evaluadas sobre indicadores fisioproductivos del cultivo de cacao, como la incidencia de cochinillas, el peso de 100 granos y el rendimiento por hectárea	39
4.3 Analizar la rentabilidad de los tratamientos aplicados, considerando los costos de aplicación y los beneficios en términos de rendimiento y control de la plaga	41
5. DISCUSION	43
6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
6.1 Conclusiones	46

6.2 Recomendaciones	47
7. BIBLIOGRAFIAS	48
ANEXOS.....	53

INDICE DE TABLA

Tabla 1 Variable Independiente	29
Tabla 2 Variable dependiente	29
Tabla 3 Tratamientos en estudios.....	30
Tabla 4 Delimitación de parcela.....	31
Tabla 5 Tabla de ANOVA	34
Tabla 6 Población inicial	35
Tabla 7 Poblacional de cochinillas a los 7 DDA.....	36
Tabla 8 Poblacional de cochinillas a los 14 DDA.....	37
Tabla 9 Poblacional de cochinillas a los 21 DDA.....	38
Tabla 10 Peso de 100 granos (g).....	39
Tabla 11 Rendimiento (kg/ha).....	40
Tabla 12 Análisis económico	42

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Área de tratamientos	53
Anexo 2 Croquis de campo	53
Anexo 3 Costos fijos de los tratamientos.....	54
Anexo 4: Costos variables de los tratamientos.....	54
Anexo 5: Promedio de datos población inicial	55
Anexo 6 Promedios de población de cochinillas (%) a 7 días después A	55
Anexo 7 Promedios de población de cochinillas (%) a 14 días después A	56
Anexo 8 Promedios de población de cochinillas (%) a 21 días después A	57
Anexo 9 Promedios de datos de peso 100 granos (g.....	58
Anexo 10 Promedios de datos Rendimiento (kg/ha/año)	59
Anexo 11 Tratamientos en estudios	60
Anexo 12 Presencia cochinilla en los tratamientos de estudios.....	60
Anexo 13 Presencia de cochinilla	61
Anexo 14: Tratamientos en estudios	61
Anexo 15 Mazorca atacada con cochinilla	62
Anexo 16 Insecticidas evaluados	62
Anexo 17 Aplicación de los tratamientos.....	63
Anexo 18 Dosificación de los tratamientos en estudios.....	63
Anexo 19: Diámetro de mazorca	64
Anexo 20 Longitud de mazorca.....	64
Anexo 21 Número de grano por mazorca.....	65
Anexo 22 Peso de 100 granos de cacao seco	65
Anexo 23 peso por tratamientos.....	66
Anexo 24 Visita del tutor.....	66
Anexo 25 Asistencia técnica.....	67

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un cultivo estratégico para la economía de países tropicales como Ecuador, pero su productividad se ve amenazada por plagas como las cochinillas que afectan mazorcas y brotes, reduciendo el rendimiento y debilitando las plantas. Las cochinillas, como *Pseudococcus njalensis* y *Planococcus minor*, son plagas persistentes que succionan savia, provocando deformaciones, caída prematura de flores y frutos, y debilitamiento general de la planta, lo que puede llevar a pérdidas económicas significativas (Nukmal, 2019)

Las cochinillas poseen un aparato bucal picador-suctor que les permite extraer la savia de los tejidos, debilitando los órganos reproductivos y vegetativos de la planta. Además, segregan una sustancia melosa (mielada) que favorece el desarrollo de hongos como la fumagina, lo que interfiere en la fotosíntesis y deteriora la calidad del fruto. Su ubicación en sitios protegidos del árbol, como las axilas de las ramas, cogollos tiernos y superficie de las mazorcas, dificulta su control, sobre todo cuando se ha desarrollado resistencia a productos químicos convencionales. (Herrick & Cloyd, 2023)

La presencia de *Maconellicoccus hirsutus* (cochinilla rosada del hibisco) ha sido recientemente confirmada en Ecuador, específicamente en las provincias de Guayas y Manabí. Esta especie, conocida por su capacidad de causar daños severos en diversos cultivos tropicales, representa una amenaza potencial para el cacao, así como para otros cultivos de importancia económica como el café, mango y yuca. (Montes Rodríguez, 2012)

En este contexto, la presente investigación se propone evaluar la eficacia de diferentes moléculas insecticidas en el control de cochinilla en plantaciones de cacao, considerando tanto la efectividad entomológica como la seguridad ambiental y la compatibilidad con el manejo integrado del cultivo. El estudio tiene como interés científico central identificar compuestos con alto impacto sobre la plaga, pero con baja toxicidad para organismos benéficos y mínima residualidad sobre el fruto, respondiendo así a la necesidad urgente de un manejo racional y sostenible de esta amenaza fitosanitaria.

Mediante ensayos de campo en condiciones agroecológicas reales, se

pretende comparar la eficacia de diversos principios activos —incluyendo insecticidas sistémicos, de contacto y biorracionales— para determinar su impacto sobre las poblaciones de cochinilla, la recuperación fitosanitaria de los órganos afectados (mazorcas y cogollos), y la respuesta fisiológica general de las plantas tratadas. Los resultados permitirán recomendar alternativas tecnológicamente viables y ambientalmente responsables para el control de esta plaga, contribuyendo

al fortalecimiento de los sistemas de producción cacaoteros con enfoque en sostenibilidad, inocuidad y competitividad.

Esta investigación se convierte así en un aporte relevante para los productores, técnicos agrícolas e instituciones del sector, al generar evidencia científica que oriente la toma de decisiones en el control fitosanitario del cacao, promoviendo prácticas que equilibren productividad con responsabilidad ambiental.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es un cultivo de alta relevancia económica y social en Ecuador, siendo fuente principal de ingresos para miles de pequeños productores. Sin embargo, enfrenta amenazas fitosanitarias significativas, especialmente por plagas (cochinillas), que se alimentan de la savia debilitando las plantas y facilitando la aparición de hongos patógenos como *Phytophthora spp.*, responsables de enfermedades como la moniliasis. Las cochinillas, además de causar daño directo, actúan como vectores de virus y su presencia está asociada a la proliferación de enfermedades que afectan la productividad y calidad del cacao (Vera-Velez et al., 2024)

En Ecuador, el control de estas plagas ha dependido históricamente del uso intensivo de insecticidas químicos. Sin embargo, este enfoque ha mostrado limitaciones, como la resistencia desarrollada por las plagas, la eliminación de enemigos naturales y la contaminación ambiental. Por lo tanto, se hace urgente la búsqueda de alternativas más sostenibles y eficaces para el manejo de las cochinillas en el cultivo de cacao. (Koffi et al., 2025)

Dada la creciente ineficacia de ciertos insecticidas comerciales en el control de cochinilla en el cultivo de cacao, se hace imprescindible evaluar nuevas

alternativas que permitan una intervención más eficiente y sostenible. Muchos productores han reportado una disminución significativa en la efectividad de moléculas tradicionalmente empleadas, lo que evidencia posibles procesos de resistencia desarrollados por la plaga (Soesanthy y Hapsari, 2022). En este contexto, la presente investigación propone la evaluación comparativa de cuatro moléculas insecticidas disponibles en el mercado, con el fin de identificar aquellas que ofrezcan mejores resultados en términos de reducción poblacional de la plaga, menor impacto ambiental y mayor rentabilidad para los agricultores. Esta estrategia permitirá disponer de herramientas actualizadas para el manejo integrado de la cochinilla, promoviendo decisiones técnicas informadas y el uso racional de productos fitosanitarios.

Las cochinillas afectan principalmente los cojines florales, chireles y frutos del cacao, provocando deformaciones, reducción en la calidad del grano y la transmisión de enfermedades virales. El uso indiscriminado de insecticidas ha contribuido al desarrollo de resistencia en las poblaciones de cochinillas, dificultando su control y aumentando los costos de producción. Además, la aplicación de estos productos químicos puede tener efectos negativos sobre la salud de los productores y el medio ambiente. (Puspitasari et al., 2023)

En este contexto, la evaluación de diferentes moléculas insecticidas se presenta como una estrategia para identificar opciones más eficaces y menos perjudiciales para el control de las cochinillas en el cultivo de cacao.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál es la eficacia de diferentes moléculas insecticidas en el control de las cochinillas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Ecuador?

1.3 Justificación

La cochinilla representa una de las plagas más destructivas para el cultivo de cacao en Ecuador, afectando tanto la cantidad como la calidad de la producción. El control químico ha sido la principal herramienta utilizada, pero su eficacia ha disminuido debido a la resistencia adquirida por las plagas y los efectos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana. Por lo tanto, es esencial investigar y evaluar nuevas alternativas de control que sean más sostenibles y eficaces.

La identificación de moléculas insecticidas con alta eficacia en el control de las cochinillas permitirá a los productores de cacao adoptar prácticas de manejo más eficientes, reduciendo la dependencia de productos químicos tradicionales y promoviendo una producción más sostenible. Además, contribuirá al desarrollo de estrategias de manejo integrado de plagas adaptadas a las condiciones locales, fortaleciendo la resiliencia del cultivo frente a futuras amenazas fitosanitarias.

1.4 Delimitación de la investigación

La presente investigación se llevó a cabo en el cantón Naranjal, provincia del Guayas, ubicado en las coordenadas geográficas 2°25'10" S y 79°37'52" W, lugar en el que se desarrolló el trabajo de titulación enfocado en la evaluación de moléculas insecticidas en el control de cochinilla del cacao (*Theobroma cacao* L.). El período de ejecución de la investigación fue desde septiembre de 2025 hasta febrero de 2026. La población objeto de estudio estuvo conformada por cultivos de cacao afectados por la plaga, así como por productores y técnicos agrícolas de la zona, evaluados para recopilar información relevante y validar la eficacia de los tratamientos aplicados.

1.5 Objetivo general:

Evaluar la eficacia de cuatro moléculas insecticidas en el control de las cochinillas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Ecuador.

1.6 Objetivos específicos:

Cuantificar el efecto de diferentes moléculas insecticidas (Imidacloprid, Diazinon, Sales potásicas, Clorfenapir) sobre la población de cochinillas en el cultivo de cacao.

Determinar el impacto de las moléculas insecticidas evaluadas sobre indicadores fisioproductivos del cultivo de cacao, como la incidencia de cochinillas, el peso de 100 granos y el rendimiento por hectárea.

Analizar la rentabilidad de los tratamientos aplicados, considerando los costos de aplicación y los beneficios en términos de rendimiento y control de la plaga.

1.7 Hipótesis

El uso de diferentes moléculas insecticidas tiene un efecto significativamente diferente en la reducción de la población de cochinilla

(Hemiptera; *Pseudococcidae*) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), siendo algunas más eficaces que otras en términos de control biológico y persistencia en el tiempo.

2. MARCO TEORICO

2.1 Estado del arte

El manejo de plagas en el cultivo de cacao en Ghana inició en la década de 1950 y actualmente se basa en el uso de insecticidas recomendados por el Ghana Cocoa Board (COCOBOD), como Imidacloprid (Confidor®), Bifentrina (Akatemaster®) y Tiamexotam (Actara®). Un estudio realizado en 147 fincas distribuidas en las regiones de Ashanti, Eastern, Volta y Western reveló que la mayoría de los productores son hombres mayores de 50 años, con bajo nivel educativo y escasa pertenencia a organizaciones agrícolas. Solo el 60,9 % lee las etiquetas antes de aplicar los productos, mientras que apenas el 31,6 % usa equipo de protección completo y un preocupante 21,9 % no utiliza ningún tipo de protección. Se observó una correlación positiva entre la pertenencia a organizaciones de agricultores y el uso de equipo de protección, especialmente significativa en la región de Ashanti, lo que resalta la importancia de la capacitación y la organización comunitaria para mejorar el manejo seguro de plaguicidas en el cultivo de cacao. (Puspitasari et al., 2023)

En un estudio realizado en la Aldea La Guitarra, Retalhuleu (Guatemala), se evaluó la eficacia del jabón de potasa como alternativa al manejo convencional de la mosca blanca (*Bemisia spp.*) en el cultivo de tomate variedad Elios. Se establecieron dos parcelas y se compararon indicadores como rendimiento, número de frutos por planta, presencia de adultos de mosca blanca, incidencia y severidad de síntomas virales. Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas a favor del jabón de potasa en la reducción de la incidencia (33.33 %) y severidad (18.83 %) del virus, sin afectar negativamente el rendimiento ni provocar fitotoxicidad. Dado su menor costo y buen desempeño, el estudio concluye que el jabón de potasa puede integrarse eficazmente en programas de manejo de mosca blanca como una alternativa más económica y sostenible frente a los agroquímicos convencionales. (BAUTISTA, 2021)

Un estudio realizado en la empacadora de la finca San Gabriel, en el cantón Milagro, provincia del Guayas, evaluó la eficacia de sales potásicas como alternativa orgánica para el manejo de la cochinilla (*Dysmicoccus*

neobrevipes) en racimos de banano durante la poscosecha. Se probaron diferentes productos, destacándose el jabón potásico Protec K en dosis de 10 y 13 cc/L, así como Cochibiol a 5 cc/L, siendo los dos primeros los que generaron mayor mortalidad de cochinillas en las evaluaciones realizadas a los 14 días posteriores a la aplicación. Aunque el uso de Protec K implicó un mayor costo económico, demostró una eficacia superior, con menor número de cochinillas vivas en comparación con los otros tratamientos, lo que lo posiciona como una alternativa viable y efectiva para el manejo poscosecha, de esta plaga en banano dentro de esquemas de producción más sostenibles. (Gómez, 2022)

En el contexto del crecimiento sostenido de la producción y exportación de mango (*Mangifera indica* L.) en los valles interandinos y la región costera del Perú, la presencia de la plaga invasiva *Aulacaspis tubercularis* se ha convertido en un factor limitante clave para la sanidad del cultivo, debido a que su control se basa principalmente en insecticidas de amplio espectro que generan impactos negativos sobre el medio ambiente. Frente a esta problemática, una investigación reciente evaluó la eficacia de alternativas con bajo impacto ambiental, como detergente comercial, aceite mineral, azadirachtina y jabón potásico, aplicados tanto en campo como en laboratorio. Los resultados mostraron una reducción significativa en la población de la plaga, con eficacias de hasta 95 %, 89 %, 77 % y 68 %, respectivamente, durante los primeros tres momentos de aplicación en campo, mientras que, en condiciones de laboratorio, el detergente comercial y la azadirachtina lograron control total (100 %) en tan solo cuatro días. Estos hallazgos respaldan el potencial de estas herramientas dentro de esquemas de manejo integrado de plagas (MIP), especialmente en cultivos orientados a la exportación que exigen prácticas sostenibles y con baja carga de residuos. (Valverde- Rodríguez et al., 2023)

El análisis de costos y beneficios es clave para la adopción de nuevas moléculas. concluyeron que, aunque el clorfenapir tiene un costo inicial más alto, su eficacia y baja frecuencia de aplicación pueden resultar en un manejo más rentable a largo plazo, especialmente en sistemas de cacao tecnificados

En el marco de la producción sostenible de cacao para chocolate orgánico, se realizó un análisis costo-beneficio de la implementación de un sistema de procesamiento y secado de grano mediante un horno híbrido,

diseñado por el ITCR, complementado con un biodigestor familiar capaz de cubrir la demanda de biogás del horno y de la planta de manufactura. Utilizando datos reales de una empresa familiar productora de chocolate orgánico, se evaluaron indicadores financieros clave, obteniéndose una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 37,13 %, superior al promedio del sector, y un Valor Actual Neto (VAN) de 24 267 557,56, con un retorno anual del 9,35 % sobre una inversión inicial de 18 289 745,76, lo que confirma la viabilidad y rentabilidad del proyecto para las generaciones presentes. Asimismo, mediante una tasa de descuento hiperbólica, se estimó un VAN de 40 983 896,51 para las generaciones futuras, con un retorno anual del 3,00 %, validando su sostenibilidad intergeneracional y fortaleciendo su potencial como modelo de desarrollo rural sustentable. (Bonilla-Montero et al., 2022)

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1. Biología y ecología de la cochinilla (*Coccoidea* spp.)

2.2.1.1 Taxonomía y principales especies que afectan al cacao

La superfamilia **Coccoidea** agrupa alrededor de 8 000 especies de insectos hemípteros, distribuidas en familias como *Pseudococcidae*, *Coccidae*, *Diaspididae* y *Eriococcidae*, muchas de ellas con relevancia económica como plagas de cultivos tropicales (Gullan & Cook, 2007). En cacao, especies clave incluyen *Coccus viridis* (cochinilla verde, familia *Coccidae*), amplia en distribución en zonas tropicales y asociada a cultivos como café y cacao, y *Pseudocribrolecanium colae*, reportada en África Occidental en plantaciones de cacao. Estas especies se destacan por su capacidad de adaptación a condiciones tropicales y su alto potencial dañino sobre la plantación.

La presencia de la cochinilla rosada del hibisco (PHM), *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: *Pseudococcidae*), se reporta por primera vez en árboles urbanos de Guayaquil (2022) y Portoviejo (2023), Ecuador. La PHM se encontró en más de 55 especies de plantas, incluidas especies de cultivos de exportación. Entre las especies más afectadas en este estudio se encuentran plantas pertenecientes a las familias Anacardiaceae, Annonaceae, Fabaceae, Heliconiaceae, Malvaceae, Rhizophoraceae, Rubiaceae, Verbenaceae y Zingiberaceae.

2.2.1.2 Ciclo de vida, hábitos de alimentación y modos de dispersión

Las cochinillas presentan hemimetabolismo, con fases de ninfa que se desplazan para colonizar nuevos espacios y fases adultas hembras sésiles, protegidas por capas cerosas (Hardy, 2013). En *C. viridis*, las hembras depositan más de 500 huevos, los cuales eclosionan rápidamente; las ninfas migran hacia el envés foliar para alimentarse de savia y formar colonias. La dispersión ocurre por viento, animales, hormigas y movimiento de poda o material vegetal, siendo los crawlers el estadio más propenso a colonizar nuevas plantas.

Su ciclo de vida hemimetábolo con tres estadios ninfales, tal como reporta su tratamiento biológico moderno. Cada hembra puede oviponer entre 100 y 500 huevos, los cuales eclosionan en pocas horas, dando origen a ninfas móviles conocidas como crawlers, que son el principal agente de dispersión

2.2.1.3 Dinámica poblacional en zonas tropicales

En ambientes cálidos y húmedos, típicos del cultivo del cacao, las poblaciones de cochinillas tienden a multiplicarse rápidamente. Las condiciones climáticas tropicales favorecen múltiples generaciones al año, lo que puede

conducir a brotes intensos y persistentes (Santillan, 2023). La Mutualismo con hormigas (e.g., *Oecophylla* spp.), quienes protegen a las cochinillas de enemigos naturales a cambio de mielato, incide en el crecimiento poblacional, estabilizando colonias y dificultando su control, Estos factores combinados aumentan la densidad poblacional y dificultan las estrategias de manejo.

2.2.1.4 Daños directos e indirectos al cacao Daños directos

Las cochinillas se alimentan extrayendo savia directamente del floema, lo que provoca debilitamiento general de la planta, clorosis foliar, deformaciones y pérdida de vigor. En casos severos, se observa marchitez, caída de hojas y frutos, y reducción significativa del rendimiento, (Szklarzewicz et al., 2021).

Estudios de inventario y revisión en cultivos tropicales muestran que la

actividad alimentaria de mealybugs y otros hemípteros puede traducirse en pérdidas de producción y calidad de grano cuando las infestaciones son altas, especialmente en plantaciones con manejo pobre o alta densidad de plántulas. También se ha documentado que varias especies de cochinilla actúan como vectores potenciales de virus de la madera y otros fitovirus asociados a *Theobroma*, lo que añade un componente de riesgo sanitario a largo plazo además del daño por alimentación. (Department of Agriculture, 2020)

Daños indirectos

La secreción de mielato fomenta el crecimiento de fumagina, un hongo saprófito que forma una capa negra sobre hojas y frutos, reduciendo la fotosíntesis y empeorando la calidad visual del producto. Además, los faisones con hormigas inhiben el establecimiento de enemigos naturales, lo que agrava la infestación (Stauffer & Rose, 1997)

La secreción continua de mielato por parte de cochinillas favorece el establecimiento de hongos denominados “fumagina” o sooty moulds, que forman una película oscura sobre hojas, brotes y frutos. Esta cobertura reduce la radiación disponible en la superficie foliar, altera la apertura estomática y disminuye parámetros de intercambio gaseoso y fluorescencia fotosintética (marcadores directos de la eficiencia fotosintética), con consecuencias medibles en la capacidad de asimilación de carbono de la planta. Trabajos recientes en cultivos leñosos y en té muestran una caída significativa en tasa fotosintética y en indicadores de fluorescencia en hojas cubiertas por fumagina, lo que explica la pérdida de vigor y rendimiento observada en campo (Department of Agriculture, 2020)

2.2.1.5 Interacciones ecológicas y alianzas

Las cochinillas establecen complejas relaciones ecológicas: **con hormigas**, que la protegen y dispersan, y **con microbios simbiotes** dentro de sus cuerpos, necesarios para su nutrición, además de micromicetos asociados al mielato (Rosenblueth et al., 2018) Estos mutualismos favorecen su éxito ecológico y resistencia biológica, interviniendo en su capacidad para sobrevivir y reproducirse.

La relación mutualista entre cochinillas y hormigas —donde las hormigas

«ordeñan» mielato y a cambio protegen a las cochinillas— está bien documentada y tiene efectos negativos importantes sobre la eficacia de enemigos naturales (parasitoides y depredadores). Estudios experimentales muestran que la presencia de hormigas puede reducir drásticamente la tasa de parasitismo y la efectividad de liberaciones biológicas, complicando los programas de manejo integrado y requiriendo medidas complementarias (p. ej. exclusión o manejo de rutas de hormigas) para restaurar la acción de control biológico. (Xu et al., 2019)

2.2.1.6 Métodos de muestreo y monitoreo

La evaluación de la densidad poblacional se realiza mediante conteo directo en hojas o ramas seleccionadas (hembras adultas + crawlers). Estudios emplean cuadrantes o unidades de muestreo sistemáticas, evaluando incidencia (% de plantas afectadas), severidad (escala de daño) y mortalidad tras tratamientos (Kakoti et al., 2022),

La estimación de la densidad poblacional de cochinillas en cacao se realiza frecuentemente mediante muestreos sistemáticos y aleatorios en los árboles. Un método común descrito en manuales de MIP (manejo integrado de plagas) consiste en recorrer la parcela en zig-zag o en “X”, para seleccionar un número representativo de plantas (por ejemplo 30 por parcela) y realizar conteos visuales de cochinillas en órganos clave como hojas, ramas y frutos. (AGROCALIDAD, 2012)

Para cuantificar la severidad o el grado de infestación, además del simple conteo, algunos estudios usan cuadrantes en las plantas. Por ejemplo, en investigaciones sobre vectores de virus en cacao se han dividido parcelas en bloques (cada uno con un número fijo de árboles) y, dentro de cada árbol seleccionado, se inspeccionan órganos (hojas, ramas, frutos) a una altura específica (como 2 m) para contar el número de cochinillas por órgano, (Akoua Miez et al., 2021)

Asimismo, para monitorear la dinámica poblacional a lo largo del tiempo, algunos autores recomiendan marcar los órganos infestados con cintas o cintas de seguimiento, y realizar muestreos periódicos (por ejemplo, cada dos semanas) para registrar la evolución del número de cochinillas, su distribución

espacial y la aparición de nuevas colonias. (Akoua Miez et al., 2021)

2.2.2. El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)

2.2.2.1 Requerimientos agroecológicos del cacao

El cacao es un árbol tropical de sotobosque que prospera entre los 20° N y 20° S, en altitudes inferiores a 300 m, con precipitaciones anuales entre 1 500 y 3 500 mm, temperatura media de 25–27 °C. Prefiere humedad relativa alta (80–95 %) y suelos profundos, bien drenados, con pH entre 6,0 y 7,5 y al menos 1,5 m de profundidad (Sari, 2023).

Requiere sombra parcial durante los primeros 3–5 años para protegerse del exceso de luz y viento y evitar daño foliar (Talero-Sarmiento et al., 2025).

Estudios recientes en sistemas de cacao enfatizan además la importancia de la gestión de la sombra y la distribución de la precipitación sobre la incidencia de enfermedades y la productividad (Kongor et al., 2024; Jaimes-Suárez et al., 2022)

2.2.2.2 Importancia económica y social del cultivo

El cacao es un cultivo de gran trascendencia económica global y local. Ecuador es uno de los principales productores, siendo el tercer mayor productor mundial, con más de 300 000 t al año, generadas en unas 560 000 ha (Redalyc, 2023). En el país representa una fuente vital de ingresos para pequeños productores en zonas rurales, y su valor radica en su demanda internacional como cacao fino de aroma. A nivel mundial, la industria del cacao/chocolate mueve más de 100 000 millones USD anuales y sustenta a entre 4–6 millones de agricultores, especialmente en zonas tropicales (Reddit, 2025).

El cacao no solo constituye una fuente de ingresos para los agricultores, sino que también juega un papel crucial en la economía familiar rural. Un estudio socio-económico de productores cacaoteros en el recinto El Guabito, provincia de Los Ríos (Ecuador), muestra que el cultivo contribuye significativamente al sustento de los pequeños productores, quienes, en muchos casos, dependen casi exclusivamente de este cultivo para sus ingresos. (Veloz & Parada, 2020)

2.2.2.3 Principales plagas del cacao en la región (énfasis en cochinilla)

Junto a enfermedades como la moniliasis y el tizón del cacao, *Coccoidea* spp. —como cochinilla verde (*Coccus viridis*) y cochinilla dura— figuran entre las principales plagas del cacao tropical (Anzules-Toala et al., 2022) Estas cochinillas causan estrés vegetativo y disminución de rendimiento, favorecidas por sistemas de cultivo agroforestales (campesinos de cabruca), donde se dan condiciones ideales de humedad y sombra).

2.2.2.4 Fisiología del cacao y respuesta al estrés biótico

El cacao desarrolla mejor en sombra parcial, ya que tiene baja tolerancia a la luz directa y alta sensibilidad a la sequía y a bajas temperaturas. Las hojas presentan fotosíntesis saturada a irradiancias moderadas, condiciones climáticas extremas reducen la eficiencia fotosintética ((Farfán, 2021). El estrés biótico, causado por plagas y enfermedades, provoca pérdida de clorofila, menor crecimiento, y reducción en floración y cuajado de frutos.

2.2.2.5 Insecticidas y moléculas químicas para control de cochinilla

Clasificación de insecticidas

Los insecticidas pueden clasificarse en varias categorías según su origen y modo de acción:

Químicos sintéticos: como organofosforados, carbamatos, piretroides y neonicotinoides Insecticide Resistance Action Committee (IRAC, 2024)

Organofosforados: Inhiben la acetilcolinesterasa (grupo 1B IRAC).
Ejemplos como el clorpirifos.

Biorracionales: derivados de microbios o con modos de acción específicos, por ejemplo, spinosad (IRAC grupo 5).

Botánicos: basados en extractos naturales como piretrina o azadiractina.

Biológicos: incluyen insecticidas microbiológicos (*Bacillus thuringiensis*) y productos naturales como aceites y jabones potásicos.

Otros: hay más subgrupos según IRAC, como reguladores hormonales (por ejemplo, análogos de la hormona juvenil como el fenoxcarb, grupo 7C según IRAC).
(Del Arroz Almacenado, n.d.)

2.2.3 Modos de acción (según IRAC)

Neonicotinoides (grupo 4): actúan en los receptores nicotínicos de acetilcolina, provocando parálisis y muerte; por ejemplo, imidacloprid

Organofosforados: inhiben la acetilcolinesterasa, provocando acumulación de neurotransmisores. (IRAC, 2008)

Piretroides: alteran los canales de sodio neuronales, causando hiperactividad nerviosa.

Aceites minerales y jabones potásicos: actúan por contacto y sofocación. **Insecticidas sistémicos** (ej. imidacloprid): absorbe la planta, otorgando protección prolongada; **de contacto** actúan directamente sobre el insecto

2.2.4 *Eficacia de ingredientes activos principales*

Imidacloprid (neonicotinoide)

Es un insecticida sistémico altamente eficaz contra cochinillas; bloquea los receptores nicotínicos de acetilcolina, provocando parálisis. Se aplica en suelo, semillas o foliarmente y es eficaz desde dosis muy bajas (Agripac, 2025)

Clorpirifós (organofosforado)

El clorpirifós inhibe la acetilcolinesterasa y es ampliamente empleado contra cochinillas. Según estudios en *Diaspidiotus perniciosus*, mostró alta eficacia, pero las poblaciones en Chile revelaron resistencia en algunos casos, aunque no se observó cruzada con neonicotinoides como acetamiprid o thiacloprid (Buzzetti et al., 2015)

En el caso de la cochinilla *Diaspidiotus perniciosus* (escama de San José), estudios en Chile han reportado resistencia significativa a este compuesto: poblaciones provenientes de huertos de manzano mostraron reducida susceptibilidad tras aplicaciones recurrentes de clorpirifós. (Buzzetti et al., 2015)

Piretroides (deltametrina, cipermetrina)

Actúan sobre los canales iónicos, causando despolarización de la membrana neuronal. Aunque efectivos tras múltiples aplicaciones, la resistencia ha sido reportada, en algunos casos relacionada con mutaciones tipo *kdr*, enzimas detoxificantes y cutícula engrosada (Akhoundi et al., 2023)

Los piretroides, como la deltametrina y la cipermetrina, pueden volverse

menos eficaces en poblaciones de insectos debido a la aparición de mecanismos de resistencia complejos. Uno de los más documentados es la resistencia por sitio diana que se produce por mutaciones en el canal de sodio dependiente de voltaje (VGSC), lo que reduce la afinidad de las piretroides por su blanco neuronal. (López, 2008)

Aceites minerales y jabones potásicos

Son agentes físicos que eliminan cochinillas por obstrucción respiratoria o directa y se consideran seguros para insectos benéficos. Su eficacia depende de la cobertura y no generan resistencia química.

Los aceites minerales (también conocidos como “white oils” o aceites parafínicos) y los jabones potásicos actúan como agentes físicos más que químicos convencionales, eliminando cochinillas principalmente por obstrucción respiratoria y deshidratación. En el caso de los aceites minerales, su mecanismo de acción consiste en recubrir al insecto, bloqueando los espiráculos (orificios respiratorios), lo que provoca asfixia. (Ebrahim, 2024)

Los aceites minerales (también conocidos como “white oils” o aceites parafínicos) y los jabones potásicos actúan como agentes físicos más que químicos convencionales, eliminando cochinillas principalmente por obstrucción respiratoria y deshidratación. En el caso de los aceites minerales, su mecanismo de acción consiste en recubrir al insecto, bloqueando los espiráculos (orificios respiratorios), lo que provoca asfixia. (Borden et al., 2018)

Sistémicos vs. contacto

Sistémicos como imidacloprid penetran por raíces o hojas, protegiendo partes nuevas de la planta.

De contacto actúan en el nerviosismo del insecto al momento de tocar el producto. Su combinación potencia la cobertura y efectividad.

2.3 Marco legal

El marco legal que regula el uso de insecticidas en el Ecuador se basa en principios constitucionales, leyes nacionales, resoluciones técnicas y normativas internacionales, orientadas a proteger la salud humana, el ambiente y garantizar la sostenibilidad de la producción agrícola. En el caso del cultivo de cacao y su manejo fitosanitario contra plagas como la cochinilla (*Coccoidea spp.*), el cumplimiento de esta normativa es obligatorio para productores y aplicadores.

La **Constitución de la República del Ecuador** establece en su artículo 14 el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Asimismo, el artículo 397, numeral 3, determina que el Estado deberá regular la producción, importación, comercialización y uso de materiales que puedan ser tóxicos para los seres humanos o el ambiente, como los plaguicidas (Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, 2009)

Por su parte, la (Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, 2009) promueve la seguridad e inocuidad de los alimentos, incluyendo restricciones en el uso de productos que puedan dejar residuos dañinos, como los insecticidas químicos

Esta ley también señala la necesidad de fomentar el uso de métodos sostenibles y respetuosos con el ambiente para el control de plagas.

La **Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD)**, creada mediante el Decreto Ejecutivo N.º 1449, es la entidad encargada del registro, control y fiscalización de plaguicidas agrícolas en el país. Esta institución tiene la facultad de autorizar o prohibir el uso de ciertas moléculas insecticidas, así como de establecer requisitos para la realización de ensayos de eficacia (Decreto Ejecutivo 1449. 2008).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Enfoque de la investigación

El enfoque de esta investigación fue cuantitativo, ya que se fundamentó en la recolección y análisis de datos numéricos obtenidos a partir de evaluaciones del efecto de diferentes moléculas de insecticidas sobre la población de cochinilla en el cultivo de cacao. Se aplicó técnicas estadísticas para determinar la eficacia de los tratamientos, el impacto en la salud de las plantas y el análisis costo-beneficio de cada molécula.

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

Tipo de investigación:

La investigación fue aplicada y de campo, ya que se ejecutó directamente en una plantación de cacao CCN 51 de 9 años establecido, con el objetivo de resolver un problema práctico relacionado con el manejo fitosanitario.

Alcance de la investigación:

El estudio tuvo un alcance explicativo y descriptivo, puesto que no solo describió los efectos observados, sino que también buscó explicar las diferencias entre tratamientos en cuanto al control de la plaga, salud del cultivo y rendimiento.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue de tipo experimental, ya que buscó evaluar el efecto de diferentes moléculas de insecticidas sobre la población de cochinillas en plantas de cacao, bajo condiciones reales de campo. El estudio estructuró cinco tratamientos: cuatro insecticidas de diferente origen y modo de acción (Imidacloprid, Diazinón, Sales potásicas y Clorfenapir), más un testigo sin aplicación.

3.2. Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1 Variable independiente

La variable independiente (Imidacloprid, Diazinon, Sales potásicas,

Clorfenapir, y testigo)

3.2.1.2 Variables dependientes

Las variables dependientes permitieron conocer y medir el efecto de los insecticidas sobre la plaga, la planta y los aspectos económicos:

Población de cochinillas

Peso de 100 granos

Rendimiento

Rentabilidad de los tratamientos.

3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1
Variable Independiente

Variable	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Moléculas insecticidas	Cualitativa	Nominal	Compuestos aplicados: Imidacloprid, Diazinon, Sales potásicas, Clorfenapir, Testigo

Elaborado por: Autor, 2026

Tabla 2
Variable dependiente

Variable	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Población de cochinillas	Dependiente	Cuantitativa discreta	Número de cochinillas presentes por planta; indica la presión de la plaga.
Incidencia	Dependiente	Cuantitativa continua	Porcentaje de plantas afectadas por cochinillas respecto al total evaluado.
Peso de 100 granos	Dependiente	Cuantitativa continua	Peso en gramos de una muestra de 100 granos secos, como indicador de calidad.
Rendimiento	Dependiente	Cuantitativa continua	Producción agrícola expresada en kilogramos por hectárea.
Rentabilidad de tratamientos	Dependiente	Cuantitativa continua	Relación entre ingresos y costos del tratamiento aplicado (beneficio/costo).

Elaborado por: Autor, 2026

3.2.2 Tratamientos

Los tratamientos consisten en la aplicación de cuatro insecticidas con diferentes ingredientes activos y modos de acción, además de un testigo absoluto sin aplicación. Cada producto se aplicó siguiendo la dosis recomendada por el fabricante y respetando las normativas de uso responsable de plaguicidas. Las aplicaciones se realizaron utilizando una bomba de mochilas de presión constante, asegurando cobertura uniforme en las zonas preferidas por la cochinilla (cogollos, axilas, cherelle y mazorcas).

Se realizaron dos aplicaciones por tratamiento: la primera al inicio del experimento (día 0) y la segunda 15 días después, con el fin de evaluar la eficacia de control y la persistencia de cada molécula.

Tabla 3
Tratamientos en estudios

tratamiento	Producto (Ingrediente activo)	Dosis (L o mL/ha)	Frecuencia de aplicación
T1	Imidacloprid	250 mL/ha	2 aplicaciones (día 0 y día 15)
T2	Diazinon	1 L/ha	2 aplicaciones (día 0 y día 15)
T3	Sales potásicas	3 L/ha	2 aplicaciones (día 0 y día 15)
T4	Clorfenapir	0,4 L/ha	2 aplicaciones (día 0 y día 15)
T5	Testigo absoluto		0 No se aplica

Elaborado por: Autor, 2026

Las concentraciones de los insecticidas son las siguientes: 350g/l imidacloprid, Diazinon 600 g/l, Sales potásica 490 g/lt, Clorfenapir 240 g/l.

3.2.4. Diseño experimental

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. Los bloques se conformaron para minimizar la variabilidad ambiental dentro del área experimental, y dentro de cada bloque los tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente. La unidad experimental estuvo constituida por 12 plantas, y se evaluarán variables relacionadas con el control de cochinilla y posibles efectos secundarios sobre el cultivo. La delimitación del ensayo se detalla en la tabla 4

y el croquis se describe en la figura 1.

Tabla 4
Delimitación de parcela

Descripción	Cantidad	Unidad
Número de tratamientos:	5	
Número de repeticiones:	4	
Número de parcelas:	20	
Longitud de parcela	12	m
Ancho de parcela	9	m
Distancia de tratamiento y repeticiones	3	m
Área total de parcelas	108	m ²
Distancia entre plantas:	3	m
Distancia entre hileras:	3	m
Área útil de la parcela:	18	m ²
Area total del experimento	3249	m ²

Elaborado por: Autor, 2026

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1 Recursos

Materiales

Para la ejecución del ensayo se delimitaron previamente las parcelas experimentales dentro de la plantación de cacao (híbrido CCN-51, siete años), utilizando estacas codificadas que permitieron identificar con claridad los tratamientos aplicados. Se emplearon materiales esenciales para garantizar la seguridad y correcta manipulación de los insecticidas, incluyendo guantes, gafas de protección, mascarilla, ropa impermeable de manga larga y botas de goma. Adicionalmente, se utilizaron recipientes graduados para la dosificación, un tanque auxiliar para la preparación de mezclas y agua limpia para la dilución y el enjuague del equipo. Para el registro de información se dispusieron cuadernos de campo, hojas de registro y etiquetas resistentes que garantizaron la correcta trazabilidad de los datos

Equipos

Los equipos utilizados durante el ensayo incluyeron una bomba de mochila de presión constante (20 L), la cual permitió realizar una aplicación

homogénea de los tratamientos insecticidas. Se empleó también una lupa de campo para evaluación visual y monitoreo del nivel de infestación de plagas presentes en las plantas de cacao. Además, se utilizó una cámara fotográfica para la obtención de evidencia visual del proceso y una computadora con impresora para el procesamiento, organización y resguardo de la información generada durante el estudio.

Recursos bibliográficos

Se consultó literatura científica y técnica relacionada con el manejo integrado de plagas, el uso seguro de insecticidas y las metodologías de evaluación fitosanitaria. Las fuentes incluyeron artículos de revistas indexadas, manuales técnicos de organismos especializados, tesis y textos académicos disponibles en bases de datos, además se investigó en el centro de información agraria de la Universidad Agraria del Ecuador. Esta revisión documental aseguró que el estudio se fundamentara en evidencia científica actualizada y validada.

Recursos humanos

La investigación fue desarrollada por el tesista como parte del trabajo de titulación, contó con la asesoría y supervisión del tutor académico especializado en el área de protección vegetal, quien orientó el diseño, ejecución y análisis del estudio.

3.2.4.2 Métodos y técnicas

Para esta investigación se llevaron a cabo todas las actividades agronómicas necesarias para asegurar el normal crecimiento y la adecuada producción del cultivo de cacao durante el periodo de evaluación. El control de malezas se realizó de forma química mediante la aplicación de glufosinato de amonio a una dosis de 1 L/ha, aplicado una vez en el ciclo debido a que la plantación, al encontrarse cerrada, presentó baja incidencia de malezas. De igual manera, se fertilizó la plantación con el producto comercial Feticacao Producción, aplicando 250 g por árbol conforme al manejo establecido en la finca. El riego utilizado fue por aspersión, aplicándose dos veces por semana con el fin de mantener niveles óptimos de humedad en el suelo.

A partir de estas condiciones de manejo se procedió a evaluar el efecto

de las diferentes moléculas insecticidas sobre la población de cochinillas y el cultivo, empleando métodos cuantitativos y observacionales respaldados por técnicas de campo. La aplicación de los tratamientos se realizó de forma dirigida mediante una bomba de mochila de presión constante, garantizando la distribución uniforme de los productos. Las aplicaciones se ejecutaron siguiendo las dosis y frecuencias definidas para cada tratamiento, según lo establecido en la Tabla 3.

Poblacional de cochinillas:

La evaluación del efecto de los tratamientos sobre la plaga se realizó mediante conteos directos de individuos antes y después de cada aplicación (días 0, 7, 15 y 21), efectuados en los dos árboles centrales de la parcela útil para evitar el efecto bordura y garantizar la representatividad de los datos. Para la identificación y cuantificación precisa de los insectos se utilizó una lupa de campo, lo que permitió registrar adecuadamente los cambios en la población de cochinillas. Con base en estos datos se calculó el porcentaje de control de la población, corrigiendo la mortalidad natural observada en el tratamiento testigo mediante la fórmula propuesta por (Abbott, 1925), lo que permitió obtener una estimación real del impacto de cada molécula insecticida evaluada.

$$\text{Reducción (\%)} = \frac{(\text{Población inicial} - \text{Población final})}{\text{Población inicial}} \times 100$$

Peso de 100 granos: Los granos se cosecharon en estado de madurez fisiológica y posteriormente fueron sometidos a un proceso de secado hasta alcanzar la humedad adecuada para su evaluación. Una vez que la muestra estuvo en condiciones de humedad estable, se procedió a seleccionar 100 unidades para determinar su peso promedio. La medición se realizó con una balanza de precisión y los resultados se expresaron en gramos

Rendimiento: El rendimiento se determinó al finalizar el ciclo del cultivo mediante la cosecha de las plantas por unidad experimental (parcela). Se pesó la producción total obtenida en cada tratamiento, utilizando una balanza digital calibrada. El resultado fue extrapolado a kilogramos por hectárea (kg/ha) para permitir la comparación entre tratamientos

Costo por tratamiento y análisis económico:

Para cada tratamiento se registraron los costos directos asociados a la producción, incluyendo el costo del producto aplicado, la mano de obra, el equipo utilizado y las labores de aplicación. Con esta información se determinó el costo total por hectárea, siguiendo los lineamientos propuestos por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) para estudios de evaluación tecnológica en agricultura (CIMMYT, 1988).

Posteriormente, se estimó la relación beneficio/costo (B/C) para cada tratamiento. El beneficio se calculó a partir del ingreso bruto obtenido por el rendimiento por hectárea, considerando el precio de venta del producto en su calidad correspondiente. La metodología de cálculo siguió los criterios económicos establecidos por la FAO para la evaluación de alternativas tecnológicas, donde la relación B/C se expresa como:

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Ingreso total}}{\text{Costo total del tratamiento}}$$

3.2.5 Análisis estadístico

Los datos se someterán a un análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias significativas entre tratamientos, seguido de una prueba de comparación de medias (Tukey, $p \leq 0.05$). Se utilizará el software Infostat para el procesamiento de datos. El esquema de ANOVA se detalla en la tabla 5.

Tabla 5
Tabla de ANOVA

Fuente de variación	Fórmula	GL
Tratamientos	(t-1)	4
Bloques (repeticiones)	(R-1)	3
Error Experimental	(t-1) (R-1)	12
Total	(t*R)-1	19

Elaborado por: Autor, 2026

4. RESULTADOS

4.1 Cuantificar el efecto de diferentes moléculas insecticidas (Imidacloprid, Diazinon, Sales potásicas, Clorfenapir) sobre la población de cochinillas en el cultivo de cacao.

4.1.1 Poblacional inicial cochinillas:

La población inicial de cochinilla se presenta en la Tabla X. De acuerdo con el análisis de varianza, no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$), lo que evidencia una distribución homogénea de la plaga antes de la aplicación de los productos evaluados. El coeficiente de variación fue de 23,57 %, valor considerado aceptable para estudios de poblaciones de insectos bajo condiciones de campo, donde existe alta variabilidad natural.

Según la validación de medias mediante la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, todos los tratamientos se agruparon en una misma categoría estadística. El tratamiento T1 – Imidacloprid presentó el mayor promedio de infestación, con 36,5 individuos, sin diferir estadísticamente de los demás tratamientos. En contraste, el tratamiento T3 – Sales potásicas registró el menor promedio poblacional, con 30,5 individuos, lo que confirma la uniformidad inicial de la infestación y permite una adecuada comparación de los efectos posteriores de los tratamientos.

Tabla 6 Población inicial

Tratamiento	Población inicial
T1 – Imidacloprid	36,5 a
T2 – Diazinon	31,5 a
T3 – Sales potásicas	30,5 a
T4 – Clorfenapir	34,4 a
T5 – Testigo absoluto	33,4 a
CV	23,57%

Medias con letras iguales no difieren significativamente ($p > 0,05$).

Elaborado por: Autor, 2026

4.1.2 Poblacional de cochinillas a los 7 días después de la aplicación

La población de cochinilla evaluada a los 7 días después de la aplicación se presenta en la Tabla X. De acuerdo con el análisis de varianza, se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$), lo que evidencia un efecto diferencial de los productos aplicados sobre la población de la plaga en esta etapa temprana de evaluación. El coeficiente de variación fue de 28,86 %, valor considerado aceptable para estudios de control de insectos en campo, debido a la variabilidad propia de la distribución espacial de la cochinilla.

Según la comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, el tratamiento T5 – Testigo absoluto presentó la mayor población de cochinilla, con un promedio de 57 individuos, diferenciándose estadísticamente del resto de los tratamientos. En contraste, los tratamientos T1 – Imidacloprid (6,6 individuos), T2 – Diazinon (7,0 individuos), T4 – Clorfenapir (11,4 individuos) y T3 – Sales potásicas (14,6 individuos) no mostraron diferencias estadísticas entre sí, agrupándose en una misma categoría, lo que indica un alto nivel de control poblacional de la cochinilla durante los primeros siete días posteriores a la aplicación.

Tabla 7 Poblacional de cochinillas a los 7 DDA

Tratamiento	7 DDA
T1 – Imidacloprid	6,6 b
T2 – Diazinon	7,0 b
T3 – Sales potásicas	14,6
T4 – Clorfenapir	11,4
T5 – Testigo absoluto	57,0
CV	28,86%

Medias con letras iguales no difieren significativamente ($p > 0,05$).

Elaborado por: Autor, 2026

4.1.3 Poblacional de cochinillas a los 14 días después de la aplicación

La población de cochinilla evaluada a los 14 días después de la aplicación (14 DDA) se presenta en la Tabla 8. El análisis estadístico evidenció diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$), con un coeficiente de variación de 24,69 %, valor aceptable para estudios de dinámica poblacional de insectos plaga, considerando su comportamiento agregado y capacidad de reinfestación.

Según la validación de medias mediante la prueba de Tukey al 5 %, el tratamiento T5 – Testigo absoluto presentó la mayor infestación de cochinilla, con un promedio de 64 individuos, diferenciándose estadísticamente del resto de los tratamientos evaluados. En contraste, el tratamiento T1 – Imidacloprid registró la menor población, con 9,2 individuos, ubicándose en un grupo estadístico distinto (letra c), lo que evidencia una mayor eficacia y persistencia en el control de la plaga.

Los tratamientos T2 – Diazinon (10 individuos) y T4 – Clorfenapir (12,4 individuos) se situaron en un grupo intermedio (b–c), sin diferir estadísticamente ni del tratamiento con menor infestación ni de aquellos con valores superiores, indicando un efecto de control moderado. Por su parte, el tratamiento T3 – Sales potásicas presentó un promedio de 20,8 individuos, agrupándose en la categoría b, lo que sugiere una reducción parcial de la población, aunque con menor persistencia en comparación con los insecticidas de acción sistémica y de contacto prolongado.

Tabla 8 Poblacional de cochinillas a los 14 DDA

Tratamiento	14 DDA	Tukey
T1 – Imidacloprid	9,2	c
T2 – Diazinon	10	b c
T3 – Sales potásicas	20,8	b
T4 – Clorfenapir	12,4	b c
T5 – Testigo absoluto	64	a
CV	24,69%	

Medias con letras iguales no difieren significativamente ($p > 0,05$).

Elaborado por: Autor, 2026

4.1.4 Poblacional de cochinillas a los 21 días después de la aplicación

La población de cochinilla evaluada a los 21 días después de la aplicación (21 DDA) se presenta en la Tabla 9. El análisis de varianza mostró la existencia de diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$), registrándose un coeficiente de variación de 21,20 %, el cual indica una adecuada precisión experimental y confiabilidad de los resultados obtenidos.

De acuerdo con la comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 5 %, el tratamiento T5 – Testigo absoluto presentó la mayor población de cochinilla, con un promedio de 71,8 individuos, diferenciándose estadísticamente del resto de los tratamientos. Este comportamiento confirma la ausencia de control químico y la capacidad de la plaga para incrementarse de forma progresiva cuando no se aplican medidas de manejo.

En contraste, los tratamientos T1 – Imidacloprid (14,2 individuos), T2 – Diazinon (15 individuos) y T4 – Clorfenapir (14,6 individuos) se ubicaron en el mismo grupo estadístico (letra c), registrando las menores poblaciones de cochinilla y sin diferir estadísticamente entre sí, lo que evidencia una efectividad sostenida en el tiempo para el control de la plaga. Por su parte, el tratamiento T3 – Sales potásicas presentó un valor intermedio de 29,2 individuos, ubicándose en el grupo b, lo que indica un control parcial, inferior al alcanzado por los insecticidas convencionales, especialmente en evaluaciones tardías.

Tabla 9 Poblacional de cochinillas a los 21 DDA

Tratamiento	21 DDA
T1 – Imidacloprid	14,2 c
T2 – Diazinon	15,0 c
T3 – Sales potásicas	29,2 b
T4 – Clorfenapir	14,6 c
T5 – Testigo absoluto	71,8 a
CV	21,20%

Medias con letras iguales no difieren significativamente ($p > 0,05$).

Elaborado por: Autor, 2026

4.2 Determinar el impacto de las moléculas insecticidas evaluadas sobre indicadores fisioproductivos del cultivo de cacao, como la incidencia de cochinillas, el peso de 100 granos y el rendimiento por hectárea.

4.2.1 Peso de 100 granos (g)

El peso de 100 granos se presenta en la Tabla 10. El análisis de varianza mostró la existencia de diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$), lo que indica que el manejo de la cochinilla influyó directamente sobre esta variable productiva. El coeficiente de variación fue de 3,40 %, valor bajo que refleja una alta precisión experimental y confiabilidad de los datos obtenidos.

Según la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 %, los tratamientos T1 – Imidacloprid (122,84 g), T4 – Clorfenapir (121,84 g), T3 – Sales potásicas (120,84 g) y T2 – Diazinon (119,84 g) se agruparon en una misma categoría estadística (a), sin presentar diferencias significativas entre sí, registrando los mayores pesos de grano. En contraste, el tratamiento T5 – Testigo absoluto presentó el menor peso de 100 granos, con 100,64 g, diferenciándose estadísticamente del resto de los tratamientos (b), lo que evidencia que la alta infestación de cochinilla afectó negativamente el llenado y desarrollo del grano en ausencia de control.

Tabla 10 Peso de 100 granos (g)

Tratamiento	Peso de 100 granos (g)
T1 – Imidacloprid	122,84 a
T2 – Diazinon	119,84 a
T3 – Sales potásicas	120,84 a
T4 – Clorfenapir	121,84 a
T5 – Testigo absoluto	100,64 b
CV	3,40%

Medias con letras iguales no difieren significativamente ($p > 0,05$).

Elaborado por: Autor, 2026

4.2.2 Rendimiento

El rendimiento del cultivo, expresado en kg/ha, se presenta en la Tabla 11.

El análisis de varianza evidenció la existencia de diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$), lo que confirma que el manejo de la cochinilla tuvo un efecto directo sobre la productividad del cultivo. El coeficiente de variación fue de 21,65 %, valor considerado aceptable para estudios de rendimiento en condiciones de campo, donde influyen múltiples factores bióticos y ambientales.

De acuerdo con la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 %, los tratamientos T1 – Imidacloprid (1826,03 kg/ha), T2 – Diazinon (1821,22 kg/ha) y T3 – Sales potásicas (1798,78 kg/ha) se agruparon en la categoría estadística “a”, sin presentar diferencias significativas entre sí, registrando los mayores rendimientos. El tratamiento T4 – Clorfenapir, con 1595,48 kg/ha, se ubicó en un grupo intermedio (a–b), sin diferir estadísticamente de los tratamientos de mayor rendimiento ni del testigo absoluto. En contraste, el tratamiento T5 – Testigo absoluto presentó el menor rendimiento, con 1065,22 kg/ha, diferenciándose estadísticamente del resto de los tratamientos (b), lo que evidencia que la alta infestación de cochinilla incidió negativamente en la producción, afectando variables clave como el peso de grano y el llenado de las mazorcas

Tabla 11 Rendimiento (kg/ha).

Tratamiento	Rendimiento kg/ha
T1 – Imidacloprid	1826,03 a
T2 – Diazinon	1821,22 a
T3 – Sales potásicas	1798,78 a
T4 – Clorfenapir	1595,48 ab
T5 – Testigo absoluto	1065,22 a
CV	21,65%

Medias con letras iguales no difieren significativamente ($p > 0,05$).

Elaborado por: Autor, 2026

4.3 Analizar la rentabilidad de los tratamientos aplicados, considerando los costos de aplicación y los beneficios en términos de rendimiento y control de la plaga.

4.3.1 Relación beneficio /costo

El análisis económico de los tratamientos evaluados se presenta en la Tabla 12, donde se detallan los costos de producción, ingresos y rentabilidad obtenida por hectárea. Los costos fijos parciales fueron iguales para todos los tratamientos (USD 1.365,7), mientras que los costos variables variaron en función del producto utilizado, siendo mayores en el tratamiento T3 – Sales potásicas (USD 108,0) y menores en el T5 – Testigo absoluto, donde no se incurrió en costos por control químico. Como resultado, el costo total de producción osciló entre USD 1.365,7 en el testigo y USD 1.473,7 en el tratamiento con sales potásicas.

En cuanto al rendimiento, los tratamientos T1 – Imidacloprid, T2 – Diazinon y T3 – Sales potásicas registraron los mayores valores, superiores a 1.790 kg/ha, lo que se tradujo en ingresos brutos superiores a USD 5.900 por hectárea. El tratamiento T4 – Clorfenapir presentó un rendimiento intermedio (1.595,48 kg/ha), mientras que el testigo absoluto obtuvo el menor rendimiento (1.065,22 kg/ha), reflejándose en el ingreso bruto más bajo (USD 3.522,6 kg/ha).

El beneficio neto fue mayor en el tratamiento T1 – Imidacloprid, con USD 4.610,7 por hectárea, seguido de T2 – Diazinon (USD 4.572,8) y T3 – Sales potásicas (USD 4.474,6). El tratamiento T4 – Clorfenapir alcanzó un beneficio intermedio (USD 3.826,3), mientras que el testigo absoluto presentó el menor beneficio neto (USD 2.156,8/ha), evidenciando el impacto económico negativo de no realizar control de la cochinilla.

La relación beneficio/costo (B/C) confirmó la rentabilidad de los tratamientos evaluados. Los tratamientos T1 y T2 presentaron la mayor relación B/C (4,2), indicando que por cada dólar invertido se obtuvo un retorno de USD 4,2. El tratamiento T3 alcanzó una relación B/C de 4,0, mientras que T4 registró un valor de 3,6. En contraste, el testigo absoluto presentó la menor relación B/C (2,6), lo que demuestra que, aunque no incurrió en costos de control, la pérdida de rendimiento redujo considerablemente la rentabilidad del sistema productivo.

Tabla 12 Análisis económico

Concepto	T1	T2	T3	T4	T5
Costo fijo parcial	1.365,7	1.365,7	1.365,7	1.365,7	1.365,7
Costo variable	62,0	84,0	108,0	84,0	0,0
Costo total de producción	1.427,7	1.449,7	1.473,7	1.449,7	1.365,7
Rendimiento (kg/ha)	1826,03	1821,22	1798,78	1595,48	1065,22
Rendimiento (qq/ha)	40,3	40,2	39,7	35,2	23,5
Precio de venta (USD/qq)	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0
Ingreso bruto (USD/ha)	6.038,5	6.022,6	5.948,3	5.276,1	3.522,6
Beneficio neto (USD/ha)	4.610,7	4.572,8	4.474,6	3.826,3	2.156,8
Relación Beneficio/Costo (B/C)	4,2	4,2	4,0	3,6	2,6

Elaborado por: Autor, 2026

5. DISCUSION

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que las moléculas insecticidas evaluadas ejercieron un efecto significativo y diferenciado sobre la población de cochinillas, confirmando la importancia del control químico oportuno en el manejo de esta plaga en el cultivo de cacao. La ausencia de diferencias estadísticas en la población inicial de cochinillas demuestra una condición experimental homogénea, lo cual permitió atribuir con mayor certeza los cambios poblacionales observados a la acción de los tratamientos aplicados y no a variaciones iniciales del nivel de infestación. A los 7 días después de la aplicación, todos los tratamientos insecticidas lograron una reducción drástica de la población de cochinillas, diferenciándose estadísticamente del testigo absoluto. Este comportamiento indica una alta eficacia inicial de las moléculas evaluadas, tanto sistémicas como de contacto, coincidiendo con lo reportado por Puspitasari et al. (2023), quienes destacan que insecticidas como el Imidacloprid forman parte de los esquemas de control recomendados en sistemas cacaoteros intensivos, debido a su rápida acción sobre insectos chupadores. De manera similar, el comportamiento inicial de las sales potásicas refleja su capacidad para afectar la integridad de la cutícula de los insectos, generando mortalidad temprana, tal como fue observado por Bautista (2021) y Gómez (2022) en otros cultivos y sistemas productivos. Mientras que a los (14 y 21 DDA), se evidenciaron diferencias significativas entre tratamientos, asociadas principalmente a la persistencia del efecto insecticida. En este sentido, Imidacloprid, Diazinon y Clorfenapir mantuvieron las menores poblaciones de cochinilla hasta los 21 días después de la aplicación, sin diferir estadísticamente entre sí, lo que sugiere un efecto residual sostenido. Este comportamiento es consistente con el modo de acción sistémico del Imidacloprid y la acción prolongada de Clorfenapir, descrita en estudios previos que resaltan su eficacia en plagas de difícil control y hábitos crípticos. Por el contrario, el tratamiento con sales potásicas presentó un incremento progresivo de la población de cochinillas en las evaluaciones tardías, ubicándose consistentemente en un grupo estadístico intermedio. Este resultado concuerda con lo señalado por Valverde-Rodríguez et al. (2023), quienes indican que los productos de bajo impacto ambiental, como jabones y detergentes potásicos, muestran alta eficacia inicial,

pero menor residualidad, lo que limita su capacidad de control en plagas con alta capacidad de reinfestación, como las cochinillas, especialmente cuando estas se refugian en estructuras protegidas de la planta. El comportamiento del testigo absoluto, con un incremento sostenido de la población de cochinillas hasta alcanzar los mayores valores en todas las evaluaciones posteriores a la aplicación, confirma la alta presión de la plaga y su capacidad de multiplicación cuando no se aplican medidas de manejo, reforzando la necesidad de estrategias de control integradas y oportunas en el cultivo de cacao.

La reducción efectiva de la población de cochinillas tuvo un impacto directo sobre las variables productivas evaluadas, particularmente el peso de 100 granos y el rendimiento por hectárea. Los tratamientos que mantuvieron las menores poblaciones de la plaga presentaron, de manera consistente, los mayores valores de peso de grano, evidenciando que el control de insectos chupadores favorece el adecuado llenado del grano al reducir la pérdida de fotoasimilados y el estrés fisiológico de la planta. El menor peso de 100 granos observado en el testigo absoluto confirma que la alta infestación de cochinillas afecta negativamente el proceso de llenado, lo que concuerda con lo reportado en sistemas agrícolas donde la succión continua de savia reduce la translocación de nutrientes hacia los órganos reproductivos. Estos resultados refuerzan lo señalado por estudios previos en cacao y otros frutales, donde el manejo eficiente de plagas se traduce en una mejora significativa de la calidad del producto cosechado. De igual manera, el rendimiento por hectárea reflejó de forma clara el efecto acumulado del control poblacional de la cochinilla. Los tratamientos Imidacloprid, Diazinon y Sales potásicas alcanzaron los mayores rendimientos, sin diferencias estadísticas entre sí, mientras que el testigo absoluto presentó una reducción significativa en la producción. El comportamiento intermedio del Clorfenapir puede atribuirse a su eficacia poblacional, aunque posiblemente influenciado por factores asociados al momento de aplicación o a la dinámica específica de la plaga en campo.

El análisis económico permitió demostrar que el control de la cochinilla no solo es agronómicamente necesario, sino también económicamente rentable. A pesar de que los tratamientos con insecticidas implicaron un incremento en los costos variables de producción, estos fueron ampliamente compensados por el aumento del rendimiento y, en consecuencia, de los ingresos brutos. Los

tratamientos Imidacloprid y Diazinon presentaron la mayor relación beneficio/costo, evidenciando que estas moléculas permiten maximizar la rentabilidad del sistema productivo bajo las condiciones evaluadas. Estos resultados coinciden con lo señalado en la literatura, donde se destaca que, aunque algunos insecticidas pueden presentar costos iniciales elevados, su eficacia y persistencia reducen la necesidad de aplicaciones frecuentes, optimizando los costos a largo plazo. En el caso de las sales potásicas, si bien el costo variable fue mayor, el tratamiento mantuvo una relación beneficio/costo elevado, lo que sugiere que este tipo de productos puede ser considerado dentro de esquemas de manejo integrado de plagas (MIP), especialmente en sistemas orientados a una producción más sostenible o con restricciones en el uso de agroquímicos convencionales, tal como lo proponen Gómez (2022) y Valverde-Rodríguez et al. (2023). Finalmente, el bajo desempeño económico del testigo absoluto demuestra que no realizar control de la plaga resulta más costoso a largo plazo, debido a la pérdida significativa de rendimiento, coincidiendo con los planteamientos de Bonilla-Montero et al. (2022), quienes destacan que la sostenibilidad económica de los sistemas productivos depende de decisiones técnicas que equilibren productividad, rentabilidad y manejo adecuado de los factores limitantes.

6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La población inicial de cochinillas fue estadísticamente homogénea entre tratamientos ($p > 0,05$), lo que permitió atribuir con confiabilidad los cambios poblacionales observados al efecto de las moléculas insecticidas evaluadas.

Imidacloprid, Diazinon, Sales potásicas y Clorfenapir redujeron significativamente la población de cochinillas a los 7 días después de la aplicación, logrando un control efectivo y diferenciándose claramente del testigo absoluto.

A los 14 y 21 días después de la aplicación, Imidacloprid, Diazinon y Clorfenapir mantuvieron las menores poblaciones de cochinillas, evidenciando un mayor efecto residual, mientras que las sales potásicas presentaron un control parcial, asociado a su menor persistencia.

El testigo absoluto presentó un incremento continuo y significativo de la población de cochinillas en todas las evaluaciones, confirmando que la falta de manejo genera una alta presión de la plaga y afecta negativamente el sistema productivo.

Los tratamientos con menor infestación de cochinillas registraron los mayores valores de peso de 100 granos, demostrando que el control eficiente de la plaga favorece el llenado y desarrollo del grano de cacao.

Los tratamientos con Imidacloprid, Diazinon y Sales potásicas alcanzaron los mayores rendimientos ($>1.790 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), mientras que el testigo absoluto presentó el menor rendimiento, evidenciando la relación directa entre control de cochinillas y productividad del cultivo.

Imidacloprid y Diazinon mostraron la mayor rentabilidad, con una relación beneficio/costo de 4,2, confirmando que el control químico de la cochinilla es económicamente viable y justificado bajo las condiciones del estudio.

Las sales potásicas, aunque con mayor costo variable y menor residualidad, presentaron una relación beneficio/costo elevado, por lo que constituyen una alternativa complementaria viable dentro de programas de manejo integrado de plagas orientados a la sostenibilidad.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda el uso de Imidacloprid o Diazinon para el control de cochinillas en el cultivo de cacao, debido a que presentaron la mayor eficacia poblacional, efecto residual y rentabilidad económica bajo las condiciones evaluadas.

Se recomienda considerar el Clorfenapir como una alternativa eficaz para el control de cochinillas, especialmente en escenarios de alta infestación, dado que mantuvo poblaciones bajas hasta los 21 días después de la aplicación.

Aplicar el uso de sales potásicas como una opción complementaria dentro del manejo de cochinillas, debido a su alta eficacia inicial, tomando en cuenta su menor persistencia, evidenciada en las evaluaciones a 14 y 21 días después de la aplicación.

Priorizar el control químico de la cochinilla, ya que los tratamientos evaluados mostraron incrementos significativos en el peso de 100 granos y el rendimiento por hectárea, en comparación con el testigo absoluto.

Adoptar los tratamientos Imidacloprid y Diazinon como las opciones más rentables, al presentar la mayor relación beneficio/costo, optimizando el retorno económico del sistema productivo de cacao

7. BIBLIOGRAFÍAS

- Abbott, W. S. (1925). A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2), 265–267. <https://doi.org/10.1093/JEE/18.2.265A>
- Agripac. (2025). *Ficha Técnica de plaguicida Imidalaq*. <https://agripac.com.ec/productos/imidalaq/>
- Akhoundi, M., Zumelzu, C., Sereno, D., Marteau, A., Brun, S., Jan, J., & Izri, A. (2023). Bed Bugs (Hemiptera, Cimicidae): A Global Challenge for Public Health and Control Management. *Diagnostics*, 13(13), 2281. <https://doi.org/10.3390/DIAGNOSTICS13132281>
- Akoua Miez, N., Zokou Fran, O., & N'go, O. (2021). Diversity of Mealybugs Vectors of Cacao Swollen Shoot in Nawa Region (Southwest, Cote d'Ivoire). *Journal of Entomology*, 18(2), 47–54. <https://doi.org/10.3923/JE.2021.47.54>
- Anzules-Toala, V., Pazmiño-Bonilla, E., Alvarado-Huamán, L., Borjas-Ventura, R., Castro-Cepero, V., & Julca-Otiniano, A. (2022). Control de enfermedades del cacao (*Theobroma cacao*) en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 33(1). <https://doi.org/10.15517/AM.V33I1.45939>
- BAUTISTA, R. A. P. (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 grado]. UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA.
- Bock, C. H., Del Ponte, E. M., & Chiang, K. S. (2024). The Nuances of Plant Disease Severity Estimation Using Quantitative Ordinal Scales - Lessons Learned Over Four Decades. *Phytopathology*, 114(6), 1157–1160. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-11-23-0435-LE>
- Bonilla-Montero, J., Guzmán-Hernández, T. J., Gutiérrez-Castro, D. J., Bonilla-Montero, J., Guzmán-Hernández, T. J., & Gutiérrez-Castro, D. J. (2022). Análisis costo-beneficio del aprovechamiento y la recirculación de los residuos en un sistema productivo de cacao: estudio de caso. *Revista Tecnología En Marcha*, 35(1), 151–161. <https://doi.org/10.18845/TM.V35I1.5369>
- Borden, M. A., Buss, E. A., Park Brown, S. G., & Dale, A. G. (2018). Natural products for managing landscape and garden pests in Florida. *EDIS*, 2018(5).

- <https://doi.org/10.32473/EDIS-IN197-2018>
- Buzzetti, K., Chorbajian, R. A., & Nauen, R. (2015). Resistance Management for San Jose Scale (Hemiptera: Diaspididae). *Journal of Economic Entomology*, 108(6), 2743–2752. <https://doi.org/10.1093/JEE/TOV236>
- López, B. M. D. (2008). *Toxicidad volátil de monoterpenoides y mecanismos bioquímicos en insectos* [Tesis Doctoral, Universidad de Murcia]. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/11037/LopezBelchi.pdf?se>
- Department of Agriculture. (2020). *Pests & Diseases of CaCao*. <https://www.mendeley.com/reference-manager/reader/7b45dc7a-fbd7-379c-af1a-a40567741314/09541332-0c0e-e857-3a63-93590c3d384f>
- Ebrahim, Y. N. (2024). Field efficacy of insecticides for suppressing white mango scale insect (*Aulacaspis tubercularis* Newstead) (Hemiptera: Diaspididae) in southwest Ethiopia. *Heliyon*, 10(18), e38156. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2024.E38156>
- Farfán, P. A. (2021). *Variabilidad de los atributos físicos y químicos del suelo en sistemas de manejo y el impacto del estrés abiótico en la morfología y fisiología de theobroma cacao l. (cacao) en el Perú* [Tesis de grado]. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA.
- Gomez, C. J. F. (2022). *Control poscosecha de cochinilla (dysmicoccus spp) en banano (musa acuminata aaa) empleando sales potásicas, Milagro –Guayas*. [Tesis de Maestria]. Universidad Agraria del Ecuador.
- AGROCALIDAD. (2012). *Guía de buenas prácticas agrícolas para cacao resolución técnica n° 0183 inocuidad de alimentos*. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/Gui%CC%81a-de-BPA-para-cacao.pdf>
- Gullan, P. J., & Cook, L. G. (2007). **Phylogeny and higher classification of the scale insects (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea)***. *Zootaxa*, 1668(1), 413–425–413–425. <https://doi.org/10.11646/ZOOTAXA.1668.1.22>
- Hardy, N. B. (2013). The status and future of scale insect (Coccoidea) systematics. *Systematic Entomology*, 38(3), 453–458. <https://doi.org/10.1111/SYEN.12022>
- Herrick, N. J., & Cloyd, R. A. (2023). Desempeño de insecticidas a base de hongos entomopatógenos contra la cochinilla algodonosa de los cítricos (Hemiptera: Pseudococcidae) en plantas de coleus (Lamiales: Lamiaceae) bajo condiciones de invernadero. *Journal of Entomological Science*, 58(2), 187–

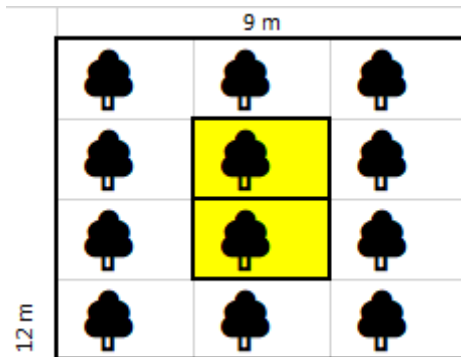
200. <https://doi.org/10.18474/JES22-33>
- IRAC. (2008). *Clasificación de insecticidas por su modo de acción en trips: una clave para el Manejo de la Resistencia a los I.* https://irac-online.org/content/uploads/MdA_Trips_Espana_v9sep08.pdf?utm_source=chatgpt.com
- IRAC. (2024). *Mode of Action Classification | Insecticide Resistance Management | IRAC.* <https://irac-online.org/mode-of-action/classification-online/>
- Jaimes-Suárez, Y. Y., Carvajal-Rivera, A. S., Galvis-Neira, D. A., Carvalho, F. E. L., & Rojas-Molina, J. (2022). Cacao agroforestry systems beyond the stigmas: Biotic and abiotic stress incidence impact. *Frontiers in Plant Science*, 13, 921469. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2022.921469/BIBTEX>
- Kakoti, B., Deka, B., Roy, S., & Babu, A. (2022). The scale insects: Its status, biology, ecology and management in tea plantations. *Frontiers in Insect Science*, 2, 1048299. <https://doi.org/10.3389/FINSC.2022.1048299/BIBTEX>
- Koffi, A. D. K., Babin, R., Delvare, G., Chérasse, S., Ouvrard, D., Shimbori, E. M., Koigny, K. J. H., Kpangui, S. K., Benoit#, L., Galan, M., Yodé, C. D. V., N'goran, M. S. W. O., & Haran, J. M. (2025). Una base de datos de códigos de barras para insectos asociados con la propagación de la enfermedad del virus del brote hinchado del cacao en Costa de Marfil. *Biodiversity Data Journal*, 13, e144017. <https://doi.org/10.3897/BDJ.13.E144017>
- Kongor, J. E., Owusu, M., & Oduro-Yeboah, C. (2024). Cocoa production in the 2020s: challenges and solutions. *CABI Agriculture and Bioscience*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/S43170-024-00310-6>
- Montes Rodríguez, J. M. (2012). First record of parasitoids of the pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae), in Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 38(2), 274–275. <https://doi.org/10.25100/SOCOLEN.V38I2.9004>
- Nukmal, N. (2019). "Evaluación de la fórmula del extracto acuoso en polvo de hojas de gamal de dos cultivares diferentes contra la plaga de cochinilla harinosa del cacao (*Planococcus minor*, Hemiptera: Pseudococcidae). *Bioma*. <https://doi.org/>
- Puspitasari, M., Susilawati, S., Hapsari, A. D., & Harni, R. (2023). La cochinilla harinosa (*Planococcus* spp., Hemiptera: Pseudococcidae) como plaga en cultivos de plantación y sus técnicas de control: una revisión. *IOP Conference*

- Series: *Earth and Environmental Science*, 1133(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1133/1/012032>
- Rosenblueth, M., Martínez-Romero, J., Ramírez-Puebla, S. T., Vera-Ponce de León, A., Rosas-Pérez, T., Bustamante-Brito, R., Rincón-Rosales, R., Martínez-Romero, E., Rosenblueth, M., Martínez-Romero, J., Ramírez-Puebla, S. T., Vera-Ponce de León, A., Rosas-Pérez, T., Bustamante-Brito, R., Rincón-Rosales, R., & Martínez-Romero, E. (2018). Endosymbiotic microorganisms of scale insects. *TIP. Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 21(1), 53–69. <https://doi.org/10.1016/J.RECQB.2017.08.006>
- Santillan, S. E. O. (2023). *Reducción de fuentes de inóculo de enfermedades del cultivo de cacao (theobroma cacao l.)* [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador].
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SANTILLAN%20SANCHEZ%20ELIAN%20OMAR.pdf>
- Sari, R. R. (2023). *Gestión de la diversidad de árboles para la resiliencia social-ecológica : Patrones, procesos y juegos de agrobosquico de Cacao y café*.
- Soesanthy, F., & Hapsari, A. D. (2022). Eficacia de algunos extractos vegetales contra las cochinillas harinosas en el cacao". *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 974(1), 012095. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/974/1/012095>
- Stauffer, S., & Rose, M. (1997). Soft Scale Insects their Biology, Natural Enemies and Control. *World Crop Pests*, 7, 183–205.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1572437997800838>
- Szklarzewicz, T., Michalik, K., Grzywacz, B., Kalandyk-Kołodziejczyk, M., & Michalik, A. (2021). Fungal associates of soft scale insects (Coccoomorpha: Coccidae). *Cells*, 10(8), 1922. <https://doi.org/10.3390/CELLS10081922/S1>
- Talero-Sarmiento, L. H., Lamos-Diaz, H., & Marquez-Gonzalez, J. D. (2025). Optimizing cocoa biomass density through integrated irrigation and drainage management under water stress: A linear programming approach. *Ecological Informatics*, 90, 103262. <https://doi.org/10.1016/J.ECOINF.2025.103262>
- Valverde-Rodríguez, A., Ramos-Vega, Y. I., Campos Albornoz, M. E., Jara Claudio, F. R., Valverde-Rodríguez, A., Ramos-Vega, Y. I., Campos Albornoz, M. E., & Jara Claudio, F. R. (2023). Plaguicidas de bajo impacto ambiental en el control de la cochinilla de la nieve *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera:

- Diaspididae) del mango en Perú. *Producción + Limpia*, 18(1), 30–39.
<https://doi.org/10.22507/PML.V18N1A3>
- Veloz, C. R. L., & Parada, G. O. (2020). *Análisis socioeconómico de los pequeños productores de cacao del recinto el Guabito, cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, Ecuador*. <https://revistas.uclave.org/index.php/teacs/article/view/3058>
- Vera-Velez, R., Ramos-Veintimilla, R., & Grijalva-Olmedo, J. (2024). Optimizing Pathogen Control through Mixed Cocoa–Plantain Agroecosystems in the Ecuadorian Coastal Region. *Agronomy*, 14(6).
<https://doi.org/10.3390/AGRONOMY14061107>
- Xu, C., Su, J., Qu, X., & Zhou, A. (2019). Ant-mealybug mutualism modulates the performance of co-occurring herbivores. *Scientific Reports*, 9(1).
<https://doi.org/10.1038/S41598-019-49334-3>

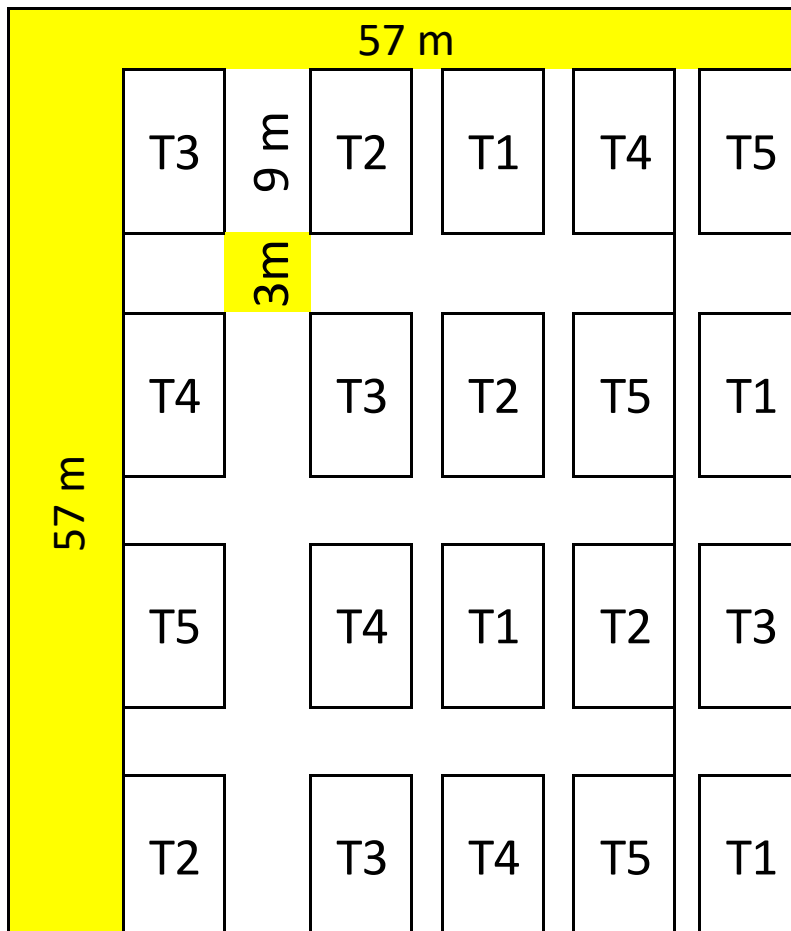
ANEXOS

Anexo 1 Figura 1 Área de tratamientos



Elaborado por: Autor, 2026

Anexo 2 Croquis de campo



Elaborado por: Autor, 2026

Anexo 3 Costos fijos de los tratamientos

Actividad	Concepto	Unidades	Cantidad	Precio unitario (USD)	Costo total (USD)
Control de malezas	Glufosinato de amonio	4 L	4	10	40
	Gramoxone	4 L	4	5,5	22
	Mano de obra (aplicación)	4 jornales	4	15	60
Riego	Gasolina	30 galones	30	2,52	75,6
Riego	Mano de obra	12 jornales	12	15	180
Fertilización	Ferticacao produccion	5 sacos	5	32	160
Fertilización	Jornales	4 jornales	4	12	48
Control fitosanitario	Cobre penta hidratado	2 kg	2	18	36
	Mano de obra	4 jornales	4	15	60
Cosecha	Mano de obra	24 jornales	30	12	360
Poda	mano de obra planta		0,18	1111	199,98
Total, costo de producción parcial					1241,58
Imprevisto 5%					124,158
Total, costo de producción parcial					1365,738

Elaborado por: Autor, 2026

Anexo 4: Costos variables de los tratamientos

Ítem	T1	T2	T3	T4	T5
Insecticida dosis l/ha	0,5	2	6	0,8	0
Precio	28	18	10	45	0
Costo producto (USD)	14	36	60	36	0
Jornales	4	4	4	4	0
Costo jornal (USD)	12	12	12	12	0
Costo mano de obra (USD)	48	48	48	48	0
Costo variable	62	84	108	84	0

Elaborado por: Autor, 2026

Anexo 5: Promedio de datos población inicial

Tratamiento	Repeticiones					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
T1 – Imidacloprid	36	52	61	42	37	45,6
T2 – Diazinon	55	43	47	62	32	47,8
T3 – Sales potásicas	61	39	53	59	31	48,6
T4 – Clorfenapir	41	54	59	42	34	46
T5 – Testigo	44	55	61	59	36	51

Elaborado por: Autor, 2026

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Población inicial	25	0,58	0,37	17,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1528,80	8	191,10	2,77	0,0396
Tratamiento	94,80	4	23,70	0,34	0,8449
Repeticiones	1434,00	4	358,50	5,19	0,0071
Error	1105,20	16	69,08		
Total	2634,00	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=16,10397

Error: 69,0750 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T5 – Testigo	51,00	5	3,72 A
T3 – Sales potásicas	48,60	5	3,72 A
T2 – Diazinon	47,80	5	3,72 A
T4 – Clorfenapir	46,00	5	3,72 A
T1 – Imidacloprid	45,60	5	3,72 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=16,10397

Error: 69,0750 gl: 16

Repeticiones	Medias	n	E.E.
3	56,20	5	3,72 A
4	52,80	5	3,72 A
2	48,60	5	3,72 A B
1	47,40	5	3,72 A B
5	34,00	5	3,72 B

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

Anexo 6 Promedios de población de cochinillas (%) a 7 días después de la aplicación

Tratamiento	Repeticiones					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
T1 – Imidacloprid	6	7	9	6	5	6,6
T2 – Diazinon	8	6	7	9	5	7
T3 – Sales potásicas	18	12	16	17	10	14,6
T4 – Clorfenapir	10	13	14	11	9	11,4
T5 – Testigo	49	61	68	66	41	57

Elaborado por: Autor, 2026

7 días después de la aplicación

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
7 días después de la aplic..	25	0,96	0,94	25,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9332,08	8	1166,51	48,94	<0,0001
Tratamiento	9091,84	4	2272,96	95,36	<0,0001
Repeticiones	240,24	4	60,06	2,52	0,0821
Error	381,36	16	23,84		
Total	9713,44	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,45976

Error: 23,8350 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T5 - Testigo	57,00	5	2,18	A
T3 - Sales potásicas	14,60	5	2,18	B
T4 - Clorfenapir	11,40	5	2,18	B
T2 - Diazinon	7,00	5	2,18	B
T1 - Imidacloprid	6,60	5	2,18	B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,45976

Error: 23,8350 gl: 16

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
3	22,80	5	2,18	A
4	21,80	5	2,18	A
2	19,80	5	2,18	A
1	18,20	5	2,18	A
5	14,00	5	2,18	A

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

Anexo 7 Promedios de población de cochinillas (%) a 14 días después de la aplicación

Tratamiento	Repeticiones					PROMEDIO	
	I	II	III	IV	V		
T1 - Imidacloprid		9	10	12	8	7	9,2
T2 - Diazinon		11	9	10	13	7	10
T3 - Sales potásicas		25	18	22	24	15	20,8
T4 - Clorfenapir		11	14	15	12	10	12,4
T5 - Testigo		56	68	75	73	48	64

Elaborado por: Autor, 2026

14 días después de la aplicación

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
14 días después de la apli..	25	0,97	0,95	21,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11063,28	8	1382,91	57,66	<0,0001
Tratamiento	10786,24	4	2696,56	112,43	<0,0001

Repeticiones	277,04	4	69,26	2,89	0,0563
Error	383,76	16	23,98		
Total	11447,04	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,48948

Error: 23,9850 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T5 - Testigo	64,00	5	2,19	A
T3 - Sales potásicas	20,80	5	2,19	B
T4 - Clorfenapir	12,40	5	2,19	B C
T2 - Diazinon	10,00	5	2,19	C
T1 - Imidacloprid	9,20	5	2,19	C

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,48948

Error: 23,9850 gl: 16

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
3	26,80	5	2,19	A
4	26,00	5	2,19	A
2	23,80	5	2,19	A
1	22,40	5	2,19	A
5	17,40	5	2,19	A

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

Anexo 8 Promedios de población de cochinillas (%) a 21 días después de la aplicación

Tratamiento	Repeticiones					PROMEDIO	
	I	II	III	IV	V		
T1 - Imidacloprid		14	15	18	13	11	14,2
T2 - Diazinon		17	14	15	19	10	15
T3 - Sales potásicas		34	26	31	33	22	29,2
T4 - Clorfenapir		13	16	18	14	12	14,6
T5 - Testigo		63	76	83	81	56	71,8

Elaborado por: Autor, 2026

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
21 días después de la apli..	25	0,97	0,95	17,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12631,52	8	1578,94	64,21	<0,0001
Tratamiento	12271,36	4	3067,84	124,76	<0,0001
Repeticiones	360,16	4	90,04	3,66	0,0266
Error	393,44	16	24,59		
Total	13024,96	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,60841

Error: 24,5900 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T5 - Testigo	71,80	5	2,22	A
T3 - Sales potásicas	29,20	5	2,22	B
T2 - Diazinon	15,00	5	2,22	C
T4 - Clorfenapir	14,60	5	2,22	C
T1 - Imidacloprid	14,20	5	2,22	C

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,60841

Error: 24,5900 gl: 16

Repeticiones	Medias	n	E.E.
3	33,00	5	2,22 A
4	32,00	5	2,22 A
2	29,40	5	2,22 A B
1	28,20	5	2,22 A B
5	22,20	5	2,22 B

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

Anexo 9 Promedios de datos de peso 100 granos (g)

Tratamiento	Repeticiones					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
T1 – Imidacloprid	121	125,0	127,2	118,0	123,0	122,84
T2 – Diazinon	118	122,0	124,2	115,0	120,0	119,84
T3 – Sales potásicas	119	123,0	125,0	116,0	121,0	120,8
T4 – Clorfenapir	120	124,0	126,0	117,0	122,0	121,8
T5 – Testigo	95	101,2	109,0	101,0	97,0	100,64

Elaborado por: Autor, 2026

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
peso 100 grano	25	0,97	0,96	1,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1996,82	8	249,60	67,03	<0,0001
Tratamiento	1738,96	4	434,74	116,74	<0,0001
Repeticiones	257,86	4	64,46	17,31	<0,0001
Error	59,58	16	3,72		
Total	2056,40	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,73919

Error: 3,7240 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1 – Imidacloprid	122,84	5	0,86 A
T4 – Clorfenapir	121,84	5	0,86 A
T3 – Sales potásicas	120,84	5	0,86 A
T2 – Diazinon	119,84	5	0,86 A
T5 – Testigo	100,64	5	0,86 B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,73919

Error: 3,7240 gl: 16

Repeticiones	Medias	n	E.E.
3	122,36	5	0,86 A
2	119,04	5	0,86 A B
5	116,60	5	0,86 B C
1	114,60	5	0,86 C
4	113,40	5	0,86 C

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

Anexo 10 Promedios de datos Rendimiento (kg/ha/año)

Tratamiento	Repeticiones					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
T1 – Imidacloprid	1958,66	1730,4	2498,5	1634,8	1307,8	1826,02
T2 – Diazinon	1704,27	1844,4	2384,4	2085,1	1087,9	1821,22
T3 – Sales potásicas	2137,82	1757,2	2057,3	1541,4	1500,3	1798,78
T4 – Clorfenapir	1679,83	1790,8	1713,3	1492,3	1301,2	1595,48
T5 – Testigo	953,07	1191,79	1309,1	813,3	1185,4	1065,22

Elaborado por: Autor, 2026

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	25	0,77	0,65	15,42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3337769,35	8	417221,17	6,63	0,0007
Tratamiento	1968670,44	4	492167,61	7,82	0,0011
Repeticiones	1369098,91	4	342274,73	5,44	0,0058
Error	1007071,81	16	62941,99		
Total	4344841,16	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=486,11903

Error: 62941,9880 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1 – Imidacloprid	1826,03	5	112,20 A
T2 – Diazinon	1821,22	5	112,20 A
T3 – Sales potásicas	1798,78	5	112,20 A
T4 – Clorfenapir	1595,48	5	112,20 A
T5 – Testigo	1092,30	5	112,20 B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=486,11903

Error: 62941,9880 gl: 16

Repeticiones	Medias	n	E.E.
3	1992,52	5	112,20 A
1	1686,73	5	112,20 A B
2	1662,92	5	112,20 A B
4	1515,13	5	112,20 A B
5	1276,51	5	112,20 B

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

Anexo 11 Tratamientos en estudios



Elaborado por: Autor, 2026

Anexo 12 Presencia cochinilla en los tratamientos de estudios



Elaborado por: Autor, 2026

Anexo 13 Presencia de cochinilla



Elaborado por: Autor, 2026

Anexo 14: Tratamientos en estudios



Elaborado por: Autor, 2026

Anexo 15 Mazorca atacada con cochinilla

Elaborado por: Autor, 2026

Anexo 16 Insecticidas evaluados

Elaborado por: Autor, 2026

Anexo 17 Aplicación de los tratamientos



Elaborado por: Autor, 2026

Anexo 18 Dosificación de los tratamientos en estudios



Elaborado por: Autor, 2026

Anexo 19: Diámetro de mazorca

Elaborado por: Autor, 2026

Anexo 20 Longitud de mazorca

Elaborado por: Autor, 2026

Anexo 21 Número de grano por mazorca

Elaborado por: Autor, 2026

Anexo 22 Peso de 100 granos de cacao seco

Elaborado por: Autor, 2026

Anexo 23 peso por tratamientos



Elaborado por: Autor, 2026

Anexo 24 Visita del tutor



Elaborado por: Autor, 2026

Anexo 25 Asistencia técnica

Elaborado por: Autor, 2026