



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

VALORACIÓN FITOSANITARIA DE MONILLA (*Moniliophthora roreri*) DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE TRES FUNGICIDAS EN EL CANTÓN CALUMA.

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

Autoras:

Shenhann Elizabeth Cantó Pilpe

Lisset Karolina Riera Pucha

Tutor:

Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

Guaranda – Ecuador

2024

VALORACIÓN FITOSANITARIA DE MONILLA (*Moniliophthora roreri*) DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE TRES FUNGICIDAS EN EL CANTÓN CALUMA.

REVISADO Y APROBADO POR:



Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.
Tutor



Ing. Sonia Fierro Borja Mg.
Docente Lector



Ing. Carlos Taco Taco Mg.
Docente Lector

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotras, Shenhann Elizabeth Cantó Pilpe, con C.I. 120811090-6 y Lisset Karolina Riera Pucha, con C.I. 020250920-4, declaramos 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.



Lisset Karolina Riera Pucha
Autora
C.I. 020250920-4



Shenhann Elizabeth Cantó Pilpe
Autora
C.I. 120811090-6



Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.
Tutor
C.I. 020098963-0





Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario



rio...

N° ESCRITURA: 20240201003P00911

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: CANTO PILPE SHENHANN ELIZABETH Y

RIERA PUCHA LISSET KAROLINA

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS

H.R. Factura: 001-006-000005954

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día dieciséis de Abril del dos mil veinticuatro, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen CANTO PILPE SHENHANN ELIZABETH, soltera de ocupación estudiante, domiciliada en el Cantón Urdaneta de la Provincia de los Ríos y de paso por este lugar, con celular número (0958770229), su correo electrónico es shenhanncantop@gmail.com, y, RIERA PUCHA LISSET KAROLINA, soltera de ocupación estudiante, domiciliada en el Cantón San Miguel Provincia Bolívar y de paso por este lugar, con celular número (0968505489), su correo electrónico es karito.riera@gmail.com, por sus propios y personales derechos, obligarse a quienes de conocer doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruida por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que proceden libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento declaran lo siguiente manifestamos que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado **VALORACIÓN FITOSANITARIA DE MONILLA (*Moniliophthora roreri*) DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE TRES FUNGICIDAS EN EL CANTÓN CALUMA.** es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autoras, previo a la obtención del título de Ingenieras en Agronomía en la Universidad Estatal de Bolívar, Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a las comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta notaria, aquellos se ratifican y firman conmigo de todo lo cual doy Fe.

CANTO PILPE SHENHANN ELIZABETH

c.c. 120811090-6

RIERA PUCHA LISSET KAROLINA

c.c. 0202509204

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



EL NOTA....

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS DE Karolina y Shenhann-1.docx

AUTOR

Cantó Pilpe Riera Pucha

RECUENTO DE PALABRAS

13948 Words

RECUENTO DE CARACTERES

71703 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

74 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

42.0MB

FECHA DE ENTREGA

May 6, 2024 11:09 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 6, 2024 11:12 PM GMT-5

● 10% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Fuentes excluidas manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente



DEDICATORIA

Este proyecto de investigación en primera instancia es dedicado a Dios por darme la salud, inteligencia, guiarme en cada paso de mi vida y permitirme finalizar este hermoso camino universitario.

A mis padres Enrique Vicente Cantó Saturno y Marjorie Jazmín Pilpe Arreaga por el apoyo y amor incondicional hacia mí y mi meta de ser una gran profesional, por estar siempre diciéndome que puedo y nunca dejar que me rinda, por formarme con valores y principios ejemplares los cuales me han ayudado en los momentos difíciles, por sus oraciones y por el enorme sacrificio económico con el fin de que logre mis objetivos personales y profesionales.

A mi hermano Aron Vicente Canto Pilpe que amo tanto que desde cielo me ha estado cuidando en cada momento de mi vida y guiándome en cada paso de mi vida, también a mis dos hermanas Juneissie Jazmín y Jhunsue Britseyda Cantó Pilpe por acompañarme cada noche y madrugada realizando mis tareas, por siempre haber sido mi apoyo incondicional.

También le dedico a cada uno de los ingenieros que me brindaron sus conocimientos constantes, ya que con paciencia me supieron enseñar y también por siempre querer sacar lo mejor de cada estudiante para ser un exitoso profesional.

Shenhann Cantó

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación le dedico a Dios por guiarme y darme las fuerzas para salir adelante, por encarar cada problema, por estar siempre conmigo, porque con él puedo lograr todo.

A mi madre y a mis abuelos por estar siempre conmigo dándome su amor incondicional y apoyándome por darme sus consejos y tener paciencia conmigo, por estar siempre en cada etapa de mi vida en mis estudios que con sacrificio me han sacado adelante y gracias ellos soy lo que soy, por darme sus valores, principios y empeño para salir adelante.

También dedico este proyecto de investigación a mis hermanos y hermanas que han estado conmigo en las buenas y las malas, apoyándome y dándome consejos para nunca rendirme, a mi padre que está en el cielo, que me ilumina y está conmigo en cada paso de mi vida para lograr mis objetivos

Finalmente, a cada uno de los ingenieros que no solo me han brindado sus conocimientos, sino también su amistad que por medio de ella me han enseñado a ser una mejor estudiante que al final podrá ser una gran profesional.

Karolina Riera

AGRADECIMIENTO

Primeramente, le agradecemos a Dios por permitirnos estar en estos momentos con salud y vida, por guiarnos, estar siempre con nosotros iluminándonos en cada paso y etapa de nuestras vidas para seguir adelante en este proyecto de investigación.

Nuestro más sincero agradecimiento a la prestigiosa Universidad Estatal de Bolívar, por abrirnos las puertas y permitirnos estudiar para llegar a ser unas buenas profesionales de la República del Ecuador. A la carrera de Agronomía y a cada uno de los ingenieros docentes quienes estuvieron brindándonos su apoyo, cariño, paciencia y comprensión cuando nos estaban compartiendo sus conocimientos desde el primer día. Agradecemos a nuestro tutor Ing. Kleber Espinoza Mora, por guiarnos y transmitirnos sus conocimientos a lo largo del proyecto de investigación, por estar siempre pendiente de nosotros que hagamos un buen trabajo. Así mismo a la Ing. Sonia Fierro Borja e Ing. Carlos Taco Taco, por su colaboración en la enseñanza de brindarnos sus conocimientos y ser nuestra guía en el desarrollo del proyecto de investigación para así terminar con éxito.

Le agradecemos también a nuestros padres, hermanos por demostrarnos su apoyo incondicional y siempre motivarnos a cumplir nuestros objetivos para ser las mujeres que somos ahora y poder cumplir nuestro sueño de ser profesionales.

Shenhann y Karolina

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PAG.
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO II	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>).....	5
2.2. Clasificación taxonómica del cultivo del cacao.....	5
2.3. Descripción botánica.....	6
2.3.1. Sistema radical.....	6
2.3.2. Hojas.....	6
2.3.3. Flores	6
2.3.4. Fruto	6
2.3.5. Semilla.....	7
2.4. Requerimientos edafoclimáticos.....	7
2.4.1. Precipitación	7
2.4.2. Temperatura.....	8
2.4.3. Altitud.....	8
2.4.4. Luminosidad	8
2.4.5. Viento	8

2.5. Variedades comerciales del cacao	8
2.5.1. Forastero (Trinitario) o cacao amargo.....	8
2.5.2. Criollo, híbridos o cacao dulce	9
2.5.3. Cacao Nacional.....	9
2.5.4. Clon CCN-51.....	9
2.6. Manejo del cultivo	10
2.6.1. Preparación del suelo.....	10
2.6.2. Eliminación de malezas	10
2.6.3. Poda	10
2.6.4. Poda de formación	11
2.6.5. Poda de mantenimiento	11
2.6.6. Poda fitosanitaria	11
2.6.7. Poda de rehabilitación	11
2.6.8. Poda de sombra.....	12
2.6.9. Recolección	12
2.7. Enfermedades del cacao.....	12
2.7.1. La moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>).....	12
2.7.2. Origen de la enfermedad	13
2.7.3. Etiología	13
2.7.4. Ciclo de vida del hongo	13
2.7.5. Sintomatología.....	14
2.7.6. Escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>).....	14
2.7.7. Mazorca negra o fitoptora (<i>Phytophthora sp</i>).....	14
2.7.8. Rosellinia.....	15
2.7.9. Mal del machete	15

2.8. Control de enfermedades	15
2.8.1. Control de moniliasis.....	15
2.8.2. Control de la escoba de bruja	15
2.8.3. Control de mazorca negra.....	16
2.8.4. Control de Rosellinia.....	16
2.8.5. Control para el mal del machete	17
2.9. Cosecha.....	17
2.10. Fungicidas	17
2.10.1. Clorotalonil.....	18
2.10.2. <i>Trichoderma ssp.</i>	18
2.10.3. Polisulfuro de calcio	19
CAPÍTULO III.....	20
3. MARCO METODOLÓGICO.....	20
3.1. Ubicación de la investigación	20
• Localización de la investigación.....	20
• Situación geográfica y climática.....	20
• Zona de vida	21
3.2. Metodología	21
3.2.1. Material experimental.....	21
3.2.2. Factores de estudio	21
3.2.3. Tratamientos	21
3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico.....	21
3.2.5. Manejo del experimento	21
3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta)	22
3.2.7. Tipo de análisis.....	24

CAPÍTULO IV	26
4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1.10 Análisis de correlación y regresión lineal	40
4.2 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	41
CAPÍTULO V	42
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
5.1. Conclusiones	42
5.2. Recomendaciones	43
BIBLIOGRAFÍA	44
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag.
1	Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de los tratamientos del cultivo de cacao en la altura de la planta antes de la aplicación y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas.	27
2	Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de los tratamientos del cultivo de cacao en el diámetro del tallo antes de la aplicación y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas.	29
3	Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de los tratamientos del cultivo de cacao en el número de ramas antes de la aplicación y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas.	31
4	Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de los tratamientos del cultivo de cacao en el número de botones florales antes de la aplicación y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas.	33
5	Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de los tratamientos del cultivo de cacao en el número de flores abiertas antes de la aplicación y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas.	35
6	Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de los tratamientos del cultivo de cacao en el número de mazorcas por planta antes de la aplicación y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas.	37
7	Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de los tratamientos del cultivo de cacao en el número de mazorcas sanas antes de la aplicación y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas.	39
8	Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de los tratamientos del cultivo de cacao en el número de mazorcas con monilla antes de la aplicación y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas.	41
9	Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de los tratamientos del cultivo de cacao en la incidencia de monilla en mazorca antes de la aplicación y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas.	43
10	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) que presentaron diferencias significativas positivas en relación con la incidencia de monilla (variable dependiente Y).	45

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pag.
1	Valores promedio de Altura de la planta	28
2	Valores promedio de Diámetro del tallo	30
3	Valores promedio de Número de ramas	32
4	Valores promedio de Número de botones florales	34
5	Valores promedio de Número de flores abiertas	36
6	Valores promedio de Número de mazorcas por planta	38
7	Valores promedio de Número de mazorcas sanas	40
8	Valores promedio de Número de mazorcas con monilla	42
9	Valores promedio de Incidencia de monilla en mazorca	44

ÍNDICE DE ANEXOS

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

RESUMEN

Actualmente, Ecuador ocupa el cuarto lugar como mayor productor mundial de cacao. La producción de este rubro es importante en el sector agrícola. En la provincia de Bolívar se producen 958 toneladas de cacao y en el cantón Caluma, este producto agrícola ocupa el segundo lugar en importancia económica para la población, justo después de la naranja. Sin embargo, este cultivo se ha visto muy afectado por la moniliasis, lo que dificulta su capacidad de alcanzar una excelente producción y productividad. Por lo tanto, este proyecto de investigación pretende valorar fitosanitariamente la monilla del cacao, mediante la utilización de tres fungicidas se plantearon tres objetivos específicos: i) Identificar la incidencia y severidad que presenta la monilla en cada uno de los tratamientos. ii) Determinar el fungicida con mejor respuesta para el control de monilla y iii) Establecer la relación entre las características agronómicas y la incidencia y severidad del ataque de monilla. Para alcanzar estos objetivos, se establecieron tres tratamientos más un testigo, los datos recolectados se analizaron mediante una estadística descriptiva e inferencial. La altura de la planta (AP) no presentó una variabilidad en sus datos antes y después de la aplicación de los fungicidas, manteniendo una media general de 263 cm, el diámetro del tallo (DT) no presentó diferencias significativas entre tratamientos con una media general de 11.10 cm en ambas recopilaciones de datos, la media general para el parámetro agronómico de número de ramas (NR) fue de 3 ramas antes y posterior a la fumigación, el número de botones florales presentó un incremento de los mismos después de la aplicación de los fungicidas, evidenciándose igualmente un incremento en el número de flores abiertas (NFA) después del control de enfermedades. El análisis estadístico para las variables número de mazorcas (NM), número de mazorcas sanas (NMS), registró un incremento tanto en el rendimiento de mazorcas como en el número de mazorcas sanas, al igual que en los parámetros agronómicos de Número de mazorcas con monilla (NMM) e incidencia de monilla en mazorca (IM) que presentaron un menor daño e incidencia de la monilla en la mazorca, a diferencia del testigo que presentó un mayor número de mazorcas con moniliasis y una alta incidencia de la misma. La incidencia de *M. rozeri* tuvo una reducción del 10.49% tras la aspersion de Clorotalonil y el 4.84% con la aplicación de *Trichoderma spp.*

Palabras clave: Incidencia, baja productividad, Clorotalonil, *Moniliophthora rozeri*

SUMMARY

Ecuador is the fourth largest producer of cocoa in the world. The production of this item is important in the agricultural sector. In the province of Bolívar, 958 tons of cocoa are produced and in the Caluma cantón, this agricultural product occupies second place in economic importance for the population, just after the orange. However, this crop has been greatly affected by moniliasis, which hinders its ability to achieve excellent production and productivity. Therefore, this research project aims to phytosanitally assess the cocoa monilla, through the use of three fungicides, three specific objectives were set: i) Identify the incidence and severity of the cocoa monilla in each of the treatments. ii) Determine the fungicide with the best response for monilla control and iii) Establish the relationship between agronomic characteristics and the incidence and severity of monilla attack. To achieve these objectives, three treatments plus a control were established, the data collected were analyzed using descriptive and inferential statistics. The plant height (AP) did not present a variability in its data before and after the application of fungicides, maintaining a general average of 263 cm, the stem diameter (DT) did not present significant differences between treatments with a general average of 11.10 cm in both data collections, the general mean for the agronomic parameter of number of branches (NR) was 3 branches before and after fumigation, the number of flower buds showed an increase after the application of fungicides, also showing an increase in the number of open flowers (NFA) after disease control. The statistical analysis for the variables number of ears (NM), number of healthy ears (NMS), recorded an increase in both the yield of ears and the number of healthy ears, as well as in the agronomic parameters of Number of ears with monilla (NMM) and incidence of monilla on the cob (IM) that presented less damage and incidence of *M. rozeri* on the cob, unlike the control that presented a greater number of ears with moniliasis and a high incidence of it. The incidence of monilla had a reduction of 10.49% after the spraying of Chlorothalonil and 4.84% with the application of *Trichoderma spp.*

Keywords: Incidence, low productivity, chlorothalonil, *Moniliophthora rozeri*.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao de género *Theobroma* es el que más se cultiva debido a la gran importancia socioeconómica en América Latina. En la parte mundial, durante los últimos cinco años el cacao tiene un total de 3256438 toneladas de una superficie 6981522 hectáreas (Fontagro, 2019).

El cultivo de cacao del Ecuador en la actualidad ocupa el cuarto lugar como mayor productor mundial, es considerado el producto de exportación más antiguo, por lo tanto, ha estado estrechamente ligado a la economía de este país. La producción de cacao representa uno de los principales rubros del sector agropecuario, generando recursos y empleo; además contribuye al desarrollo y progreso económico, social y ambiental ecuatoriano.

El mayor cultivo de cacao se concentra en las provincias de los Ríos, Guayas, Manabí, Esmeralda y el Oro, al pie de los Andes Occidentales, así como en las provincias de noreste del Ecuador (provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo) (Guerrero, 2019).

De acuerdo al ministerio de agricultura y ganadería, en Ecuador se cultiva unas, 601000 hectáreas de cacao, de las cuales 77% se ubican en zonas costeras, el 13% en provincias montañosas y el 10% en la región amazónica (Cobos, 2021).

A nivel de la provincia de Bolívar la producción de cacao es de 958 toneladas, distribuidas en una superficie aproximada de 17984 hectáreas en las zonas de Caluma, Echeandía, las Naves, San Luis de Pambil (INEC, 2017)

En el cantón Caluma, el cacao es actualmente una fuente de ingresos para los agricultores, ya que es el segundo producto más importante después de la naranja. El uso de fungicidas (químicos y biológicos) son de suma importancia en el cultivo de cacao debido a que se ha determinado que la utilización de estos disminuyó la incidencia de la "moniliasis" (*Moniliophthora roreri*), sin embargo, la aplicación de fertilizantes no aumenta la efectividad de estos productos. (Toala et al., 2019)

1.2. PROBLEMA

El cultivo de cacao en su mayoría se ve afectado por cambios climáticos extremos, por falta de investigación y mal manejo agronómico, además por la severidad e incidencia que presenta la monilla y sus ineficientes procesos de control.

El principal problema del cacao ecuatoriano es la baja productividad provocada por malas prácticas agrícolas desde la antigüedad y por ende sus ingresos económicos en la actualidad están siendo afectados por el bajo rendimiento.

El cultivo de cacao es afectado por enfermedades primarias y endémicas como la monilla, esto da como resultado que los rendimientos del cacao caigan hasta un 80%, que puede llegar al 100% durante períodos de alta infección. También entre estas enfermedades se destaca la mazorca negra, el mal de machete y la muerte regresiva que ocasionan la pérdida productiva.

La presente investigación busca validar controles eficientes para la reducción de la incidencia de monilla, teniendo en cuenta además un buen manejo agronómico del cultivo y sobre todo correctas aplicaciones de los ingredientes activos que permitan tener una base sólida para lograr el mejoramiento progresivo de la sanidad.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Valorar fitosanitariamente monilla, en cacao mediante la utilización de tres fungicidas.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar la incidencia que presenta la monilla en cada uno de los tratamientos
- Determinar el fungicida con mejor respuesta para el control de monilla.
- Establecer la relación entre las características agronómicas y la incidencia del ataque de monilla.

1.4. HIPÓTESIS

H₀: La respuesta fitosanitaria del ataque de monilla en el cultivo de cacao no depende de los fungicidas en estudio y su relación con el medio ambiente.

H₁: La respuesta fitosanitaria del ataque de monilla en el cultivo de cacao depende de los fungicidas en estudio y su relación con el medio ambiente

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Cacao (*Theobroma cacao* L.)

El cacao es un cultivo de clima tropical que se puede cultivar desde los 10° norte hasta los 10° sur del Ecuador. Este cultivo es cultivado en casi todo el mundo, ya que está muy extendido en grandes plantaciones en África, Oceanía, Asia y el Continente Americano, que se centran en la producción de cereales para la producción chocolate y grasas, y estas industrias son responsables de la producción de chocolate y grasas (Arvelo, 2017).

Debido a su abundante productividad, el cacao es muy importante en el Ecuador, por lo que cada vez más tierras son ocupadas por este cultivo, lo que beneficia al país, por ejemplo, al núcleo de familias dedicadas a la producción y venta del cacao. Debido a la popularidad del producto y sus derivados, la cadena productiva se enfoca cada día en incrementar el rendimiento y esfuerzos por preservar las propiedades sensoriales manteniendo la calidad del grano (Rodríguez, 2019).

2.2. Clasificación taxonómica del cultivo del cacao

Taxonomía del cacao

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

(Ronquillo, 2020)

2.3. Descripción botánica

2.3.1. Sistema radical

El sistema radicular consta de una raíz principal con una profundidad de penetración de más de 2 m (lo que facilita la recogida de nutrientes) y un sistema radicular de gran superficie dividido en 15 cm bajo el suelo (Enríquez, 2018).

2.3.2. Hojas

Las hojas son perennes, miden 20 cm de diámetro. Las hojas están dispuestas en dos hileras, una a cada lado de la rama, alternas, grandes, únicas, ovaladas, de 20-35 cm de largo, 4-15 cm de ancho, con el ápice largo, ligeramente más grueso y liso, la superficie inferior es poco profunda y cuelga del tallo (León, 2017).

2.3.3. Flores

La flor del cacao es hermafrodita, una pentámera con ovario superior, lo que indica, que la estructura floral del cacao consta de 5 sépalos de cacao, el Androceo conformado por 10 filamentos de los cuales 5 son fértiles (estambres) y los otros 7 son infértiles (estaminodios), el gineceo (pistilo) está formado por un ovario supero con 5 lóculos funcionados desde la base donde cada uno puede contener de 5 a 15 óvulos, dependiendo del genotipo. La polinización del cacao es estrictamente entomófila, para lo cual la flor inicia su proceso de apertura con el agrietamiento del botón floral en horas de la tarde. En horas de la mañana al día siguiente la flor está completamente abierta. Las anteras cargadas de polen abren y están viables (disponibles y funcionales), casi inmediatamente por un periodo aproximado de 48 horas está la única etapa disponible para la polinización, donde muchos insectos actúan como agentes principales de polinización especialmente una “mosquita” del género *Forcipomya* los demás agentes son de menor importancia. (Zambrano, 2019).

2.3.4. Fruto

El fruto del cacao es el resultado de los ovarios maduros de una flor fertilizada. Esta descripción afirma acertadamente que algunos frutos nunca maduran y fallan por falta de semilla, estos se denominan frutos padres. Dentro de su clasificación

Botánica el fruto de cacao es una drupa, normalmente conocido como mazorca tanto el tamaño como la forma de los frutos varían ampliamente dependiendo de sus características genéticas, el medio ambiente donde crece y se desarrolla el árbol, así como el manejo de la plantación las mazorcas de cacao por sus formas están clasificadas como: Amelonado, Calabacillo, Angoleta y Cundeamor, variando según tipo y especie Los jóvenes frutos son víctimas de una verdadera hecatombe: 20 a 90% de los frutos tiernos mueren, sin embargo, la naturaleza, pródiga, ha atribuido al cacao una floración continua durante todo el año (León, 2017).

2.3.5. Semilla

Las semillas son de forma oblonga y varían en tamaño. Algunos son redondos en su parte más larga, como el cacao criollo y nacional de Ecuador, y otros bastante planos, como los forasteros. El color de la semilla también varía mucho, desde blanquecino hasta blanco puro, morado intenso y todos los tonos, también se pueden distinguir algunos genotipos (Untuña, 2018).

2.4. Requerimientos edafoclimáticos

El crecimiento y desarrollo y alto rendimiento del cacao están estrechamente relacionados con las condiciones ambientales de su origen. Por tanto, los factores climáticos afectan la producción de las plantaciones; por lo tanto, las condiciones térmicas y de humedad deben ser satisfactorias para el cultivo por ser una planta perenne y que su periodo vegetativo como: la época de floración, brotación y cosecha está regulado por el 8 clima, cuya relación del transcurso climático y el periodo vegetativo nos permite establecer los calendarios agroclimáticos (Campero, 2021).

2.4.1. Precipitación

El cacao se cultiva en zonas donde las precipitaciones se encuentren entre los 1600 mm y 2500 mm, siendo este el rango óptimo para el cultivo, debido a que el cacao es muy sensible a la falta de humedad en el suelo (Sullca, 2017).

2.4.2. Temperatura

Se consideran óptimas las temperaturas medias mensuales de 23 a 24 °C. Temperaturas promedios mensuales superiores a 30 °C e inferiores a 20 °C no favorecen la explotación comercial del cacao. No deben producirse temperaturas medias diarias inferiores a 15 °C en el lugar donde se cultiva cacao. La diferencia entre la temperatura del día y el de la noche no debe ser inferior a 9 °C (Campero, 2021)

2.4.3. Altitud

Se cultiva casi desde el nivel del mar y hasta los 1200 msnm, siendo el óptimo de 300 a 400 msnm y de 600 a 800 msnm (Vizcaíno, 2020).

2.4.4. Luminosidad

La luminosidad es variable dependiendo del ciclo productivo en el que se encuentre, siendo del 40 al 50% para el cultivo en formación y del 60 al 75% para plantación adulta (Betancourt, 2020).

2.4.5. Viento

Es el factor que determina la velocidad de evapotranspiración del agua en la superficie del suelo y de la planta. En las plantaciones expuestas continuamente a vientos fuertes se produce la defoliación o caída prematura de hojas. En plantaciones donde la velocidad del viento es del orden de 4 m/s y con muy poca sombra, es frecuente observar defoliaciones fuertes (Betancourt, 2020).

2.5. Variedades comerciales del cacao

Hay dos variedades cacao:

2.5.1. Forastero (Trinitario) o cacao amargo

Originario de las Américas, es la raza más cultivada en las regiones cacaoteras de África y Brasil. Se caracteriza por sus frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente tersa y de granos aplanados, de color morado y sabor amargo. Dentro

de esta raza destacan distintas variedades como Cundeamor, Amelonado, sambito, Calabacillo y Angoleta (Brezan, 2017).

2.5.2. Criollo, híbridos o cacao dulce

Actualmente, están sustituyendo a las plantaciones antiguas de Forasteros debido a su mayor adaptabilidad a distintas condiciones ambientales y por sus frutos de mayor calidad. Se caracterizan por sus frutos de cáscara suave y semillas redondas, de color blanco a violeta, dulces y de sabor agradable. La superficie del fruto posee diez surcos longitudinales marcados, cinco de los cuales son más profundos que los que alternan con ellos. Los lomos son prominentes, verrugosos e irregulares (Basan, 2019).

2.5.3. Cacao Nacional

La variedad tradicional del Ecuador es el tipo denominado Nacional, que se caracteriza por dar un chocolate suave de buen sabor y aroma, tiene un tipo de fermentación muy corta, de pocas horas, en contraste con el Forastero que toma varios días, en caso extremos 12 días, este genotipo Nacional se ha venido perdiendo con el tiempo debido a la introducción de materiales resistente a enfermedades económicamente más importantes que han afectado a su producción (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2020).

2.5.4. Clon CCN-51

Origen genético de este clon es fruto del cruzamiento entre IMC-67 (Amazónico) por ICS-95 (Trinitario), y la descendencia de estos fue cruzada con otro cacao del oriente que el agrónomo Castro lo colectó y denominó Canelos por el lugar de origen, por lo tanto, el CCN-51 corresponde a lo que se conoce como un híbrido doble hay que resaltar es que solamente la planta número 51 fue la que se destacó por sus excelentes características agronómicas y sanitarias, motivo por el cual fue clonada en forma masiva, en la actualidad, la cantidad de hectárea total de cacao en el Ecuador aproximadamente corresponde un 10% a CCN-51 (Sarango, 2018).

2.6. Manejo del cultivo

2.6.1. Preparación del suelo.

El suelo es el medio fundamental en el desarrollo de cacaotales. Se debe proteger contra los rayos directos del sol, ya que estos degradan rápidamente la capa de humus que puedan contener. Por ello se recomienda un adecuado sombreado y el mantenimiento de la hojarasca, no practicar labores profundas y cortar las malas hierbas lo más bajo posible. La hojarasca y el sombreado ayudan a mantener la humedad necesaria durante los meses de sequía. El cacao es una planta muy sensible a terrenos encharcados, por lo que se recomienda el empleo de drenajes adecuados que impidan el anegamiento. Se recomienda la construcción de canales que recolecten y conduzcan el exceso de agua de lluvia para evitar que esta elimine la hojarasca y el horizonte húmico del suelo (Landeta, 2018).

2.6.2. Eliminación de malezas

La eliminación de malas hierbas en cacao se realiza fundamentalmente mediante escarda química. Las plantas que salen del vivero son muy susceptibles al daño de los herbicidas, por lo que deben aplicarse con precaución. Los productos más empleados son el diuron, el dalapon y el gesapax. Cuando se realicen aplicaciones de herbicidas es importante que no entren en contacto con la planta de cacao. Por ello es común el empleo de protectores cilíndricos de plástico que protejan a las plantas. No existen ensayos que especifiquen el efecto de estos herbicidas sobre los árboles de sombra de los cacaotales, por lo que se recomienda extremar las precauciones y no rociar cerca de los mismos (Asenjo, 2020).

2.6.3. Poda

Es una técnica que consiste en eliminar todos los chupones y ramas innecesarias, así como las partes enfermas y muertas del árbol. La poda ejerce un efecto directo sobre el crecimiento y producción del cacaotero, ya que se limita la altura de los árboles y se disminuye la incidencia de plagas y enfermedades (INIAP, 2023).

2.6.4. Poda de formación

Se efectúa durante el primer año de edad del árbol, y consiste en dejar un solo tallo y observar la formación de la horqueta o verticilo, el cual debe formarse aproximadamente entre los 10 y 16 meses de edad de la planta, con el objeto de dejar cuatro o más ramas principales o primarias para que formen el armazón y la futura copa del árbol. Estas ramas principales serán la futura madera donde se formará la mayoría de las mazorcas, lo mismo que en el tronco principal. Cuanto más tierno sea el material podado, mejores resultados se obtienen. En el segundo y tercer año se eligen las ramas secundarias y así sucesivamente, hasta formar la copa del árbol. Se eliminarán las ramas entrecruzadas, muy juntas, y las que tienden a dirigirse hacia adentro (Alcívar et al., 2022).

2.6.5. Poda de mantenimiento

Desde los dos o tres años de edad los árboles deben ser sometidos a una poda ligera por medio de la cual se mantenga el árbol en buena forma y se eliminen los chupones y las ramas muertas o mal colocadas. El objetivo de esta poda es conservar el desarrollo y crecimiento adecuado y balanceado de la planta del cacao (Muños, 2017).

2.6.6. Poda fitosanitaria

Se deben eliminar todas las ramas defectuosas, secas, enfermas, desgarradas, torcidas, cruzadas y las débiles que se presenten muy juntas. Debe comprender también la recolección de frutos dañados o enfermos (Motamayor, 2022).

2.6.7. Poda de rehabilitación

Se realiza en aquellos cacaotales antiguos que son improductivos y consiste en regenerar estos árboles mal formados o viejos con podas parciales, conservando las mejores ramas, o podando el tronco para estimular el crecimiento de chupones, eligiendo el más vigoroso y mejor situado, próximo al suelo, sobre el que se construirá un nuevo árbol. También es posible hacer injertos en los chupones y luego dejar crecer solamente los injertos (Sarabia, 2018).

2.6.8. Poda de sombra

Se realiza en las especies de sombra para evitar que estas ramifiquen a baja altura e impidan el desarrollo de las plantas de cacao. Se podan una o dos veces al año para favorecer el manejo del cultivo. Se cortan las ramas bajas y sobrantes de las plantas de sombra permanente. El adecuado control de la sombra es muy importante para la obtención de buenos rendimientos del cacao, por lo que se recomiendan porcentajes de sombreado próximos al 30 % (Fajardo, 2017).

2.6.9. Recolección

La recolección es una de las fases más importantes, se debe hacer la identificación de las mazorcas maduras. Este estado se conoce por los cambios de coloración externa, que varía dependiendo del tipo o variedad. Este cambio de color puede ser muy ligero y se corre con el riesgo de no cosechar a tiempo mazorcas que han alcanzado su plena madurez. Ante este importante detalle, muchos recolectores cosechan las mazorcas que se encuentran en las partes bajas del árbol, basados en el sonido que emiten estas cuando son golpeadas con los dedos. El punto óptimo de recolección se produce cuando las variedades de fruto rojo han tomado un color anaranjado-bermellón y los de fruta amarilla (Bajaña, 2019).

2.7. Enfermedades del cacao

La incidencia de enfermedades va a depender de la ubicación geográfica donde se siembre el cacao “al menos una de las enfermedades puede causar graves pérdidas. Los agentes de enfermedades de mayor impacto son *Phytophthora spp.* *Moniliophthora perniciosa* (escoba de bruja) *Moniliophthora roreri* (podredumbre de la mazorca)” por lo general estos patógenos presentan resistencias a los cambios de climas adversos (Montero, 2017).

2.7.1. La moniliasis (*Moniliophthora roreri*)

Moniliophthora roreri, conocida comúnmente como monilla, se encuentra entre los problemas de gran importancia para el sector cacaotero en Latinoamérica y el Caribe. Para que el patógeno pueda producir la infección, no existe un estado de desarrollo fijo en los frutos (Gonzales, 2017).

2.7.2. Origen de la enfermedad

Fue reportado por primera vez en Ecuador en 1917 se considera que fue su centro de origen, aunque el patógeno fue detectado anteriormente en el Noroeste de Colombia donde las plantaciones mostraban síntomas similares al de la enfermedad, sin embargo, el agente causal y la enfermedad son conocidas desde aproximadamente dos siglos, debido a esto se han expandido en extensiones cacaoteras de muchos países. De esta manera se muestra la alta incidencia parasitaria y disposición para diseminarse e infestar nuevas áreas (Romero, 2017).

Taxonomía de (*Moniliophthora roreri*)

Reino	Fungi
División	Basidiomycota
Clase	Basidiomycetes
Orden	Agaricales
Familia	Marasmiacea
Género	Moniliophthora
Especie	roreri

2.7.3. Etiología

Moniliophthora roreri también conocida como enfermedad de Quevedo, pudrición acuosa, helada o mancha ceniza, mediante estudios realizados con varias pruebas (morfológicas, citológicas y moleculares) clasifican a este hongo como Basidiomicete, sus conidios pueden ser globulares o sub globulares y elípticas midiendo de dos a siete μm , produciendo sustancias tóxicas tejidas del hospedadero (Sánchez, 2020).

2.7.4. Ciclo de vida del hongo

El período de existencia de *Moniliophthora roreri* pasa por dos fases, por esta razón es conocido como un hongo “hemibiótrofo” la primera fase es biotrófica que empieza en la germinación de las esporas hasta que invade de manera intercelular la epidermis de los frutos. La segunda fase es necrótica que ocurre cuando la mazorca disminuye su crecimiento y el patógeno logra invadir interiormente a las

células, donde se provoca la desintegración interna y externa. Las primeras señales se hacen presente entre 15 y 30 días, una vez que el hongo logra ingresar al fruto. Cuando los frutos están en pleno desarrollo a causa de la acción producida por el hongo puede causar la pérdida del grano (Arvelo, 2017).

2.7.5. Sintomatología

En las primeras tres semanas de la infección pueden aparecer los síntomas, los frutos están más dispuestos a contraer la enfermedad en las primeras etapas del desarrollo, en las etapas posteriores al avanzar su crecimiento estos presentan más resistencia, cuando la inoculación se produce en los frutos menores a dos meses se aprecian deformaciones en el área superficial de los mismos, que da paso a la aparición de manchas marrón, las mismas que se extienden y sobre ella empieza a hacerse presente una capa blanquecina que corresponde al micelio del hongo. Después de tres a siete días emergen las esporas y son dispersadas por la acción de los factores climáticos. (Vélez et al., 2023)

2.7.6. Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*)

Otra de las enfermedades endémicas del Sur de América es *Moniliophthora perniciosa*, esta patología también se encuentra entre las que genera mayores pérdidas en los cultivos de cacao. A pesar de tener proximidad filogenética con *Moniliophthora roreri*, cada especie afecta parte de las plantas en concretos y además tienen posaderos diferentes (Masmela, 2019).

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

Es una enfermedad causada por el hongo *Phytophthora sp*. Ataca raíces, hojas, tallos, frutos y ramas del cacao. En cacao se han reportado siete especies patógenas: *P. palmivora*, *P. megakarya*, *P. capsici*, *P. citrophthora*, *P. nicotianae var. Parasitica*, *P. megasperma* y *P. arecae*. El género *Phytophthora sp* se encuentra distribuido en todo el mundo; predominan diferentes especies de acuerdo con la zona geográfica y el hospedero (Instituto Colombiano Agropecuario, 2019).

2.7.8. Rosellinia

Es una enfermedad conocida como llaga estrellada o podredumbre negra de la raíz. Afecta, inicialmente, todo el sistema radical de la planta, y posteriormente, el cuello del tallo, hasta causar la muerte (Perlaza, 2023).

2.7.9. Mal del machete

El mal del machete es una enfermedad del tronco de las ramas del cacao, producida por el hongo *Ceratocystis fimbriata*. Puede ser transmitido por herramientas sin desinfectar por un insecto del género *Xyleborus*, coleóptero perforador del tronco (Hernandez, 2018).

2.8. Control de enfermedades

2.8.1. Control de moniliasis

Cuando la espora o semilla del hongo germina, produce unas estructuras llamadas hifas infectivas que se encargan de penetrar el fruto. La infección llega a los tejidos centrales, incluyendo los granos de cacao, e inicia el desarrollo de la necrosis desde la parte interna. Finalmente, el fruto es el único órgano infectado. Las investigaciones han permitido determinar que los síntomas varían según la edad del fruto al momento de la infección, pero la velocidad de desarrollo depende de las condiciones ambientales, básicamente de la temperatura y de la susceptibilidad del clon o variedad de cacao (Arvelo, 2017).

2.8.2. Control de la escoba de bruja

Estrategias de control, la forma más efectiva de control es mediante la remoción exhaustiva de los órganos enfermos, realizada en el momento de la poda del cultivo. El control se basa en la creación de un ambiente favorable para el árbol de cacao y desfavorable al patógeno; esto contribuye a menor pérdida de frutos. Entre las prácticas de cultivo que conducen a favorecer las condiciones apropiadas del árbol y negativas para la enfermedad se destacan:

- Reducir o mantener una altura máxima de 4 metros en las plantas de cacao.

- Realizar mínimo dos podas de mantenimiento al año, a finales o comienzo de los periodos secos, es decir, entre los meses de febrero-marzo y julio-agosto.
- Durante y después de las podas, hacer una remoción de tejidos enfermos, escobas y frutos (Masmela, 2019).

2.8.3. Control de mazorca negra

- Efectuar las podas con el ánimo de bajarle altura al cultivo, en el tiempo adecuado.
- Mantener el cultivo libre de malezas.
- Mantenimiento o instalación del sistema de drenaje, en caso de que las condiciones del suelo lo exijan.
- Realizar el RE-SE (recolección semanal de frutos enfermos cada ocho días) (ICA, 2019).

2.8.4. Control de Rosellinia

La prevención es el mejor método de control de la Rosellinia. En principio, debe darse al suelo y al cultivo un manejo racional, evitando el uso indiscriminado de correctivos, abonos y productos químicos, de tal forma que se favorezca el equilibrio biológico. En segundo lugar, no debe permitirse la exposición total del cacao al sol eliminando el sombrío, y en caso de que sea necesario él entresaque, es importante realizarlo rápidamente, preferiblemente mediante el uso de un herbicida inyectado al centro del tallo y la corteza. En caso de presencia de este patógeno, debe evitarse el contacto de las raíces de los árboles enfermos con los sanos. Por ello se debe:

- Arrancar las raíces de árboles muertos a causa de la Rosellinia.
- Erradicar los árboles degradados con la aplicación de un herbicida sistémico para matarlos instantáneamente y podar los árboles cercanos que aún permanecen vivos.
- Solarizar y repicar el área del foco, es decir, debe despejarse para que penetre el sol (Perlaza, 2023).

2.8.5. Control para el mal del machete

El hongo que produce la ceratocystis no es capaz de invadir al árbol sin ayuda, en consecuencia, necesita una herida o una galería producida por el insecto para penetrar. La mejor manera para evitar el efecto de esta enfermedad es mediante la prevención.

- Debe evitarse el causar heridas innecesarias al árbol y, en todo caso, se debe cicatrizar toda herida que se le cause al leño, bien sea en las prácticas de poda o por algún factor que agriete, desgarrar u ocasione heridas de cualquier tipo.
- Se recomienda no usar herramientas sin desinfectar, ni, mucho menos, que hayan sido contaminadas en labores realizadas a plantas enfermas. La desinfección puede hacerse utilizando sustancias como el formol diluido en agua al 2% o el hipoclorito de sodio.
- Complementariamente, debe realizarse el control de Xileborus destruyendo los árboles secos o las partes secas en las que tenga presencia la plaga.
- En ataques fuertes se debe, en primer lugar, aplicar un insecticida de contacto, luego eliminar los árboles afectados, cortándolos a ras del suelo (Soto et al., 2021).

2.9. Cosecha

La cosecha se inicia cuando el fruto o mazorca este maduro. La madurez de la mazorca se aprecia por su cambio de pigmentación: de verde pasa al amarillo o del rojo y otros similares al amarillo anaranjado fuerte pálido. La cosecha debe realizarse cada dos semanas durante la cosecha menor y cada semana durante los periodos pico, Asimismo en verano desde septiembre a diciembre y en invierno desde enero a mayo (Paredes, 2023).

2.10. Fungicidas

Los fungicidas, herbicidas e insecticidas son plaguicidas utilizados en la protección de cultivos. Un fungicida es un tipo particular de plaguicida que controla enfermedades fúngicas, inhibiendo o eliminando al hongo que causa la enfermedad. No

todas las enfermedades causadas por hongos pueden controlarse adecuadamente con fungicidas (Tutle, 2020).

2.10.1. Clorotalonil

Es un fungicida de contacto, eficaz en el control de enfermedades causadas por hongos. Incorpora en su formulación un agente adherente para resistir las lluvias, evitando el lavado del producto en los tejidos vegetales tratados. Es efectivo contra enfermedades y cultivos.

Dosis: 135 a 170 ml en 100 l de agua

Ingrediente activo: Clorotalonil

Modo de acción: Actúa principalmente protegiendo la planta contra el proceso de infección del hongo. Clorotalonil es un ingrediente activo, foliar, no sistémico, de contacto y con acción protectora (Moreno, 2019).

2.10.2. *Trichoderma ssp.*

Es un complejo de microorganismo beneficioso aislado de suelos agrícola ecuatoriano, y dicho complejo, está constituido por varias especies y diferentes cepas del hongo trichoderma. Este hongo benéfico es utilizado a nivel mundial para promover crecimiento vegetal en el cultivo agrícola.

Ingrediente activo: *Trichoderma ssp.*

Modo de acción

Estimula el desarrollo vegetal, secretando enzimas, hormonas de crecimiento vegetal como giberelinas y auxinas y solubilizando nutrientes como fosfato, cobre, hierro y manganeso.

En la rizosfera, *Trichoderma* es atraído por los exudados radiculares, que usa como alimento, lo que provoca su persistencia y colonización de las raíces, protegiéndola así del ataque de hongos y bacterias perjudiciales.

En viveros, Biotrich previene la mortandad de las semillas y plántulas, combatiendo la acción patogénica de hongos y bacterias

Características físicas: Estado físico: Polvo, humedad: 13,8%, pH: 6,5 (Martínez, 2022)

2.10.3. Polisulfuro de calcio

Es un fungicida, bactericida, insecticida y acaricida, que actúa por contacto, recomendado para el control de plagas y enfermedades descritas en el Cuadro de Instrucciones de Uso.

Composición

Polisulfuro de Calcio 34.8% p/v (348 g/l)

Coformulantes c.s.p 100% p/v (1 l)

Fitotoxicidad: Aplicando el producto adecuadamente, no es dañino a los cultivos recomendados.

Modos de acción: Acción por contacto actúa rompiendo el exoesqueleto de las plagas y las estructuras de resistencia de hongos (Servicio Agrícola y Ganadero, 2020).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

- **Localización de la investigación**

País	Ecuador
Provincia	Bolívar
Cantón	Caluma
Parroquia	Central
Localidad	Granja el Triunfo

Fuente: PDOT Caluma 2022

- **Situación geográfica y climática**

Altitud Promedio	350 msnm
Latitud	12°36' 19'' S
Longitud	79° 18' 22'' O
Temperatura media anual	22.2 °C
Temperatura máxima	27 °C
Temperatura mínima	19 °C
Humedad relativa	83%
Precipitación media anual	2945 mm
Heliofanía promedio	720/horas/luz/año

Fuente: PDOT Caluma 2022

- **Zona de vida**

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

3.2. Metodología

3.2.1. Material experimental

Plantas de cacao y fungicidas químicos

3.2.2. Factores de estudio

Tres tipos de fungicidas

3.2.3. Tratamientos

Trat.	Ingrediente activo	Dosis	Frecuencia de aplicación
T1	Clorotalonil	0.25 l/ha	15 días
T2	<i>Trichoderma spp.</i>	1.5 kg/ha	30 días
T3	Polisulfuro de calcio	4 l/ha	15 días
T4	Testigo	Sin aplicación de fungicidas	

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Se empleó una estadística descriptiva e inferencial.

3.2.5. Manejo del experimento

- **Limitación de la parcela**

Se identificó la parcela y utilizó estacas de caña guadua de 1.40 metros de largo, que fueron colocadas en los extremos de cada parcela.

- **Control de maleza**

Para el control de maleza se aplicó Glifosato de 2 l/ha alrededor de la planta de cacao a una dosis de 200 ml por bomba de 20 litros.

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

Se seleccionaron 10 plantas al azar en cada tratamiento, que posteriormente fueron rotuladas con etiquetas.

- **Control de enfermedades**

Se utilizó una bomba a mochila para la aspersión de los productos fungicidas, la aplicación de los tres productos químicos se realizó sobre las mazorcas de acuerdo al siguiente detalle:

Ingrediente activo	Dosis	Frecuencia de aplicación
Clorotalonil	0.25 l/ha	15 días
<i>Trichoderma ssp.</i>	1.5 kg/ha	30 días
Polisulfuro de calcio	4 l/ha	15 días

- **Poda**

Labor cultural que fue realizada posterior a la visualización y contabilización de las plantas infestadas con monilla, utilizando tijeras de podar y serrucho se eliminaron las partes vegetativas improductivas y con problemas fitosanitarios para estimular la emisión de frutos.

3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta)

- **Altura de la planta (AP)**

Variable que fue evaluada en dos tiempos, 8 días posteriores a la limitación de las parcelas (antes de la aplicación de los fungicidas) y a los 120 días posteriores a la fumigación, en 10 plantas seleccionadas al azar de la parcela neta, tomando en cuenta desde la superficie del suelo hasta la parte apical de cacao con la ayuda de un flexómetro el mismo que fue expresado en cm.

- **Diámetro del tallo (DT)**

Variable que fue evaluada en 10 plantas seleccionadas al azar, el mismo que se tomó en cuenta la mitad del tallo y con la ayuda de un calibrador de vernier fue expresado en cm

- **Número de ramas (NR)**

Dato que se registró en 10 plantas al azar, donde se contabilizó el número de ramas por plantas dentro de cada tratamiento, los datos se registraron antes aspersión de los fungicidas y al cuarto mes posterior a la aplicación de los mismos.

- **Número de botones florales (NBF)**

Mediante una visualización se contabilizó el número de botones florales en las 10 plantas al azar, desde la base del tallo hasta el ápice de las plantas antes de la fumigación y a los 120 días después la fumigación.

- **Número de flores abiertas (NFA)**

Se contabilizó el número de botones florales abiertos de todas las plantas, tomando en cuenta que sus 5 sépalos se encuentren totalmente abiertos y sus 10 filamentos se encuentren a simple vista en las 10 plantas seleccionadas al azar, antes de la fumigación y a los 120 días después la fumigación.

- **Número de mazorcas por planta (NMP)**

Dato que fue tomado mediante la observación de 10 plantas seleccionadas al azar de cada tratamiento, donde se hizo un conteo de mazorcas en cada planta.

- **Número de mazorcas sanas (NMS)**

Variable que fue tomado mediante un conteo de frutos sanos en las 10 plantas seleccionadas al azar de cada tratamiento.

- **Número de mazorcas con monilla (NMM)**

Variable que fue evaluada antes de la aplicación del fungicida y al cuarto mes después de aplicar el fungicida químico. Donde se contabilizó el número de mazorcas con monilla tomando en cuenta que estén afectadas en un 30% de su totalidad.

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

Variable que fue evaluada antes de la aplicación de los fungicidas y al cuarto mes después de aplicar el fungicida químico, en las ramas seleccionadas.

Se realizó el conteo de:

- a) Número total de mazorcas sanas;
- b) Número de frutos con monilla

$$\text{Incidencia de monilla(\%)} = \frac{\text{Total de mazorca con monilla}}{\text{Total de mazorcas a evaluadas}} * 100$$

3.2.7. Tipo de análisis

- Prueba de Fisher al 5% y al 1%
- Prueba de Tukey
- Máximo
- Mínimo
- Media
- Análisis de correlación y regresión lineal simple

CAPÍTULO IV

4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1 Altura de la planta (AP)

Tabla 1

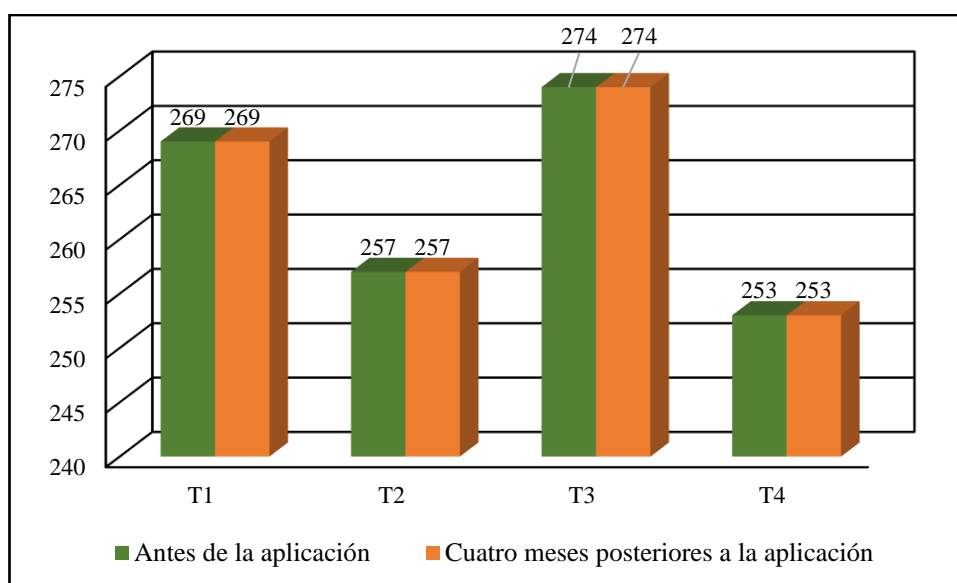
Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de los tratamientos del cultivo de cacao en la altura de la planta antes de la aplicación y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas.

Antes de la aplicación de fungicidas (NS)			Cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas (NS)		
Trat.	Promedio	R	Trat.	Promedio	R
1	269	A	1	269	A
2	257	A	2	257	A
3	274	A	3	274	A
4	253	A	4	253	A
Media general: 263 cm			Media general: 263 cm		
Max: 274 cm		Min: 253 cm	Max: 274 cm		Min: 253 cm

Nota: NS: No significativo, R: Rango, Max: máximo, Min: mínimo
Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas.

Figura 1

Valores promedio de Altura de la planta.



La respuesta agronómica del cultivo de cacao en cuanto a la variable altura de la planta (AP) antes de la aplicación y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de los fungicidas no fueron significativas (NS), registrando un máximo de 274 cm, un mínimo 253 cm y una media general de 263 cm de altura de la planta.

El análisis estadístico determinó que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, registrándose plantas con mayor altura en el T3 (Polisulfuro de calcio) con un valor promedio de 274 cm en los dos momentos de la evaluación.

Se puede deducir que la altura de la planta no está influida por el tipo de fungicida aplicado, más bien fue un parámetro agronómico relacionado con las podas que fueron realizadas al término de la evaluación del número de mazorcas con monilla.

4.1.2 Diámetro del tallo (DT)

Tabla 2

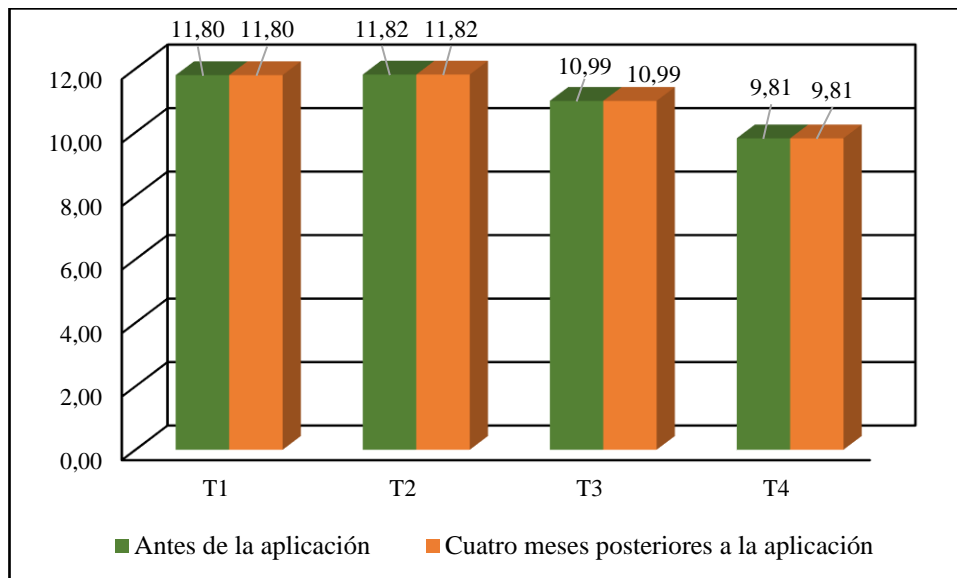
Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de los tratamientos del cultivo de cacao en el diámetro del tallo antes de la aplicación y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas.

Antes de la aplicación de fungicidas (NS)			Cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas (NS)		
Trat.	Promedio	R	Trat.	Promedio	R
1	11.80	A	1	11.80	A
2	11.82	A	2	11.82	A
3	10.99	A	3	10.99	A
4	9.81	A	4	9.81	A
Media general: 11.10 cm			Media general: 11.10 cm		
Max: 11.82 cm		Min: 9.81 cm	Max: 11.82 cm		Min: 9.81 cm

Nota: NS: No significativo, R: Rango, Max: máximo, Min: mínimo.
Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas.

Figura 2

Valores promedio de diámetro del tallo.



El análisis estadístico para el diámetro del tallo (DT) no presentó diferencias significativas (NS) antes y después de la aplicación de fungicidas, con una media general de 11.10 cm, un valor máximo de 11.82 cm y mínimo de 9.81 cm en sus dos momentos de evaluación.

Se registraron un mayor diámetro del tallo en el T2 (*Trichoderma spp.*) antes y después de la aplicación de los fungicidas con un valor de 11.82 cm, seguido del T1 (Clorotalonil) con un promedio de 11.80 cm.

Según los resultados de este parámetro agronómico, puede deducirse que el diámetro del tallo no se ve afectado por el uso de fungicidas y más bien corresponde al estadio de desarrollo fisiológico de la planta en relación con su manejo y prácticas agrícolas.

4.1.3 Número de ramas (NR)

Tabla 3

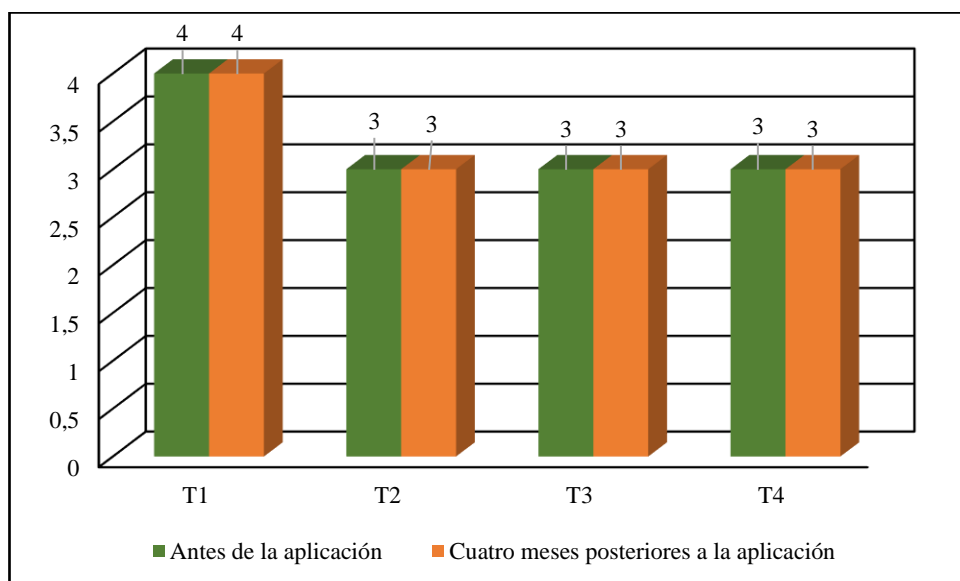
Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de los tratamientos del cultivo de cacao en el número de ramas antes de la aplicación y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas.

Antes de la aplicación de fungicidas (NS)			Cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas (NS)		
Trat.	Promedio	R	Trat.	Promedio	R
1	4.00	A	1	4.00	A
2	3.00	A	2	3.00	A
3	3.00	A	3	3.00	A
4	3.00	A	4	3.00	A
Media general: 3 ramas			Media general: 3 ramas		
Max: 4 ramas		Min: 3 ramas	Max: 4 ramas		Min: 3 ramas

Nota: NS: No significativo, R: Rango, Max: Máximo, Min: mínimo
Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas.

Figura 3

Valores promedio de número de ramas



La respuesta agronómica para el número de ramas (NR) no expresó diferencias significativas (NS) antes y después de la aplicación de los fungicidas, con una media general de 3 ramas, un máximo de 4 ramas y un mínimo de 3 ramas.

El análisis determinó valores estadísticamente similares entre los tratamientos, sin embargo, se registró en T1 (Clorotalonil) plantas con mayor número de ramas con 4 ramas en las dos evaluaciones, a diferencia de los tratamientos restantes que mantuvieron un valor de 3 ramas.

Los resultados obtenidos para NR muestran que no existe aumento ni disminución de ramas tras la aplicación de los fungicidas investigados, esto debido a que los fungicidas ayudaron a controlar la monilla, pero no afectaron el crecimiento vegetativo del cultivo.

4.1.4 Número de botones florales (NBF)

Tabla 4

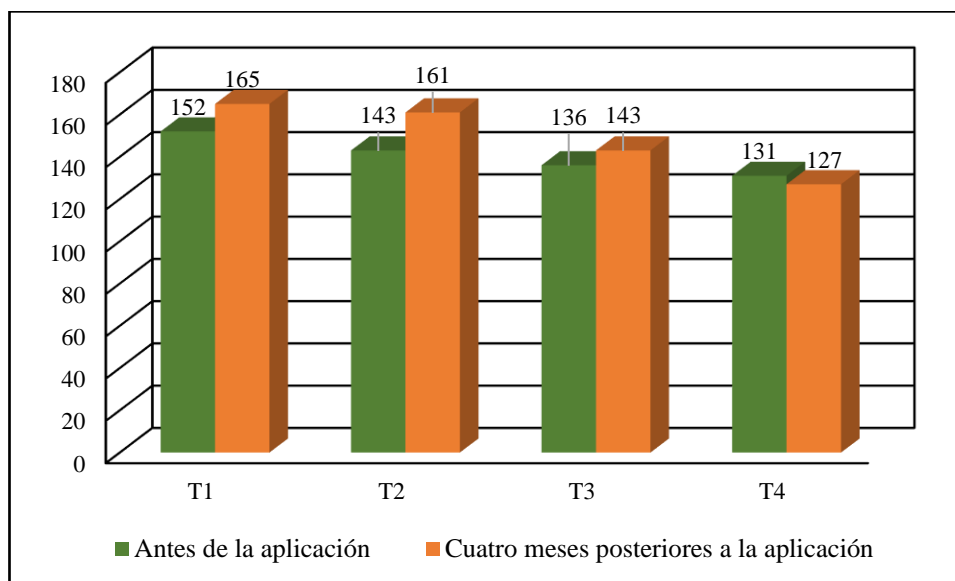
Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de los tratamientos del cultivo de cacao en el número de botones florales antes de la aplicación y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas.

Antes de la aplicación de fungicidas (**)			Después de la aplicación de fungicidas (**)			Número de incremento		% de incremento	
Trat.	M	R	Trat.	M	R	Trat.	N	Trat	%
1	152	A	1	165	A	1	13	1	8.55
2	143	B	2	161	A	2	18	2	12.59
3	136	C	3	143	B	3	7	3	9.16
4	131	D	4	127	C	4	-4	4	-3.05
MG: 141 B. Florales			MG: 149 B. Florales						
Max: 152 B. Florales			Max: 165 B. Florales						
Min: 131 B. Florales			Min: 127 B. Florales						

Nota: **: Altamente Significativo, M: media, R: Rango, MG: media general, Max: Máximo, Min: Mínimo. Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas.

Figura 4

Valores promedio de número de botones florales.



El análisis estadístico para el número de botones florales (NBF) determinó diferencias altamente significativas (**) antes y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de los fungicidas.

Antes de la aspersión de los fungicidas se registró una media general de 141 botones florales en comparación a su segunda evaluación, que presentó un valor de 149 botones florales, determinándose un incremento del 5.67% después de la aplicación de los fungicidas.

Se registró a T2 (*Trichoderma spp.*) como el mejor tratamiento, que presentó un incremento de 18 botones florales con un valor de 12.59% más en comparación a su primera evaluación, seguido del T1 (Clorotalonil) que registró un aumento en 13 botones florales después de su aplicación.

El incremento de botones florales en el cultivo de cacao depende del tipo de fungicida utilizado para controlar la moniliasis, se determinó que *Trichoderma spp.* desempeña un papel importante en el fomento de este crecimiento.

4.1.5 Número de flores abiertas (NFA)

Tabla 5

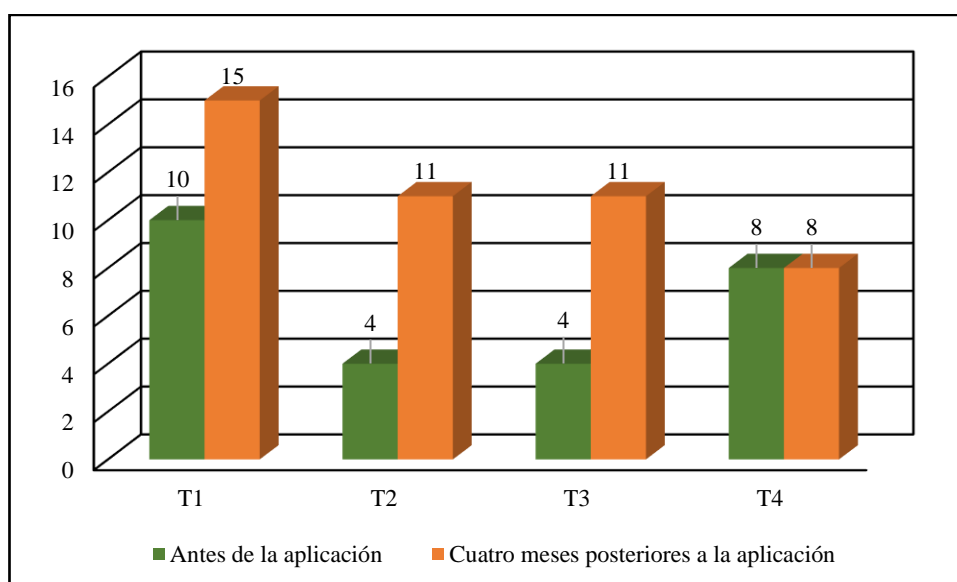
Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de los tratamientos del cultivo de cacao en el número de flores abiertas antes de la aplicación y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas.

Antes de la aplicación de fungicidas (*)			Después de la aplicación de fungicidas (**)			Número de incremento		% de incremento	
Trat.	M	R	Trat.	M	R	Trat	N	Trat	%
1	10	A	1	15	A	1	5	1	50
2	4	A	2	11	B	2	7	2	175
3	4	B	3	11	BC	3	7	3	175
4	8	B	4	8	C	4	0	4	0
MG: 6 flores abiertas			MG: 11 flores abiertas						
Max: 10 flores			Max: 15 flores						
Min: 4 flores			Min: 8 flores						

Nota: *: Significativo, **: Altamente significativo, M: media, R: Rango, MG: media general, Max: Máximo, Min: Mínimo. Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas.

Figura 5

Valores promedio de número de flores abiertas.



El análisis estadístico para el número de flores abiertas (NFA) determinó diferencias significativas (*) entre los tratamientos antes de la aplicación de los fungicidas,

en comparación a los cuatro meses posteriores al control de enfermedades, que registró diferencias altamente significativas (**). T2 (*Trichoderma spp.*) y T3 (Polisulfuro de calcio) se evidenciaron como los mejores tratamientos que posterior a la aplicación de fungicidas presentaron un incremento del 175% de flores abiertas, seguidos de T1 (Clorotalonil) que también registró un aumento del 50%, en comparación al testigo que registró valores iguales en los dos momentos de la evaluación, demostrando que este parámetro agronómico estuvo estrechamente relacionado con el uso de fungicidas.

El número de flores abiertas dependió en gran medida del fungicida utilizado, considerando la etapa fisiológica y desarrollo de las plantas en cada momento de evaluación.

4.1.6 Número de mazorcas por planta (NMP)

Tabla 6

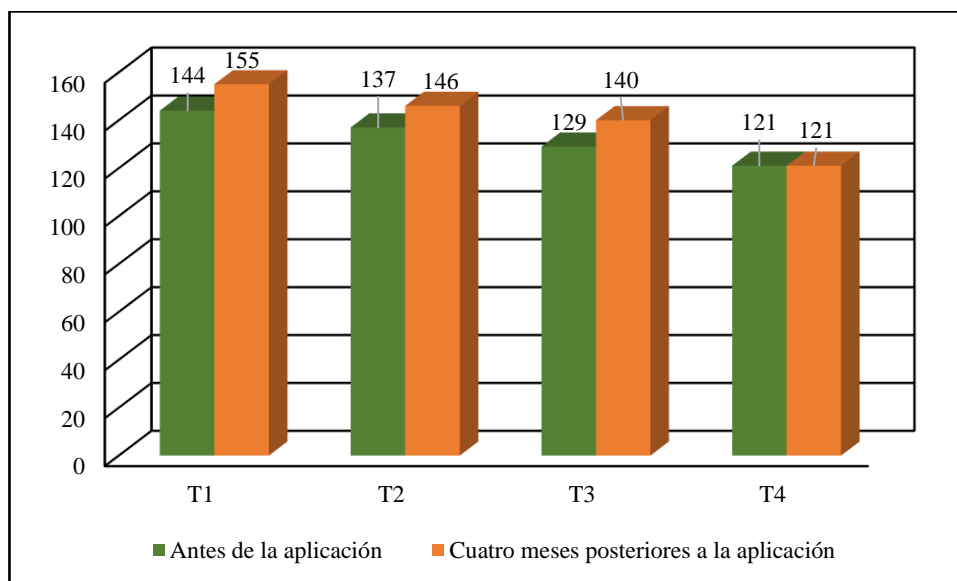
Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de los tratamientos del cultivo de cacao en el número de mazorcas por planta antes de la aplicación y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas.

Antes de la aplicación de fungicidas (**)			Después de la aplicación de fungicidas (**)			Número de incremento		Porcentaje de incremento	
Trat.	M	R	Trat.	M	R	Trat.	N	Trat.	%
1	144	A	1	155	A	1	11	1	7.64
2	137	B	2	146	B	2	9	2	6.57
3	129	C	3	140	B	3	11	3	8.53
4	121	D	4	121	B	4	0	4	0
MG: 133 mazorcas			MG: 140 mazorcas						
Max: 144 mazorcas			Max: 155 mazorcas						
Min: 121 mazorcas			Min: 121 mazorcas						

Nota: *: Significativo, **: Altamente significativo, M: media, R: Rango, MG: media general, Max: Máximo, Min: Mínimo. Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas.

Figura 6

Valores promedio de número de mazorcas por planta.



La respuesta agronómica y productiva para el número de mazorcas por planta (NMP) determinó diferencias altamente significativas (**) antes y después de la aplicación de los fungicidas, con medias generales de 133 y 140 mazorcas respectivamente.

Se registró como el mejor tratamiento a T3 (Polisulfuro de calcio) que registró un mayor incremento en el número de mazorcas posterior a la aplicación del fungicida con un valor de 8.53%, seguido de T1 (Clorotalonil) que presentó un aumento de mazorcas con el 7.64%, frente al testigo que mantuvo el mismo valor en los dos momentos de evaluación.

Los resultados obtenidos en el tratamiento testigo muestran la importancia de un oportuno y adecuado control fitosanitario con Clorotalonil o Polisulfuro de calcio, que evidentemente reduce la incidencia de la moniliasis y permite el incremento de la productividad del cacao, teniendo a la sanidad vegetal como un componente positivo del rendimiento.

4.1.7 Número de mazorcas sanas (NMS)

Tabla 7

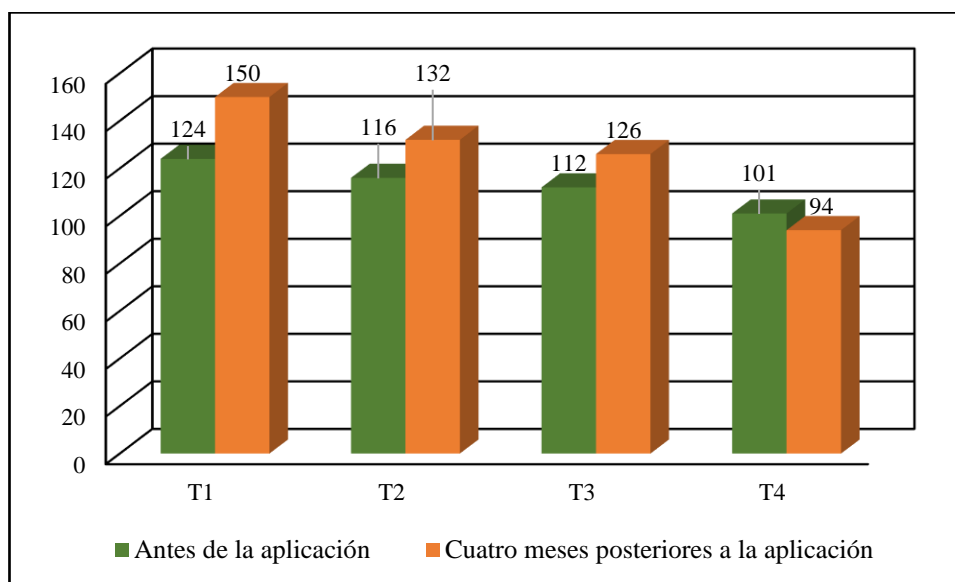
Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de los tratamientos del cultivo de cacao en el número de mazorcas sanas antes de la aplicación y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas.

Antes de la aplicación de fungicidas (**)			Después de la aplicación de fungicidas (**)			Número de incremento		% de incremento	
Trat.	M	R	Trat.	M	R	Trat	N	Trat	%
1	124	A	1	150	A	1	26	1	20.97
2	116	B	2	132	B	2	16	2	13.79
3	112	C	3	126	C	3	14	3	12.50
4	101	D	4	94	B	4	-7	4	-6.93
MG: 113 mazorcas			MG: 125 mazorcas						
Max: 124 mazorcas			Max: 150 mazorcas						
Min: 101 mazorcas			Min: 94 mazorcas						

*Nota: **: Altamente significativos, M: media, R: Rango, MG: media general, Max: Máximo, Min: Mínimo. Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas.*

Figura 7

Valores promedio de número de mazorcas sanas.



El análisis para el número de mazorcas sanas (NMS) determinó diferencias altamente significativas (**) antes y después de la aplicación de fungicidas.

El análisis estadístico para este parámetro agronómico presentó una media general de 113 mazorcas sanas antes de la aplicación de fungicidas en comparación a la media de 125 mazorcas sanas después del control de monilla, por lo tanto, se evidencia un incremento del 10.62% de mazorcas sanas con el uso de fungicidas.

De acuerdo a los resultados obtenidos posterior al control fitosanitario, se registró a T1 (Clorotalonil) como el mejor tratamiento que registró un aumento del 20.97% de mazorcas sanas, seguido de T2 (*Trichoderma spp.*) que presentó un incremento del 13.79% de mazorcas sanas después del uso de este fungicida.

En el presente proyecto de investigación, el fungicida Clorotalonil a una dosis de 1 kg/ha demostró una mayor cantidad de frutos sanos (20.97%), superando a otras experiencias como la de Contreras (2019) que consiguió un 4.47% de mazorcas sanas.

Se puede evidenciar que el uso de fungicidas en general presenta eficiencia a la hora del control de enfermedades que afectan la calidad de la mazorca del cacao, debiendo indicar que los controles se deben realizar en los momentos adecuados y con las dosis indicadas.

4.1.8 Número de mazorcas con monilla (NMM)

Tabla 8

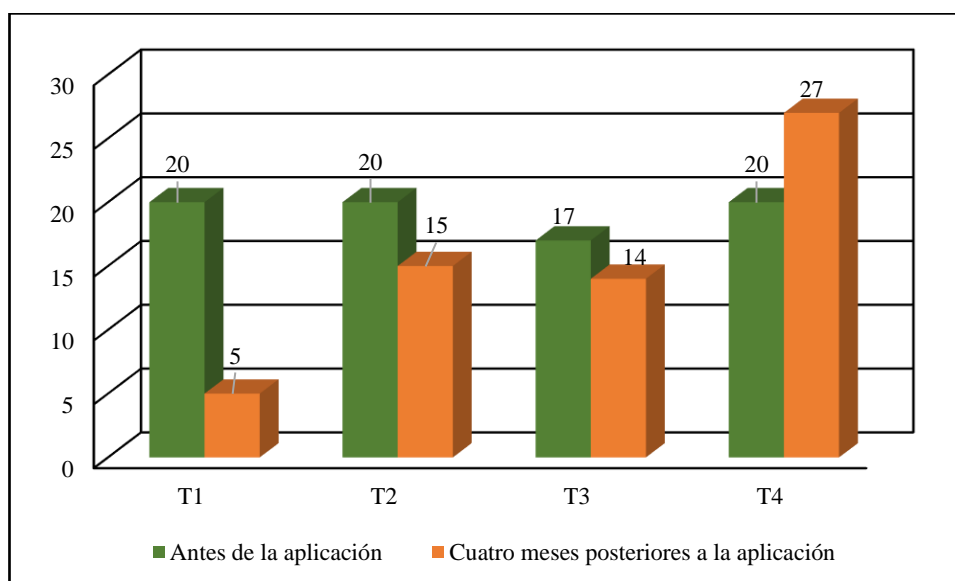
Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de los tratamientos del cultivo de cacao en el número de mazorcas con monilla antes de la aplicación y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas.

Antes de la aplicación de fungicidas (NS)			Después de la aplicación de fungicidas (**)			Número de reducción		% de reducción	
Trat.	M	R	Trat.	M	R	Trat	N	Trat	%
1	20	A	1	5	C	1	15	1	75.00
2	20	A	2	15	B	2	5	2	25.00
3	17	A	3	14	B	3	3	3	17.65
4	20	A	4	27	A	4	0	4	0.00
MG: 19 mazorcas			MG: 15 mazorcas						
Max: 20 mazorcas			Max: 27 mazorcas						
Min: 17 mazorcas			Min: 5 mazorcas						

Nota: **: Altamente significativo, NS: No Significativo, M: media R: Rango, MG: media general, Max: Máximo, Min: Mínimo. Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas.

Figura 8

Valores promedio de número de mazorcas con monilla.



La respuesta agronómica para el número de mazorcas con monilla (NMM) antes de la aplicación de los fungicidas no presentó diferencias significativas (NS) entre sus tratamientos, a diferencia de los cuatro meses posteriores al control de enfermedades su análisis determinó diferencias altamente significativas (*) entre los tratamientos con una media general de 15 mazorcas con monilla.

De acuerdo al análisis estadístico el mejor tratamiento después de la aplicación de los fungicidas fue T1 (Clorotalonil) con un promedio de 5 mazorcas infestadas con monilla en comparación a su primera evaluación (antes de la aplicación) que registró 20 mazorcas enfermas, es decir, que se produjo una reducción del 75% de la moniliasis con el uso de este fungicida.

Si no se gestiona y controla adecuadamente la moniliasis, se produce un aumento de la enfermedad, como se demostró en este proyecto de investigación, en el que el testigo registró un crecimiento del 35% de la monilla en mazorca.

4.1.9 Incidencia de monilla en mazorca (IM)

Tabla 9.

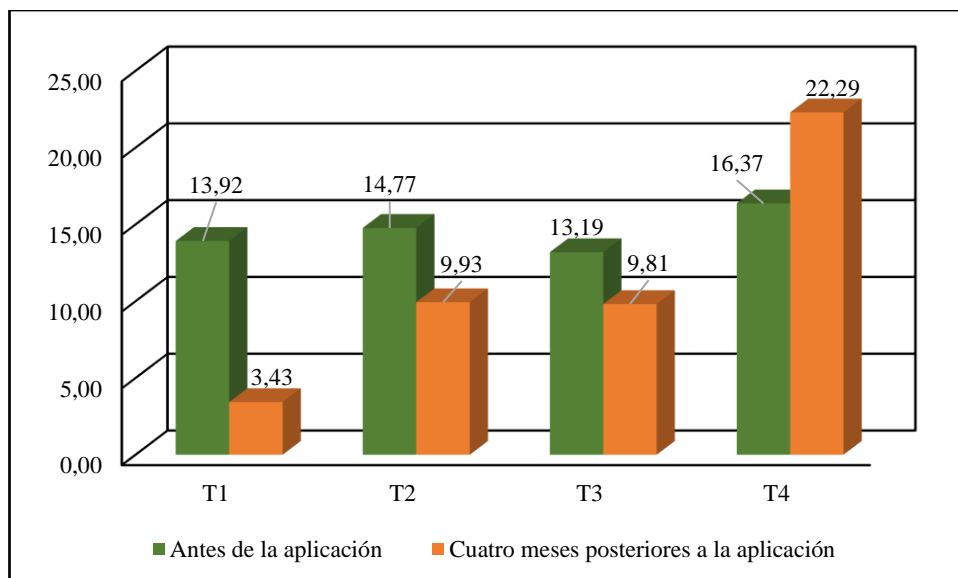
Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de los tratamientos del cultivo de cacao en la incidencia de monilla en mazorca antes de la aplicación y a los cuatro meses posteriores a la aplicación de fungicidas.

Antes de la aplicación de fungicidas (*)			Después de la aplicación de fungicidas (**)			Porcentaje de incremento	
Trat.	M	R	Trat.	M	R	Trat	%
1	13.92	AB	1	3.43	C	1	-10.49
2	14.77	AB	2	9.93	B	2	-4.84
3	13.19	B	3	9.81	B	3	-3.39
4	16.37	A	4	22.29	A	4	5.92
MG: 14.56%			MG: 11.37%				
Max: 16.37%			Max: 22.29%				
Min: 13.19%			Min: 3.43%				

Nota: **: Altamente significativo, *: Significativo, M: media, R: Rango, MG: media general, Max: Máximo, Min: Mínimo. Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas.

Figura 9.

Valores promedio de incidencia de monilla en mazorca.



El análisis para la incidencia de monilla en mazorca determinó diferencias significativas (*) entre los tratamientos antes de la aplicación de fungicidas, en comparación a su segunda evaluación que presentó diferencias altamente significativas (**) con una media general de 11.3%, máximo de 22.29% y un mínimo de 3.43%

El tratamiento que presentó una menor incidencia de monilla tras la aplicación del fungicida fue el T1 (Clorotalonil) con una incidencia del 3.43%, seguido por T3 y T2, corroborando con lo expuesto por Solis y Suárez (2019), que las aplicaciones de *Trichoderma spp*, mejoraron la sanidad del cultivo de cacao, disminuyendo la incidencia de enfermedades e incrementaron la producción de mazorcas sanas.

Los resultados del proyecto de investigación demuestran la importancia de incorporar el manejo y control de la monilla a las prácticas culturales para incrementar la producción y la productividad del cultivo del cacao, el mismo que se puede lograr reduciendo la rápida propagación de la moniliasis.

El control más eficiente para monilla en mazorca fue el T1 con una reducción del 10.49% entre la primera y segunda toma de datos, en comparación a T4 que fue el único tratamiento que no tuvo ningún tipo de control presentó un incremento de la

incidencia de la enfermedad en un 5.92%, indicando que todos los tratamientos químicos tuvieron un efecto positivo sobre el control de la moniliasis en mazorca a diferencia de no tratar las plantas se evidencia un notable incremento de la enfermedad.

4.1.10 Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla 10.

Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) que presentaron diferencias significativas positivas en relación a la incidencia de monilla (variable dependiente Y).

Componentes de la incidencia de monilla (Xs)	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de regresión (b)	Coefficiente de determinación (R²)
Número de mazorcas con monilla (NMM)	0.99 **	0.86	99%

Nota: **: Altamente significativo

- **Correlación (r)**

En la presente investigación, la variable que presentó una correlación positiva y altamente significativa (**) entre la variable independiente NMM y la variable dependiente IMM.

- **Regresión (b)**

De acuerdo al coeficiente de regresión en el presente proyecto de investigación, se puede determinar que por cada mazorca con monilla se tiene un incremento del 0.86% de incidencia.

- **Determinación (R²)**

Los datos obtenidos determinan que el número de mazorcas con monilla tiene un efecto del 99% en la incidencia.

4.2 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

De acuerdo a los resultados registrados por el análisis estadístico y al no existir la suficiente evidencia se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, la misma que indica que la respuesta fitosanitaria del ataque de monilla en el cultivo de cacao depende de los fungicidas en estudio y su relación con el medio ambiente.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El fungicida que evidenció un mejor control de la Monilla fue el Clorotalonil, en cuanto a las variables de número de mazorcas con monilla e incidencia de monilla, se mantuvo similar junto al Polisulfuro de calcio en los parámetros agronómicos como número de botones florales, número de flores abiertas y número de mazorcas sanas, determinando así que estos dos fungicidas son óptimos para el control de moniliasis.
- El análisis de correlación y regresión lineal determinó que variable que presentó una estrecha relación con la incidencia de la monilla (IM) fue el número de mazorcas con monilla (NMM) en 99%.
- Los resultados de incidencia de la monilla se mostraron elevados en el testigo, lo que indica que la aplicación de tratamientos fúngicos no solo limita la propagación de la moniliasis, sino que también potencia la producción de flores y frutos sanos en el cultivo de cacao, identificándose una relación entre la incidencia de la moniliasis y las variables agronómicas de número de botones florales (NBF) y número de mazorcas sanas (NMS).

5.2. Recomendaciones

- De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se recomienda el uso de Clorotalonil y Polisulfuro de calcio, tomando en cuenta que es necesaria la rotación de estos fungicidas para evitar resistencia.
- Aplicar medidas eficaces del control de enfermedades para disminuir su incidencia y mejorar el rendimiento y productividad del cultivo.
- Continuar con los procesos de validación en base a los fungicidas utilizados con diferentes dosis que puedan aportar a la determinación de un tratamiento totalmente eficaz para el control de moniliasis y que a su vez incremente el potencial productivo del cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrosavia. (2019). La moniliasis del cacao: daños, síntomas, epidemiología y manejo. Medellín - Colombia: Compañía Nacional de Chocolates.
- Alcívar, J., & Loor, M. (2022). Respuesta del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) a la poda y fertilización orgánica y química. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Obtenido de <https://n9.cl/excdo>
- Asenjo, G. (2020). Manual de cultivo de cacao. Obtenido de Ministerio de agricultura, programa para el desarrollo de la Amazonía.
- Bajaña, M. (2019). Programa Nacional de cacao. Obtenido de Ficha técnica de cacao.
- Basan, M. (2019). Grupo de variedades comerciales en cacao. Anecacao. Obtenido de <https://n9.cl/vbf3d>
- Betancourt, R. (2020). Paquete Tecnológico Cacao. (*Theobroma cacao* L.) Producción de planta. Obtenido de <https://n9.cl/49bo6l>
- Cacao móvil. (2019). Producción de plantas de cacao en vivero. Guía#3. Nicaragua. Obtenido de <https://n9.cl/cz0vzd>
- Campero, J. (2021). Recuperación de suelos degradados. Obtenido de <https://n9.cl/n1n2h>
- Cobos, E. (2021). Un cultivo tradicional entre los mejores a nivel Mundial. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/tipos-de-cultivos-agricolas/>
- Contreras, P. (2019). Control fitosanitario en el cultivo de cacao CCN 51 con tres grupos de fungicidas sobre los problemas que afectan a su producción, en la zona de San Antonio, Cantón Pueblo-viejo. Babahoyo - Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Enríquez, E. (2018). Cacao Orgánico. Guía para productores ecuatorianos. Manual. No. 54. INIAP. Quito.

- Fajardo, P. (2017). Manual del cultivo de cacao para la Amazonía ecuatoriana. Manual 76. Unidad de recursos fitogenéticos. Obtenido de <https://n9.cl/2dgdg>
- Felipe, D. (2020). Cultivo y Explotación del Cacao. Grupo Latino. México.
- Fontagro. (2019). La cadena de valor del cacao en América Latina y El Caribe. Obtenido de <https://n9.cl/763cm>
- Gonzales, M. (2017). Manual técnico del cultivo de cacao Buenas prácticas para América Latina. Obtenido de <https://n9.cl/lue7vn>
- Guerrero, G. (2019). El cacao ecuatoriano Su historia empezó antes del siglo XV. Líderes. Obtenido de Líderes.
- Hernandez, J. (2018). Incidencia del mal de machete sobre el rendimiento de cacao. Obtenido de manual de manejo fitosanitario.
- Holdridge, L. (1979). Sistema de clasificación de zonas de vida. Obtenido de <https://n9.cl/4nu6l>
- Icco. (2019). Centro Agronómico tropical de investigación y enseñanzas. Obtenido de Guía Manual de los tipos de poda.
- INEC. (2017). Plan estratégico de actuación para el trienio de cacao.
- INIAP. (2020). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de Manual de cultivo de cacao para la Amazonia ecuatoriana.
- INIAP. (2023). Poda cacao. Obtenido de <https://n9.cl/fkkla>
- Instituto Colombiano Agropecuario. (2019). Manejo fitosanitario del cultivo del cacao (*Theobroma cacao L.*): medidas para la temporada invernal. Obtenido de <https://n9.cl/vnvg>
- Landeta, V. (2018). Producción de cultivos tropicales. Obtenido de Saberes y conocimientos ancestrales.

- León, J. (2017). Botánica de los cultivos tropicales. San Jose: 3 ed.
- Martínez, B. (2022). *Trichoderma spp* y su función en el control de enfermedades y plagas en el cultivo de cacao. Obtenido de <https://n9.cl/dkmtv>
- Masmela, E. (2019). Potential distribution and fundamental niche of *Moniliophthora spp* in cocoa of America and Africa. *Agronomy Mesoamerican*. Obtenido de <https://n9.cl/pbtq9>
- Moreno, M. (2019). Cloratonil 720. *American Vanguard*:. Obtenido de <https://n9.cl/59ech>
- Motamayor, J. (2022). Programa de enseñanzas para el desarrollo y la conservación de cacao. *Conservación y desarrollo. cacao*. Obtenido de <https://n9.cl/2t9gyh>
- Muños, M. (2017). Caracterización de árboles superiores de cacao. Obtenido de <https://n9.cl/f9oe3>
- Paredes, M. (2023). Manual de cacao, postcosecha y cosecha. Obtenido de <https://n9.cl/06bor>
- Perlaza, M. (2023). Análisis del sistema productivo del cacao *Theobroma cacao L.* en la zona baja del río Tapaj, Municipio de El Charco, Departamento de Nariño. Universidad del Pacífico. [Tesis]. Obtenido de <https://n9.cl/cxikb>
- Rodriguez, S. (2019). Productividad e Innovación en PYMES. Obtenido de <https://n9.cl/k3dzu>
- Romero, T. (2017). Current Status of Cocoa Frosty Pod Rot Caused by *Moniliophthora roreri* and a Phylogenetic Analysis. *Science Alert*. Obtenido de <https://scialert.net/fulltext/?doi=ppj.2017.41.53>
- Roquillo, M. (2020). Clasificación taxonómica del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*). Obtenido de <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378->

- Sanchez, F. (2020). *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al. in the crop of en cacao. Obtenido de <https://n9.cl/iza63>
- Sarabia, W. (2018). Diagnóstico sobre la rehabilitación y recuperación de la capacidad productiva de cacao. Universidad Agraria del Ecuador. [Tesis]. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3425>
- Sarango, C. (2018). Efecto de tres niveles de fertilización química en el cultivo de cacao *Theobroma cacao* L, variedad ramilla CCN 51, parroquia San Jacinto Del Búa – cantón Santo Domingo. UNL. [Tesis]. Obtenido de <https://n9.cl/6nxko>
- Servicio Agrícola y Ganadero. (2020). Polisulfuro de calcio. Obtenido de <https://n9.cl/ka7py>
- Solis, K., & Suárez, C. (2019). Uso de *Trichoderma spp* para control del complejo Moniliasis, Escoba de Bruja del cacao en Ecuador. Quevedo - Los Ríos: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Departamento Nacional de Protección Vegetal.
- Soto, E., Mendoza, P., Leyva, C., & Guerrero, J. (2021). Guía de manejo fitosanitario y de inocuidad del cacaotal. Obtenido de <https://n9.cl/fv81s>
- Toala, V., Borjas, R., Alvarado, L., Castro, V., & Julca, A. (2019). Control cultural, biológico y químico de *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora spp* en *Theobroma cacao* 'CCN-51'. Scielo. Obtenido de <https://n9.cl/41tlw>
- Tutle, M. (2020). ¿Qué son los fungicidas?. Intagri. Obtenido de <https://n9.cl/9grrj>
- Vélez, E., & Almeida, D. (2023). Efecto de fungicidas sistémicos y protectores en el control de moniliasis escoba de bruja en cacao. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. [Tesis]. Obtenido de <https://n9.cl/k3dzu>

Vizcaíno, D. (2020). Guia de buenas prácticas agrícolas para cacao. Obtenido de Resolución Técnica N° 0183.

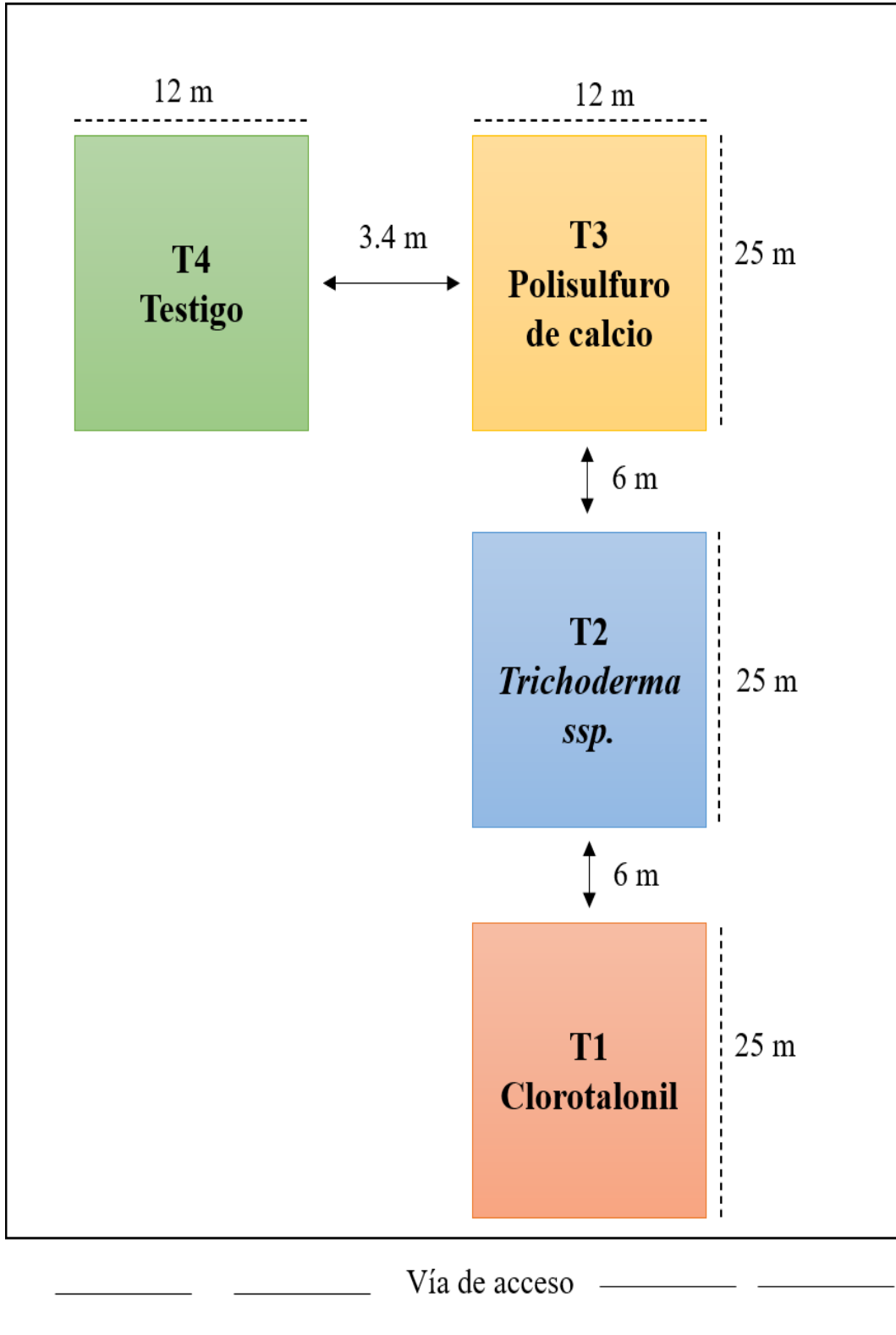
Zambrano, M. (2019). Evaluación de tres métodos de propagación clonal, bajo dos tipos de cubierta, utilizando dos variedades de cacao (*Theobroma cacao L.*). Universidad Nacional de Loja. [Tesis]. Obtenido de <https://n9.cl/v5j81>

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación



Anexo 2. Croquis del ensayo



Anexo 3. Base de datos

ANTES DE LA APLICACIÓN DE FUNGICIDAS									
T	AP	DT	NR	NBF	NFA	NM	NMS	NMM	IM
1	260	11,10	3	150	9	150	130	20	13,33
1	280	13,00	3	148	10	143	127	16	11,19
1	269	14,20	4	151	8	140	125	15	10,71
1	280	12,10	4	150	14	147	127	20	13,61
1	250	9,00	2	155	9	150	129	21	14,00
1	290	10,40	3	158	9	142	126	16	11,27
1	240	10,20	4	156	10	140	120	20	14,29
1	290	15,50	5	158	8	146	121	25	17,12
1	260	14,20	4	150	8	144	119	25	17,36
1	270	8,30	3	148	12	141	118	23	16,31
2	220	10,00	5	148	5	138	120	18	13,04
2	260	12,40	3	146	4	135	115	20	14,81
2	200	14,00	3	140	4	140	118	22	15,71
2	250	11,00	4	142	3	132	121	11	8,33
2	230	13,20	3	139	7	138	113	25	18,12
2	280	13,17	5	138	5	136	118	18	13,24
2	290	12,30	2	140	4	133	112	21	15,79
2	270	9,70	2	148	4	140	117	23	16,43
2	280	10,20	3	142	3	137	119	18	13,14
2	290	12,20	3	146	2	136	110	26	19,12
3	280	14,70	4	138	3	132	114	18	13,64
3	260	12,20	4	135	3	128	115	13	10,16
3	290	11,20	2	138	4	130	112	18	13,85
3	280	10,30	2	136	4	126	109	17	13,49
3	240	9,50	2	138	5	128	106	22	17,19
3	280	10,40	3	134	2	127	109	18	14,17
3	290	9,00	2	138	5	130	112	18	13,85
3	260	9,50	3	134	4	132	115	17	12,88
3	280	11,50	2	132	4	130	114	16	12,31
3	280	11,60	3	136	4	125	112	13	10,40
4	280	10,40	4	134	10	125	104	21	16,80
4	260	8,70	2	130	8	120	100	20	16,67
4	240	6,80	3	134	5	124	102	22	17,74
4	250	10,00	3	132	3	118	102	16	13,56
4	270	12,10	4	125	8	118	98	20	16,95
4	230	7,50	3	128	9	120	97	23	19,17
4	250	8,90	4	137	7	124	100	24	19,35
4	290	12,40	4	129	6	117	102	15	12,82

4	220	11,60	2	135	10	125	105	20	16,00
4	240	9,70	3	126	11	116	99	17	14,66

CUATRO MESES POSTERIORES A LA APLICACIÓN									
T	AP	DT	NR	NBF	NFA	NM	NMS	NMM	IM
1	260	11,10	3	160	15	162	160	2	1,23
1	280	13,00	3	158	14	155	148	7	4,52
1	269	14,20	4	160	12	152	146	6	3,95
1	280	12,10	4	168	16	159	150	9	5,66
1	250	9,00	2	168	18	162	160	2	1,23
1	290	10,40	3	170	10	154	149	5	3,25
1	240	10,20	4	160	20	145	140	5	3,45
1	290	15,50	5	165	18	148	143	5	3,38
1	260	14,20	4	172	12	158	152	6	3,80
1	270	8,30	3	168	16	155	149	6	3,87
2	220	10,00	5	168	9	148	135	13	8,78
2	260	12,40	3	166	9	145	133	12	8,28
2	200	14,00	3	160	8	148	135	13	8,78
2	250	11,00	4	155	15	148	134	14	9,46
2	230	13,20	3	162	13	146	130	16	10,96
2	280	13,17	5	168	8	147	131	16	10,88
2	290	12,30	2	158	16	145	128	17	11,72
2	270	9,70	2	155	12	148	135	13	8,78
2	280	10,20	3	159	11	142	128	14	9,86
2	290	12,20	3	160	12	144	127	17	11,81
3	280	14,70	4	145	4	142	125	17	11,97
3	260	12,20	4	140	8	136	124	12	8,82
3	290	11,20	2	145	7	142	127	15	10,56
3	280	10,30	2	142	12	138	125	13	9,42
3	240	9,50	2	145	12	139	124	15	10,79
3	280	10,40	3	140	16	138	127	11	7,97
3	290	9,00	2	144	10	139	126	13	9,35
3	260	9,50	3	145	12	140	125	15	10,71
3	280	11,50	2	145	17	142	127	15	10,56
3	280	11,60	3	140	13	139	128	11	7,91
4	280	10,40	4	130	10	125	90	35	28,00
4	260	8,70	2	128	8	120	90	30	25,00
4	240	6,80	3	130	5	124	95	29	23,39
4	250	10,00	3	127	3	118	97	21	17,80
4	270	12,10	4	120	7	118	93	25	21,19

4	230	7,50	3	124	8	120	90	30	25,00
4	250	8,90	4	134	6	124	96	28	22,58
4	290	12,40	4	123	8	117	99	18	15,38
4	220	11,60	2	128	10	125	93	32	25,60
4	240	9,70	3	121	10	116	94	22	18,97

Anexo 4. Fotografías



Delimitación del área del ensayo



Rotulación de plantas



Altura de la planta (Antes)



Altura de la planta (Después)



Número de ramas (Antes)



Número de ramas (Después)



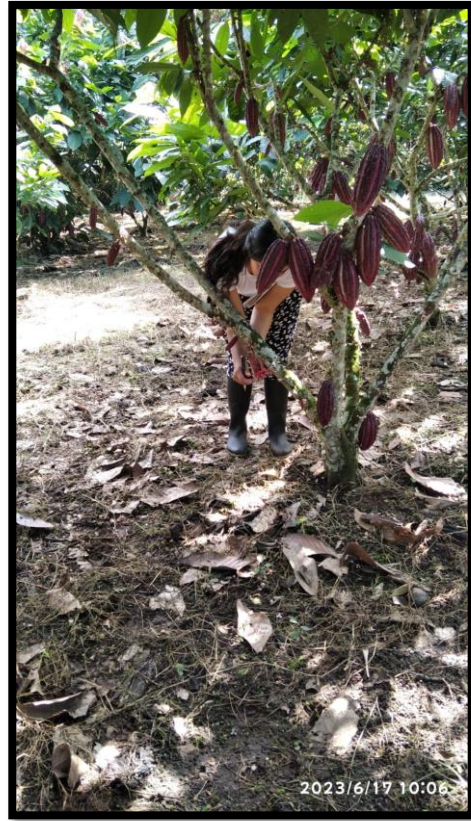
Diámetro del tallo (Antes)



Diámetro del tallo (Después)



Aplicación de fungicidas



Evaluación de mazorcas con monilla



Visita de campo

Anexo 5. Glosario de términos técnicos

Amelonado: Que tiene forma semejante al melón.

Androceo: Verticilo floral y fértil de algunas plantas formado por los estambres.

Angoleta: Mazorca alargada de base angosta

Área métrica: Las hectáreas se utilizan comúnmente para medir terrenos grandes.

Armazón: Conjunto de piezas o elementos que sirve como soporte rígido de una cosa.

Buenas Prácticas Agrícolas (BPA): Es un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción, procesamiento y transporte de alimentos, orientadas a asegurar la protección de la higiene, la salud humana y el medio ambiente, mediante métodos ecológicamente seguros, higiénicamente aceptables y económicamente factibles.

Buenas Prácticas de Fabricación (BPF): Es una recopilación de reglas generales, procedimientos y prácticas que en conjunto proveen una guía de lo aceptable y lo inaceptable dentro de la industria alimentaria.

Cacao: Es un árbol tropical nativo de las selvas del Amazonas y según otros estudios, también del Sur del Lago de Maracaibo. Posee una copa densa, las hojas adultas son completamente verdes, flores insertadas sobre el tallo o ramas, son de color blanco o rosado, el fruto es una drupa normalmente conocida como *mazorca o maraca*. El árbol del cacao normalmente alcanza una altura entre 6 a 20 metros.

Cacao Criollo: Caracterizado por un fruto con frecuencia alargado, con punta pronunciada, doblada y aguda; la superficie es generalmente rugosa, delgada, de color verde frecuentemente con salpicaduras de color rojo a púrpura oscuro y marcada por 10 surcos muy profundos; los granos son grandes, gruesos, de sección casi redonda con los cotiledones blancos o muy ligeramente pigmentados. Es el tipo de cacao con más sabor y aroma de todos.

Cacao en baba: Es el grano de cacao luego de desgranado, se coloca en un recipiente plástico con capacidad de 18 kg aproximadamente, a este recipiente se le denomina *lata de cacao*. El rendimiento de cada lata de cacao debe ser entre 6.2 a 6.5 kg de cacao seco.

Cacao extrafino: Es el grano de cacao producido por las variedades de árboles denominados “criollos”, de almendra de cotiledón blando a blanco rosáceo tenue, cuyos granos estén bien fermentados (mayor del 70%), de sección transversal casi circular, y que cumpla con los requisitos establecidos, exentos de olores extraños al característico de este grano y de cualquier otro signo de adulteración.

Cacao fino de aroma: Almendras con alto potencial aromático y otras bondades sensoriales que los distinguen de los demás. El cacao fino posee características distintivas de aroma y bajo contenido de sustancias amargas.

Cacao fino de primera (fermentado o F1): Es el cacao formado por granos híbridos fermentados provenientes de cacaos tipo Trinitarios Forasteros (también llamados en Venezuela *Forastero*) que han sido sometidos al proceso de fermentación con grado mayor o igual al 80%, exentos de olores extraños a las características de este grano y de cualquier otro signo de adulteración.

Cacao fino de segunda (fermentado, corriente, ordinario o F2): Es el cacao formado por granos híbridos provenientes de cacaos tipo Trinitarios Forasteros (también llamados en Venezuela *forasteros*), que se diferencian del cacao fino de primera por el grado de fermentación, porque sus granos no han sido sometidos a este proceso o este se ha realizado en forma deficiente.

Cacao Forastero: El fruto tiene generalmente forma ovalada y corta, de color verde o amarillo cuando madura, con una superficie lisa. El pericarpio es espeso y difícil de cortar; posee granos pequeños y más o menos aplastados, de un color entre púrpura claro y oscuro. Son más resistentes al ambiente y a las plagas, pero su sabor y aroma no son tan notables como los del cacao criollo.

Cacao Trinitario: Híbrido entre Criollo y Forastero, los cacaos de tipo Trinitario poseen características intermediarias entre ambos grupos. El color de las almendras, varía entre el blanco de los Criollos y el oscuro del Forastero. Del mismo modo, poseen características aromáticas mucho más marcadas que el Forastero.

Cadmio: Es un metal pesado del grupo de los elementos de transición, su presencia en las semillas del cacao y su transmisión directa al chocolate de consumo humano; es de gran preocupación a nivel mundial; pues se acumula en el organismo y es responsable de enfermedades graves para el ser humano; ya que es tóxico, acumulativo en el organismo, de la alta permanencia y se moviliza a través de agua y aire.

Clorotalonil: El clorotalonil es un compuesto orgánico que se utiliza principalmente como fungicida no sistémico de amplio espectro, con otros usos como protector de la madera, pesticida, acaricida y para controlar el moho, las bacterias y las algas.

Cultivar: Conjunto de plantas cultivadas que se distinguen de otras por sus caracteres morfológicos, fisiológicos, genéticos u otros de carácter agronómico o económico y que, al reproducirse (sexual o asexualmente), conservan sus caracteres distintivos.

Fungicidas: Los fungicidas son sustancias que se emplean para eliminar o impedir el crecimiento de hongos y mohos perjudiciales para las plantas, o animales. Se aplican mediante rociado, pulverizado, por revestimiento, o por fumigación de locales.

Moniliasis: *Moniliophthora roreri*, es un hongo hemibiotrófico (forman inicialmente una asociación con células vivas y más tarde con tejido muerto), el proceso de infección empieza cuando las conidias o esporas reproductivas del hongo llegan a la superficie de las mazorcas. Allí, por condiciones de alta humedad y temperatura, germinan y penetran la mazorca, ocasionando daños internos en las primeras etapas de la enfermedad.

Polisulfuro de calcio: El polisulfuro de calcio es un compuesto formado por la reacción de hidróxido de calcio con azufre que se suele utilizar en el control de plagas y enfermedades en agricultura. Normalmente, se presenta en solución acuosa de color rojizo-amarillento y un olor desagradable característico.

Trichoderma: Trichoderma es un hongo cosmopolita cuya importancia radica en su capacidad de adaptación y producción de metabolitos, como enzimas, compuestos promotores de crecimiento vegetal, y compuestos volátiles, entre otros, de interés biotecnológico y ambiental.