UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE MONILLA *(Moniliophthora roreri)* EN CACAO *(Theobroma cacao)* MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TRES FUNGICIDAS EN EL CANTÓN CALUMA

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.

Autora:

Leslie Abigail Paz Alguiar

Tutor:

Ing. Kleber Espinoza Mora Mg

Guaranda – Ecuador

2025

EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE MONILLA *(Moniliophthora roreri)* EN CACAO *(Theobroma cacao)* MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TRES FUNGICIDAS EN EL CANTÓN CALUMA

REVISADO Y APROBADO POR:

Ing. Kleber Espinoza Mora Mg
TUTOR

Ing. Washigton Donato Ortiz MSc.
DOCENTE LECTOR

Ing. Sonia Fierro Borja Mg
DOCENTE LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Leslie Abigail Paz Alguiar con C.I 1805388780 declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

Leslie Abigail Paz Alguiar
C.I 1805388780
AUTORA

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

Ing. Kleber Espinoza Mora Mg
C.I 0200989630
TUTOR

ESCRITURA N°20250201004P01263

DECLARACIÓN JURAMENTADA

OTORGA:
LESLIE ABIGAIL PAZ ALGUIAR
CUANTÍA: INDETERMINADA
Di 2 COPIAS

P.A.
En el Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy jueves a los once días del mes de diciembre del año dos mil veinticinco, ante mí **DOCTORA MSC. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA** comparece con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, la señorita **LESLIE ABIGAIL PAZ ALGUIAR**, por sus propios y personales derechos. La compareciente declara ser de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, de estado civil soltera, de ocupación estudiante, domiciliada en la parroquia Ulva, cantón Baños, Provincia Tungurahua y de paso por este cantón Guaranda, provincia Bolívar; con celular número cero nueve ocho siete nueve seis dos uno ocho cinco y con correo electrónico lpaz@mailes.ueb.edu.ec, hábil en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quien de conocer doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación, en base a la cual obtengo la certificación de dato biométrico del Registro Civil, La compareciente me autoriza de conformidad con el artículo setenta y cinco de la Ley Orgánica de Gestión de la Identidad y Datos Civiles, a la obtención e impresión del Registro Personal Único cuyo custodio es la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación, que incorporo a la presente escritura. Además, me facultan de conformidad con el artículo sesenta y seis, numeral diecinueve de la Constitución de la República del Ecuador, en concordancia con el artículo ocho, de la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, a declarar y dar un tratamiento legítimo a sus datos personales en el presente instrumento público y además a petición expresa de las partes adjunto sus documentos personales como son cedulas de ciudadanía y certificados de votación, mismos que agrego a esta escritura como habilitantes. Advertida la compareciente por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinada que fue en forma aislada y separada de que comparece al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, advertida la compareciente de la obligación que tiene de decir la verdad y conocedora de la penas de perjurio declara: Yo, **LESLIE ABIGAIL PAZ ALGUIAR**, de estado civil soltera, declaro bajo juramento que: los criterios e ideas emitidos en el presente trabajo de investigación titulado **EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE MONILLA (*Moniliophthora roreri*) EN CACAO (*Theobroma cacao*) MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TRES FUNGICIDAS EN EL CANTÓN CALUMA.** El trabajo de investigación aquí escrito es de mi autoría y por lo tanto soy responsable de las ideas y contenidos expuestos en el mismo y autorizo a la Universidad Estatal de Bolívar a hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de lo que contiene la obra, con fines estrictamente académicos o de investigación expuestos en el mismo. En el proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Es todo cuanto puedo declarar. Para su celebración y otorgamiento se observaron los preceptos de ley que el caso requiere; y, leída que le fue íntegramente a la compareciente por mí la Notaria, aquella se afirma y ratifica en todas sus partes y firma junto conmigo en unidad de acto, incorporándose al protocolo de esta Notaria, la presente declaración juramentada, de todo lo cual doy Fe. ----------

SRTA. LESLIE ABIGAIL PAZ ALGUIAR.
C.C. 1805388780

DOCTORA MSc. GINA CLAVIJO CARRION
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Cacao_Leslie_Paz

9% Textos sospechosos

- 3% Similitudes
- 0% similitudes entre comillas
- < 1% entre las fuentes mencionadas
- 6% Idiomas no reconocidos
- 29% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: Cacao_Leslie_Paz.docx
ID del documento: 8d218e0bd8e19cf345237de748b8549f604c655d
Tamaño del documento original: 3,5 MB
Autor: Leslie Abigail Paz Aguiar

Depositante: JORGE WASHINGTON DONATO ORTIZ
Fecha de depósito: 11/12/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 11/12/2025

Número de palabras: 18.119
Número de caracteres: 118.517

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	dspace.uob.edu.ec https://dspace.uob.edu.ec/bitstream/123456789/5376/1/Tesis%20Cacao%20Nacional%20Arriba%20Fino%20de%20Aroma.pdf 7 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (256 palabras)
2	cia.uagraria.edu.ec https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CALDERON%20ZAMBRANO%20JUAN%20LUIS.pdf 8 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (74 palabras)
3	Documento de otro usuario #d1e80 Viene de de otro grupo 6 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (51 palabras)
4	Documento de otro usuario #e47c5 Viene de de otro grupo 6 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (44 palabras)
5	repositorio.uteq.edu.ec https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/7d5a8b68-1ce4-49b4-9b5c-5f2[illegible] 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (41 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	cia.uagraria.edu.ec https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/JANA%20MACIAS%20KATHERINE%20PEDRO.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
2	www.scielo.org.mx | Manejo cultural, químico y genético de Moniliophthora rore... https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342023000100208	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)
3	repositorio.utc.edu.ec https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/[illegible]/1/T-UTC-[illegible].pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)
4	dx.doi.org | Manejo agroecológico de la Moniliasis en el cultivo de cacao (Theobr... https://doi.org/10.21555/rebvi.v5i5.120	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)
5	cia.uagraria.edu.ec https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CELY%20ROMERO%20LOLITA%20ELISEO.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

TUTOR

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se la dedico a Dios y a la Virgen quienes han sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día| de hoy quienes me han brindado la oportunidad de vivir y fortalecer mi sabiduría para culminar una de las etapas mas anheladas gracias por no desampararme y enseñarme a ser una mujer de bien.

A mis padres Fernando Paz y Carmen Alguiar quienes con su amor esfuerzo y paciencia me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño mas y gracias por inculcar en mi el ejemplo de esfuerzo y valentía de no temer a las adversidades por que Dios esta conmigo siempre en cada momento.

A mi hermano Mateo por su cariño y apoyo incondicional durante este proceso por estar conmigo en todo momento gracias.

A toda mi familia porque con sus consejos y palabras de motivación hicieron de mi una mejor persona y de una o otra forma me acompañaron en todos mis sueños y metas.

Finalmente, a una persona especial que me apoyo y estuvo conmigo al iniciar este proceso y un besito al cielo.

Con mucho amor, Leslie

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Estatal de Bolívar, en especial a la Facultad Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, por abrirme las puertas y brindarme el conocimiento para sobresalir en el mundo laboral y profesional.

Agradezco a Dios y la virgen por guiarme por no desampárarme en ningún momento de mi vida por proporcionarme salud y la fortaleza para salir adelante y culminar con éxito una etapa mas de mi vida.

Agradezco también a mis docentes, a mi Tutor Ing. Kleber Espinoza Mora que con su ayuda, tiempo, dedicación y sobre todo mucha paciencia, me ha brindado su conocimiento para culminar con éxito este proyecto de investigación.

También agradezco a mis pares lectores Ing. Sonia Fierro Borja e Ing. Washigton Donato Ortiz por brindarme de su tiempo y conocimiento durante este proceso.

Agradezco a toda mi familia, quien me apoyo en los momentos más difíciles y me brindaron sus consejos que me han sido útiles para mi vida estudiantil, gracias mamá y papá por darme el cariño, la paciencia y confianza necesaria para contarles todo y demostrarles que pueden ser mis mejores amigos.

Gracias a todas esas personas, amigos, vecinos y conocidos que se han presentado durante este trayecto de mi vida y que de una u otra manera llegaron a ser muy importantes y necesarias.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido **Pag**

CAPÍTULO I..... 1

1.1. INTRODUCCIÓN 1

1.2. PROBLEMA..... 3

1.3. OBJETIVOS 4

1.4. HIPÓTESIS..... 5

CAPÍTULO II 6

2. MARCO TEÓRICO..... 6

2.1. Origen del cacao..... 6

2.2. Historia del cacao en Ecuador..... 7

2.3. Clasificación taxonómica del cultivo del cacao 9

2.4. Clasificación botánica del cacao 9

2.4.1. Planta..... 9

2.4.2. Sistema radicular..... 9

2.4.3. Hojas 9

2.4.4. Flores..... 10

2.4.5. Fruto 10

2.5. Requerimiento edafoclimático 10

2.5.1. Suelo..... 11

2.5.2. Riego 11

2.5.3. Clima..... 11

2.5.4. Temperatura 11

2.5.5. Agua 12

2.5.6. Viento..... 12

2.5.7. Sombra 12

2.6. Características del cacao 12
2.6.1. Características generales 12
2.6.2. Características del CCN-51 13
2.7. Cacao mejorado 13
2.7.1. Cacao de Ramilla CCN-51 14
2.8. Enfermedades del cacao 14
2.8.1. La monillasis *(Moniliophthora roreri)* 14
2.8.2. Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) 18
2.8.3. Mazorca negra o fitoptora (*Phytophthora* sp) 18
2.9. Plagas del cacao 19
2.9.1. Barrenador o talador del tronco (*Xyleborus* spp) 19
2.10. Manejo del cultivo 19
2.10.1. Selección del terreno 19
2.10.2. Plantación 20
2.10.3. Sombreamiento 20
2.10.4. Control de malezas 20
2.10.5. Poda 21
2.10.6. Control fitosanitario 21
2.11. Fungicida 21
2.11.1. Ozoagro 22
2.11.2. Fosetyl aluminio 24
2.11.3. Mancozeb - cimazol 26
CAPÍTULO III 28
3. MARCO METODOLÓGICO 28
3.1. Ubicación de la investigación 28
3.2. Metodología 28

3.2.1. Materiales en estudio 28
3.2.2. Factores en estudio 29
3.2.3. Tratamientos 29
3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico 29
3.2.5. Manejo de la investigación 29
3.2.6. Métodos de evaluación (variable respuesta) 31
3.2.7. Análisis de datos 32
CAPÍTULO IV 33
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 33
4.1. Interpretación de resultados 33
4.1.1. Número de mazorcas sanas (NMS) 33
4.1.2. Incidencia de monilla por mazorca (IMM) 35
4.1.3. Número de mazorca pequeña con monilla (NMPM) 37
4.1.4. Número de mazorca mediana con monilla (NMMM) 39
4.1.5. Número de mazorca grande con monilla (NMGM) 41
4.1.6. Porcentaje de tejido afectado en mazorca pequeña (PTMP) 43
4.1.7. Porcentaje de tejido afectado en mazorca mediana (PTMM) 45
4.1.8. Porcentaje de tejido afectado en mazorca grande (PTMG) 47
4.1.9. Análisis de correlación y regresión lineal 49
4.1.10. Comprobación de hipótesis 51
CAPÍTULO V 52
5.1. CONCLUSIONES 52
5.2. RECOMENDACIONES 54
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag.
1	Resultados de los análisis estadísticos en el número de mazorcas sanas (NMS)	30
2	Resultados de los análisis estadísticos en la incidencia de monilla por mazorca (IMM)	32
3	Resultados de los análisis estadísticos en el número de mazorca pequeña con monilla (INMPM)	34
4	Resultados de los análisis estadísticos en el número de mazorca mediana con monilla (INMMM)	36
5	Resultados de los análisis estadísticos en el número de mazorca grande con monilla (INMGM)	38
6	Resultados de los análisis estadísticos en el porcentaje de tejido afectado en mazorca pequeña (PTMP)	40
7	Resultados de los análisis estadísticos en el porcentaje de tejido afectado en mazorca mediana (PTMM)	42
8	Resultados de los análisis estadísticos en el porcentaje de tejido afectado en mazorca grande (PTMG)	44
9	Resultados de análisis de correlación y regresión lineal de la variable independiente (Xs) que tuvieron una estrechez significativa sobre el número de mazorcas sanas (variable dependendiente Y)	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Detalle	Pag.
1	Valores promedios para el número de mazorcas sanas (NMS)	30
2	Valores promedios para la incidencia de monilla por mazorca (IMM)	32
3	Valores promedios para el número de mazorca pequeña con monilla (NMPM)	34
4	Valores promedios para el número de mazorca mediana con monilla (NMMM)	36
5	Valores promedios para el número de mazorca grande con monilla (NMGM)	38
6	Valores promedios para el porcentaje de tejido afectado en mazorca pequeña (PTMP)	40
7	Valores promedios para el porcentaje de tejido afectado en mazorca mediana (PTMM)	42
8	Valores promedios para el porcentaje de tejido afectado en mazorca grande (PTMG)	44

ÍNDICE DE ANEXOS

N°.	Detalle
1	Mapa de ubicación de la investigación
2	Croquis del ensayo
3	Base de datos
4	Manejo de campo
5	Glosario de términos técnicos

RESUMEN

El presente estudio, titulado Evaluación de la incidencia y severidad de monilla *(Moniliophthora roreri)* en cacao *(Theobroma cacao)* mediante la aplicación de tres fungicidas en El Triunfo, cantón Caluma", tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de tres fungicidas (Ozoagro, Fosetyl aluminio y Mancozeb) sobre la incidencia y severidad de la monilla, enfermedad que afecta significativamente la producción de cacao en la provincia de Bolívar. La investigación responde a la necesidad urgente de encontrar alternativas eficientes y sostenibles frente a un patógeno que causa severas pérdidas económicas en los cacaotales del país. Se plantearon como objetivos específicos: i). cuantificar el daño de la monilla en los diferentes estadios de desarrollo de la mazorca y ii). comparar el efecto de los tres fungicidas sobre dicha enfermedad. La metodología empleada fue un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro tratamientos, incluyendo un testigo sin fungicida, distribuidos en 72 plantas de cacao CCN-51, con aplicaciones foliares quincenales durante tres meses. Se evaluaron variables como número de mazorcas sanas, incidencia por mazorca y porcentaje de tejido afectado por tamaño de fruto. Los resultados evidenciaron que Fosetyl aluminio (T2) fue el tratamiento más efectivo, incrementando el número de mazorcas sanas de 5.0 a 34.8 y reduciendo la incidencia de monilla en un 21.9%. Mancozeb (T3) también mostró reducción efectiva (22.0%), mientras que Ozoagro (T1) presentó un efecto limitado. El testigo (T4), si bien incrementó las mazorcas sanas, partieron de valores muy bajos. Se concluye que el tipo de fungicida influye significativamente en la sanidad del cultivo, destacando el Fosetyl aluminio como una herramienta prometedora para el manejo integrado de la monilla. Esta investigación aporta criterios técnicos clave para mejorar la productividad del cacao en zonas afectadas por esta enfermedad.

Palabras clave: cacao, moniliophthora, fungicidas, incidencia, severidad.

SUMMARY

The present study, entitled “Evaluation of the incidence and severity of monilla (Moniliophthora roreri) in cocoa (Theobroma cacao) through the application of three fungicides in El Triunfo, Caluma canton”, had as its main objective to evaluate the effect of three fungicides (Ozoagro, Fosetyl aluminum and Mancozeb) on the incidence and severity of monilla, a disease that significantly affects cocoa production in the province of Bolivar. The research responds to the urgent need to find efficient and sustainable alternatives to a pathogen that causes severe economic losses in cocoa plantations in the country. The specific objectives were: to quantify the damage of monilla in the different stages of ear development and to compare the effect of the three fungicides on the disease. The methodology used was a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments, including a control without fungicide, distributed on 72 CCN-51 cocoa plants, with biweekly foliar applications during three months. Variables such as number of healthy ears, incidence per ear and percentage of affected tissue per fruit size were evaluated. The results showed that Fosetyl aluminum (T2) was the most effective treatment, increasing the number of healthy ears from 5.0 to 34.8 and reducing monilla incidence by 21.9%. Mancozeb (T3) also showed an effective reduction (22.0%), while Ozoagro (T1) had a limited effect. The control (T4), although it increased the number of healthy ears, started from very low values. It is concluded that the type of fungicide significantly influences crop health, highlighting Fosetyl aluminum as a promising tool for the integrated management of monilla. This research provides key technical criteria to improve cocoa productivity in areas affected by this disease.

Key words: cocoa, moniliophthora, fungicides, incidence, severity.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El cacao es un cultivo de gran relevancia tanto a nivel mundial como para las economías de varios países tropicales, incluyendo Ecuador, donde se produce una de las variedades más apreciadas a nivel global: el Cacao Fino de Aroma. Este cultivo es la base de la industria del chocolate, uno de los productos más valorados por los consumidores en todo el mundo. Además de su valor económico, el cacao tiene una gran importancia cultural e histórica, siendo un símbolo de identidad para muchas comunidades productoras (Furcal & Torres, 2020).

En cuanto a las exportaciones, Ecuador se ha consolidado como uno de los principales exportadores de cacao a nivel global, ocupando una posición privilegiada en el mercado de cacao fino. Este país contribuye con aproximadamente el 60% de la oferta mundial de Cacao Fino de Aroma, lo que no solo impulsa su economía, sino que también fortalece su reputación en la producción de un producto de alta calidad. Las exportaciones de cacao representan una fuente crucial de divisas y generan empleo para miles de familias que dependen directamente del cultivo (Enriquez, 2020).

A nivel nacional, el cacao es uno de los pilares del sector agrícola ecuatoriano. Su producción se concentra en varias provincias, como Los Ríos, Manabí y Guayas, donde numerosas pequeñas y medianas fincas se dedican a su cultivo. El impacto social y económico del cacao es profundo, ya que constituye una fuente importante de ingresos para agricultores y comunidades rurales. Además, el crecimiento del sector ha promovido iniciativas de sostenibilidad y conservación de los bosques, que son esenciales para el equilibrio ambiental (Ortiz & Paredes, 2021).

En la provincia de Bolívar, ubicada en la región Andina de Ecuador, el cultivo de cacao ha emergido como un componente esencial de la economía rural. Según datos oficiales del Ministerio de Agricultura y Ganadería , en 2023 la provincia produjo aproximadamente 11526 toneladas de cacao cultivadas en 17 304 hectáreas, ocupando el octavo puesto a nivel nacional. Este rendimiento provincial, aunque

modesto comparado con las zonas costeras, refleja una tendencia de diversificación agrícola, donde el cacao convive con cultivos tradicionales de altura (Quintana, 2024).

A nivel cantonal, por ejemplo, en Caluma el cacao se cultiva en unas 4 770 ha, con una producción estimada de 230 t. Por otro lado, en cantones como Caluma, Echeandía, Las Naves y San Luis de Pambil, se desarrollan aproximadamente 17 984 ha dedicadas al cultivo cacaotero, con cerca de 958 t de producción (Bailón et al., 2024).

La monilla, causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, es una de las enfermedades más devastadoras que afecta a los cultivos de cacao en regiones tropicales. Este patógeno ataca las mazorcas, provocando una pudrición característica que no solo reduce la calidad y cantidad de las almendras, sino que también genera importantes pérdidas económicas para los agricultores (Jara, 2024).

Entre las estrategias para combatir la monilla, el uso de fungicidas ha sido una herramienta clave en los programas de manejo fitosanitario. Los fungicidas, ya sean de contacto o sistémicos, actúan impidiendo el crecimiento del hongo o eliminándolo directamente, reduciendo así su impacto en las plantaciones. Sin embargo, el uso inadecuado de estos productos, sumado a la resistencia que el hongo ha desarrollado en algunos casos, ha llevado a una disminución de su efectividad. Por ello, es crucial no solo optimizar la aplicación de los fungicidas disponibles, sino también investigar y validar nuevas moléculas o combinaciones que sean más eficaces y sostenibles. Esto, complementado con otras prácticas culturales, es esencial para garantizar la productividad y la calidad del cacao frente al avance de la monilla (Béjar & Espinoza, 2023).

1.2. PROBLEMA

La producción de cacao enfrenta serios desafíos, siendo la monilla uno de los problemas más críticos. Esta enfermedad fúngica, causada por *Moniliophthora roreri*, afecta directamente las mazorcas, causando grandes pérdidas de producción al deteriorar la calidad y reducir la cantidad de almendras cosechables. Sin un control adecuado, la monilla genera daños económicos considerables, que afectan tanto a los productores como a la cadena de valor del cacao.

Este problema plantea la necesidad de identificar y validar nuevas moléculas, así como de explorar combinaciones de fungicidas que puedan ofrecer un control más duradero y sostenible de la enfermedad. La resistencia del hongo *Moniliophthora roreri* a los fungicidas tradicionales representa un desafío significativo para el control efectivo de la monilla en los cultivos de cacao. La aplicación repetida y prolongada de los mismos compuestos químicos ha facilitado el desarrollo de mecanismos de resistencia en el hongo, reduciendo progresivamente la eficacia de los tratamientos y complicando las estrategias de manejo.

La falta de alternativas eficaces no solo amenaza la rentabilidad de las plantaciones, sino que también pone en riesgo la estabilidad económica de los productores y la competitividad del cacao en el mercado.

Este problema se agrava debido al uso inadecuado o insuficiente de fungicidas, una situación que persiste por la falta de capacitación y la disponibilidad limitada de productos específicos para combatir la monilla. La persistencia de esta enfermedad afecta directamente la rentabilidad y sostenibilidad de las plantaciones, y, en muchos casos, lleva al abandono de parcelas, amenazando la viabilidad económica del cultivo a largo plazo.

Esta investigación se centra en la necesidad de desarrollar y evaluar estrategias de control, incluyendo la aplicación de fungicidas más efectivos y sostenibles, para reducir el impacto de la monilla en los cultivos de cacao y garantizar así la estabilidad y competitividad de este sector en el mercado.

1.3. OBJETIVOS

- **Objetivo General**

Evaluar la incidencia y severidad de la monilla en cacao mediante la aplicación de tres fungicidadas.

- **Objetivos Específicos**

- Cuantificar el daño de monilla en los diferentes estadíos de la mazorca de cacao.
- Comparar el efecto de los tres fungicidas en la incidencia y severidad de monilla.

1.4. HIPÓTESIS

Ho: La incidencia y serveridad de la monilla en el cultivo del cacao no depende de los tipos de fungicidas.

Ha: La incidencia y serveridad de la monilla en el cultivo del cacao depende de los tipos de fungicidas.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen del cacao

Diversos autores coinciden en que el cultivo del cacao se originó en México y América Central. Los aztecas consideraban que el árbol de cacao tenía un origen divino, y creían que su consumo brindaba sabiduría y discernimiento. Por esta razón, Linné denominó a la especie *Theobroma cacao L*., que se traduce como "alimento de los dioses". Se cree que el cacao criollo surgió después de haber llegado a las tierras bajas de Venezuela, para luego extenderse a Colombia, Ecuador, y posteriormente a América del Norte y México (Vergara, 2021).

A pesar de su expansión, México fue el primer país en cultivar la semilla de cacao. Los antiguos mexicanos solían tostar las semillas y mezclarlas con agua, creando una bebida rica y amarga a la que llamaron "xocolat". Con el tiempo, esta bebida llegó a Europa, donde se le agregó azúcar para hacerla más dulce. En Inglaterra, se produjo el primer chocolate similar al que conocemos hoy en día. Además, las semillas de cacao fueron utilizadas como moneda para la compra de diversos bienes de uso cotidiano (Anahuac, 2020).

El árbol de cacao puede alcanzar una altura de hasta 25 metros, y su etapa de mayor productividad se extiende entre los ocho y 30 años de edad. Cada tres meses, el cacao renueva su follaje, cuyas hojas nacen con un tono rosado y luego se tornan verdes. El suelo de la plantación se cubre con una capa de hojas caídas, que forman parte del ciclo natural del árbol. Por otro lado, se cree que el origen del cacao es selvático, probablemente en la Amazonía. Los antiguos habitantes de Mesoamérica, hace unos 5000 años, habrían descubierto y transportado el cacao al territorio que hoy es México, ya que existen pruebas de su uso ritual entre los olmecas hace 3500 años (Etece, 2021).

2.2. Historia del cacao en Ecuador

El cacao tiene un origen selvático, probablemente en la región amazónica. Se estima que hace unos 5000 años, los antiguos pueblos de Mesoamérica lo descubrieron y lo trasladaron al territorio que hoy conocemos como México, donde se han encontrado evidencias de su uso ritual por la cultura olmeca hace unos 3500 años. Existen diversas teorías sobre su origen, muchas de las cuales se basan en su nombre, que podría derivar del término maya "cacaoatl," procedente del maya clásico "kakaw(a)." Además, se sabe que los aztecas valoraban altamente el cacao, y que en algunas culturas precolombinas, este se utilizaba como moneda de cambio. Tras la colonización de América, los europeos conocieron el cacao y comenzaron a endulzar las bebidas de cacao con azúcar, para adaptarlas a su gusto, que no estaba acostumbrado al sabor amargo del fruto (Anecacao - Asociación Nacional de Exportadores de Cacao, 2020).

Los mayas ya utilizaban la vaina del cacao para preparar una bebida alrededor del año 600. De igual manera, existen registros que documentan la preferencia de los aztecas por el cacao. Ellos elaboraban una bebida amarga y concentrada conocida como "techocolat," cuyo consumo estaba restringido al emperador, los nobles y los guerreros. Para las sociedades indígenas, la vaina del cacao tenía más valor que el oro, y se empleaba como moneda de trueque en sus intercambios comerciales (Cacaomexico, 2023).

En la actualidad, la costa ecuatoriana sigue siendo una fuente rica en información sobre el desarrollo de las culturas que aún habitan la región. Ecuador ha extendido el cultivo de cacao a lo largo de su territorio, posicionándolo como uno de los cultivos de mayor extensión. El país está llevando a cabo un programa impulsado por el Ministerio de Ambiente y Agua, el Ministerio de Agricultura y Ganadería, con el apoyo del PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). Este proyecto promueve la conservación de los bosques y la reducción de la deforestación, con el objetivo de consolidar a Ecuador como un productor sostenible de cacao libre de deforestación. Entre sus metas también está mejorar la trazabilidad y operatividad de los centros de acopio, así como facilitar la certificación de Buenas Prácticas Agrícolas para las fincas productoras. El desafío

principal es destacar el cacao ecuatoriano no solo por su origen, sino también por su calidad y su valor ambiental, contribuyendo a la preservación de los bosques amazónicos, su fuente natural (Güilcapi, 2021).

Algunos estudios consideran al cacao ecuatoriano como un cuarto tipo genético debido a sus características únicas de sabor y aroma, diferenciándolo de los tres grupos genéticos tradicionales. Este tipo de cacao es conocido como "cacao nacional del Ecuador." Además, se han encontrado restos de cacao en la costa ecuatoriana, como en conchas de spondylus, lo que refuerza la hipótesis de su traslado a lo largo del litoral. Este producto también fue transportado a Centroamérica y al sur de México, donde las civilizaciones azteca y maya lo utilizaron tanto como bebida sagrada como moneda de cambio. En otros lugares como Colombia, Perú, Venezuela, Brasil, las Guayanas y Trinidad, el cacao también ha dejado huellas de su presencia a lo largo de la historia (Villacís, 2019).

Ecuador se ha consolidado como el primer productor mundial de cacao fino de aroma, cubriendo el 60% de la demanda internacional de este producto. En 2015, el país produjo 264 mil toneladas métricas de cacao, generando ingresos por 800 millones de dólares. A nivel global, cerca de 14 millones de personas trabajan en la industria del cacao, y en Ecuador, alrededor de 80450 productores, muchos de ellos en pequeñas granjas, se dedican a su cultivo. Sin embargo, el cacao es una planta difícil de cultivar y la mayoría de las granjas presentan rendimientos bajos (Montenegro, 2020).

En los últimos tres años, Ecuador ha logrado posicionarse como el tercer productor mundial de cacao. A pesar de ello, factores como el cambio climático, las concentraciones de cadmio y la pandemia de COVID-19 han impactado la cadena productiva del cacao en el país. A pesar de estos retos, el análisis de la cadena productiva y comercial del cacao, junto con los datos de producción y exportación, indican que Ecuador tiene un gran potencial para mantener su posición competitiva. Sin embargo, aunque se han propuesto diversos planes para mejorar la competitividad del cacao ecuatoriano, estos no han tomado en cuenta completamente las condiciones en las que se desarrolla la producción agrícola (Novasinergia, 2021).

2.3. Clasificación taxonómica del cultivo del cacao

Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Género	Theobroma
Especie	cacao

Fuente: Roquillo (2020)

2.4. Clasificación botánica del cacao

2.4.1. Planta

Es un árbol de tamaño mediano, que generalmente alcanza entre 5 y 8 metros de altura, aunque puede llegar a medir hasta 20 metros cuando crece sin restricciones y bajo una sombra densa. Su copa es densa y redondeada, con un diámetro que varía entre 7 y 9 metros. El tronco es recto, aunque puede presentar diversas formas dependiendo de las condiciones del entorno (infoAgro, 2023)

2.4.2. Sistema radicular

Su sistema radicular presenta una raíz principal pivotante, de la cual surgen numerosas raíces secundarias. La mayoría de estas raíces se encuentran en los primeros 30 cm del suelo y puede llegar hasta los 2 m de profundidad (Valenzuela, 2021).

2.4.3. Hojas

Las ramas y hojas del árbol pueden variar en color, desde un verde claro hasta un marrón suave, y en ocasiones, presentan tonalidades moradas o rojizas. Las hojas son elípticas, con un peciolo corto, y cuando maduran adquieren un color verde intenso (Dostert et al., 2020).

2.4.4. Flores

Los racimos, que contienen los frutos, son pequeños y se desarrollan sobre el tejido de un año, tanto en el tronco como en las ramas, alrededor de los sitios donde previamente se encontraban las hojas. Las flores son pequeñas y se abren en las tardes, permaneciendo fértiles durante todo el día siguiente. La corola de las flores es de color blanco o amarillo, mientras que el cáliz es de color rosa. Los pétalos son alargados y delgados (Zambrano, 2020).

2.4.5. Fruto

El fruto suele tener una forma de baya, midiendo alrededor de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, con una apariencia elíptica. Su color puede variar entre rojo, morado o marrón, pero al madurar adquiere tonalidades completamente amarillas o con manchas anaranjadas. La cáscara del fruto es bastante gruesa, dura y suave al tacto, y presenta una forma amelonada, con una base que se estrecha hacia la punta, asemejando una especie de cuello de botella. El fruto está dividido internamente en cinco celdas. La pulpa, que puede ser de color blanco o marrón, tiene un sabor que varía de ácido a dulce. Contiene entre 20 y 50 semillas, las cuales son de color marrón o morado. Estas semillas tienen un sabor que puede ser tanto dulce como amargo y su superficie es ligeramente rugosa (Amado *et al.*, 2020).

2.5. Requerimiento edafoclimático

El crecimiento, desarrollo y rendimiento óptimo del cacao dependen en gran medida de las condiciones ambientales de su entorno natural. Así, los factores climáticos tienen un impacto directo en la producción de las plantaciones. Dado que el cacao es una planta perenne, es crucial que las condiciones de temperatura y humedad sean adecuadas para su cultivo. Los periodos vegetativos, como la floración, brotación y cosecha, están influenciados por el clima. Esta relación entre las condiciones climáticas y el ciclo vegetativo permite la elaboración de calendarios agroclimáticos ajustados a las necesidades del cultivo (Campero, 2021).

2.5.1. Suelo

Los suelos son fundamentales para el crecimiento de nuevos árboles, especialmente en el caso del cacao, que requiere suelos más sueltos y profundos. Estos suelos deben contar con un buen drenaje, una topografía regular y una profundidad efectiva superior a 1.2 metros. En contraste, los suelos pobres son poco profundos, pedregosos, de baja fertilidad y con mal drenaje. Los suelos regulares presentan limitaciones menores que pueden corregirse a bajo costo, mientras que los suelos pobres requieren mayores inversiones para solucionar las múltiples limitaciones que presentan (Estrada, 2021).

2.5.2. Riego

El agua es un factor clave en el suelo, ya que puede permanecer en la superficie por largo tiempo o filtrarse rápidamente. En zonas tropicales, el aporte de agua a través de las lluvias suele ser suficiente para cubrir las necesidades hídricas del cacao, lo que hace innecesario el riego adicional en muchas situaciones (Sela, 2022).

2.5.3. Clima

Los factores climáticos cruciales para el desarrollo del cacao incluyen la lluvia, la temperatura y la radiación solar. Sin embargo, la humedad relativa juega un papel esencial, ya que puede favorecer la aparición y propagación de enfermedades en los frutos del cacao si no se gestiona adecuadamente (Del Monte AG, 2022).

2.5.4. Temperatura

El cacao CCN-51 es particularmente sensible a las bajas temperaturas, con un límite medio anual de 21 °C, por debajo del cual su cultivo se ve seriamente afectado. Las temperaturas muy altas también pueden causar alteraciones fisiológicas en el árbol, razón por la cual este cultivo necesita sombra para evitar el impacto directo de los rayos solares y el aumento excesivo de la temperatura. El cacao CCN-51 es conocido por su capacidad de adaptación a climas húmedos, destacándose por su mayor resistencia a enfermedades en comparación con otras variedades como el cacao nacional o sus clones. La mazorca de este tipo de cacao requiere alrededor de

140 días para madurar en climas cálidos, mientras que en climas más frescos el proceso de maduración puede extenderse hasta 160 días (López *et al.*, 2021).

2.5.5. Agua

El cacao es altamente sensible tanto a la falta de agua como al exceso de esta, por lo que es esencial que los suelos cuenten con un buen drenaje. Un mal drenaje que provoque encharcamiento podría ocasionar la muerte de las raíces del árbol en muy poco tiempo (Agronet, 2023).

2.5.6. Viento

Vientos fuertes y continuos pueden causar la caída de hojas e incluso la muerte de las plantas, dependiendo de la ubicación del cultivo. En áreas propensas a vientos intensos, es recomendable utilizar cortavientos para proteger los cultivos. Los árboles que proporcionan sombra también actúan como una barrera natural contra los vientos de intensidad moderada (GRANDSUR, 2023).

2.5.7. Sombra

Tradicionalmente, el cacao se ha cultivado bajo sombra. En el caso del cacao CCN-51, al plantarlo con un riego adecuado, fertilización y poda correcta, puede desarrollarse bajo autosombramiento, logrando rendimientos altos en comparación con aquellos que crecen bajo la sombra de otros árboles. En contraste, el cacao nacional requiere técnicas de cultivo diferentes, ya que el riego y la fertilización deben ser ajustados según las necesidades particulares de cada variedad, siendo su manejo de sombra distinto al del CCN-51 (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, 2020).

2.6. Características del cacao

2.6.1. Características generales

Es conocido por su capacidad de generar flores y frutos directamente desde el tronco. Su densidad de crecimiento es moderadamente baja, con un promedio de 5 plantas por ha, lo que limita la producción tanto de flores como de frutos. En

Ecuador, la producción de cacao se concentra principalmente en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí y Sucumbíos. El fruto, similar en apariencia de la papaya, se desarrolla en el tronco del árbol y puede llegar a pesar entre 30 y 50 g (Rodríguez *et al.,* 2022).

El tronco del cacao es generalmente recto, de color café claro y delgado. El fruto puede medir entre 15 y 25 centímetros, y en su interior se encuentran entre 30 y 40 semillas de tonalidad rojo-marrón, cubiertas por una pulpa dulce. Estos frutos son recolectados y procesados una vez que alcanzan su madurez (Rodríguez *et al.*, 2022).

2.6.2. Características del CCN-51

Una característica clave es la capacidad de demostrar material autocompatible, el cual presenta una habilidad combinatoria general. Además, tiene la facilidad para cruzarse con diferentes materiales genéticos, incluso aquellos que son autoincompatibles, lo que se complementa con una polinización entomófila altamente eficiente (Anecacao, 2024).

Peso de 100 pepas secas de cacao	**15 g**
Porcentaje de la cáscara	15%
Porcentaje de proteína	12%
Porcentaje de grasa	52%
Índice de mazorca	6 mazorcas/lb. de cacao seco
Promedio de cacao seco por árbol al año	3 a 4 lb
Promedio de mazorca cosechada	20 a 30 según su densidad de siembra

Fuente: Béjar & Espinoza (2023)

2.7. Cacao mejorado

En Ecuador se cultiva el CCN-51 y el llamado Cacao Nacional, también conocido como "Arriba", que es un Cacao Fino de Aroma y ha sido reconocido desde la época colonial. El país ocupa un lugar destacado en el mercado global de este tipo de cacao, con una producción concentrada en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí y Sucumbíos (Guerrero, 2020)

2.7.1. Cacao de Ramilla CCN-51

El cacao CCN-51 es conocido por su alto rendimiento y resistencia a enfermedades, siendo cultivado principalmente para la industria del chocolate de calidad comercial. Muchos agricultores que operan en zonas afectadas por la enfermedad conocida como escoba de bruja dependen de estas características para mantener la estabilidad de sus negocios. Sin embargo, algunos especialistas del sector han expresado su preocupación por la posible predominancia de una sola variedad en la producción. Un informe del Departamento de Agricultura de los EE.UU. (USDA) en 2015 indicó que el 36 % de la producción de cacao en Ecuador correspondía a la variedad CCN-51 (Parra, 2019).

Nombre comercial	**Cacao crudo, CCN-51**
Descripción	Es una variedad obtenida en el Ecuador. Su rendimiento supera 4 veces el rendimiento de las variedades clásicas. Los frutos contienen una porción muy elevada de grasa y muy poca cáscara. Su cáscara es de color rojizo.
Usos	A partir de esa variedad se obtienen chocolates muy finos
Clima	La media anual debe estar alrededor de 24°C y nunca exceder de 30°C. La temperatura media diaria no debe ser inferior a 15°C
Tipo de propagación	Semillas (sexual) o por estacas, acodos e injertos (asexual)

Fuente: SIN - Sistema Integrado de Consulta de Clasificaciones y Nomenclaturas (2022)

2.8. Enfermedades del cacao

2.8.1. La monillasis *(Moniliophthora roreri)*

Moniliophthora roreri, comúnmente llamada monilla, representa uno de los principales desafíos para la industria del cacao en Latinoamérica y el Caribe. Este patógeno no requiere un estado de desarrollo específico en los frutos para iniciar la infección (CropLife, 2021).

- **Origen de la enfermedad**

Se originó en la región tropical de América, específicamente en la cuenca del Amazonas, donde se identificó por primera vez en el siglo XX. Desde entonces, se

ha propagado a diversas áreas productoras de cacao en América Central y del Sur, así como en algunas zonas de África y Asia, donde el clima tropical y las condiciones de humedad favorecen su desarrollo (Cubillos, 2022).

Reino	Fungi
División	Basidiomicota
Clase	Basidiomicetes
Orden	Agaricales
Familia	Marasmiacea
Género	Moniliophthora
Especie	roreri

Fuente: Béjar & Espinoza (2023)

- **Etiología**

La causa de la monillasis es el hongo *Moniliophthora roreri*, que pertenece a la familia de las Marasmiaceae. Este patógeno se caracteriza por su capacidad para infectar los tejidos del cacao, lo que lleva a la formación de lesiones y, en casos severos, a la muerte de las frutas y ramas afectadas. El hongo se propaga a través de esporas que son dispersadas por el viento, el agua, los insectos y las herramientas agrícolas, facilitando su diseminación en los cultivos (Albores *et al.*, 2022).

- **Ciclo de vida del hongo**

El ciclo de vida de *Moniliophthora roreri* se divide en varias etapas:

Infección*:* El hongo inicia su ciclo infectando los órganos del cacao, como flores, frutos y ramas, a través de heridas o partes débiles.

Desarrollo: Una vez que el hongo penetra en el tejido, comienza a crecer y a multiplicarse, formando estructuras fúngicas que producen nuevas esporas.

Dispersión: Las esporas son liberadas al ambiente, donde pueden ser transportadas a otros cultivos, facilitando la propagación de la enfermedad.

Invernación: En condiciones desfavorables, el hongo puede sobrevivir en forma de micelio en los restos de plantas infectadas o en el suelo, esperando las condiciones óptimas para reanudar su ciclo de vida (Sánchez, 2022).

- **Sintomatología**

Los síntomas de la monillasis se manifiestan principalmente en forma de manchas en los frutos, que pueden ser de color marrón oscuro o negro, y que pueden expandirse rápidamente, provocando la pudrición de los granos. Además, en las ramas y flores, pueden observarse lesiones necróticas que conducen a su caída prematura. En casos severos, la infección puede provocar la muerte de la planta, lo que representa una amenaza significativa para la producción de cacao (CropLife, 2021).

- **Condiciones climáticas para el desarrollo de la enfermedad**

La enfermedad se desarrolla en plantaciones ubicadas en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 1520 metros, en regiones con precipitaciones anuales que varían entre 780 y 5500 mm, y con temperaturas medias anuales que oscilan entre 18.6 y 28 °C. Estas condiciones coinciden con el rango climático que favorece el crecimiento de *Moniliophthora roreri* cuyas condiciones óptimas de desarrollo se encuentran cuando las temperaturas superan los 25 °C y la humedad relativa alcanza el 80% (Hernández *et al.*, 2020).

- **Control**

El control cultural es una estrategia clave para reducir la incidencia de la monilla en los cultivos de cacao. Este enfoque se basa en la implementación de prácticas agrícolas que disminuyan las condiciones favorables para el desarrollo del hongo Moniliophthora roreri. Entre las principales medidas se destacan la poda regular de los árboles para mejorar la circulación de aire y reducir la humedad en el dosel, lo que dificulta la proliferación del hongo. Además, es esencial realizar la eliminación sistemática de los frutos infectados antes de que el hongo produzca esporas, evitando así su propagación a otras plantas (Hernández *et al.*, 2020).

Otra práctica fundamental es mantener una densidad adecuada en la plantación, lo que facilita el manejo de los árboles y mejora la exposición a la luz solar, contribuyendo a un ambiente menos favorable para el desarrollo de la enfermedad. Además, el uso de barreras naturales, como árboles de sombra bien gestionados, puede ayudar a moderar las condiciones de humedad y temperatura, reduciendo el riesgo de infección. Es igualmente importante asegurarse de que las herramientas utilizadas para la poda y la cosecha se desinfecten correctamente para evitar la diseminación del hongo entre las plantas (Hernández *et al.*, 2020).

El control químico es una herramienta complementaria que se utiliza en casos de alta incidencia de la monilla, cuando las medidas culturales no son suficientes para controlar la enfermedad. Los fungicidas recomendados para el tratamiento de *Moniliophthora roreri* deben aplicarse de manera cuidadosa, siguiendo las dosis indicadas y en las épocas apropiadas para maximizar su efectividad (Agrosavia, 2019).

- Mancozeb: Es un fungicida de contacto que actúa sobre el hongo interfiriendo en el desarrollo de las esporas. Se recomienda aplicar 2 kg por hectárea durante la fase de brotación y floración del cacao, momento en que las infecciones tienden a ser más frecuentes debido a las condiciones climáticas favorables para el hongo.
- Fosetil-Aluminio: Este fungicida sistémico es absorbido por las hojas y transportado a toda la planta, proporcionando protección interna contra el hongo. La dosis sugerida es de 3-4 kg por hectárea y debe aplicarse al inicio de la temporada lluviosa, cuando la alta humedad puede favorecer la propagación del hongo.
- Azoxistrobina: Es un fungicida de amplio espectro que actúa inhibiendo la respiración celular del hongo. Se recomienda una dosis de 0.75-1.0 l por hectárea, y debe aplicarse durante la etapa de desarrollo temprano del fruto, especialmente cuando las condiciones de humedad son altas.
- Cobre (Oxicloruro de cobre o Sulfato de cobre): Los compuestos de cobre son fungicidas de contacto efectivos en la protección de los frutos del cacao contra la monilla. La dosis usual es de 3 kg por hectárea, y se recomienda

su aplicación durante las primeras lluvias, para formar una barrera protectora en los frutos. (Agrosavia, 2019).

2.8.2. **Escoba de bruja** (*Moniliophthora perniciosa*)

Otra enfermedad endémica en el sur de América es *Moniliophthora perniciosa,* la cual también causa importantes pérdidas en los cultivos de cacao. Aunque esta especie guarda una cercanía filogenética con *Moniliophthora roreri*, cada una afecta áreas específicas de la planta y tiene hospedadores distintos (Carvajal, 2020).

Para controlar este problema, se recomienda emplear clones de cacao que sean tolerantes al hongo. Además, se pueden llevar a cabo las siguientes medidas: Mantener la altura de las plantas de cacao por debajo de 2,5 metros para facilitar la realización de podas y cosechas. Seleccionar adecuadamente el material de siembra, optando por variedades tolerantes o resistentes. Realizar dos o tres podas de mantenimiento, preferiblemente durante la época seca, específicamente entre los meses de febrero a marzo y julio a agosto. Durante y después de las podas, es fundamental retirar los frutos y tejidos enfermos para limitar la propagación del hongo (Freire, et al. 2017).

2.8.3. Mazorca negra o fitoptora (*Phytophthora* sp)

Es una enfermedad provocada por el hongo *Phytophthora sp.,* que afecta las raíces, hojas, tallos, frutos y ramas del cacao. Se han identificado siete especies patógenas en este cultivo*: P. palmivora, P. megakarya, P. capsici, P. citrophthora, P. nicotianae var. parasitica, P. megasperma y P. arecae.* El género *Phytophthora* sp. está distribuido a nivel mundial, con diferentes especies predominando según la región geográfica y el tipo de hospedador (Instituto Colombiano Agropecuario, 2019).

En condiciones de temperatura y humedad óptimas, se forman esporas que se propagan a través de las gotas de lluvia, el viento, las corrientes de agua y la actividad de las hormigas, afectando tanto los frutos como los tejidos de la planta. Para controlar la monillasis, es esencial eliminar las mazorcas enfermas antes de

que se produzcan las esporas, lo que ayuda a prevenir su propagación (Cedeño et al, 2020).

2.9. Plagas del cacao

2.9.1. Barrenador o talador del tronco (*Xyleborus* spp)

El barrenador o talador del tronco, representado por diferentes especies del género Xyleborus, es un insecto que puede causar daños significativos en las plantaciones de cacao. Estos escarabajos pertenecen a la familia Curculionidae y son conocidos por perforar galerías en la madera de los árboles, incluyendo los cacaotales. La hembra del barrenador del tronco excava túneles en el tejido vascular del cacao, creando galerías para depositar sus huevos. Durante este proceso, introduce esporas de hongos simbiontes que colonizan la madera, y estas esporas pueden causar infecciones adicionales. Las larvas se alimentan de la madera, lo que debilita la estructura interna del árbol y puede llevar a la muerte de las ramas o incluso del árbol completo (Calle, 2021).

Para controlar esta plaga, los árboles de cacao afectados por el hongo deben ser retirados y quemados fuera de la plantación. Los árboles restantes en las cercanías deben ser tratados con fungicidas. Se recomienda retirar la tierra del hoyo, exponiéndola a la luz solar y aplicando cal. Además, es importante mantener el hábito de desinfectar las herramientas utilizadas en las tareas dentro del cultivo como una medida preventiva (INIAP, 2020).

2.10. Manejo del cultivo

2.10.1. Selección del terreno

El cacao requiere suelos fértiles, bien drenados y profundos para desarrollarse adecuadamente. Los suelos óptimos son sueltos, con una topografía que permita un buen drenaje y una profundidad efectiva mayor a 1.2 m. Las áreas con suelos pedregosos, poco profundos y mal drenados presentan dificultades para el cultivo del cacao, ya que pueden requerir inversiones significativas para corregir estas limitaciones. Además, es importante que el terreno cuente con suficiente sombra

natural o árboles de sombra, especialmente en las primeras etapas de crecimiento (Ortega, 2019).

2.10.2. Plantación

El cacao generalmente se siembra a partir de plántulas desarrolladas en viveros. Las plántulas deben ser trasplantadas al campo cuando tengan entre 6 y 8 meses de edad, y se recomienda hacer la plantación en la época lluviosa para asegurar un buen establecimiento. Las distancias de siembra varían entre 3x3 y 4x4 metros, dependiendo de la variedad de cacao y de las condiciones locales. Es importante considerar el tipo de sombra que se utilizará, ya que el cacao es una planta que no tolera la exposición directa al sol durante sus primeras etapas de desarrollo (AGROBANCO, 2020).

2.10.3. Sombreamiento

El cacao es un cultivo que requiere sombra, especialmente en sus primeras etapas de vida. Los árboles de sombra protegen las plantas jóvenes del exceso de luz solar y ayudan a mantener la humedad del suelo. Con el paso del tiempo, el cacao puede ser sometido a un proceso de autosombramiento, donde las mismas plantas proporcionan sombra entre sí, siempre que se mantenga una poda adecuada. El uso de árboles de sombra como el guabo *(Inga edulis)* es común, ya que además aportan nutrientes al suelo a través de la caída de hojas (FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2021).

2.10.4. Control de malezas

El manejo de malezas es fundamental, ya que compiten con el cacao por agua, luz y nutrientes. El deshierbe manual es la práctica más común, aunque también se pueden utilizar coberturas vegetales o mulching para reducir el crecimiento de malezas y mejorar la retención de humedad en el suelo. En algunos casos, se puede recurrir a herbicidas específicos, siempre teniendo en cuenta el impacto ambiental y la seguridad del cultivo (Venegas, 2019).

2.10.5. Poda

La poda es una práctica esencial en el manejo del cacao. Se realiza para dar forma a los árboles, eliminar ramas enfermas o muertas, y mejorar la circulación de aire entre las plantas. Existen dos tipos principales de poda: la poda de formación, que se realiza en las primeras etapas del árbol para darle una estructura adecuada, y la poda de mantenimiento, que se hace anualmente para eliminar ramas improductivas y mantener el equilibrio de sombra (Montes, 2021).

2.10.6. Control fitosanitario

El cacao es susceptible a diversas plagas y enfermedades, como la monilla, la escoba de bruja y los insectos defoliadores. El manejo integrado de plagas es fundamental para evitar pérdidas significativas. Este manejo incluye el uso de controles biológicos, como enemigos naturales de las plagas, y prácticas culturales, como la poda y la eliminación de frutos enfermos. En algunos casos, es necesario el uso de productos químicos, siempre priorizando aquellos que sean compatibles con el medio ambiente (Casa Chiapas, 2020).

2.11. Fungicida

Los fungicidas son productos químicos utilizados para prevenir y controlar enfermedades fúngicas en plantas, suelos y materiales. Su principal objetivo es combatir hongos patógenos que pueden causar daños significativos en cultivos agrícolas, ornamentales y forestales. Estos compuestos actúan interfiriendo en el crecimiento y la reproducción de los hongos, impidiendo así su desarrollo y propagación (Zuccarelli, 2021)

Existen diferentes tipos de fungicidas, clasificados según su modo de acción, la forma en que son aplicados y su espectro de actividad. Algunos actúan de manera sistémica, siendo absorbidos por las plantas y proporcionando protección desde el interior, mientras que otros son de contacto, afectando a los hongos al estar en contacto directo con ellos. Además, se pueden clasificar en fungicidas preventivos, que impiden la infección antes de que ocurra, y curativos, que eliminan los hongos una vez que la enfermedad se ha establecido (AGRIPAC, Fungicidas, 2021).

El uso de fungicidas es fundamental en la agricultura moderna para garantizar la salud de los cultivos y maximizar la producción. Sin embargo, su aplicación debe hacerse con cuidado, ya que el uso excesivo o inadecuado puede provocar resistencia en los hongos, lo que reduce la eficacia de estos productos a largo plazo. Para mitigar este riesgo, se recomienda alternar diferentes fungicidas con modos de acción distintos y combinarlos con prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades. Además, es importante seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto a dosis y frecuencia de aplicación para asegurar un uso responsable y eficaz (BAYER, 2023).

2.11.1. Ozoagro

Ozoagro es un fungicida ecológico de contacto formulado a base de aceites vegetales ozonizados, diseñado para el manejo sanitario de diversos cultivos bajo un enfoque de tecnología ambiental. A diferencia de los plaguicidas sintéticos convencionales, su materia prima se basa únicamente en oxígeno y electricidad, generando moléculas ricas en ozono (O_3) que se incorporan al aceite vegetal. Este proceso permite obtener un biocida de amplio espectro capaz de actuar sobre hongos, bacterias y virus fitopatógenos, con la ventaja de no dejar residuos tóxicos en el suelo, en la planta ni en los productos cosechados (OZOAGRO, 2023).

Desde el punto de vista bioquímico, el mecanismo de acción del aceite ozonificado se relaciona con el alto potencial oxidante del ozono. Las moléculas activas oxidan componentes críticos de la membrana celular y de la pared de los patógenos (lípidos, proteínas y otros compuestos estructurales), provocando la pérdida de integridad de la célula, fuga del contenido citoplasmático y, finalmente, su lisis. Este proceso explica la rápida reducción de inóculo en superficie foliar y en órganos reproductivos como flores y frutos, sin necesidad de recurrir a mezclas complejas de ingredientes activos químicos (Agrodigital, 2023).

En cuanto a su espectro de acción, Ozoagro se emplea en la agricultura para el control de enfermedades causadas por hongos, virus y bacterias. Los materiales comerciales reportan eficacia frente a Sigatoka negra (*Pseudocercospora fijiensis*) en banano, moniliasis o monilla (*Moniliophthora roreri*) en cacao, virus del

mosaico en papaya (familia *Potyviridae*), pudrición de cogollo y pudrición de la raíz asociadas a Rhizoctonia solani en papa, entre otras patologías de importancia económica. Adicionalmente, se indica que contribuye al manejo de insectos de esqueleto blando como mosca blanca (*Bemisia* spp.), trips, pulgones y diferentes especies de cochinillas, los cuales suelen actuar como transmisores de virus o favorecer infecciones secundarias sobre tejidos (OZOAGRO, 2023).

Un rasgo distintivo del producto es su perfil ambiental. Al estar basado en oxígeno y aceites vegetales, Ozoagro se considera una alternativa amigable con el ambiente y compatible con programas de producción orientados a mercados de exportación, donde se exige baja o nula residualidad de plaguicidas. La degradación del ozono es rápida y no genera metabolitos persistentes, lo que reduce el riesgo de contaminación de agua, suelo y fauna benéfica (Agrodigital, 2023).

Respecto a su modo de uso, las fichas técnicas comerciales recomiendan dosis en el orden de 1 l ha^{-1}, aplicado cada 12 a 15 días, generalmente diluido en volúmenes de agua de 200 l ha^{-1} y, en algunos esquemas de manejo, mezclado con bioestimulantes para favorecer la recuperación del tejido vegetal y mejorar la respuesta fisiológica del cultivo. Puede aplicarse mediante bomba de espalda, equipos motorizados, dron o avioneta, lo que facilita su integración a diferentes escalas de producción, desde pequeños productores hasta sistemas empresariales (Agrodigital, 2023).

Ficha técnica

Calcio	10%
Boro	5%
Silicio	20%
Nitrógeno	5%
Algas marinas	1x10
Materia orgánica	20%

Fuente (Agrodigital, 2023).

2.11.2. Fosetyl aluminio

El fosetyl aluminio es un fungicida sistémico de amplio espectro, formulado generalmente como polvo mojable (WP), cuyo ingrediente activo es el tris-O-etil fosfonato de aluminio, perteneciente al grupo de los fosfonatos. Se caracteriza por ser rápidamente absorbido a través de hojas y raíces y por presentar un movimiento interno bidireccional, tanto acropetal (ascendente) como basipetal (descendente), lo que le permite desplazarse por el xilema y el floema y proteger tejidos ya desarrollados y órganos en crecimiento, incluidos brotes y raíces finas (AGROACTIVO, 2023).

Desde el punto de vista de su modo de acción, el fosetyl-Al combina efectos directos e indirectos sobre los patógenos. De manera directa, inhibe la germinación de esporas, limita el crecimiento del micelio y reduce la esporulación, dificultando que el hongo complete su ciclo de infección. De forma indirecta, actúa como inductor de resistencia en la planta hospedera, estimulando la síntesis de fitoalexinas y otros compuestos de defensa que refuerzan las barreras naturales de los tejidos frente a la penetración y colonización del patógeno. Esta doble acción explica su eficacia frente a hongos oomicetos como *Phytophthora, Pythiu*m y otros agentes causantes de pudriciones de raíz, cuello y enfermedades del follaje. (AGRIPAC, 2023).

Las fichas técnicas comerciales describen al fosetyl aluminio como un fungicida preventivo y curativo temprano, recomendado para aplicaciones en plantas con crecimiento activo. Una vez absorbido, el producto se metaboliza y se redistribuye por la savia hacia la totalidad de la vegetación, alcanzando brotes nuevos, raíces y rebrotes posteriores a la poda. Esta movilidad interna permite proteger órganos que todavía no habían emergido al momento de la aplicación, lo que resulta especialmente útil en cultivos perennes como cítricos, vid, papa, hortalizas y cacao, donde la emisión continua de brotes y flores mantiene siempre tejidos jóvenes susceptibles (AGROACTIVO, 2023).

En el caso de enfermedades del cacao, el fosetyl aluminio se ha utilizado principalmente para el manejo de patologías asociadas a oomicetos, como la

pudrición de mazorca por *Phytophthora palmivora*, logrando reducciones importantes en la infestación de frutos cuando se aplica en programas de manejo integrado. Ensayos en cacao de seis años de edad reportan que tratamientos con fosetyl-Al disminuyen significativamente el porcentaje de mazorcas enfermas en comparación con el testigo sin fungicida y con otros ingredientes activos de contacto, lo que evidencia su capacidad para proteger tanto el follaje como los órganos reproductivos bajo condiciones de alta humedad (AGRIPAC, 2023).

En plantaciones afectadas por moniliasis, su uso se plantea como una herramienta complementaria a las prácticas culturales (poda sanitaria, recolección y eliminación de mazorcas enfermas, manejo de sombra). Dado que la enfermedad se ve favorecida por periodos prolongados de humedad y por la presencia de frutos en estadios tempranos de desarrollo, se recomienda que las aplicaciones de fosetyl aluminio se realicen de manera preventiva, iniciando al comienzo de la época lluviosa y manteniendo intervalos de 15 a 20 días durante los momentos de mayor riesgo, especialmente desde la floración hasta la fase de formación inicial de mazorcas. De esta forma, se busca proteger el tejido floral y los frutos jóvenes, que son los más susceptibles a la infección primaria del hongo (FARMAGRO, 2023).

Además de su eficacia agronómica, el fosetyl aluminio tiene implicaciones en términos de inocuidad y regulación. Al metabolizarse, genera ácido fosfónico como principal residuo, compuesto que se detecta frecuentemente en matrices vegetales y que es considerado en los límites máximos de residuos establecidos para productos agrícolas. Por esta razón, el fosetyl-Al está autorizado en agricultura convencional pero no en producción orgánica certificada, donde se exige evitar fungicidas de síntesis que dejen trazas de fosfonatos. Esta característica obliga a planificar cuidadosamente su uso en sistemas destinados a mercados de exportación, respetando periodos de carencia y combinándolo con otras estrategias de manejo integrado para minimizar la presión de selección sobre los patógenos y reducir el riesgo de aparición de resistencia (FARMAGRO, 2023).

Ficha técnica

Ingrediente activo: Fosetil aluminio (Tris-o etil fossfonato de aluminio)	800 g/kg
Ingredientes aditivos	200 g/kg

Fuente: (AGROACTIVO, 2023).

2.11.3. Mancozeb - cimazol

Mancozeb es un fungicida protector que está indicado para la prevención de numerosas enfermedades fungosas de una amplia variedad de cultivos. Tiene mayor poder fungicida que otros ditiocarbamatos considerados individualmente o en mezcla con otros productos. No desarrolla resistencia debido a que actúa en distintos puntos. Por eso se aconseja su mezcla con otros fungicidas de acción sistémica. Exhibe persistencia y buena actividad residual. Es compatible con fertilizantes foliares y aceites de uso agrícola. Reduce la población de ácaros en general y da un efectivo control del ácaro del tostado de los citrus. Se degrada menos que otras estructuras basadas en los ditiocarbamatos (TODO AGRO, 2023).

Este fungicida de contacto actúa impidiendo el desarrollo de esporas en la superficie de las plantas. La dosis recomendada para el cultivo de cacao es de 2 a 2.5 kg por hectárea. Se debe aplicar de manera preventiva, especialmente durante los periodos de brotación, floración y desarrollo inicial del fruto, cuando las condiciones de alta humedad y lluvias favorecen la proliferación de enfermedades. Es recomendable realizar aplicaciones cada 15 a 20 días durante la temporada lluviosa, cuando la incidencia de hongos es más alta, para mantener una protección continua en las plantas (VECOL, 2023).

Las fichas técnicas coinciden en que este tipo de mezclas ofrece una doble ventaja: por un lado, el mancozeb crea una barrera protectora sobre la superficie vegetal; por otro, el cymoxanil penetra rápidamente en el tejido y detiene el desarrollo del patógeno en las primeras etapas del proceso infeccioso. Esta sinergia permite controlar un rango amplio de enfermedades ocasionadas por hongos como

Phytophthora, Alternaria, Mildiu y otros patógenos que afectan hojas y frutos en cultivos como papa, tomate, frutales y cultivos industriales.

En programas de manejo sanitario, Mancozeb–Cimazol se posiciona como una herramienta valiosa dentro del manejo integrado de enfermedades (MIE). Su naturaleza multisitio contribuye a disminuir la presión de selección sobre los patógenos cuando se rota o alterna con fungicidas sistémicos de un solo sitio de acción, ayudando a retrasar la aparición de cepas resistentes. En el cultivo de cacao, documentos técnicos de INIAP y Agrocalidad reportan el uso de mancozeb, solo o en combinación con otros ingredientes activos, para la protección de frutos frente a enfermedades de mazorca en sistemas de alta humedad, con dosis en el orden de 500–900 g de ingrediente activo por hectárea (equivalentes aproximadamente a 2–2.5 kg de formulado 80%), aplicados de manera dirigida a los frutos y en combinación con podas sanitarias y manejo de sombra (INIAP, 2015).

En términos prácticos, las recomendaciones de uso para este tipo de formulaciones en cultivos perennes de clima húmedo señalan aplicaciones preventivas, iniciando antes o al comienzo de la estación lluviosa y repitiendo cada 15–20 días durante los periodos de mayor riesgo, coincidiendo con brotación, floración y desarrollo temprano de los frutos. La frecuencia y la dosis deben ajustarse de acuerdo con la presión de enfermedad, el volumen de aplicación por hectárea y las restricciones registradas en la etiqueta del producto. Es fundamental respetar los periodos de carencia y seguir las instrucciones de seguridad para minimizar impactos sobre organismos no blanco y asegurar que los residuos en grano o almendra se mantengan dentro de los límites máximos permitidos para los mercados de comercialización (Nutrien Ag Solutions, 2025).

Ficha técnica

Ingrediente activo: Mancozeb	80%
Ingredientes inertes: (excipientes y agentes dispersantes).	20%

Fuente: (Nutrien Ag Solutions, 2025).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

- **Localización de la investigación**

El estudio se realizó en la localidad de Granja el Triunfo, cantón Caluma, provincia de Bolívar.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Altitud	350 msnm
Latitud	12º 36´ 19´´S
Longitud	79º 18´ 22´´O
Temperatura media anual	22.2°C
Temperatura máxima	24°C
Temperatura mínima	19°C
Humedad relativa	83%
Precipitación media anual	2945 mm
Heliofanía promedio	720/horas/luz/año
Tipo de suelo	Franco arcilloso
pH	Oscilar entre 5.5 y 6.5

Fuente: (PDOT Caluma, 2022).

- **Zona de vida**

De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdridge, la zona corresponde al bosque húmedo tropical (1979).

3.2. Metodología

3.2.1. Materiales en estudio

- Plantas de cacao CNN-51
- Fungicidas

3.2.2. Factores en estudio

Tipos de fungicidas

3.2.3. Tratamientos

Para la presente investigación se consideró los tratamientos, según la siguiente descripción:

Tratamientos	Descripción
T1	Ozoagro
T2	Fosetyl aluminio
T3	Mancozeb
T4	Sin fungicida (Testigo)

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Este estudio se basó en la aplicación de análisis estadísticos tanto descriptivo e inferencial.

3.2.5. Manejo de la investigación

- **Limitación de la parcela**

Las parcelas fueron delimitadas utilizando estacas de caña guadua de 1.40 metros de largo, colocados en los extremos de cada tratamiento para identificar adecuadamente las áreas de evaluación.

- **Control de maleza**

Se realizó el control de maleza mediante desbroce con motoguadaña en cada una de las parcelas evaluadas.

- **Identificación de las plantas en los tratamientos**

En cada tratamiento se seleccionaron 10 plantas al azar, fueron etiquetadas para su correcta identificación y monitoreo a lo largo del experimento.

- **Aplicación de tratamientos**

Para evaluar la efectividad de los tres fungicidas seleccionados, se establecieron cuatro tratamientos aplicados en campo bajo condiciones controladas. La aplicación se realizó de manera foliar, utilizando una bomba de mochila de 14 ls de capacidad, asegurando una cobertura uniforme sobre toda la planta, especialmente en las zonas reproductivas (mazorcas). Cada tratamiento fue aplicado con una frecuencia quincenal (cada 15 días), durante un período total de tres meses (seis aplicaciones en total), guiandose de las dosis recomendadas por los fabricantes.

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

- T1: Ozoagro (32 cc/14 l de agua)

Este tratamiento correspondió al uso de un fungicida de origen ecológico, elaborado a base de ozono estabilizado y minerales esenciales. La dosis utilizada fue de 32 cc por cada 14 ls de agua, disuelta completamente en la bomba mochila. El producto se aplicó de forma preventiva, con especial énfasis en mazorcas jóvenes, ya que es donde el hongo *Moniliophthora roreri* suele iniciar la infección. Se procuró realizar la aplicación en horas de baja radiación solar, preferentemente en la mañana o al atardecer.

- T2: Fosetyl aluminio (64 g/14 l de agua)

Se empleó un fungicida sistémico con doble movilidad (acropétala y basipétala), que permite su redistribución dentro de los tejidos de la planta. La dosis aplicada fue de 64 g por cada 14 ls de agua, cuidadosamente disuelto hasta su completa homogenización.

- T3: Mancozeb (16 g/14 l de agua)

Este tratamiento consistió en la aplicación de un fungicida de contacto a base de mancozeb, cuya acción se limita a la superficie tratada. La dosis empleada fue de 16 g por cada 14 ls de agua. Dado que su mecanismo de acción es preventivo, las aplicaciones fueron realizadas antes de la aparición de síntomas visibles de la enfermedad, procurando una cobertura uniforme en hojas y frutos para evitar la germinación de esporas.

- T4: Testigo (Sin aplicación de fungicida)

En este tratamiento no se realizó ninguna aplicación de fungicida, permitiendo así observar el desarrollo natural de la enfermedad y establecer una comparación directa con los tratamientos aplicados. Esta unidad experimental fue clave como control negativo, ya que permitió evaluar la efectividad real de los fungicidas frente a condiciones de campo sin intervención química.

Todas las aplicaciones fueron realizadas con las mismas condiciones de presión y boquilla en la bomba mochila, a fin de garantizar la uniformidad del tratamiento entre parcelas. Se aplicaron las dosis en estado fenológico adecuado y bajo condiciones climáticas óptimas (sin viento, sin lluvia inmediata), lo que aseguró una buena adherencia del producto y máxima eficiencia en la protección fitosanitaria del cultivo.

3.2.6. Métodos de evaluación (variable respuesta)

- **Número de mazorcas sanas (NMS)**

Se contabilizó las mazorcas sanas mediante observación directa en 10 plantas seleccionadas al azar de cada tratamiento, después de la aplicación.

- **Incidencia de monilla por mazorca (IMM)**

La incidencia de monilla se evaluó antes de la aplicación de los tratamientos y durante tres meses, con un monitoreo cada 15 días. La incidencia se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia de monilla (\%)} = \frac{Total\ número\ de\ mazorcas\ con\ monilla}{Total\ de\ mazorcas\ \ evaluadas}$$

- **Número de mazorcas pequeñass con monilla (NMPM)**

Se evalúo las mazorcas pequeñas infectadas en 10 plantas seleccionadas al azar, antes de la aplicación de los fungicidas y a los tres meses luego de la aplicación.

- **Número de mazorca medianas con monilla (NMMM)**

Se registró las mazorcas medianas que presentaron signos de monilla en 10 plantas al azar, antes de la aplicación y a los tres meses luego de la aplicación.

- **Número de mazorcas grandes con monilla (NMGM)**

Se evalúo las mazorcas grandes afectadas por monilla en 10 plantas al azar, antes de la aplicación y con seguimiento durante tres meses.

- **Porcentaje de tejido afectado en mazorca pequeña (PTMP)**

Mediante observación visual, se estimó el daño causado por el hongo en las mazorcas pequeñas. Esta evaluación se realizó en 10 plantas al azar, antes de la aplicación y a los tres meses luego de la aplicación.

- **Porcentaje de tejido afectado en mazorca mediana (PTMM)**

Se identificó y cálculo mediante la observación directa el porcentaje de tejido afectado por monilla en mazorcas medianas, evaluando 10 plantas al azar antes de la aplicación y con revisiones días durante tres meses.

- **Porcentaje de tejido afectado en mazorca grande (PTMG)**

Se cálculo el porcentaje de tejido afectado por monilla en las mazorcas grandes de 10 plantas seleccionadas al azar, evaluadas antes de la aplicación y con un seguimiento durante tres meses.

3.2.7. Análisis de datos

- Prueba de Fisher al 1% y 5%
- Prueba de comparación de medias de Tukey al 5%.
- Análisis de correlación y regresión lineal simple

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.Interpretación de resultados

4.1.1. Número de mazorcas sanas (NMS)

Tabla 1

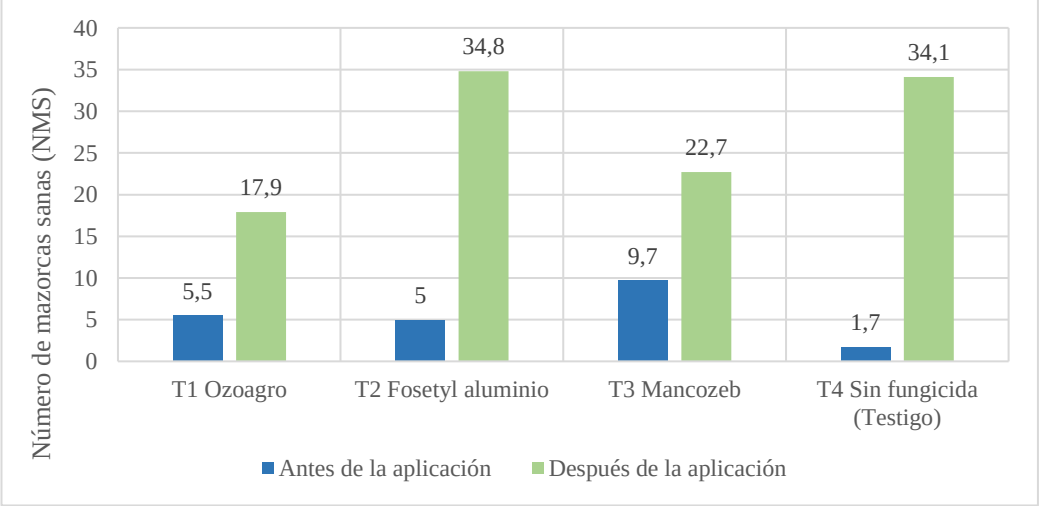
Resultados de los análisis estadísticos en el número de mazorcas sanas (NMS)

Trat	Antes de la aplicación (*)		Después de la aplicación (ns)		Incremento (**)	
N°	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos
1	5.50	AB	17.90	A	12.40	B
2	5.00	AB	34.80	A	29.80	AB
3	9.70	A	22.70	A	12.00	B
4	1.70	B	34.10	A	32.40	A
F	3.85		2.84		4.74	
MG	5.47		26.22		21.90	

Nota: ** p < 0.01= Altamente significativo; p>0.05 ns = No significativo; F = Fisher; MG = Media general

Figura 1

Valores promedios para el número de mazorcas sanas (NMS)



Se evidenciaron variaciones notables entre los tratamientos luego de la aplicación de los fungicidas. El T2 (Fosetyl aluminio) registró el mayor incremento con 29.80 unidades, lo que refleja una respuesta positiva del cultivo frente a este fungicida sistémico. El testigo (T4), pese a no haber recibido ningún tratamiento químico, mostró un incremento de 32,40 mazorcas; sin embargo, este resultado se ve condicionado por su bajo valor inicial (1.70), lo que limita su validez agronómica como efecto real. Los T1 (Ozoagro) y T3 (Mancozeb) presentaron incrementos moderados de 12.40 y 12.00 respectivamente, lo que indica una eficacia parcial frente a la enfermedad. La media general aumentó de 5.47 a 26.22, reflejando una mejora global en la condición fitosanitaria del cultivo tras la intervención con los diferentes productos.

La alta efectividad de Fosetyl aluminio se justifica por su naturaleza sistémica, la cual permite su absorción y redistribución en la planta, brindando protección tanto en tejidos nuevos como existentes. Esta acción dual, acropétala y basipétala, permite intervenir en las fases iniciales de infección, evitando que las esporas de *Moniliophthora roreri* se desarrollen en las mazorcas. En contraste, Mancozeb, al ser de contacto, ofrece una protección más limitada y dependiente de la cobertura superficial, mientras que Ozoagro, como alternativa ecológica, requiere aplicaciones más frecuentes para mantener su efectividad. La menor residualidad de este último puede explicar su desempeño más bajo en comparación con los tratamientos convencionales.

El uso de fosetyl aluminio incrementó significativamente el número de mazorcas sanas en plantaciones con alta incidencia de monilla. La aplicación constante de mancozeb logró reducir las infecciones en frutos jóvenes, aunque con menor eficacia que los fungicidas sistémicos (Grajales et al., 2022).

La coincidencia de estos datos con la presente investigación refuerza la recomendación donde el uso de Fosetyl aluminio como herramienta clave dentro de un programa de manejo integrado, especialmente en zonas húmedas donde el hongo presenta alta presión infecciosa (Cedeño, 2025).

.

4.1.2. Incidencia de monilla por mazorca (IMM)

Tabla 2

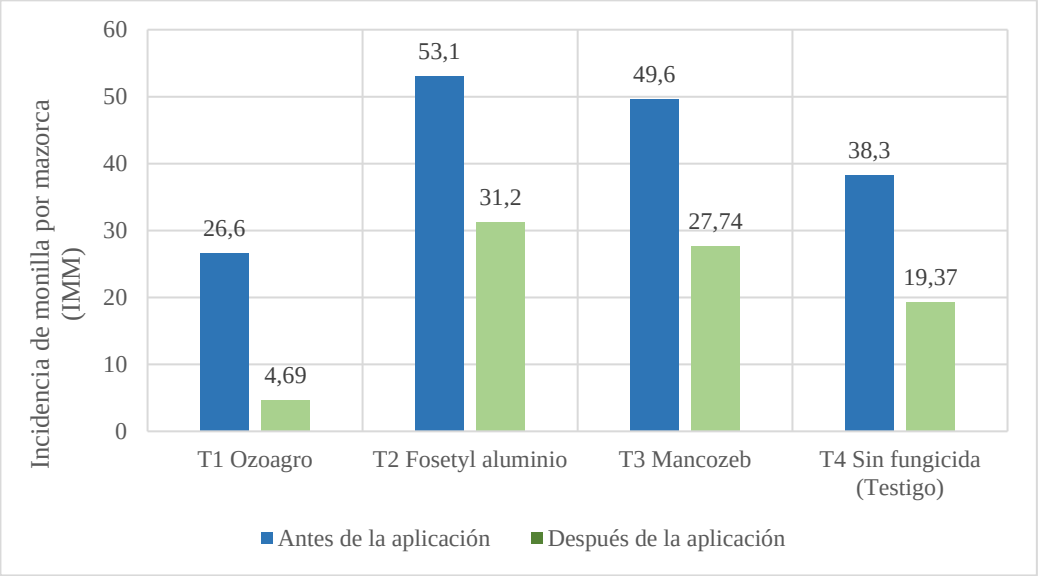
Resultados de los análisis estadísticos en la incidencia de monilla por mazorca (IMM)

Trat	Antes de la aplicación (*)		Después de la aplicación (**)		Reducción (ns)	
N°	**Promedios**	**Rangos**	**Promedios**	**Rangos**	**Promedios**	**Rangos**
1	26.60	B	4.69	B	21.90	A
2	53.10	A	31.20	A	21.90	A
3	49.60	A	27.74	A	22.00	A
4	38.30	AB	19.37	AB	19.00	A
F	4.27		8.58		0.07	
MG	41.90		20.79		21.20	

Nota: ** p < 0.01= Altamente significativo; p>0.05 ns = No significativo; F = Fisher; MG = Media general

Figura 2

Valores promedios para la incidencia de monilla por mazorca (IMM)



Los datos obtenidos reflejaron reducciones sustanciales luego de la aplicación de los fungicidas, aunque sin diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$). Inicialmente, el T2 (Fosetyl aluminio) presentó la mayor incidencia con un 53,10 %, mientras que T1 (Ozoagro) reportó el valor más bajo con 26.60 %. Tras la aplicación, todos los tratamientos redujeron sus porcentajes de incidencia: T1 y T2 lograron reducciones idénticas de 21.90 puntos porcentuales, T3 (Mancozeb) disminuyó en 22.00 puntos, y el testigo T4 en 19.00 puntos. La media general descendió de 41.90 % a 20.79 %, evidenciando una mejora fitosanitaria del cultivo en todos los tratamientos, aun en ausencia de significancia estadística.

Estos resultados radica en los modos de acción de los fungicidas utilizados. Fosetyl aluminio, por su carácter sistémico con movimiento acropétalo y basipétalo, fortalece el sistema defensivo de la planta y limita el desarrollo del hongo desde el interior del tejido, lo que se traduce en una reducción eficaz de la incidencia. Mancozeb, al ser de contacto, forma una película protectora sobre la superficie de las mazorcas, impidiendo la germinación de las esporas, aunque requiere buena cobertura y condiciones climáticas favorables para su acción. Ozoagro, a pesar de ser un producto de origen ecológico y menor residualidad, logró resultados similares a los tratamientos convencionales, lo cual sugiere un efecto antifúngico moderado en etapas tempranas del fruto o bajo presión media de infección.

La aplicación continua de fungicidas reduce eficazmente la incidencia de *Moniliophthora roreri* en cultivos tropicales, especialmente cuando se combinan tratamientos sistémicos y de contacto (Grajales et al., 2022).

Una disminución superior al 40% en la incidencia de monilla con el uso de Fosetyl aluminio en condiciones de alta humedad, lo cual respalda el comportamiento observado en el presente estudio. De esta manera, se confirma que la elección del producto, su mecanismo de acción y una estrategia de aplicación periódica son determinantes para contener el avance de esta enfermedad en cacaotales (Loor, 2020).

4.1.3. Número de mazorca pequeña con monilla (NMPM)

Tabla 3

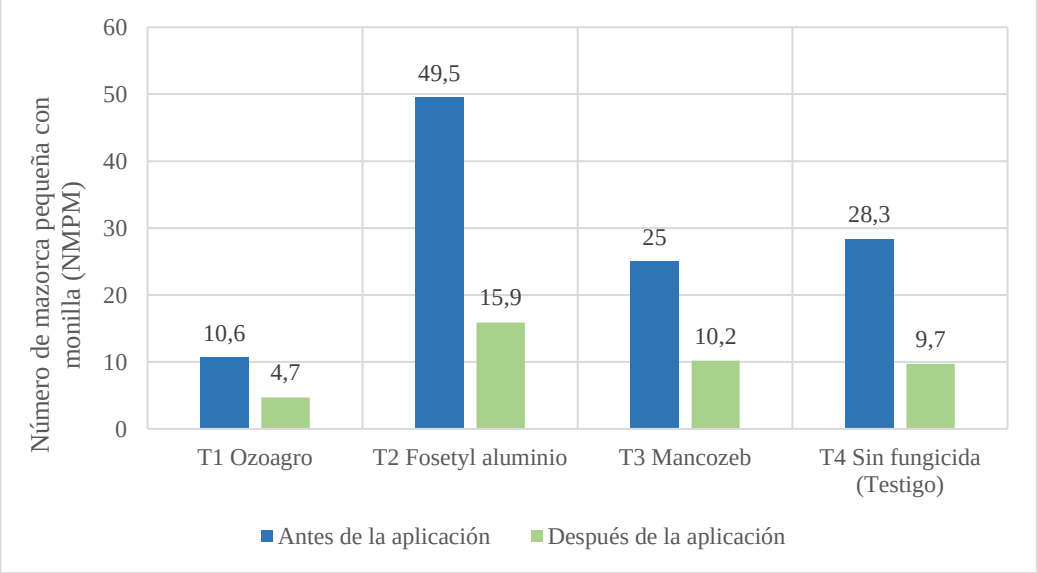
Resultados de los análisis estadísticos en el número de mazorca pequeña con monilla (INMPM)

Trat	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Reducción (**)	
N°	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos
1	10.60	B	4.70	B	5.90	B
2	49.50	A	15.90	A	33.60	A
3	25.00	B	10.20	AB	14.80	B
4	28.30	B	9.70	AB	18.60	AB
F	10.81		6.29		7.62	
MG	28.35		10.13		18.23	

Nota: ** p < 0.01= Altamente significativo; p>0.05 ns = No significativo; F = Fisher; MG = Media general

Figura 3

Valores promedios para el número de mazorca pequeña con monilla (NMPM)



Los resultados presentaron diferencias estadísticas significativas tanto antes como después de la aplicación de los tratamientos ($p<0.01$). Inicialmente, el T2 (Fosetyl aluminio) registró el valor más alto con 49.50 mazorcas pequeñas infectadas, seguido del T4 (28.30) y T3 (25.00), mientras que T1 (Ozoagro) reportó el menor número (10.60). Posterior a la aplicación, todos los tratamientos redujeron significativamente el número de mazorcas pequeñas afectadas, destacando nuevamente T2, que alcanzó una disminución de 33.60 unidades. Le siguieron T3 con una reducción de 14,80, T4 con 18.60, y T1 con 5.90. La media general pasó de 28.35 a 10.13, reflejando una mejora fitosanitaria clara y contundente tras el manejo con fungicidas.

La marcada reducción del NMPM en el T2 se justifica por su acción sistémica, que le permite proteger internamente los tejidos en desarrollo, especialmente en las fases iniciales de formación de la mazorca, donde el hongo tiene mayor facilidad de penetración. El control temprano es fundamental, ya que los frutos jóvenes son fisiológicamente más susceptibles a la infección. En el caso de Mancozeb (T3), su acción de contacto limitó el establecimiento superficial del patógeno, generando una reducción parcial. Ozoagro (T1), con efecto ecológico y menos residual, logró una reducción menor, posiblemente efectiva en condiciones de presión baja o en estados muy iniciales del patógeno. Los resultados confirman que los fungicidas aplicados lograron detener de forma significativa el avance de *Moniliophthora roreri* en frutos pequeños, los más vulnerables del ciclo productivo.

Los frutos jóvenes presentan una mayor predisposición a la colonización por parte de *Monilla roreri*, por lo cual la intervención oportuna con productos de acción sistémica puede evitar el progreso del patógeno en tejidos aún inmaduros (Guerrero et al., 2025).

El uso de fungicidas adecuados en fases tempranas de desarrollo contribuye significativamente a disminuir la incidencia de monillasis en mazorcas pequeñas. La tendencia observada en el presente estudio refuerza la importancia de realizar aplicaciones preventivas y sostenidas para proteger los órganos reproductivos en sus primeras etapas, asegurando una mayor proporción de frutos viables a cosecha (Páez et al., 2024).

4.1.4. Número de mazorca mediana con monilla (NMMM)

Tabla 4

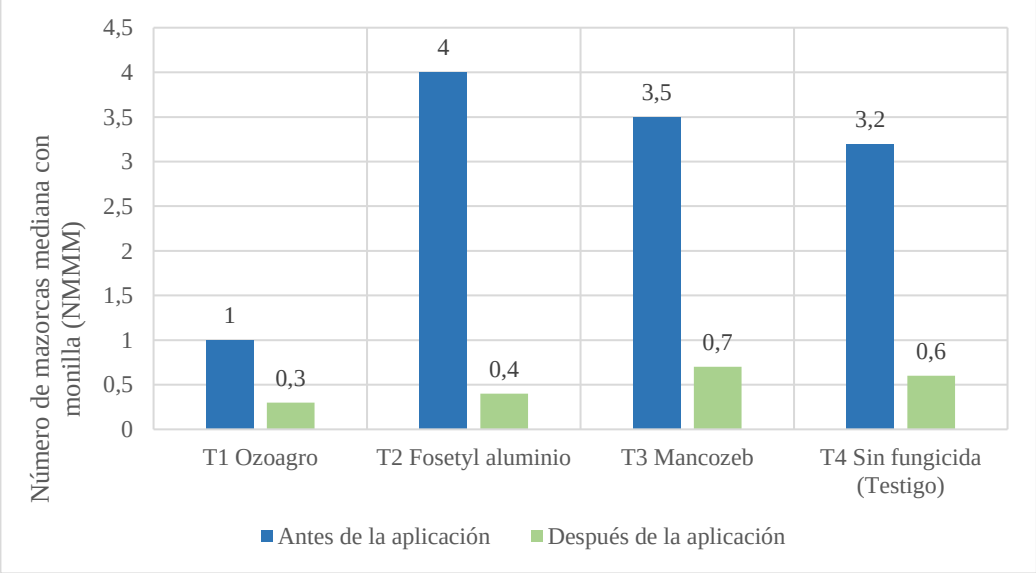
Resultados de los análisis estadísticos en el número de mazorca mediana con monilla (INMMM)

Trat	Antes de la aplicación (ns)		Después de la aplicación (ns)		Reducción (ns)	
N°	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos
1	1.0	A	0.3	A	0.7	A
2	4.0	A	0.4	A	3.7	A
3	3.6	A	0.7	A	2.9	A
4	3.2	A	0.6	A	2.6	A
F	2.06		0.82			
MG	2.93		0.48		2.38	

Nota: ** p < 0.01= Altamente significativo; p>0.05 ns = No significativo; F = Fisher; MG = Media general

Figura 4

Valores promedios para el número de mazorca mediana con monilla (NMMM)



No presentó diferencias estadísticas significativas ni antes ni después de la aplicación de los fungicidas ($p>0.05$). Sin embargo, se observó una reducción numérica generalizada en todos los tratamientos. El T2 (Fosetyl aluminio) disminuyó de 4.0 a 0.4 unidades, representando una reducción de 3,7 mazorcas afectadas. Le siguieron el T3 (Mancozeb) con una disminución de 2.9 unidades, T4 (testigo) con 2,6 y T1 (Ozoagro) con 1. La media general descendió de 2.93 a 0.48 mazorcas afectadas, lo que sugiere una tendencia positiva en el control del patógeno en este estadio de desarrollo del fruto, aunque sin respaldo estadístico significativo.

La disminución observada puede justificarse por la acción preventiva de los fungicidas, que si bien fueron aplicados sin distinguir el estado fenológico del fruto, mostraron efecto sobre las mazorcas en estado intermedio de desarrollo. El fosetyl aluminio, gracias a su capacidad de translocarse sistémicamente, pudo alcanzar los tejidos de mazorcas medianas aún no colonizadas por el hongo, evitando su progresión. En el caso de Mancozeb, su actividad protectora sobre la superficie vegetal impidió nuevas infecciones. El menor efecto en el T1 podría deberse a la rápida degradación del principio activo en condiciones de alta humedad, que limita su persistencia sobre el fruto. La reducción en esta etapa es importante, ya que permite conservar frutos en fases próximas a la madurez, con potencial de rendimiento comercial.

Se resalta la eficacia de fungicidas sistémicos como el fosetyl aluminio para contener el desarrollo de Moniliophthora roreri antes de la manifestación de síntomas visibles (Torres et al., 2024).

Los tratamientos continuos con fungicidas contribuyen a la protección de frutos en estadios intermedios, manteniendo un bajo nivel de infección incluso sin diferencias significativas. La reducción en el número de mazorcas medianas afectadas, aunque discreta, refuerza la necesidad de mantener un calendario de aplicación regular para asegurar la protección continua del cultivo frente a la monilla (Guerrero et al., 2025).

4.1.5. Número de mazorca grande con monilla (NMGM)

Tabla 5

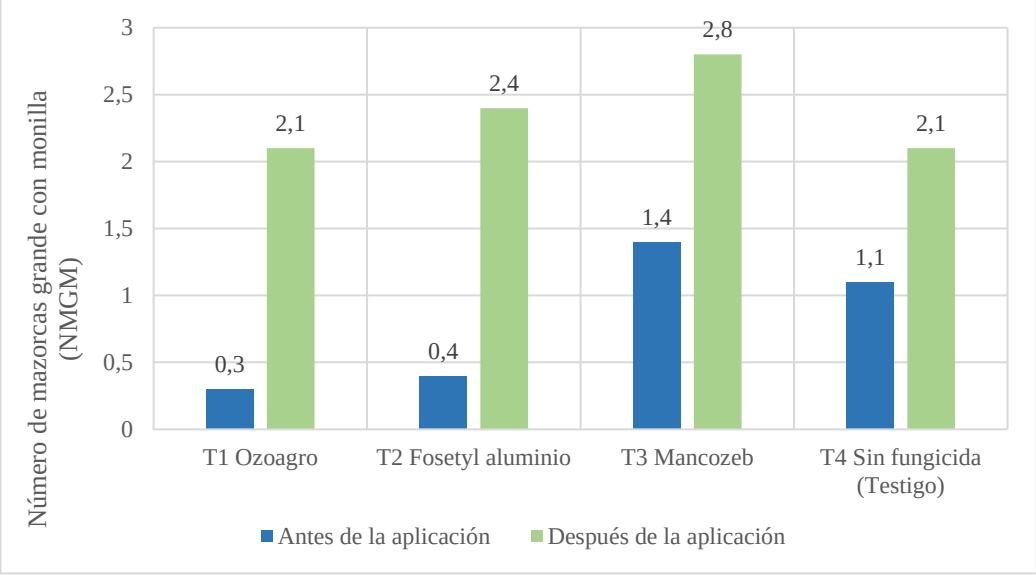
Resultados de los análisis estadísticos en el número de mazorca grande con monilla (INMGM)

Trat	Antes de la aplicación (*)		Después de la aplicación (ns)		Incremento (ns)	
N°	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos
1	0.3	B	2.1	A	1.8	A
2	0.4	AB	2.4	A	2.0	A
3	1.4	A	2.8	A	1.4	A
4	1.10	AB	2.1	A	1.0	A
F	3.71		0.76		1.61	
MG	0.80		2.35		1.55	

Nota: ** p < 0.01= Altamente significativo; p>0.05 ns = No significativo; F = Fisher; MG = Media general

Figura 5

Valores promedios para el número de mazorca grande con monilla (NMGM)



Se registraron diferencias estadísticas significativas únicamente antes de la aplicación de los tratamientos ($p<0.05$), sin diferencias posteriores. A pesar de ello, los promedios evidenciaron un aumento general en todos los tratamientos tras la aplicación, lo cual representa un comportamiento inverso al observado en mazorcas pequeñas y medianas. El T3 (Mancozeb) registró el mayor número de mazorcas grandes afectadas después de la aplicación (2.8), seguido por T2 (2,4), T1 y T4 (2.1). Este comportamiento puede atribuirse a la maduración progresiva de los frutos presentes al inicio del ensayo, que posiblemente ya estaban infectados de forma latente. La media general aumentó de 0.80 a 2.35, lo que se traduce en una diferencia neta de 1.55 mazorcas grandes adicionales afectadas.

La tendencia observada se puede explicar por la fisiología del hongo *Moniliophthora roreri,* el cual presenta un período de incubación largo y asintomático en los frutos en desarrollo. Esto significa que muchas mazorcas grandes evaluadas como sanas al inicio del estudio ya podían estar infectadas, manifestando síntomas visibles semanas después de la aplicación de los fungicidas. A diferencia de las mazorcas pequeñas y medianas, las grandes están próximas a la cosecha y su capacidad de respuesta a la acción del fungicida es menor. Además, los productos aplicados tienen mayor efectividad en fases tempranas del fruto. Por esta razón, aunque se mantuvo el esquema de aplicación, el control en esta etapa resultó limitado, y las reducciones numéricas fueron escasas o inexistentes, como se evidencia en la diferencia neta de solo 1 a 2 mazorcas en promedio según el tratamiento.

El éxito del control químico de la monilla depende del estadio de desarrollo del fruto, siendo más efectivo en etapas iniciales. La incidencia en mazorcas grandes suele aumentar a pesar del tratamiento, debido a la infección previa a la aplicación (Mora, 2023).

Los resultados obtenidos hacen referencia a la necesidad de implementar estrategias preventivas más tempranas y reforzar el monitoreo desde la etapa de floración, cuando las infecciones iniciales pueden ser controladas antes de alcanzar estados avanzados de desarrollo del fruto (Pilaloa et al., 2021).

4.1.6. Porcentaje de tejido afectado en mazorca pequeña (PTMP)

Tabla 6

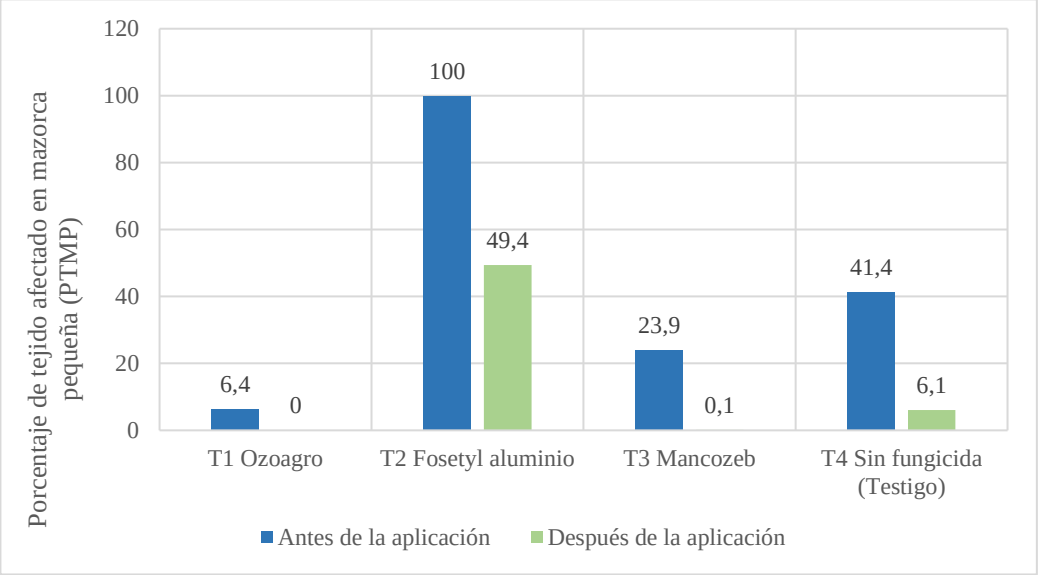
Resultados de los análisis estadísticos en el porcentaje de tejido afectado en mazorca pequeña (PTMP)

Trat	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Reducción (**)	
N°	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos
1	6.40	C	0.00	B	6.40	C
2	100.00	A	49.40	A	50.60	A
3	23.90	BC	0.10	B	23.80	BC
4	41.40	B	6.10	B	35.30	AB
F	40.23		44.24		10.19	
MG	42.92		13.90		29.02	

Nota: ** p < 0.01= Altamente significativo; p>0.05 ns = No significativo; F = Fisher; MG = Media general

Figura 6

Valores promedios para el porcentaje de tejido afectado en mazorca pequeña (PTMP)



Se observaron diferencias estadísticas altamente significativas antes y después de la aplicación de los tratamientos ($p < 0.01$). El tratamiento T2 (Fosetyl aluminio) presentó el mayor porcentaje inicial con 100 % de afectación, el cual se redujo a 49,40 %, logrando una disminución de 50,60 puntos porcentuales, la más alta registrada. Le siguieron T4 (testigo) con una reducción de 35,30 puntos, T3 (Mancozeb) con 23,80, y T1 (Ozoagro), que bajó de 6,40 % a 0 %. La media general descendió de 42,92 % a 13,90 %, reflejando una mejora clara en la condición sanitaria de los frutos jóvenes.

La alta efectividad observada en el T2, se debe a su acción sistémica, que actúa desde el interior del tejido vegetal impidiendo el avance del hongo en etapas iniciales. Mancozeb, aunque con menor efecto, logró contener el daño superficial, mientras que Ozoagro fue más efectivo en frutos con baja afectación inicial. La reducción general demuestra que los tratamientos fueron oportunos, ya que las mazorcas pequeñas son altamente susceptibles al ataque del hongo.

El control químico es más eficaz cuando se aplica en etapas tempranas del fruto (Maridueña et al., 2021).

La intervención preventiva con fungicidas sistémicos reduce significativamente el daño en tejido joven. Por tanto, aplicar productos adecuados en el momento correcto es clave para disminuir la severidad de la monilla en mazorcas pequeñas (Calderón, 2024).

4.1.7. Porcentaje de tejido afectado en mazorca mediana (PTMM)

Tabla 7

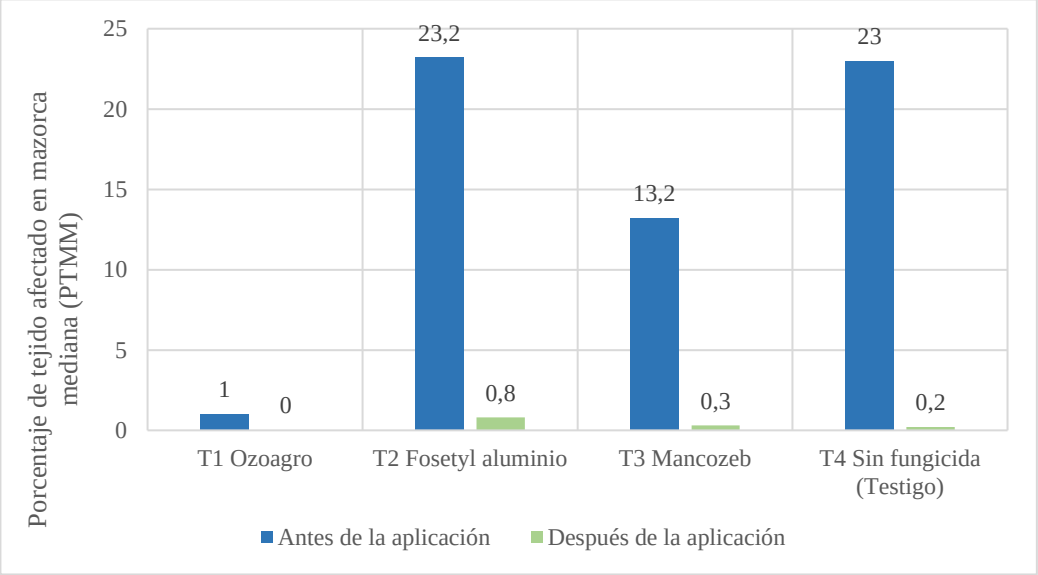
Resultados de los análisis estadísticos en el porcentaje de tejido afectado en mazorca mediana (PTMM)

Trat	Antes de la aplicación (ns)		Después de la aplicación (ns)		Reducción (**)	
N°	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos
1	1.00	A	0.00	A	1.00	C
2	23.20	A	0.80	A	22.40	A
3	13.20	A	0.30	A	12.90	B
4	23.00	A	0.20	A	22.80	A
F	1.04		1.18		1.05	
MG	15.08		0.33		14.75	

Nota: ** p < 0.01= Altamente significativo; p>0.05 ns = No significativo; F = Fisher; MG = Media general

Figura 7

Valores promedios para el porcentaje de tejido afectado en mazorca mediana (PTMM)



No se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p>0.05$); sin embargo, los valores absolutos reflejan una marcada reducción en todos los casos después de la aplicación de los fungicidas. El T2 (Fosetyl aluminio) disminuyó de 23.20 % a 0.80 %, representando una reducción de 22.40 puntos porcentuales, la más alta del ensayo. Le siguieron T4 (testigo) con 22.80 puntos, T3 (Mancozeb) con 12.90, y T1 (Ozoagro), que partió de un valor inicial bajo (0.90 %) y llegó a 0 %, con una reducción marginal. La media general de afectación bajó de 15.08 % a 0.33 %, lo que indica una notable recuperación del tejido sano en esta fase de desarrollo del fruto, aunque sin respaldo estadístico significativo.

La reducción observada puede atribuirse al momento de aplicación de los tratamientos, ya que las mazorcas medianas se encontraban aún en una etapa fisiológica susceptible, pero sin síntomas visibles avanzados. En este punto, el uso de fungicidas sistémicos como Fosetyl aluminio permitió bloquear el desarrollo del hongo dentro del tejido vegetal, evitando el avance de la necrosis. Por su parte, el mancozeb actuó limitando el ingreso del patógeno desde el exterior, mientras que Ozoagro, a pesar de su baja residualidad, mostró un efecto profiláctico aceptable dada la escasa afectación inicial. En el caso del testigo, aunque también se registró una disminución notable, esta podría deberse a la caída natural de frutos infectados o a la variabilidad propia del sistema.

El éxito del manejo químico de la monilla está directamente relacionado con el estado fenológico del fruto al momento del tratamiento. El uso oportuno de fungicidas sistémicos en frutos intermedios reduce de forma significativa la progresión del hongo en el tejido, especialmente si se aplican durante la fase de elongación del fruto (Torres et al., 2024).

Lo encontrado hace referencia en la importancia de monitorear permanentemente la evolución del cultivo para intervenir con precisión en las etapas donde los fungicidas tienen mayor probabilidad de éxito (Maridueña et al., 2021).

4.1.8. Porcentaje de tejido afectado en mazorca grande (PTMG)

Tabla 8

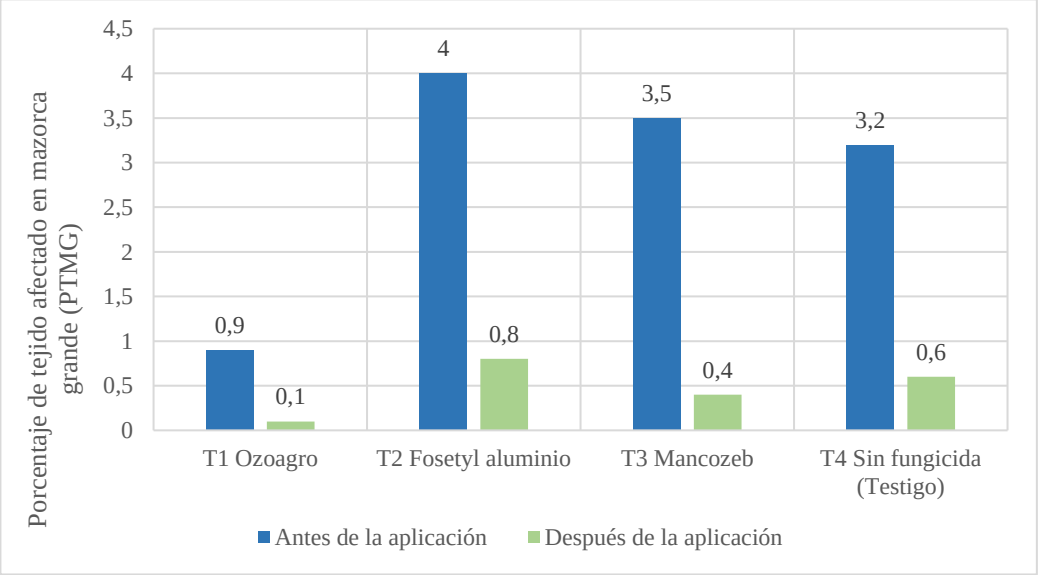
Resultados de los análisis estadísticos en el porcentaje de tejido afectado en mazorca grande (PTMG)

Trat	Antes de la aplicación (ns)		Después de la aplicación (ns)		Reducción (ns)	
N°	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos	Promedios	Rangos
1	0.90	A	0.10	A	0.80	A
2	4.0	A	0.80	A	3.20	A
3	3.5	A	0.40	A	3.10	A
4	3.20	A	0.60	A	2.60	A
F	1.98		0.71		2.72	
MG	2.90		0.48		2.43	

Nota: ** p < 0.01= Altamente significativo; p>0.05 ns = No significativo; F = Fisher; MG = Media general

Figura 8

Valores promedios para el porcentaje de tejido afectado en mazorca grande (PTMG)



No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos antes ni después de la aplicación de los fungicidas ($p>0.05$). No obstante, se evidenció una reducción generalizada en todos los casos, siendo el tratamiento T2 (Fosetyl aluminio) el que presentó la mayor disminución absoluta, pasando de 4.0 % a 0.8 %, lo que representa una reducción de 3.2 puntos porcentuales. Le siguieron T3 (Mancozeb) con una disminución de 3.1 %, T4 (testigo) con 2.6 % y T1 (Ozoagro) con 0.8 %. La media general de afectación disminuyó de 2.90 % a 0.48 %, indicando una tendencia positiva en la recuperación del estado sanitario de los frutos en esta fase de desarrollo, aunque las reducciones no fueron suficientes para generar diferencias significativas.

El comportamiento observado se puede atribuir al efecto acumulativo de los tratamientos a lo largo del ensayo, especialmente en frutos grandes que ya estaban próximos a la madurez. En este estado, aunque el tejido presenta menor susceptibilidad, la aplicación de productos con acción sistémica como Fosetyl aluminio ayudó a contener infecciones incipientes que no habían llegado a causar daño estructural visible. Por su parte, Mancozeb protegió la superficie de la mazorca evitando nuevas infecciones, mientras que Ozoagro, al tener baja residualidad, ofreció protección mínima. La reducción registrada en el testigo podría deberse a factores naturales como la caída de frutos más dañados, o a condiciones microclimáticas menos favorables para el desarrollo del patógeno en ese periodo.

Los frutos grandes tienden a presentar menores niveles de infección activa debido al endurecimiento del tejido y a la acumulación de compuestos de defensa. Asimismo, concluye que la efectividad de los tratamientos en frutos avanzados depende más de la prevención de brotes residuales que del control curativo, ya que las infecciones en esta fase suelen estar ya establecidas o en estado latente. Lo observado en esta investigación sugiere que, si bien los fungicidas pueden contribuir a disminuir el daño visible en mazorcas grandes, su efecto más destacado sigue dándose en fases (Zambrano, 2020).

4.1.9. Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla 9

Resultados de análisis de correlación y regresión lineal de la variable independiente (Xs) que tuvieron una estrechez significativa sobre el número de mazorcas sanas (variable dependendiente Y)

Variables independientes (Xs) componente mazorcas sanas (R)	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente de regresión (b)	Coeficiente de determinación (R^2) %
IMM antes	-0.37	-863.94	14
IMM después	-0.71	-0.83	29
NMPM antes	-0.69	-7.26	25
NMPM después	0.45	28.09	15

- **Coeficiente de correlación (r)**

El coeficiente de correlación refleja la fuerza y dirección de la relación entre dos variables. En este caso, la IMM después y la NMPM antes mostraron correlaciones negativas fuertes (r = -0.71 y r = -0.69), indicando que a mayor presencia de la enfermedad, menor número de mazorcas sanas. Por otro lado, la NMPM después mostró una correlación positiva moderada (r = 0.45), posiblemente relacionada con la producción de nuevas mazorcas tras el tratamiento. La IMM antes presentó una correlación débil (r = -0.37), sin impacto relevante.

- **Coeficiente de regresión (b)**

Este coeficiente indica cuánto cambia la variable dependiente (mazorcas sanas) por cada unidad de cambio en la variable independiente. Los valores negativos de b en IMM antes (-863.94), IMM después (-0.83) y NMPM antes (-7.26) muestran que el

aumento de la enfermedad reduce la cantidad de frutos sanos. En cambio, el valor positivo en NMPM después (b = 28.09) sugiere un efecto de recuperación del cultivo.

- **Coeficiente de determinación (R^2)**

R^2 indica qué porcentaje de la variación en mazorcas sanas es explicado por cada variable. La IMM después presentó el mayor valor (29 %), seguida por NMPM antes (25 %), lo que confirma su capacidad para predecir el efecto del tratamiento. Las demás variables explicaron menos del 15 % de la variabilidad, siendo menos determinantes.

4.1.10. Comprobación de hipótesis

De acuerdo con los resultados estadísticos obtenidos en la presente investigación, se pudo evidenciar que en la mayoría de variables evaluadas existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos aplicados. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alterna (Ha), determinando que la incidencia de la monilla en el cultivo de cacao sí depende de los tipos de fungicidas utilizados en la zona agroecológica en estudio.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

- La aplicación de los fungicidas redujo significativamente los niveles de monilla en cacao. Fosetyl aluminio (T2) fue el más efectivo, con un incremento de 29.80 en el número de mazorcas sanas y una disminución del 21.90% en la incidencia de la enfermedad. Además, redujo el porcentaje de tejido afectado en mazorcas medianas de 23.20% a 0.80%, confirmando su eficacia como tratamiento principal.
- Las reducciones más marcadas se observaron en frutos pequeños y medianos. En T2, las mazorcas pequeñas con monilla disminuyeron de 49.50 a 15.90, y en mazorcas medianas de 4 a 0.4. En cambio, en frutos grandes el control fue limitado, lo que indica que la efectividad depende del estado de desarrollo del fruto y del momento de aplicación.
- Aunque no todas las variables fueron estadísticamente significativas, la tendencia general mostró mejoras claras. La incidencia promedio bajó de 41.90 % a 20.79 % y el daño en mazorcas medianas de 15.08 % a 0.33 %, evidenciando que los tratamientos contribuyeron a mejorar la sanidad del cultivo.
- El uso de fungicidas, especialmente sistémicos como Fosetyl aluminio, es una herramienta efectiva en el manejo integrado de la monilla. Su uso oportuno en frutos jóvenes es clave para prevenir daños mayores, recomendándose su aplicación programada en zonas con alta presión de enfermedad como El Triunfo, Caluma.
- Los resultados del análisis estadístico mostraron que la incidencia de monilla después de la aplicación presentó una correlación negativa fuerte ($r = -0.71$) y explicó el 29 % de la variación en el número de mazorcas sanas, confirmando su importancia como variable productiva. De igual forma, el número de mazorcas pequeñas con monilla antes de la aplicación también

tuvo una correlación significativa (r = -0.69; R^2 = 25 %), evidenciando su impacto inicial en la sanidad del cultivo.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de Fosetyl aluminio (T2) como parte del manejo fitosanitario en cacaotales afectados por *Moniliophthora roreri*, ya que fue el tratamiento que logró el mayor incremento en mazorcas sanas (+29,8) y una significativa reducción en el número de mazorcas pequeñas y medianas con monilla.
- El fungicida Mancozeb (T3) también se sugiere como una alternativa viable, especialmente en condiciones de alta humedad, debido a su efecto de contacto que permitió reducir la incidencia de monilla por mazorca en -21,68 y mantener bajos porcentajes de tejido afectado.
- Se recomienda establecer un monitoreo periódico del cultivo, especialmente en las fases tempranas del desarrollo de la mazorca, dado que las mazorcas pequeñas fueron las más afectadas, alcanzando hasta un 49.4 % de tejido comprometido antes del tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA

AGEXPORT. (2023). Manual del cultivo de cacao. Obtenido de https://www.export.com.gt/attach/archivos-comite-cacao/MANEJO_AGRONOMICO_CACAO/Manual_del_cultivo_de_cacao_INAB_Laguna_Lachua.pdf

AGRIPAC. (2021). Fungicidas. Obtenido de https://agripac.com.ec/division/fungicidas-hortalizas/

AGRIPAC. (2023). Phos-Al 80% WP.

AGROACTIVO. (2023). Fungicida fosetyl aluminio fosetal 80WP. Obtenido de https://agroactivocol.com/producto/sanidad-vegetal-alimentos-saludables/fungicida-fosetyl-aluminio-fosetal/

AGROBANCO. (2020). Manejo integrado del cultivo de cacao. Obtenido de https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/586/1/Cultivo_cacao_2009.pdf

Agrodigital. (2023). Ozoagro. Obtenido de https://grupoagrodigital.com/producto/ozoagro/

Agronet. (2023). Con identificación de necesidades de agua en cacao se optimizarán sistemas de riego. Obtenido de https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Con-identificaci%C3%B3n-de-necesidades-de-agua-en-cacao-se-optimizar%C3%A1n-sistemas-de-riego.aspx

Agrosavia. (2019). La moniliasis del cacao: daños, síntomas, epidemiología y manejo.

Albores, V., Gómez, L., López, J., & Grajales, J. (2022). Mecanismos de infección endógena en frutos de cacao con *Moniliophthora roreri*. Polibotánica. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682022000100197

Amador, C., Alvarado, A., Farah, S., & Martillo, J. (2022). Caracterización morfológica del cacao nacional "*Theobroma cacao* L." del cantón Naranjal,

Ecuador. Revista Tecnológica - Espol, 80-97. Obtenido de http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/978

Anahuac. (2020). Que es el cacao y de donde proviene. Obtenido de https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/Que-es-el-cacao-y-de-donde-proviene

Anecacao - Asociación Nacional de Exportadores de Cacao. (2020). Origen del cacao. Obtenido de https://anecacao.com/index2022.html

Anecacao. (2021). Floración, fructificación y cosecha del cacao. Obtenido de https://anecacao.com/floracion-fructificacion-y-cosecha-del-cacao/

Anecacao. (2024). Tipos de cacao. Obtenido de https://anecacao.com/cacao-en-el-ecuador/tipos-de-cacao/

Bailón, A., Intriago, B., & Loor, Y. (2024). Diagnóstico territorial del cantón Bolívar y propuesta de desarrollo. Obtenido de https://es.scribd.com/document/426825588/Canton-Bolivar

BAYER. (2023). Protección de cultivos. Obtenido de https://www.agro.bayer.ec/es-ec/productos.html

Béjar, D., & Espinoza, A. (2023). Estudio de factibilidad de producción y comercialización del cacao en el cantón Naranjal, provincia del Guayas. Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25080/1/UPS-GT004416.pdf

Borrero, C. (2020). Fertilización del cultivo de cacao en sitio definitivo. Obtenido de https://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/FERTILIZACION_DEL_CULTIVO_DE_CACAO_EN_SITIO_DEFINITIVO.pdf

Cacaomexico. (2023). Cacao mexicano. Obtenido de https://cacaomexico.org/?page_id=70

Calderón, J. (2024). Comparación de fungicidas sobre la actividad de Moniliophthora roreri en cacao (*Theobroma cacao* L.) Palenque, Los Ríos. Obtenido de

https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CALDERON%20ZAMBRANO%20JASON%20HIGINIO.pdf

Calle, A. (2021). Contaminación por agroquímicos y acumulación de cadmio y plomo en suelos dedicados a la producción de cacao del sector la isla recinto la resistencia en el cantón coronel Marcelino Maridueña. (Master's thesis, Quevedo-Ecuador). Obtenido de https://repositorio.uteq.edu.ec/items/279ac645-37c2-4f4a-9259-b5e535c3e354

Campero, J. (2021). Recuperación de suelos degradados. Obtenido de https://n9.cl/n1n2h

Carvajal, A. (2020). Epidemiología de *Moniliophthora perniciosa* Aime y Phillips-Mora en seis clones de Cacao. Obtenido de http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/4302/Carvajal_Rivera_AS_MC_F_Fitopatologia_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Casa Chiapas. (2020). Manejo fitosanitario del cacao. Obtenido de https://cesavechiapas.org/p_mfc.php

Cedeño, M. (2025). Valoración fitosanitaria de monilla (*Moniliophthora roreri*) en cacao (*Theobroma cacao* L.) clon bola empleando tres combinaciones de ingredientes activos de fungicidas . Obtenido de https://dspace.ueb.edu.ec/items/3893c3a2-f41d-4413-a59b-1897c18145f6

CropLife. (2021). Moniliasis del cacao, un Hongo Mortal. Obtenido de https://croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/moniliasis-del-cacao

Cubillos, G. (2022). La Moniliasis del cacao: daños, síntomas, epidemiología y manejo. Obtenido de https://www.agrosavia.co/media/11540/69317.pdf

Del Monte AG. (2022). Cambio climático y su impacto en el cultivo de cacao. Obtenido de https://delmonteag.com.ec/cambio-climatico-y-su-impacto-en-el-cultivo-de-cacao/#:~:text=Esto%20se%20debe%20a%20que,y%20la%20calidad%20del%20cultivo.

Doster, N. (2019). Hoja botánica: Cacao. Obtenido de http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf

Dostert, N., Roque, J., Cano, A., & Weigend, M. (2020). Hoja botánica: Cacao. Obtenido de http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf

Enriquez, G. (2020). Cacao Orgánico, guía para el productor ecuatoriano. Quito, Ecuado.

Estrada, W. (2021). Guía técnica del cultivo de cacao maneado con técnicas agroecológicas. Obtenido de http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2015/12/Estrada_et_al_Guia_Tecnica_Cacao.pdf

Etece. (2021). Cacao - concepto, origen, historia y propiedades.

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). Uso de sombra en el cultivo de cacao. Obtenido de https://teca.apps.fao.org/fr/technologies/6475/#:~:text=Con%20el%20uso%20de%20sombra,beneficios%20econ%C3%B3micos%2C%20sociales%20y%20ambientales.

FARMAGRO. (2023). Fosetil aluminio. Traslate 80 WP. Obtenido de http://www.farmagro.com.pe/p/traslate-80-wp/

Furcal, P., & Torres, J. (2020). Determinación de concentraciones de cadmio en plantaciones de *Theobroma cacao* L. en Costa Rica. Revista Tecnología en Marcha, 122-137. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0379-39822020000100122&script=sci_arttext

Grajales, J., García, A., Gómez, L., & Albores, V. (2022). Mecanismos de infección endógena en frutos de cacao con *Moniliophthora roreri*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/358336506_Mecanismos_de_infeccion_endogena_en_frutos_de_cacao_con_Moniliophthora_roreri

GRANDSUR. (2023). Factores climáticos que afectan la producción de cacao.

Guerrero, G. (2020). El Cacao ecuatoriano su historia empezó antes del siglo XV. Líderes. Obtenido de https://www.revistalideres.ec/

Guerrero, R., Palma, R., Cevallos, O., & Mónaco, C. (2025). Efecto de cepas nativas de *Trichoderma* sobre la infección por *Moniliophthora Roreri* en

Theobroma cacao L. Obtenido de https://rgsa.openaccesspublications.org/rgsa/article/view/11357

Güilcapi, M. (2021). Origenes del cacao ecuatoriano. Obtenido de https://www.proamazonia.org/origenes-del-cacao-ecuatoriano/

Hernández, E., López, M., Garrido, E., & Solis, J. (2020). La moniliasis (*Moniliophthora roreri*). Obtenido de https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/416/298

Holdridge, L. (1979). Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica: IICA.

infoAgro. (2023). El cultivo del cacao. Obtenido de https://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.htm

INIAP. (2015). Guía de recomendaciones de control o manejo integrado de problemas fitosanitarios en cultivos tropicales de importancia economica. Obtenido de https://repositorio.iniap.gob.ec/server/api/core/bitstreams/29df01d5-aa44-4414-9a13-ee17a9316fd7/content?

INIAP. (2020). Manejo de insectos plaga. Obtenido de http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/cacao/barrenador.pdf

Instituto Colombiano Agropecuario. (2019). Manejo fitosanitario del cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.): medidas para la temporada invernal. Obtenido de https://n9.cl/vnvg

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP. (2020). Manejo de sombras. Obtenido de https://eva.iniap.gob.ec/web2/cacao/manejo-de-sombra-cacao/

Jara, J. (2024). Efecto antagónico del hongo *Trichoderma* sp. en el manejo de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en cacao en Ventanas, Los Rios. Obtenido de https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/JARA%20MACIAS%20JONATHAN%20PEDRO.pdf

Loor, J. (2020). Comparación de 2 fungicidas para controlar la moniliasis (*Moniliophthora roreri*), en cacao (*Theobroma cacao* L.), cantón las Naves

provincia de Bolívar. Obtenido de https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d2167df8-0d6a-4d84-b967-6825560e12bd/content

López, M., Jaimez, R., & Orozco, L. (2021). Caja de herramientas para la prevención y mitigación de la contaminación de cadmio en la cadena de Cacao-Ecuador. 1-16. Obtenido de https://cefaecuador.org/wp-content/uploads/2022/05/Guia_2.pdf

Maridueña, M., Jimenez, M., & Cevallos, J. (2021). Pathogenicity of *Moniliophthora roreri* isolates from selected morphology groups in harvested cacao pods and in vitro sensitivity to compost tea. Obtenido de https://revistabionatura.com/files/2021.06.01.19.pdf

Menezes, S., Santana, V., dos Santos, A., Santos, C., Ciampi, M., Andrade, E., . . . Peres, K. (2024). Genome-Wide Analysis of *Moniliophthora roreri* Facilitates the Development of Species-Specific Primers for Biomonitoring Frosty Pod Rot of Cacao. Obtenido de https://agritrop.cirad.fr/611599/1/2025%20Reis%20et%20al%20PhytoFrontiers.pdf

MInisterio de Cultura y Patrimonio. (2023). Información resumida del expediente usos y saberes tradicionales asociados a la producción de cacao fino de aroma. Obtenido de https://www.cancilleria.gob.ec/caracas/wp-content/uploads/sites/119/2022/09/Cacao.pdf

Montenegro, R. (2020). Servicio de acreditacion Ecuatoriano. Obtenido de https://www.acreditacion.gob.ec/cacao-en-ecuador-mejora-su-calidad/

Montes, M. (2021). Efectos del fósforo y azufre sobre el rendimiento de mazorcas, en una plantación de cacao (*Theobroma cacao* L) CCN 51, en la zona de Babahoyo.

Mora, M. (2023). Evaluación de tres estrategias para el control de la moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri*) en la parroquia Guadalupe, cantón Zamora. Obtenido de https://dspace.unl.edu.ec/items/86c48ca4-619c-4bab-b75b-75979188eb8c

Novasinergia. (2021). Cadena de produccion del cacao en el Ecuador.

Nutrien Ag Solutions. (2025). FIcha técnica de Mancozeb. Obtenido de https://nutrienagsolutions.cl/sites/default/files/2022-10/MANCOZEB.pdf?

Ortega, G. (2019). Buenas prácticas de manejo en el cultivo de cacao. Obtenido de https://assets.rikolto.org/paragraph/attachments/recomendaciones_vf.pdf

Ortiz, D., & Paredes, O. (2021). Rehabilitación del cultivo de fique (*Furcraea macrophylla*) mediante poda "descope" en Cauca, Colombia. Centro Agrícola, 5-13. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852021000100005&script=sci_arttext

OZOAGRO. (2023). Ozoagro fungicida. Obtenido de https://www.ozoagro-latam.com/product-category/fungicida/

Páez, P., Bernal, A., Castro, H., Castro, H., & Vera, M. (2024). Bacilo endofítico como agente de control biológico contra Moniliophthora roreri en condiciones de campo. Obtenido de https://revistas.uclave.org/index.php/bioagro/article/view/5060

Parra, M. (2019). Variedad CCN – 51: ¿Una amenaza para la industria del cacao. Obtenido de https://perfectdailygrind.com/es/2019/07/19/variedad-ccn-51-una-amenaza-para-la-industria-delcacao/#:~:text=CCN%20%E2%80%93%2051%20es%20una%20variedad,la%20estabilidad%20de%20sus%20negocios

Pilaloa, W., Aguayo, A., Pérez, D., & Torres, S. (2021). Manejo agroecológico de la Moniliasis en el cultivo de cacao (*Theobroma* cacao) mediante la utilización de biofungicidas y podas fitosanitarias en el cantón La Troncal. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/357741238_Manejo_agroecologico_de_la_Moniliasis_en_el_cultivo_de_cacao_Theobroma_cacao_mediante_la_utilizacion_de_biofungicidas_y_podas_fitosanitarias_en_el_canton_La_Troncal

Quintana, D. (2024). Las provincias ecuatorianas líderes en la producción de cacao. Rev. Fobes. Obtenido de https://www.forbes.com.ec/rankings/las-provincias-ecuatorianas-lideres-produccion-cacao-n59771

Rodríguez, L. (2024). Fungicida mancozeb para prevención de monilla (*Moniliophthora roreri*) en cultivos de cacao (*Theobroma cacao L*.) en el Ecuador. Obtenido de https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/17109

Rodríguez, N., Chávez, B., Gómez, I., Vásquez, M., & Estrada, P. (2022). El cultivo del cacao, sus características y su asociación con microorganismos durante la fermentación. Alianzas y Tendencias BUAP, 36–51. Obtenido de https://www.aytbuap.mx/aytbuap-725/el-cultivo-del-cacao-sus-caracter%C3%ADsticas-y-su-asociaci%C3%B3n-con-microorganism

Roquillo, M. (2020). Clasificación taxonómica del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L). Obtenido de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-

Sánchez, F. (2022). Ciclo de la moniliasis causada por *Moniliophthora roreri*. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Ciclo-de-la-moniliasis-causada-por-Moniliophthora-roreri-Cif-y-Par-Evans-et_fig2_237073698

Sela, G. (2022). La producción del cultivo de cacao. Obtenido de https://cropaia.com/es/blog/el-cultivo-de-cacao/#:~:text=El%20riego%20del%20cacao%20es,parte%20m%C3%A1s%20calurosa%20del%20d%C3%ADa.

SIN - Sistema Integrado de Consulta de Clasificaciones y Nomenclaturas. (2022). Ficha técnica de agricultura del Cacao CCN-51. Obtenido de https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_agricola.php?id=01640.02.06

TODO AGRO. (2023). Mancozeb. Obtenido de https://todo-agro.com/producto/mancozeb

Torres, J., Reyes, J., Medel, G., Preciado, P., Factos, K., & Hernandez, L. (2024). Chitosan: Biocontrol of *Moniliophthora roreri* and a Biostimulant of Theobroma cacao L. J. Glob. Innov. Agric. Sci., 2024, 12(4):993-1001. Obtenido de https://jgiass.com/pdf-reader.php?file=Chitosan:-Biocontrol-of-Moniliophthora-roreri-and-a-Biostimulant-of-Theobroma-cacao-L..pdf&path=issue_papers

Valenzuela, J. (2021). Origen, botánica y generalidades. Obtenido de https://chocolates.com.co/wp-content/uploads/2021/12/AF-FOLLETO-ORIGEN-BOTANICA-Y-GENERALIDADES-1.pdf

VECOL. (2023). Mancozeb + Cymoxanil Vecol 72% WP. Obtenido de https://www.vecol.com.co/producto/mancozebcymoxanil-72wp/

Venegas, F. (2019). Control de malezas en cacao. Santa Catalina.

Vergara, V. (2021). Mundodiners. Obtenido de https://revistamundodiners.com/mundo-diners-plus/historia-cacao-ec/

Villacís, E. (2019). Historia del cacao ecuatoriano. Obtenido de https://www.lapalabrabierta.com/2019/01/13/cacao-ecuatoriano-historia-e-identidad/

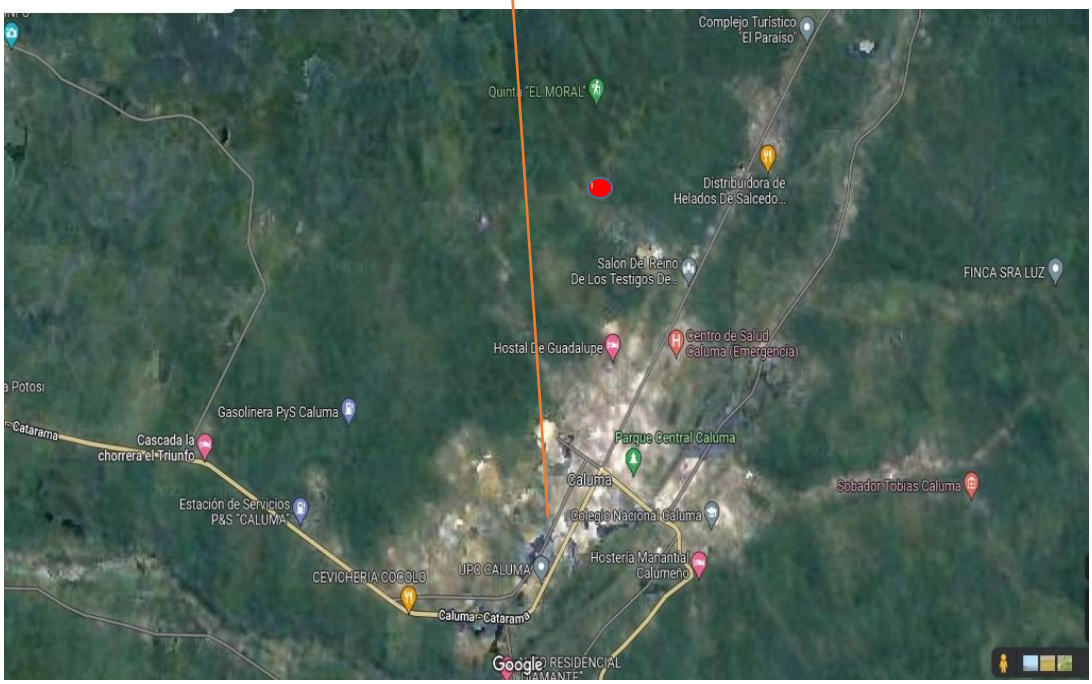
Zambrano, M. (2020). Evaluación de tres métodos de propagación clonal, bajo dos tipos de cubierta, utilizando dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.) genéticamente diferentes, en su fase de prendimiento definitivo a nivel comercial en Santo Domingo de los.

Zuccarelli, P. (2021). Fungicidas: Impacto en la Salud y el Medio Ambiente. Obtenido de https://tecnosolucionescr.net/blog/145-fungicidas-impacto-en-la-salud-y-el-medio-ambiente

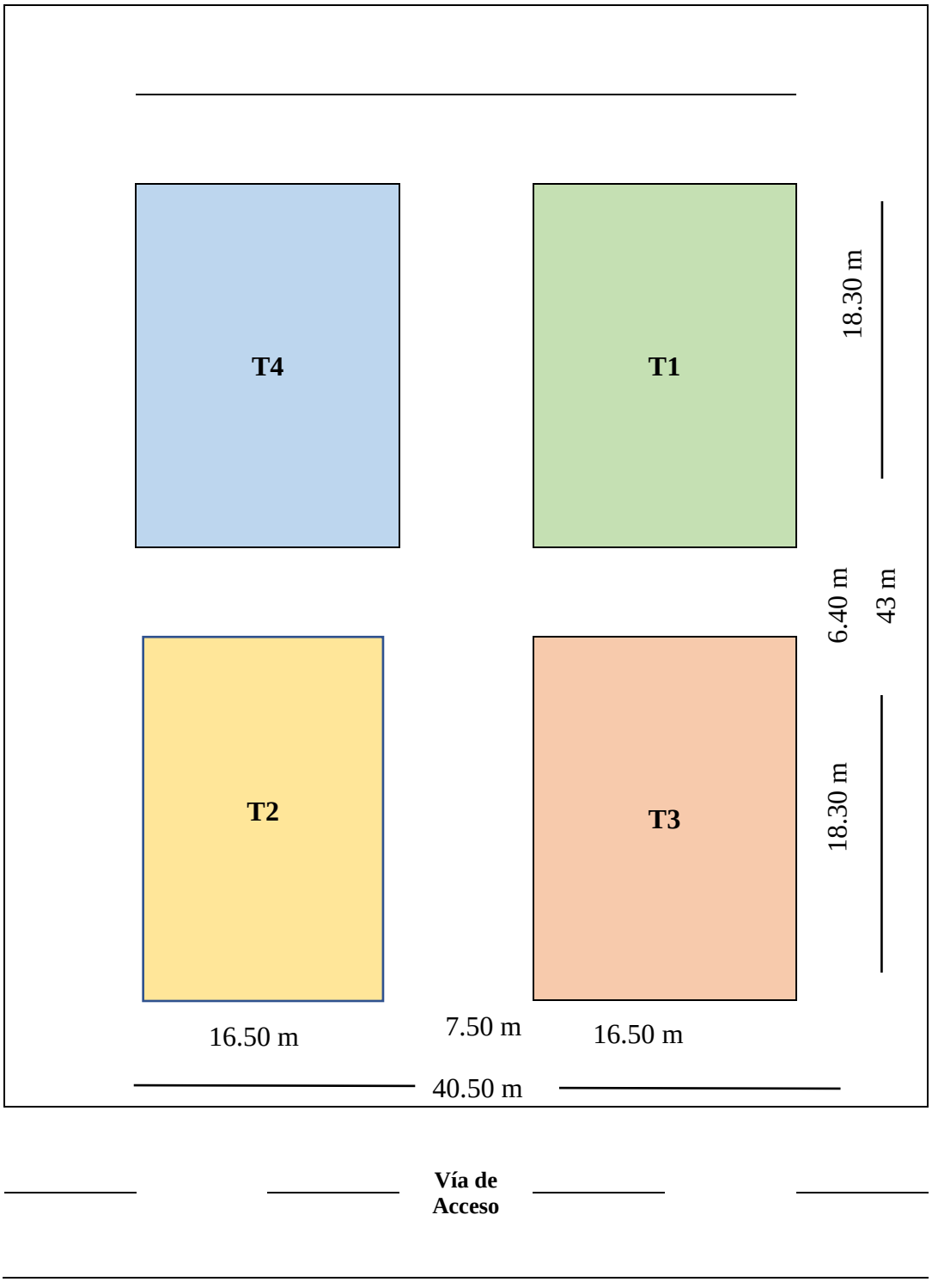
ANEXOS

Anexo 1 Mapa de ubicación de la investigación





Anexo 2 Croquis del ensayo



Anexo 3 Base de datos

		NMS			IMM			NMPM			NMMM		
T	**P**	Antes	Despues	Incremento	Antes	Despues	Reducción	Antes	Despues	Reducción	Antes	Despues	Reducción
1	1	8	26	18	30	7	23	11	5	6	2	0	2
1	2	2	17	15	19	0,15	19	18	3	15	0	0	0
1	3	1	5	4	17	9	8	11	8	3	0	0	0
1	4	4	15	11	43	4	39	3	2	1	1	0	1
1	5	6	35	29	16	9	7	9	7	2	0	0	0
1	6	2	15	13	10	0,75	9	15	9	6	1	1	0
1	7	8	15	7	38	0	38	5	0	5	1	0	1
1	8	1	16	15	13	2	11	3	2	1	0	0	0
1	9	17	23	6	15	7	8	14	7	7	0	0	0
1	10	6	12	6	65	8	57	17	4	13	4	2	2
2	1	0	34	34	97	37	60	93	19	74	4	1	3
2	2	0	33	33	48	31	17	48	15	33	0	0	0
2	3	2	26	24	63	28	35	51	10	41	18	0	18
2	4	7	22	15	55	39	16	54	14	40	1	0	1
2	5	17	39	22	45	29	16	43	22	21	3	0	3
2	6	3	26	23	32	26	6	28	8	20	4	1	3
2	7	0	13	13	43	38	5	41	10	31	1	0	1
2	8	4	54	50	49	22	27	45	15	30	4	0	4
2	9	5	55	50	56	36	20	55	31	24	1	0	1
2	10	12	46	34	43	26	17	37	15	22	4	1	3
3	1	23	25	2	41	25	16	22	16	6	4	2	2
3	2	2	19	17	41	39	2	35	12	23	3	0	3
3	3	15	25	10	37	21	16	27	7	20	4	0	4
3	4	8	23	15	44	42	2	37	15	22	5	0	5
3	5	4	25	21	22	21	1	7	1	6	1	0	1
3	6	16	23	7	64	0,35	64	7	2	5	2	0	2
3	7	13	15	2	84	59	25	67	21	46	9	3	6
3	8	0	17	17	37	10	27	23	7	16	3	0	3
3	9	10	35	25	60	13	48	6	4	2	2	1	1
3	10	6	20	14	66	47	19	19	17	2	3	1	2
4	1	0	15	15	54	45	9	38	17	21	4	1	3
4	2	4	36	32	16	12	4	9	5	4	2	0	2
4	3	6	69	63	21	15	6	16	11	5	1	1	0
4	4	5	25	20	24	14	10	8	4	4	2	0	2
4	5	1	15	14	11	0,4	11	9	5	4	2	1	1
4	6	1	25	24	60	36	24	55	13	42	4	1	3
4	7	0	76	76	38	18	20	30	16	14	6	1	5
4	8	0	66	66	47	11	36	45	7	38	1	1	0
4	9	0	7	7	42	0,3	42	39	3	36	3	0	3
4	10	0	7	7	70	42	28	34	16	18	7	0	7

NMGM			PTMP			PTMM			PTMG		
Antes	Despues	Incremento	Antes	Despues	Reducción	Antes	Despues	Reducción	Antes	Despues	Reducción
0	2	2	5	0	5	2	0	2	2	0	2
1	3	2	18	0	18	0	0	0	0	0	0
1	2	1	8	0	8	0	0	0	0	0	0
1	5	4	2	0	2	1	0	1	1	0	1
0	2	2	9	0	9	0	0	0	0	0	0
0	2	2	9	0	9	1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0
0	2	2	7	0	7	0	0	0	0	0	0
0	1	1	4	0	4	4	0	4	4	0	4
0	0	0	100	93	7	4	0	4	4	0	4
0	3	3	100	48	52	0	0	0	0	0	0
2	3	1	100	51	49	18	0	18	18	0	18
0	1	1	100	54	46	1	0	1	1	0	1
0	3	3	100	42	58	3	0	3	3	0	3
0	2	2	100	28	72	100	4	96	4	0	4
1	3	2	100	41	59	1	0	1	1	0	1
0	3	3	100	45	55	4	0	4	4	0	4
0	2	2	100	55	45	1	0	1	1	0	1
1	4	3	100	37	63	100	4	96	4	0	4
1	4	3	22	0	22	4	0	4	4	0	4
3	3	0	35	0	35	3	0	3	3	0	3
2	6	4	27	0	27	4	0	4	4	0	4
2	3	1	37	0	37	5	0	5	5	0	5
0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
2	2	0	2	0	2	2	0	2	2	0	2
3	3	0	67	0	67	9	0	9	9	0	9
1	1	0	23	0	23	100	3	97	3	0	3
0	3	3	6	1	5	2	0	2	2	0	2
0	2	2	19	0	19	3	0	3	3	0	3
3	3	0	38	0	38	4	0	4	4	0	4
0	2	2	9	0	9	2	0	2	2	0	2
2	4	2	100	16	84	100	1	99	1	0	1
0	1	1	4	0	4	2	0	2	2	0	2
1	1	0	5	0	5	2	0	2	2	0	2
1	2	1	55	0	55	4	0	4	4	0	4
2	2	0	30	0	30	6	0	6	6	0	6
1	2	1	100	45	55	100	1	99	1	0	1
0	2	2	39	0	39	3	0	3	3	0	3
1	2	1	34	0	34	7	0	7	7	0	7

Anexo 4 Manejo de campo



Aplicación del fungicida OZO AGRO



Medición del fungicida zimasol



Medición del fungicida fosetyl aluminio



Aplicación de los fungicidas



Limpieza de la bomba para la aplicación de los fungicidas



Aplicación de los fungicidas



Toma y registro de variables

Anexo 5 Glosario de términos técnicos

Acrooetalo basipetalo: El sentido en el que se mueven el agua, los nutrientes o los productos fitosanitarios dentro de la planta. El movimiento acropétalo es el desplazamiento desde la base hacia la parte superior (de las raíces y el tallo hacia hojas, flores y frutos), mientras que el movimiento basipétalo ocurre en sentido contrario, desde los órganos aéreos hacia la base y las raíces.

Agroclimático: Relacionado con la interacción entre el clima y las actividades agrícolas. En el cultivo del cacao, los calendarios agroclimáticos permiten ajustar las prácticas de siembra, poda y cosecha de acuerdo con las condiciones ambientales.

Autosombramiento: Proceso mediante el cual las mismas plantas de cacao crean sombra entre ellas, reduciendo la exposición directa al sol. Esta práctica mejora la protección de las plantas y contribuye al equilibrio del microclima del cultivo.

Ciclo vegetativo: Fases de crecimiento y desarrollo de las plantas. En el cacao, incluye desde la brotación y floración hasta la formación y maduración de las mazorcas. El ciclo vegetativo está influenciado por factores climáticos como la temperatura y la humedad.

Clorosis: Síntoma que se manifiesta en el amarillamiento de las hojas debido a la falta de clorofila. Puede ser un indicador de deficiencias nutricionales o infecciones fúngicas en las plantas de cacao.

Correlación: Técnica estadística que mide la relación entre dos variables. Se utiliza en estudios de cacao para evaluar cómo los diferentes fungicidas afectan la incidencia de enfermedades como la monillasis.

Drenaje: Capacidad del suelo para eliminar el exceso de agua. Es crucial en las plantaciones de cacao, ya que el encharcamiento prolongado puede dañar las raíces y reducir la productividad del cultivo.

Escaldadura: Lesión en las hojas o frutos del cacao causada por la exposición a temperaturas extremas o radiación solar excesiva. Este problema afecta la calidad de las mazorcas y puede disminuir la productividad.

Etiología: Rama de la ciencia que estudia las causas y el origen de las enfermedades. En el contexto del cacao, la etiología ayuda a identificar los patógenos responsables de enfermedades como la monilla y la escoba de bruja.

Fermentación: Proceso clave en la postcosecha del cacao, donde las semillas se someten a un proceso bioquímico que mejora el sabor y aroma del grano. La fermentación es esencial para obtener un cacao de alta calidad.

Fitopatología: Disciplina que estudia las enfermedades de las plantas. A través de la fitopatología, los investigadores buscan comprender cómo las plagas y patógenos afectan los cultivos de cacao, desarrollando métodos de control efectivos.

Fungicidas: Productos químicos utilizados para combatir y prevenir enfermedades fúngicas en los cultivos. Actúan impidiendo el crecimiento de los hongos patógenos. Pueden ser sistémicos, absorbiéndose en la planta, o de contacto, afectando únicamente las zonas expuestas.

Heliofanía: Cantidad de luz solar que llega a una región durante un periodo determinado. En el cultivo de cacao, la heliofanía influye en el crecimiento de las plantas y en la producción de las mazorcas.

Hifas: Filamentos que componen el micelio de los hongos. Las hifas infectan los tejidos del cacao, penetrando el fruto y expandiéndose para causar daño. Son responsables de la propagación de enfermedades fúngicas en las plantas.

Micelio: Conjunto de filamentos que forman el cuerpo vegetativo de un hongo. En el caso de la monillasis, el micelio de *Moniliophthora roreri* se desarrolla dentro de los tejidos del cacao, causando la necrosis del fruto.

Micorrizas: Hongos que establecen relaciones simbióticas con las raíces de las plantas. En el cacao, las micorrizas ayudan a mejorar la absorción de nutrientes y fortalecen la resistencia del árbol a condiciones adversas.

Monillasis: Enfermedad fúngica causada por *Moniliophthora roreri*, que afecta gravemente las mazorcas del cacao. Provoca la pudrición de los frutos y, si no se controla, puede generar grandes pérdidas económicas en las plantaciones cacaoteras.

Necrosis: Muerte del tejido vegetal causada por enfermedades como la monilla. En el cacao, la necrosis afecta principalmente las mazorcas, generando manchas oscuras y la descomposición del fruto.

Phytophthora sp.: Género de hongos patógenos que causan la enfermedad de la mazorca negra en el cacao. Estos hongos afectan tanto los frutos como las raíces de la planta, y su propagación se ve favorecida por climas húmedos.

Poda: Práctica agrícola que consiste en cortar ramas enfermas o improductivas para mejorar la salud y rendimiento de los árboles de cacao. La poda también ayuda a controlar enfermedades y facilita el manejo del cultivo.

Pulpa: Capa carnosa que recubre las semillas de cacao dentro de la mazorca. La pulpa es esencial para el proceso de fermentación, contribuyendo al desarrollo de los sabores y aromas característicos del cacao.

Regresión lineal: Método estadístico utilizado para analizar la relación entre variables. En los estudios del cacao, se emplea para determinar la influencia de factores como la aplicación de fungicidas en la reducción de enfermedades.

Sistemático: Se refiere a productos, como fungicidas, que se absorben por las raíces o el follaje de la planta y se distribuyen internamente. Los fungicidas sistémicos protegen al cacao desde el interior, controlando eficazmente las enfermedades fúngicas.