UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

EVALUACIÓN DEL USO DE *Thrichoderma* spp. **COMO MÉTODO DE CONTROL BIOLÓGICO PARA MONILIASIS EN EL CULTIVO DE CACAO (***Theobroma cacao* L.), **CANTÓN BUENA FE**

Autora:

Karen Lisseth Beltran Carguacundo

Tutora:

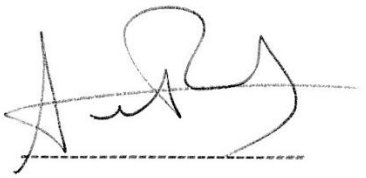
Dra. Andrea Román Ramos

Buena Fe – Ecuador

2024

"EVALUACIÓN DEL USO DE *Thrichoderma* spp. COMO MÉTODO DE CONTROL BIOLÓGICO PARA MONILIASIS EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), CANTÓN BUENA FE"

REVISADO Y APROBADO POR:



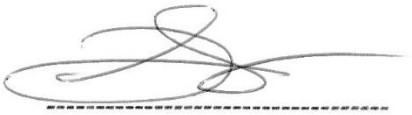
Dra. Andrea Román Ramos

TUTORA



Ing. Hugo Vásquez Coloma PhD.

PAR LECTOR



Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

NOTARÍA QUINTA DEL CANTÓN SANTO DOMINGO
ABG. CARLOS VIVANCO ROJAS

Yo, Beltran Carguacundo Karen Lisseth con CI 1717610214, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

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

Beltran Carguacundo Karen Lisseth

CI: 1717610214

Dra. Andrea Román Ramos

CI: 0604084871

2024	23	01	005	P04421

DECLARACIÓN JURAMENTADA

OTORGA : BELTRAN CARGUACUNDO KAREN LISSETH
A FAVOR DE: SI MISMO
CUANTIA : INDETERMINADA
DI: 2 COPIAS

Jessica

En la ciudad de Santo Domingo, Cabecera del cantón del mismo nombre, Provincia Santo Domingo de los. Tsáchilas, República del Ecuador, el día de hoy **OCHO DE OCTUBRE DEL AÑO DOS MIL VEINTICUATRO;** ante mí, Abogada María Elena Ordóñez Lima, Notaria Suplente de la Notaría Quinta de este Cantón, mediante acción de personal número DP veintitrés guion CJ guion mil seiscientos siete guion dos mil veinticuatro guion JAM, de fecha cuatro de octubre del año dos mil veinticuatro, emitido por el Consejo de la Judicatura; comparece la señorita **BELTRAN CARGUACUNDO KAREN LISSETH**, soltera, por sus propios derechos, ecuatoriana, de veintinueve años de edad, de ocupación estudiante, domiciliada en la Cooperativa de Vivienda Quince de Septiembre, de este cantón, teléfono móvil número: cero, nueve, seis, tres, uno, cuatro, tres, nueve, cinco, seis (0963143956). La compareciente me autoriza de conformidad con el artículo setenta y cinco de Ley Orgánica de Gestión de la Identidad y Datos Civiles, a la obtención e impresión del

Registro Personal Único cuyo custodio es la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación, que incorporo a la presente escritura. Además, me faculta de conformidad con el artículo sesenta y seis, numeral diecinueve de la Constitución de la República del Ecuador, en concordancia con el artículo ocho, de la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, a declarar y dar un tratamiento legítimo a sus datos personales en el presente instrumento público. La compareciente es mayor de edad, legalmente capaz, portadora de sus documentos de identidad, a quien de conocer doy fe, en virtud de haberme presentado su cédula de ciudadanía que en fotocopia acompaño, debidamente inteligenciada sobre la gravedad del juramento, de las penas de perjurio y la obligación de decir la verdad con claridad y exactitud de manera libre y voluntaria, amparada en el Artículo diecinueve, literal a) de la Ley Notarial, libre y voluntariamente dice: "Yo, **BELTRAN CARGUACUNDO KAREN LISSETH,** de estado civil soltera, declaro que los criterios e ideas emitidos en el presente proyecto de investigación de titulación es de mi absoluta autoría titulado "EVALUACIÓN DEL USO DE *Thrichoderma spp.* COMO MÉTODO DE CONTROL BIOLÓGICO PARA MONILIASIS EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), CANTON BUENA FE", previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, otorgado por

NOTARIA QUINTA
DEL CANTÓN SANTO DOMINGO

Abg. Carlos Vivanco Rojas, MSc.
NOTARIO

la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Medio Ambiente, carrera de Agronomía".- Hasta aquí mi declaración, es todo lo que declaro en honor a la verdad. La compareciente me presenta sus documentos de identidad. Formalizado este instrumento público, yo la Notaria Suplente lo leí íntegramente a la otorgante quien ratificándose en lo expuesto, lo suscribe en unidad de acto conmigo, la Notaria Suplente que doy fe.-

BELTRAN CARGUACUNDO KAREN LISSETH
Céd. N. 171761021-4

Ab. María Elena Ordóñez Lima
NOTARIA SUPLENTE DE LA NOTARÍA QUINTA
DEL CANTÓN SANTO DOMINGO

RAZÓN: Esta escritura se otorga ante mi; en fe de ello, confiero este PRIMER TESTIMONIO, que lo sello, signo y firmo en la ciudad de Santo Domingo

08 OCT 2024

Ab. María Elena Ordóñez Lima
NOTARIA QUINTA SUPLENTE DEL CANTÓN SANTO DOMINGO

NOTARIA QUINTA DEL CANTÓN SANTO DOMINGO
ABG. CARLOS VIVANCO ROJAS

tesis Karen Lisseth Beltran Carguacundo

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%	8%	0%	0%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	nanopdf.com Fuente de Internet	8%

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 5%
Excluir bibliografía	Activo		



Dra. Andrea Román Ramos

TUTORA

DEDICATORIA

Con profundo amor y gratitud, quiero dedicar estas palabras a ustedes, pilares de mi vida.

A mis padres, gracias por su amor, sabiduría y sacrificios. Su apoyo y enseñanzas han sido mi guía y fortaleza.

A mis hermanos, compañeros de vida, gracias por las risas, lágrimas y aventuras compartidas. Su apoyo y alegría son un tesoro invaluable.

A mis abuelos, gracias por su ternura, historias y sabiduría. Su amor incondicional y consejos han enriquecido mi vida de manera indescriptible.

Ha mi hijo Gabriel a ti te agradezco el cariño y amor incondicional, el más puro que me han brindado, eres tú mi musa la motivación e inspiración para salir adelante, en cada adversidad, así como, así como la luz y agua dan vida, tu sonrisa resplandece dándome vida.

A mis amigos, gracias por su lealtad, apoyo y por las incontables memorias compartidas. Su amistad ha sido un pilar de fortaleza y alegría para mí.

A mis maestros, gracias por su dedicación, paciencia y por compartir su vasto conocimiento. Sus enseñanzas no solo me han formado académicamente, sino que también me han inspirado a ser una mejor persona.

Todos han dejado una huella imborrable en mi vida, y estoy eternamente agradecido por tenerlos a mi lado.

AGRADECIMIENTO

A mi hijo Gabriel por todo el amor y cariño que me brinda. De manera especial a la Universidad Estatal de Bolívar por abrirnos las puertas a cada uno de los estudiantes, y principalmente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agronómica, por habernos permitido ser parte de esta prestigiosa institución.

A mis queridos padres Carguacundo Lorena y Beltran Eduardo por apoyarme integralmente en todo momento, ya que fueron el motor principal para llegar a culminar con éxito esta carrera profesional.

De manera muy especial, a mis abuelitos Ávila Frella y Ángel Carguacundo, quienes me han brindado su apoyo, amor y consejos. Su influencia ha sido fundamental en mi formación como persona, estudiante y profesional.

A mis hermanos: Jair y José, quienes me apoyaron incondicionalmente brindándome su amor, paciencia dándome apoyo para culminar con mi formación académica y profesional.

A Lulu por estar conmigo en todo momento y brindarme su cariño.

Un agradecimiento muy sincero a la Dra. Andrea Román, por guiarme, apoyarme y tenerme paciencia en esta investigación. Al Ing. David Silva García, al Ing. Hugo Vásquez Coloma PhD, Ing. Eduardo Rodríguez, Ing. Junior Chávez, Ing. Katty Santamaria quienes con su apoyo y dedicación hicieron posible culminar con este proceso de Titulación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO Pág.

CAPÍTULO I……1

1.1. INTRODUCCIÓN 1

1.2. PROBLEMA 3

1.3. OBJETIVOS 4

1.3.1 Objetivo general 4

1.3.2. Objetivo específico.....4

1.4. HIPÓTESIS.....5

CAPITULO II……...6

2. MARCO TEORICO…….6

2.1. Origen.....6

2.2. Clasificación Taxonómica.....6

2.3. Característica botánica del cacao CCN 51 7

2.3.1. Tallo…….....7

2.3.2. Ramas…. 8

2.3.3. Hojas…….....8

2.3.4. Flor……. 8

2.3.5. Fruto…… 9

2.3.6. Semilla…......9

2.3.7. Fecundación.....9

2.3.8. Polinización del cacao.....9

2.4. Requerimientos edafoclimáticos.....10

2.4.1. Precipitación.....10

2.4.2. Temperatura.....10

2.4.3. Altitud…….....10

2.4.4. Luminosidad.....11

2.4.5. Clima…… 11

2.5. Manejo del cultivo de cacao.....11

2.5.1. Condiciones del suelo.....11

2.5.2. Textura del suelo 11

2.5.3. pH del suelo.....12

2.5.4. Fertilización.....12

2.5.5. Drenaje……. 12

2.5.6. Profundidad del suelo.....12

2.5.7. Estructura del suelo 12

2.5.8. Siembra…….....12

2.5.9. Viento…….. 13

2.5.10. Poda…….. 13

2.6. Requerimientos nutricionales.....16

2.7. Tipos de cacao.....16

2.7.1. Forastero.....16

2.7.2. Trinitario.....16

2.7.3. Nacional.....17

2.7.4. Clon CCN-51.....17

2.8. Plagas 17

2.8.1. Mosquilla del cacao (*Monalonion dissimulatum)* 18

2.8.2. Asta de torito (*Hoplophorion pertusa)*.....18

2.8.3. Trips del cacao (*Selenothrips rubrocinctus)* 19

2.9. Enfermedades del cacao.....19

2.9.1. Escoba de bruja (*Moniliophthra perniciosa)*.....19

2.9.2. Mazorca negra (*Phytoptthora palmivora L.)*.....21

2.9.3. Monilia (*Moniliophthra roreri)*.....23

2.9.4. Característica del hongo *Trichoderma* spp. para el manejo biológico de la moniliasis…….. .....……25

2.10. Formulación de La base de *Thrichoderma* spp. 27

2.10.1. Tricho Bio WG.....27

2.10.2. Tricomix PM 29

2.10.3. Trichotic 29

CAPITULO III……...31

3. MARCO METODOLÓGICO……31

3.1. Ubicación y característica de la investigación 31

• Situación geográfica y climática 31

• Zona de vida 31

3.2. Metodología 31

3.2.1. Material experimental.....31

3.2.2. Material experimental.....32

3.2.3. Tratamientos.....32

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico 32

3.2.5. Manejo experimental en el campo y laboratorio 33

3.2.6. Método de evaluación.....35

3.2.7. Análisis de datos.....36

CAPITULO IV……...37

4. RESULTADO Y DISCUSIÓN……..37

4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 37

4.1.1. Análisis de variables sanitarias.....37

4.2. Comprobación de hipótesis.....50

CAPITULO V……51

5.1. CONCLUSIÓNES 51

5.2. RECOMENDACIÓN.....52

BIBLIOGRAFÍA 53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del número de lesiones (NL), comparación entre el producto Tricomix y los testigos 38

Figura 2. Evolución del número de lesiones (NL), comparación entre el producto Tricho Bio WG y los testigos. 39

Figura 3. Evolución del número de lesiones (NL), comparación entre el producto Trichotic y los testigos. 40

Figura 4. Evolución del tamaño de la lesión (TL), comparación entre el producto Tricomix y los testigos. 41

Figura 5. Evolución del tamaño de la lesión, comparación entre el producto Tricho Bio WG y los testigos. 42

Figura 6. Evolución del tamaño de la lesión, comparación entre el producto Trichotic y los testigos. 43

Figura 7. Comparación de medias entre tratamientos para el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCDEtl).....47

Figura 8. Evolución del número de lesiones de las 48, 144 y 192 horas después del tratamiento del tratamiento Tricomix (T3), Trichotic (T4) y Tricho Bio WG (T5), Testigo agricultor (T1) y Testigo poda sanitaria (T2).....48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. *Análisis estadístico para los componentes: número de lesiones (NL) de las 48 a 216, Tamaño de la lesión y el área bajo la curva de la enfermedad del tamaño de lesión (ABCDEtl)*.....37

Tabla 2. *Separación de medias para las variables número de lesiones (NL) de las 48 a 216.*.....44

Tabla 3. *Separación de medias para las variables Tamaño de la lesión de las 424 a 192.*.....45

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ubicación del ensayo

Anexo 2: Croquis del ensayo

Anexo 3: Base de datos

Anexo 4: Manejo de Campo

Anexo 5 Glosario de términos técnicos

RESUMEN

La moniliasis, causada por *Moniliophtora roreri*, es un desafío para la industria cacaotera ecuatoriana y mundial, resultando en pérdidas significativas de rendimiento y calidad del cacao. Para abordar este problema, la utilización de *Trichoderma* spp. como método de control biológico es una alternativa en el cultivo de cacao en el cantón Buena Fe. El objetivo de esta investigación fue determinar la incidencia y severidad de la moniliasis después del tratamiento con *Trichoderma* spp. En este estudio se comparó diferentes tratamientos a base de *Trichoderma* spp. para el control de fitopatógenos en el cultivo de cacao, observando el número y tamaño de lesiones a lo largo del tiempo. Se encontró que el tratamiento *Trichoderma viride* (T3) mostraron significativamente menos lesiones desde las primeras 48 horas hasta las 360 horas, en comparación con los tratamientos testigo y de poda. Las evaluaciones agronómicas y sanitarias realizadas cada 24 horas hasta las 360 horas revelaron diferencias significativas en el número y tamaño de las lesiones. Tricomix se destacó como el tratamiento más efectivo, seguido por Trichotic y Tricho Bio WG. Por lo tanto, el estudio demuestra que el tratamiento con productos comerciales basados en *Trichoderma* spp., especialmente Tricomix, es eficaz en reducir las lesiones causadas por *Moniliophthora roreri* en plantaciones de cacao de 36 meses, en comparación con los tratamientos Testigo agricultor y Testigo poda sanitaria. Además, es importante mejorar las técnicas de poda sanitaria y realizar un monitoreo regular de la enfermedad para optimizar la aplicación de *Thrichoderma* spp. y maximizar sus beneficios.

ABSTRACT

Moniliasis, caused by *Moniliophtora roreri*, is a challenge for the Ecuadorian and global cocoa industry, resulting in significant losses of cocoa yield and quality. To address this problem, the use of *Trichoderma* spp. As a biological control method is an alternative in cocoa cultivation in the Buena Fe canton. The objective of this research was to determine the incidence and severity of moniliasis after treatment with *Trichoderma* spp. In this study, different treatments based on *Trichoderma* spp. were compared for the control of phytopathogens in cocoa cultivation, observing the number and size of lesions over time. It was found that the *Trichoderma viride* treatment (T3) showed significantly fewer lesions from the first 48 hours to 360 hours, compared to the control and pruning treatments. Agronomic and sanitary assessments carried out every 24 hours up to 360 hours revealed significant differences in the number and size of lesions. Tricomix stood out as the most effective treatment, followed by Trichotic and Tricho Bio WG. Therefore, the study demonstrates that treatment with commercial products based on *Trichoderma* spp., especially Tricomix, is effective in reducing lesions caused by *Moniliophthora roreri* in 36-month-old cocoa plantations, compared to the Farmer Control and Sanitary Pruning Control treatments. Furthermore, it is important to improve sanitary pruning techniques and perform regular disease monitoring to optimize the application of *Thrichoderma* spp. and maximize its benefits.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.*)* es uno de los principales productos tradicionales de exportación ecuatoriana, y ha posicionado al Ecuador como el país más competitivo de América Latina en este campo, exportando dos variedades de cacao CCN-51 y el denominado Cacao Nacional. Al nivel global la producción de la variedad CCN-51 51 es de 64239 toneladas siendo el 19% y el 81% está el cacao arriba fino de aroma con 266789, por lo que la producción total a nivel mundial es 331029 toneladas con un valor FOB de 758 millones de dólares. Agrocalidad ha registrado 14433 operadores de cacao, quienes realizan diferentes actividades en la cadena productiva del cacao destinada a la exportación desde Ecuador (Agrocalidad, 2022)

Datos de la Organización Internacional de la Cocoa (ICCO), indican que Ecuador es uno de los principales productores de granos de cacao, representando el 7% de la producción mundial total. Según la Asociación Nacional de Exportadores de Cacao (ANECACAO), la producción del cacao se distribuye en 70% en pequeños productores, 20% de medianos y el 10% en grandes (Sánchez & Vayas, 2021). La producción cacaotera representa el 5.6% de las exportaciones no petroleras (Quintero & Diaz, 2024)

El cacao es uno de los principales productos de exportación de Ecuador, ha consolidado al país como líder en la industria del cacao en América Latina como el CCN-51 y el Cacao Nacional. Sin embargo, la industria cacaotera enfrenta desafíos, como la moniliasis del cacao causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, que afecta gravemente la producción. Esta enfermedad ataca específicamente a los frutos del cacao, causando pérdidas de producción que oscilan entre el 45 y 100%, resultando en millones de dólares en pérdidas anuales (Murillo, 2023)

Para su manejo se ha propuesto una serie de medidas de control entre las que destacan la utilización de controladores biológicos, como el uso de *Trichoderma* spp., el cual es un eficiente agente biocontrolador que ha demostrado ser exitoso en la agricultura, su capacidad para combatir fitopatógenos y su adaptabilidad a diversos entornos representa una salida biológica para proteger la producción de cacao ecuatoriano y garantizar su competitividad en el mercado internacional.

De esta forma, *Trichoderma* spp. es uno de los agentes de control biológico más exitosos en la agricultura, representando más del 60% de los biofungicidas, registrados mundialmente debido a su rápido crecimiento y capacidad de producir enzimas en respuesta a hongos fitopatógenos, por lo que puede ser probado en cacao para su manejo sanitario (Melchor, 2019).

1.2.PROBLEMA

La moniliasis causada por *Moniliophtora roreri* es una enfermedad que ha sido la principal razón de los bajos rendimientos en las zonas cacaoteras de Ecuador, llevando al abandono de vastas áreas de cultivo, generando frustración entre los pequeños y medianos productores cacaoteros. A la vez, es una de las enfermedades más devastadoras que enfrenta la industria cacaotera ecuatoriana y global este hongo afecta específicamente los frutos del cacao, causando lesiones en la cáscara y pudrición de la pulpa, problema radica en que esta enfermedad puede reducir drásticamente el rendimiento de los cultivos.

La moniliasis del cacao también tiene un impacto significativo en la calidad del cacao producido, a pesar de los esfuerzos de control, la persistencia y virulencia del hongo han hecho que la moniliasis siga siendo un desafío difícil de superar para los agricultores. La lucha contra la moniliasis del cacao requiere un enfoque integral que incluya medidas preventivas, como la selección de variedades resistentes y prácticas de manejo adecuadas, así como el uso de tratamientos biológicos para controlar la propagación del hongo.

El control biológico que usa microorganismos benéficos, controladores biológicos o microrganismos promotores de crecimiento ayudan al manejo de patógenos, así como la absorción de nutrientes, por ejemplo, *Trichoderma* spp. En este contexto esta investigación propone dar una alternativa al productor de cacao mediante el control biológico con la utilización de *Trichoderma* spp. para el manejo de la moniliasis que se observa en las plantaciones de cacao.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el uso de *Trichoderma* spp. como método de control biológico para *Moniliophtora roreri* en el cultivo de Cacao cantón Buena Fe.

1.3.2. Objetivo específico

- Determinar la incidencia y severidad de monilia en el cultivo de cacao luego del tratamiento con *Trichoderma* spp.
- Comparar el efecto *Trichoderma* spp. sobre el tamaño y número de lesiones asociados con la moniliasis.

1.4. HIPÓTESIS

Ho: Ninguna especie de *Trichoderma* spp. tiene efecto en la reducción de la severidad de moniliasis en el cultivo de cacao.

Ha: Alguna especie de *Trichoderma* spp. tiene efecto en la reducción de la severidad de moniliasis en el cultivo de cacao.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

1.1. Origen

La planta de cacao ha sido cultivada desde hace más de 2000 años por distintas culturas Mesoamericanas. La diversidad genética del cacao ha sido estudiada a través de marcadores moleculares como: isoenzimas, ADN mitocondrial y de cloroplastos, RFLP; Polimorfismo de Longitud de Fragmentos de Restricción, al igual que RAPD; Amplificación Aleatoria de ADN Polimórfico, entre otros. El principal interés en realizar este tipo de indagación se origina a partir de la necesidad de conocer la diferencia entre las variedades criollas y forasteras. (Ricaño, 2020).

Su origen hace referencia a los trópicos húmedos de América, su centro de origen se cree estar situado en el noroeste de América del sur, en la zona amazónica. Los primeros registros de la presencia de la planta en Ecuador fueron en el año 1526 a 1527, donde hoy es la provincia de Esmeraldas y en la desembocadura del río Guayas (Puna) (Chadid & Llanos, 2021).

El cacao se cultiva principalmente en África del Oeste, América Central, Sudamérica y Asia. Según la producción anual, los ocho mayores países productores del mundo son (en orden descendente) Costa de Marfil (38%), Ghana (19%), Indonesia (13%), Nigeria (5%), Brasil (5%), Camerún (5%), Ecuador (4%) y Malasia (1%) (YARAECUADOR, 2023).

1.2. Clasificación Taxonómica

El cacao es una planta de ciclo perenne, posee 20 cromosomas y su polinización es cruzada, su propagación puede ser sexual (semilla) o asexual (ramillas).

Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Sterculiaceae
Género	Theobroma
Especie	Cacao
Pedigrí	ICS-95 X IMC-67 + Canelos
Clon	CCN 51

Fuente: (CORPOICA, 2020)**.**

1.3. Característica botánica del cacao CCN 51

Clon CCN-51 es también conocido como Colección Castro Naranjal, la planta proviene de semilla que produce un tallo erecto el cual puede llegar a medir 2m a 10 m de altura sin ser podado, de este emergen las ramas en número de 3 a 5 con un crecimiento horizontal formando el llamado abanico o horqueta. Una vez formada la horqueta la yema terminal se elimina, y el siguiente crecimiento vertical ocurre por un chupón que sale de la parte inferior de la horqueta y asciende para luego repetir de la misma manera unos centímetros más arriba, la ramificación del tallo principal y forma un segundo estrato (Grand Sur Ecuador, 2021).

1.3.1. Tallo

La planta proviene de semilla que produce un tallo erecto el cual puede llegar a medir de 1m a 1.50 m de altura, de este emergen las ramas en número de 3 a 5 con un crecimiento horizontal formando el llamado abanico o horqueta. Una vez formada la horqueta la yema terminal se elimina, y el siguiente crecimiento vertical ocurre por un chupón que sale de la parte inferior de la horqueta y asciende para luego repetir de la misma manera unos centímetros más arriba, la ramificación del tallo principal y forma un segundo estrato (Paspuel, 2018).

1.3.2. Ramas

El cacao tiene dos tipos de ramas; el primero es de tipo vertical y el segundo es tipo abanico que contiene hojas. El primero es llamado chupón, tiene hojas alternas en espiral de 3/8 y se limita en su desarrollo ya que en ocasiones restringe casi siempre da origen a un abanico (CONABIO, 2020).

1.3.3. Hojas

Son de forma alargada y tamaño medio; se desprenden de las ramas. La hoja está unida a la rama por un tallito llamado peciolo. Entre el peciolo y la rama se encuentra un abultamiento pequeño llamado yema axilar. La función principal de la hoja es elaborar los alimentos que la planta necesita para su normal desarrollo y la formación de mazorcas (Cuenca, 2023).

La forma de la hoja es ovalada con una base aguda de una longitud es de 31.45 cm, con un ancho 11.19 cm, el peciolo de las hojas, el ápice es acuminado corto, la longitud promedio del peciolo 2.37 cm, longitud promedio desde la base hasta el punto más ancho es de 16.65 cm (S.A.S, 2018).

1.3.4. Flor

La flor del cacao es hermafrodita; posee ambos sexos masculino y femenino. El órgano masculino está formado por estambres. Una flor posee 5 estambres verdaderos de color blanco y 5 falsos de color morado, con cinco sépalos, cinco pétalos, diez estambres en dos grupos o verticilos de los cuales solo uno es fértil y un ovario supero de cinco carpelos fundidos. Antesis es la biología reproductiva comienza en la formación del botón floral, el cual inicia su apertura en horas de la tarde y continúa abriendo durante la noche, hasta que termina de abrirse completamente en horas tempranas de la mañana del día siguiente. Una vez abierto el botón floral, las anteras que contienen los sacos polínicos se abren y liberan el polen, y minutos más tarde el estilo y estigma son receptivos a este. El grano de polen del cacao 13 tiene una viabilidad relativamente corta, normalmente 48 horas (Fedecacao, 2021).

1.3.5. Fruto

El fruto del cacao, denominado comúnmente mazorca, consiste en una cáscara relativamente gruesa que encierra un número muy diverso de semillas, entre 20 y 50, dispuestas normalmente en cinco hileras y sumergidas en una pulpa mucilaginosa de color blanco y sabor azucarado. El color del fruto inmaduro es un rojo intenso a diferencia de color del fruto maduro que es un rojo naranja (Torras, 2023)

1.3.6. Semilla

Las semillas son unas almendras cuyo cotiledón es morado, la forma de la semilla es oblonga, en cuanto a su corte transversal de la semilla es intermedia. Longitud de la almendra es de 2.46 cm, su diámetro 1.31 cm, grosor 0.88 cm, el peso fresco promedio de la semilla es de 1.93 g (Díaz et al., 2021).

1.3.7. Fecundación

La fecundación se da cuando un insecto lleva el polen del estambre al estigma, luego el polen viaja a través del tubo polínico hasta el óvulo, este proceso puede demorar de 24 a 72 horas en fecundar la flor. Una característica especial de la flor de cacao es su punto de absorción, que provoca su desprendimiento uno o dos días después, si no es fecundada; de un 3% a 5 % llega a fecundarse, de manera que la fecundación no es muy eficiente (Syngenta, 2019).

1.3.8. Polinización del cacao

La polinización de la flor de cacao se realiza por insectos como las abejas, la mosquita polinizadora del cacao, que vive en lugares donde hay agua, húmedos, sombreados y frescos, como los amontonamientos de hojas en el suelo o en cáscaras de cacao que quedan tiradas en el cacaotal. Vive aproximadamente 28 días y sólo en los últimos 10 días realiza la polinización. La mayor actividad de las mosquitas polinizadoras se da entre las 6 y 10 de la mañana, cuando visitan y polinizan flores (Syngenta, 2019).

Se ha podido identificar que la polinización en el cultivo de cacao es realizada por insectos del Orden Díptera pertenecientes a la familia Ceratopogonidae, géneros Forcipomyia, Atrichopogon y Dasyhelea, siendo más abundante el género Forcipomyia. El cacao necesita de la polinización entomófila, el díptero Forcipomyia es el primordial agente polinizador, las flores de cacao se encuentran distribuidas de forma caulinar en la planta (Moyano et al., 2023). Especies de este género están especializadas para realizar la polinización de la flor del cacao debido a sus características morfológicas, su tamaño y disposición de setas en diferentes partes de su cuerpo (Moyano et al., 2023).

1.4. Requerimientos edafoclimáticos

La planta y el medio ambiente son difíciles de entender para mejorar el medio en que crece el cacao. Como un cultivo de trópico húmedo, el cacao es comercialmente cultivado entre las latitudes 15° N. y 15° S. del Ecuador. Excepcionalmente se encuentran en las latitudes subtropicales a 23° y 25°S (Salazar, 2022).

1.4.1. Precipitación

La cantidad óptima de precipitación suele estar entre 1500 y 2000 mm por año, distribuidos de manera uniforme a lo largo de las estaciones; pero más importante que el volumen total de lluvias, es una buena distribución del agua durante el año, ya que el cacao es muy sensible a la falta de humedad en el suelo (Rivera, 2023).

1.4.2. Temperatura

La temperatura óptima para el crecimiento del cacao CCN-51 suele estar entre 21°C y 32°C. Las temperaturas más frías pueden afectar negativamente el crecimiento y la producción del cacao. Prefiere temperaturas constantes y cálidas durante todo el año (Guaman, 2021).

1.4.3. Altitud

Se cultiva desde el nivel del mar y hasta los 1200 msnm, siendo el óptimo de 300 a 400 msnm y de 600 a 800 msnm (Lopes, 2019).

En cuanto a la altitud, el cacao CCN-51 es adaptable y puede crecer en una amplia gama de altitudes. Sin embargo, generalmente se cultiva mejor en altitudes más bajas, entre 0 y 400 metros sobre el nivel del mar, aunque el cacao CCN-51 puede tolerar altitudes más altas, su rendimiento y calidad pueden disminuir a medida que aumenta la altitud (Montealegre et al., 2021).

1.4.4. 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. La iluminación máxima influencia el efecto de los fertilizantes sobre plantas de cacao en estadios iniciales a partir del quinto año (López et al., 2017).

1.4.5. Clima

El cacao prefiere un clima tropical con temperaturas constantes y altas durante todo el año. La temperatura ideal para el crecimiento del cacao oscila entre 21°C y 32°C. Además, necesita una alta humedad relativa (alrededor del 70-80 (Del Monte AG, 2022).

1.5. Manejo del cultivo de cacao

1.5.1. Condiciones del suelo

Las condiciones del suelo influyen en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas

1.5.2. Textura del suelo

El cacao CCN-51 prefiere suelos bien drenados con una textura franca o franco arenosa. Esto permite que el agua se filtre adecuadamente, evitando el encharcamiento de las raíces, pero también retiene suficiente humedad para el crecimiento saludable de la planta.

1.5.3. pH del suelo

El rango de pH ideal para el cultivo de cacao CCN-51 suele estar entre 5.5 y 7.0. Este rango ligeramente ácido a neutro permite una óptima disponibilidad de nutrientes para las plantas

1.5.4. Fertilización

El suelo debe ser fértil y rico en materia orgánica para apoyar un crecimiento vigoroso del cacao. La adición de abonos orgánicos o compost puede ayudar a mejorar la fertilidad del suelo y proporcionar los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas.

1.5.5. Drenaje

El suelo debe tener buen drenaje para evitar problemas de encharcamiento que pueden causar pudrición de raíces y otras enfermedades. Se deben evitar los suelos compactados o arcillosos que retienen demasiada agua. Además del drenaje superficial, es importante que el suelo tenga un buen drenaje interno para permitir que el exceso de agua se filtre hacia abajo y no se acumule en la zona de las raíces (Gonzales & Ramirez, 2020).

1.5.6. Profundidad del suelo

Las raíces del cacao CCN-51 tienden a ser profundas, por lo que es importante que el suelo sea lo suficientemente profundo para permitir un buen desarrollo radicular.

1.5.7. Estructura del suelo

Un suelo con una buena estructura, es decir, que esté bien agregado y aireado, facilita el crecimiento de las raíces y la absorción de nutrientes.

1.5.8. Siembra

Antes de la siembra, se realiza la limpia del terreno de maleza y despeja cualquier material vegetal, asegurándose de que el suelo esté suelto y bien aireado, se realiza los hoyos de siembra a una distancia apropiada entre sí, alrededor de 3 metros de

distancia (tres bolillos 3 × 3 o 3 × 2.5), colocando la planta en cada hoyo a una profundidad de aproximadamente 30 centímetros y cubrir con tierra suelta; después de la siembra se riega las plantas de manera suave en la suficiente para mantener el suelo húmedo se evita el exceso de agua, ya que puede pudrir las raíces; mantener el área libre de malezas y asegurar de que las plántulas reciban la cantidad adecuada de sombra y luz solar, después se aplica fertilizante orgánico según sea necesario para promover un crecimiento (ANECA CACAO, 2023).

1.5.9. Viento

La densidad del viento es un factor importante que considerar en el cultivo de cacao CCN-51, especialmente en áreas donde los vientos pueden ser fuertes o frecuentes. Aquí hay algunas consideraciones sobre la densidad del viento para este tipo de cultivo: Los vientos fuertes pueden dañar las plantas jóvenes de cacao CCN-51 y afectar su crecimiento. Se recomienda plantar árboles de sombra en los bordes del cultivo para reducir la velocidad del viento y proteger las plantas. La densidad de siembra también influye en la exposición al viento; una mayor densidad puede proporcionar protección natural entre las plantas. Es crucial evaluar las condiciones del sitio, incluidos los patrones de viento, antes de establecer el cultivo. En áreas con vientos persistentes, se pueden construir estructuras como cortavientos para proteger el cultivo, ya sea de manera temporal o permanente Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2014).

Los fuertes vientos provocan deforestación o caída prematura de hojas. En las plantaciones donde la velocidad del viento es de alrededor de 4 m por segundo y muy poca sombra, la deforestación severa es común (Cabos, 2023).

1.5.10. Poda

La poda es una técnica que consiste en eliminar todos lo 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. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2018).

- **Poda de formación**

La poda de formación en el cacao es una práctica esencial para establecer una estructura de árbol sólida y productiva desde las primeras etapas de su crecimiento. Se lleva a cabo durante el primer año de vida del árbol, momento crucial en su desarrollo. Durante esta etapa, se busca establecer un solo tallo principal, el cual servirá como el tronco principal del árbol. Un aspecto clave de la poda de formación es la formación de la horqueta o verticilo, que debe ocurrir aproximadamente entre los 10 y 16 meses de edad de la planta. Este verticilo es esencial, ya que serve como punto de partida para el crecimiento de las ramas principales o primarias, para formar el armazón y la futura copa del árbol, estas ramas primarias son fundamentales ya que serán las encargadas de sostener la mayoría de las mazorcas en el futuro; es importante realizar la poda de formación con material vegetal lo más tierno posible, ya que esto facilita la cicatrización de las heridas. Durante el segundo y tercer año de vida del árbol, se continúa con la selección y formación de las ramas secundarias, y así sucesivamente, hasta lograr la formación completa de la copa del árbol. Se eliminarán las ramas 25 entrecruzadas muy juntas, y las que tienden a dirigirse hacia adentro, esto permite una distribución uniforme de la luz solar y el aire dentro de la copa del árbol, promoviendo un crecimiento equilibrado y reduciendo el riesgo de enfermedades y problemas de producción. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA, 2021).

- **Poda de mantenimiento**

La poda ligera o mantenimiento en los árboles de cacao, que se realiza a partir de los dos o tres años, es una práctica continua y fundamental para mantener la salud y la productividad del cultivo a lo largo del tiempo, esta poda se realiza de manera regular para asegurar que los árboles se mantengan en buena forma y que su crecimiento sea adecuado y balanceado. Uno de los objetivos principales de esta poda es eliminar los chupones, que son brotes vigorosos que surgen del tronco o de las ramas principales; los chupones pueden competir con el crecimiento de las ramas principales y consumir recursos, lo que afecta negativamente el desarrollo del árbol y reduce la producción de cacao. Al eliminar los chupones de manera regular, se permite que la energía de la planta se concentre en el crecimiento de ramas y frutos

de mayor importancia para la cosecha. Además, los chupones, durante la poda ligera se eliminan también las ramas muertas, enfermas o mal colocadas (Nyewah & Acheampong, 2019).

- **Poda de fitosanitaria**

La poda fitosanitaria en el cultivo de cacao CCN-51 es una práctica crucial para mantener la salud de las plantas y prevenir la propagación de enfermedades y plagas específicas de esta variedad.

Dado que el cacao CCN-51 es conocido por su resistencia a ciertas enfermedades y plagas, es importante realizar una vigilancia constante para identificar cualquier signo de problemas fitosanitarios específicos de esta variedad. Esto puede incluir la moniliasis, la podredumbre de la mazorca y la broca del cacao. Si se identifican ramas infectadas por enfermedades como la moniliasis u otras enfermedades fúngicas, es crucial eliminarlas de inmediato para evitar la propagación a otras partes de la planta o a plantas vecinas. Además, las ramas afectadas por la broca del cacao también deben ser eliminadas para prevenir una mayor infestación. La poda fitosanitaria en el cacao CCN-51 también puede implicar la eliminación de ramas que obstaculicen la circulación de aire dentro de la copa del árbol. Una buena circulación de aire ayuda a reducir la humedad y previene la proliferación de enfermedades fúngicas, lo que es particularmente importante en regiones con altos niveles de humedad. Reducir la densidad de la vegetación dentro de la copa del árbol mediante la poda selectiva puede ayudar a mejorar la exposición al sol y la penetración de los tratamientos fitosanitarios específicos para el control de enfermedades y plagas del cacao CCN-51 (Pérez & Zorrilla, 2017).

- **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 26 injertos en los chupones y luego dejar crecer solamente los injertos (AbcAgro, 2019).

1.6. Requerimientos nutricionales

Para producir una tonelada de cacao (22 qq) se requiere aplicar: 30 kg de nitrógeno (N), 8 kg de fósforo (P) y 40 kg de potasio (K2O) (Del Monte Agropecuaria , 2022).

Generalmente se emplean fertilizantes comerciales ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, enriquecidos con hierro, zinc y boro en cantidades de 500 kg ha^{-1} al año, además que se puede complementar con la adición estiércol para aumentar la cantidad de componentes orgánicos en el suelo (Jadán, 2012).

1.7. Tipos de cacao

1.7.1. Forastero

El cacao forastero, conocidos también como cacaos Amazónicos y/o amargos son originarios de América del Sur. Su centro de origen es la parte alta de la cuenca del Amazonas en el área comprendida entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá. Esta población es la más cultivada en las regiones cacaoteras de África y Brasil y proporcionan más del 80 % de la producción mundial (Arguello, 2000).

1.7.2. Trinitario

En la actualidad, el cacao criollo se cultiva en cantidades relativamente pequeñas en regiones de América Central como México, Guatemala y Nicaragua, así como en países de Sudamérica como Venezuela, Colombia y Perú. El Cacao Criollo se distingue porque tiene frutos alargados que terminan en una punta delgada. Tiene cáscara suave y semillas redondas, de color blanco a violeta, dulces y de sabor agradable. La mazorca se reconoce por tener diez surcos en pares bien marcados a lo largo. Los árboles de este fruto son delgados, de 5 a 10 metros de altura, y sirven como protección. Sus frutos tienen una cáscara delgada y rugosa, verde con manchas rojas o púrpuras, con una punta aguda. Las almendras son grandes, gruesas y semi redondas, y tienen más sabor y aroma que otras variedades (IICA, 2018).

1.7.3. 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 tomo 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 (Paredes et al., 2022).

1.7.4. Clon CCN-51

El clon CCN-51 es fruto de varios años de investigación en hibridación de plantas, por el año de 1.965 es importante señalar que el 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 CCN51 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 (Montes, 2016) .

Este clon de cacao se destaca también sus altos niveles de resistencia a la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y mal del machete (*Ceratocystis fimbriata*) principales enfermedades de importancia económica del cacao. Adicionalmente 12 en condiciones de baja humedad relativa es tolerante a Moniliasis (*Moniliophthora roreri*). Además, expresa que estos atributos genéticos junto a la implementación de buenas prácticas de manejo de la plantación han permitido que este clon exprese en mejor forma su potencial productivo (Montes, 2016).

1.8. Plagas

Los insectos que atacan al cultivo de cacao no representan un problema grave o no se conoce con exactitud los problemas que pueden acarrear. Sin embargo, un

descuido de su control en el momento oportuno puede motivar a que se constituyan en un problema serio (INIAP, 2020).

1.8.1. Mosquilla del cacao (*Monalonion dissimulatum)*

Los insectos en su etapa de juventud se alimentan de los brotes, pero una vez adultos se alimentan de las mazorcas en proceso de maduración. Este insecto posee un estilete en la boca, con lo cual succiona los jugos de la planta, por lo que es llamado comúnmente picador chupador. La oviposición la hacen sobre todo a nivel de brotes tiernos. Un ambiente húmedo permite tener una mayor cantidad de huevos viables. El ambiente es más húmedo si se tienen altos niveles de precipitaciones aunado a un ambiente emboscado (Coral, 2012).

- **Manejo**

La mosquilla del cacao tiene mayor agresividad si la plantación se desarrolla en ambiente húmedo. Entonces se debe evitar el embosca miento de la parcela, para disminuir la acumulación de humedad en el ambiente. Las labores de podas y desmalezado son importantes, pues permiten una mayor ventilación e iluminación. También se debe tener en cuenta un adecuado distanciamiento de plantación. Como plaguicidas se puede usar dimetoato, endosulfan o imidacloprid. Evitar aplicar estos productos en la época de floración y cuajado pues se afecta la población del polinizante Forcipomyia. Si se tienen algunas flores durante el ataque de este insecto, aplicar de preferencia en la noche el insecticida metomil (Erazo, 2016).

1.8.2. Asta de torito (*Hoplophorion pertusa)*

Es un insecto también es un picador chupador. Los adultos se alimentan de la savia de los brotes y ramas jóvenes, succionando estos jugos con su estilete. Las ramas infestadas presentan puntos y manchas negras. Las hojas que se encuentran sobre ellas se secan y terminan cayéndose, causando defoliación. El exceso de sombra en el cacaotal predispone a éste a un mayor ataque de la plaga (Coral, 2012).

- **Manejo**

Control químico con productos permitidos para agricultura orgánica como sulfato de nicotina o rotenona. Evitar el embosca miento de la plantación (Coral, 2012).

1.8.3. Trips del cacao (*Selenothrips rubrocinctus)*

Las hembras realizan la oviposición en el envés de las hojas, a partir del cual salen los juveniles, que también se asientan en esta zona. Tanto juveniles como adultos se alimenta del envés de las hojas, la que raspan para luego succionar sus jugos. Si el ataque se da sobre frutos este insecto prefiere alimentarse de aquellos que están cercanos a la madurez. El ataque de trips ocasiona esqueletización de hojas. Ante daños intensos la planta puede presentar muerte regresiva, amarillamiento y defoliación de hojas atacadas (Perez, 2023).

- **Manejo**

Aplicación de insecticidas como el clorpiriphos o el metomil. El manejo de malezas, pues estas son hospedantes alternantes de esta plaga. El control químico es efectivo en el corto plazo, pero a la larga trae consecuencias adversas como resistencia de plagas, contaminación ambiental y eliminación de insectos benéficos (Chirinos et al., 2020).

1.9. Enfermedades del cacao

1.9.1. Escoba de bruja (*Moniliophthra perniciosa)*

- **Taxonomía**

Phylum:	Basidiomycota
Clase:	Agaricomycetes
Género:	*Moniliophthora*
Especie:	*Perniciosa*
Nombre científico:	*Moniliophthora perniciosa*

Fuente: (Bánki et al., 2014)

- **Síntomas y signos de la enfermedad**

El hongo solo puede afectar el tejido en crecimiento activo y permanece en dormancia en el brote hasta por tres meses. La penetración del hongo se produce a través de los estomas en 3 a 5 horas, pero la expresión de síntomas se presenta luego de 3 a 5 semanas, a partir de la infección (Espinoza & Osorio, 2023).

El síntoma más característico es la deformación de los brotes terminales, ya que se ramifican, alargan y finalmente se presentan hojas sin desarrollarse, que dan la apariencia de "escoba de bruja". Cuando tiernas, las plántulas presentan hinchazones características que llevan a su muerte. También afecta los cojines florales y causa las llamadas "flores estrellas", que nunca llegan a producir un fruto, aunque pueden desarrollarse hasta cierto estado (FAO, 2021).

Las mazorcas que se infectan durante las primeras etapas de desarrollo maduran de forma desigual y por lo general se deforman. Infecciones tardías, producen pudrición de las mazorcas que son difíciles de distinguir de las causadas por otros patógenos (Bidot, 2021).

Después de un mes de haber completado su crecimiento, el brote hipertrofiado y anormalmente ramificado (la escoba verde), empieza a secarse. A partir de su completa necrosis pueden pasar entre 3. a 16 meses, antes de que se forme el cuerpo fructífero (basidiosporo) (Osorio, 2010).

- **Condiciones predisponentes**

Moniliophthora perniciosa es el hongo causante de la enfermedad conocida como la "escoba de bruja" en el cacao. Las condiciones predisponentes para la aparición y propagación de este hongo incluyen: Prospera en condiciones específicas de temperatura que favorecen su crecimiento y propagación. Las temperaturas favorables para M. perniciosa varían, pero generalmente se sitúan en un rango entre 20°C y 30°C, aunque prefiere temperaturas más cálidas, puede sobrevivir y persistir en condiciones más frescas. Se ha observado actividad del hongo en temperaturas tan bajas como 15°C, aunque su desarrollo es más lento en rangos de temperatura más fríos. Las temperaturas superiores a 35°C pueden inhibir el desarrollo del

hongo, mientras que las heladas pueden matar las estructuras miceliares en el suelo y reducir la presencia del hongo en el entorno (Calderón, Ramírez, & Martínez, 2022).

Las condiciones de humedad favorables para este hongo varían, pero en general, se beneficia de ambientes húmedos y cálidos. crece mejor en áreas con alta humedad relativa del aire, especialmente por encima del 80%, la humedad del suelo también es importante para el crecimiento de *Moniliophthora perniciosa*. El hongo puede persistir en el suelo y en residuos vegetales en descomposición, tiende a prosperar en áreas sombreadas, donde la humedad del suelo y del aire puede ser más alta debido a la menor evaporación (Paredes, 2022).

- **Manejo de la enfermedat6d**

Esta enfermedad se disemina fácilmente por medio de herramientas contaminadas, durante la poda y la recolección, de manera que cuando se realizan estas operaciones en zonas donde existe la enfermedad, todas las herramientas deben desinfectarse al pasar de un árbol a otro. Esto se logra fácilmente al limpiar las herramientas con una solución de formalina al 10%. Es también importante evitar daño innecesario a los árboles durante las labores de limpieza, poda y remoción de chupones. Las ramas infectadas o los árboles enteros, muertos por la enfermedad, deben retirarse del cacaotal y quemarse (CATIE, 2023)

1.9.2. Mazorca negra (*Phytoptthora palmivora* L.)

- **Taxonomía**

Phylum: Oomycota

Clase: Peronosporea

Género: *Phytophthora*

Especie: *palmivora*

Nombre científico:*Phytophthora palmivora*

Fuente: (Butle, 2023)

- **Síntomas y signos de la enfermedad**

El hongo puede atacar plántulas y diferentes partes del árbol de cacao, como cojines florales, chupones, brotes, hojas, ramas, tronco y raíces, el principal daño lo sufren las mazorcas. En el fruto, la infección aparece bajo la forma de manchas pardas, oscuras aproximadamente circulares, que rápidamente se agrandan y extienden por toda la superficie a través de la mazorca. Las almendras se infectan, resultan inservibles y en un plazo de 10 a 15 días la mazorca está totalmente podrida. Signo: Signo: Presencia de micelio y esporangios: En las lesiones de la mazorca y en áreas circundantes, se pueden observar el micelio del hongo (estructura filamentosa) y los esporangios (estructuras de reproducción) (Gonzales & Ramirez, 2020).

- **Condiciones predisponentes**

La temperatura óptima para el crecimiento y la actividad de *Phytophthora palmivora*, varía según las condiciones específicas y la cepa del oomyceto, las cepas de *Phytophthora palmivora* muestran un crecimiento óptimo en un rango de temperaturas entre 25°C y 30°C; en estas condiciones, el hongo tiende a ser más activo y a propagarse más rápidamente. Sin embargo, puede sobrevivir y persistir en un amplio rango de temperaturas, desde alrededor de 10°C hasta 35°C, aunque su crecimiento puede ser más lento en los extremos de este rango (Lopes, 2019). Se considera que la humedad óptima en el rango del 80% al 100% de humedad relativa y la humedad del suelo óptima en un rango entre el 70% y el 100%. En condiciones de alta humedad del suelo, el hongo puede movilizarse más fácilmente a través del suelo y colonizar las raíces de las plantas de cacao, lo que aumenta el riesgo de infección y la propagación de la enfermedad de la mazorca negra (Gonzales & Ramirez, 2020).

- **Manejo de la enfermedad**

La enfermedad puede ser combatida por la combinación de tres métodos; cultural, el uso de fungicidas y el uso de cultivares resistentes. Las prácticas culturales solas no combaten totalmente la enfermedad, aunque son importantes para reducir la cantidad de pérdidas en un cacaotal, las cuales aumentan la eficiencia de otras medidas de combate. La reducción de la cantidad de sombra de una plantación

puede ser una medida eficaz para mermar la incidencia de la enfermedad (Osorio, 2010).

1.9.3. Monilia (*Moniliophthra roreri)*

- **Taxonomía**

Phylum:	Ascomycota
Clase:	Agaricomycetes
Género:	*Moniliophthora*
Especie:	*roreri*
Nombre científico:	*Moniliophtora roreri*

- **Síntomas y signo de la enfermedad**

El hongo presenta al menos tres tipos de micelio, dentro de las mazorcas las hifas (2 a 3 µm de ancho), son sinuosas, ramificadas e inicialmente intercelulares. A partir de estas formas de hifas efectivas de 1 a 2 µm, con las cuales penetra a las células. Externamente, las hifas son ligeramente más gruesas, 4-5 µm de ancho, levemente comprimidas en las sepas. *M. roreri* sale de la superficie de las mazorcas por aperturas naturales (estomas) o heridas, formando una masa compacta de hifas o pseudomonas (Espinoza & Osorio, 2023).

La infección de hongo ocurre, principalmente en las primeras etapas del crecimiento de las mazorcas y que éstas se vuelven progresivamente más resistentes, a medida que avanza su desarrollo (Espinoza & Osorio, 2023).

Cuando logra entrar en las etapas iniciales del crecimiento, el hongo parece capaz de invadir el interior de la mazorca, mientras ésta continúa su crecimiento, sin que en su exterior aparezca ningún síntoma de la enfermedad. A menudo hay mazorcas con esas infecciones ocultas que casi han alcanzado su desarrollo completo, dando la impresión de estar sanas, pero repentinamente aparecen en su superficie las manchas características de la enfermedad (Pérez & Zorrilla, 2017).

La primera señal de la infección es la aparición de puntos o pequeñas manchas de un color, que sugiere una maduración prematura en mazorcas que aún no han

alcanzado su desarrollo completo. El hongo invade tejidos mediante la producción de conidióforos, conidios y micelio intercelular (Bidot, 2021).

Es necesario aproximadamente 6 a 10 semanas desde la penetración superficial de las mazorcas, hasta que los síntomas sean visibles. Dos o tres días después se producen esporas y se reanuda el ciclo (Gonzales & Ramirez, 2020).

Manejo de la enfermedad En la actualidad, gracias a investigaciones realizadas en los diferentes centros nacionales, se ha encontrado que aplicaciones orgánicas, denominadas biocontrol, con microorganismos, en especial con bacterias antagónicas de los géneros *Bacillus* spp. y *Pseudomonas* spp., se puede controlar la germinación y el crecimiento del hongo causante de la moniliasis. Se han identificado agentes bilógicos, que aplicados cada 15 a 20 días, invaden o procrean en la superficie de las mazorcas y secretan sustancias antibióticas que provocan un detenimiento o combate a la enfermedad entre el 40 al 70% (Martinez, 2022).

En el año 2001, el INIAP detectó algunos organismos antagónicos pertenecientes a *Trichoderma koningui*; se han desarrollado metodologías de multiplicación masiva de este antagónico y su comportamiento en el campo ha reducido, casi totalmente, la enfermedad, en especial, si se retiran las mazorcas enfermas de la plantación (Rodríguez, 2020).

También se ha estudiado la compatibilidad de algunas de las bacterias probadas como promisorias al combate de moniliasis, encontrándose antagonismo, especialmente con algunos fertilizantes usados en las prácticas no orgánicas del cultivo de cacao. Por esta razón, es esencial investigar sobre los antagonismos entre los biocontroladores y los fertilizantes usados por los agricultores (López et al., 2017).

1.9.4. Característica del hongo *Trichoderma* spp. para el manejo biológico de la moniliasis

- **Taxonomía y morfología**

Phylum:	Ascomycota
Clase:	Sordarimycetes
Género:	*Trichoderma*
Especie:	spp.
Nombre científico:	*Trichoderma* spp.

Fuente: (Gary, 2020)

El género *Trichoderma* spp. se caracteriza por poseer conidióforos erectos o arrastrados, altamente ramificados, más o menos cónicos, al final del conidióforo presenta terminaciones hialinas (González, 2000). Esporas lisas, hialinas con un solo núcleo, verdosas, ovoides y colonias de crecimiento rápido (7-9 cm) (Ortiz, 2021).

El género *Trichoderma* spp. también se caracteriza por ser saprofítico, se alimenta de materia orgánica con la capacidad de descomponerla, revelando una mayor 13 plasticidad en su ecología. Se ha registrado su presencia en todas las latitudes que va de la zona ecuatorial hasta los polos, lo que permite su amplia distribución y resistencia ecológica, estas características están ligadas con su capacidad enzimática para la degradación de varios sustratos con un metabolismo versátil y resistencia a la inhibición microbiana (Tuquerres, 2016).

Hongos del género *Trichoderma* spp. son ampliamente estudiados como agentes de biocontrol para varios hongos fitopatógenos, además como un potenciador de crecimiento de plantas, se caracterizan por su alto metabolismo, metabolitos antimicrobianos y la conformación fisiológica son factores que contribuyen al antagonismo de estos hongos. El micoparasitismo, la competencia por espacio y nutrientes, antibiosis y metabolitos secundarios son sistemas de defensa típicos de este género. Por otra parte, *Trichoderma* spp. es utilizado para la producción de enzimas comerciales celulasas, hemicelulasas, proteasas y β-1,3-glucanasas (Ricaño, 2020).

- **Mecanismos de acción de** *Trichoderma* spp.
- **Competencia**

Los hongos presentan una fase saprofítica en la que pueden competir con otros microorganismos por nutrientes o espacio cuando sus requerimientos se ven limitados. Este tipo de hongos se ven favorecidos por su velocidad para colonizar hospederos que son patógenos de plantas y han sido probados como agentes de biocontrol reduciendo drásticamente la cantidad de inoculo del patógeno. El agente de control esta biológicamente adaptado para prevenir su infección y puede restringir el desarrollo del patógeno para evitar que alcance niveles poblacionales de una substancial infección. Los hongos saprofitos tienen la capacidad adicional de parasitar y producir antibióticos para acceder a nutrientes y de esta manera retrasar el desarrollo del patógeno. Es un excelente competidor por espacio y nutrientes. *Trichoderma* spp. adaptado para sobrevivir en condiciones desfavorables en forma de clamidosporas (Martinez, 2022).

- **Parasitismo**

Es la competencia entre un antagonista de forma directa frente un patógeno, en la que se encuentran involucradas enzimas extracelulares capaces de degradar 14 estructuras de las paredes celulares de los hongos patógenos. Tiene un crecimiento quimiotrópico hacia el hongo parasitado interactuando con mecanismos de adhesión, penetración y enrollamiento lo que lleva a un debilitamiento del hongo patógeno (PROECUADOR, 2021).

- **Antibiosis**

Es la acción de producir metabolitos extracelulares tóxicos para reprimir el crecimiento de hongos patógenos tales como necrotróficos y biotróficos. Esta propiedad es muy importante porque le permite al hongo antagonista defender y desalojar su nicho ecológico de hongos potencialmente invasores (Robles, 2021).

- **Efecto de la acción biocontroladores de** *Trichoderma* spp. **sobre hongos Fitopatógenos**

El efecto biocontrolador de *Trichoderma* spp. sobre hongos fitopatógenos ha sido objeto de numerosos estudios en la agricultura. Trichoderma es un género de hongos que se encuentra de forma natural en el suelo y en diferentes ambientes. Algunas especies, como *Trichoderma harzianum, Trichoderma viride y Trichoderma atroviride*, han demostrado tener propiedades antagónicas contra una amplia gama de hongos fitopatógenos. Las habilidades parasitarias de *Trichoderma* spp. fueron conocidas en 1930, desde entonces se ha investigado su uso como controlador de enfermedades fungosas. Se ha demostrado, por medio de investigaciones, su efecto contra gran diversidad de patógenos. Mediante estudios se ha determinado que el mecanismo que utiliza *Trichoderma* spp. para controlar hongos fitopatógenos es principalmente a través de competencia y predación (Sánchez & Lobo 2019). El hongo secreta enzimas (celulasas, gluconasas, lipasas, proteasas y quitinasas), que ayudan a disolver la pared celular de las hifas del huésped, lo que facilita la inserción de estructuras especializadas y el micelio de Trichoderma, que absorbe los nutrientes del interior del hongo huésped (Osorio, 2010).

Al final el micelio del hongo parasitado queda vacío y con perforaciones provocadas por las estructuras especializadas de *Trichoderma* spp. Sin embargo, para lograr una competencia efectiva, es necesario que el hongo colonice el sustrato primero, o al mismo tiempo que el patógeno, por lo tanto, las acciones de aspersión en campo deben partir del retiro total en la plantación de frutos o partes de la planta, con síntomas de la infección de las enfermedades provocadas por agentes fungosos. (Gonzales & Ramirez, 2020).

1.10. Formulación de La base de *Thrichoderma* spp.

1.10.1. Tricho Bio WG

Es una formulación en granulo dispersable que contiene conidias del hongo antagonista *Trichoderma yunnanense*. Las conidias TRICHO BIO WG, además tiene mecanismo para atacar y parasitar hongos fitopatógenos mediante la competencia directa por nutrientes, exclusión de sitio, colonización, causando una

inhibición del desarrollo del patógeno; por hiperparasitismos inhibiendo el crecimiento micelial por antibiosis, produciendo antibióticos y enzimas degradadoras de la pared celular del fitopatógeno.

- **Identificación del producto**

Nombre del producto: TRICHO BIO WG (*Trichoderma yunnanense*)

Nombre comercial: TRICHODERMA BIO WG

TITULAR: BIOQUIMICOS DE MAERICA S.A – BIOAMECSA

Registro: 1095-F-AGR-P Composición: *Tichoderma yunnanense*

Concentración min: 5.5 × 108 UFC/g.

- **Propiedades y usos**

Ayuda a la descomposición de la materia orgánica en procesos de elaboración de abonos orgánicos, compostaje y lombri-compost. Promueve el crecimiento de raíces y pelos absorbentes, moviliza nutrientes en el suelo para las plantas, mejorando la nutrición y la absorción de agua. Solubilizador de nutrientes inorgánicos, convirtiendo en una fuente asimilable, incentivando el crecimiento homogéneo del vegetal. No necesita plazo de seguridad para la cosecha después de aplicación.

- **Propiedades físicas y químicas**

Aspecto: gránulo sólido, color: gris, sin olor pH al 10%: 6.5, densidad: 0.6 g $ml^{-1}0$, solubilidad: 100% soluble.

- **Dosis y formas de aplicación**

La dosificación es para todos los cultivos sea 1 -1.5 1cc por L, Choque 2 cc por L, L ha^{-1}. Aplicar la dosis recomendada de la mezcla del gránulo dispersable (WG) con el diluyente en agua que debe tener un pH entre 5.5 – 7.0, y dureza inferior a 130 ppm (Bioseb, 2023).

1.10.2. Tricomix

Producto sólido de origen biológico, compuesto por las especies de *Trichoderma viride y Trichoderma harzianum.* El producto tiene una concentración de a 5×10^{10} a 1×10^{11} esporas por envase.

- **Dosis y frecuencia**

Aplicar la dosis recomendada, un frasco por hectárea su frecuencia de acuerdo con el cultivo, de forma trimestral en los cultivos de Cacao

- **Mecanismo de Acción**

Son hongos del suelo que poseen características únicas para ser utilizados como un bioproducto: producen tanto ácidos orgánicos que permiten solubilizar nutrientes en la solución del suelo, como, enzimas extracelulares que transforman la materia orgánica.

Además, debido a su alta velocidad de crecimiento, pueden colonizar la rizósfera, protegiendo de manera indirecta a la planta del ataque de varios hongos fitopatógenos. El resultado final es una rizósfera sana y abundante que permite el crecimiento óptimo de la planta.

- **Forma de uso**

Usar la cantidad de agua necesaria para que las células y/o esporas lleguen a la rizósfera de la planta. Se debe aplicar por sistema de riego o drench. Asegurarse que los equipos estén bien limpios, sin residuos de otros plaguicidas. Controlar que el pH de la mezcla se encuentre entre 5 y 6. No es compatible con ningún fungicida. Para requerimientos específicos contactar al personal técnico de BIOSEBORGANICS CIA. LTDA., para obtener instrucciones de cómo proceder con el uso del producto (Bioseb, 2023).

1.10.3. Trichotic

Trichoderma spp. utilizados como controlador biológico por su poder antagonista frente a un número de microorganismos fitopatógenos, su principal mecanismo de

acción es la producción de sustancias que inhiben el crecimiento microbiano (antibióticos naturales), trae beneficios a la planta especialmente a la zona radicular razón por la cual puede ser usado como enraizante e induce la resistencia a patógenos en las plantas a las que coloniza. Puede ser usado en semillas para evitar el desarrollo de microorganismos fitopatógenos. Actúa contra un grupo importante de hongos fitopatógenos presentes en el suelo y aire. Su concentración es de 5×10^{10} UFC/gramo.

- **Composición**

Especies del hongo *Trichoderma harzianum, Trichoderma viride, Trichoderma rossicum, Trichoderma brevicompactum, Trichoderma cremeun, Trichoderma reseii, Trichoderma theobramicola, Trichoderma koningii.*

- **Forma de uso**

Aplicar en todos los cultivos para regular poblaciones de microorganismos causantes de enfermedades. Usar como enraizante. Mezclar con agua, aplicar por goteo o por drench al suelo en cualquier etapa del cultivo. Aplicarlo antes de las 10 de la mañana o pasado las 4 de la tarde debido a que los rayos ultravioletas del sol pueden causar pérdida de la población del microorganismo (Ecuaplanta, 2020).

- **Dosis recomendada**

En ciclos cortos o largos, en una hectárea 100 g por cada litro de agua y 0.5 g, por un saco de 50 kg de semilla

CAPITULO III

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Ubicación y característica de la investigación

La presente investigación se realizó en la provincia de Los Ríos, cantón Buena Fe, parroquia Guayacanes.

- **Situación geográfica y climática**

Descripción	**Valor**
Altitud:	125 m.s.n.m.
Latitud:	-0.76414° o 0°45” 51” S
Longitud:	-79.46386° o 79°15” 17” W
Temperatura máxima promedio anual:	32°C
Temperatura mínima promedio anual:	18°C
Temperatura promedio anual:	23°C
Helifanía promedio anual:	4434 h/1/ año
Precipitación media anual:	2667 mm
Humedad relativa media anual:	95%
Horas/ luz/ año	Frio – Templado
Topografía	Irregular
pH	5.5

- **Zona de vida**

La plantación de cacao, de acuerdo a las zonas de vida según Holdridge, se encuentra en el bosque húmedo tropical (Holdridge, 2021).

2.2. Metodología

2.2.1. Material experimental

Mazorcas de plantas de cacao CCN -51 de 3 años de edad.

Tres productos comerciales a base de *Trichoderma* spp.

2.2.2. Material experimental

Productos comerciales

Trichotic (*Trichoderma harzianum, Trichoderma viride, Trichoderma rossicum, Trichoderma brevicompactum, Trichoderma cremeun, Trichoderma reseii, Trichoderma theobramicola, Trichoderma koningii)*

Tricho Bio WG (*Tichoderma yunnanense*)

Tricomix (*Trichoderma viride y Trichoderma harzianum)*

2.2.3. Tratamientos

Nº. Tratamientos	**Descripción**
	10 cc L Clorpyrifos
T1 Agricultor	3.19 g L^{-1} sal en grano
	30 kg abono de caco + plus
T2 Testigo Experimental	Poda dos veces al año
T3 Tricomix	0.0054 g L^{-1}
T4 Tricho Bio WG	10 cc L^{-1}
T5 Trichotic-100 gr	5 g L^{-1}

2.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

En el presenté ensayo se empleó el diseño de bloques completos azar (DBCA) con tres repeticiones. De acuerdo con el siguiente detalle que se encuentra en análisis de datos.

Fuente de variación	Grado de libertad	CME*
Bloque	2	$f^2e + 5f^2Boques$
Tratamiento	4	f^2e
Error	7	
Total	14	

*Cuadrado medios esperados modelo fijo tratamientos seleccionados por la investigadora.

2.2.5. Manejo experimental en el campo y laboratorio

- **Distribución del material experimental**

Para la distribución se realizó un sorteo de las unidades experimentales a evaluar, en donde se aplicó el diseño de bloques completos al azar y se reconocerá de qué manera va la aplicación biológica y química que corresponde a tratamientos.

- **Identificación de tratamientos y plantas**

Se colocó un letrero para la identificación de cada tratamiento establecido por el sorteo mencionado. Además, se identificó las plantas mediante el uso de etiquetas numeradas.

- **Control de Malezas**

En el control se realizó con una inspección detallada del área para identificar las zonas con mayor densidad de vegetación no deseada, así como restos vegetales enfermos. Con la ayuda de una moto guadaña y de un rastillo con el propósito de retirar el exceso de residuos de los caminos y del contorno de cada planta.

- **Limpieza y manejo de la plantación**

Se realizó una limpieza mediante la eliminación de residuos vegetales, a través de una poda sanitaria.

- **Fertilización**

Se lo realizó en plantas testigo así, como en los tratamientos se empleando el abono cacao + plus (N 12%; P 4%; K 19%; Ca 5%; Mg 4%; S 3%; Si 3%; B 0.1%; Zn 0.01%) su aplicación es edáfica.

- **Aplicación de controladores biológicos**

Los productos comerciales se aplicaron cada siete días con una bomba de mochila manual de 20 L, utilizando 10 L para cada tratamiento. Se aplicaron en drench sobre el suelo o cerca del tallo de cada árbol. Se realizó la aplicación de los controladores biológicos nueve días después del inicio de las labores culturales. Se aplicó en el T3, Trichotic a una dosis de 5 g L^{-1}, y luego al T4, Tricomix 0.0054 g L^{-1}. Se aplicó Tricho Bio WG a una dosis de 10 cc L^{-1} en el T5. Cabe mencionar que el T2 fue el testigo absoluto sin aplicación empleando solamente poda sanitaria, y el T1 fue el testigo agricultor, en el cual se aplicaron los productos que usualmente emplea como controles indicados en la metodología.

- **Control fitosanitario**

Se aplicó tres especies de productos a base de *Trichoderma* spp. para el control, siendo de distintas casas comerciales y un correcto control cultural (poda, regulación de sombra, control de malezas, remoción de frutos enfermos, saneamiento y destrucción de mazorcas enfermas).

- **Selección de fruto**

Para los análisis se seleccionaron frutos tomando en cuenta el tamaño, grosor y peso de cada tratamiento de estudio, se clasifico, según la siguiente escala: fruto de primera categoría: peso 880 gr, color rojizo o amarillo, aroma dulce; fruto de segunda categoría: peso 700 gr, color amarillo, aroma dulce, fruto de tercera categoría: peso 600 gr, color rojizo anaranjado, aroma dulce. Estos frutos fueron cortados machete o tijera en horas de la mañana.

- **Verificación de la concentración de esporas en laboratorio**

Se realizó un conteo de la concentración del número de esporas de tipos de *Trichoderma* spp. in vitro en laboratorio. Se utilizó un hemocitómetro para así cuantificar la concentración, y contrastar con la información de las etiquetas de los productos comerciales.

2.2.6. Método de evaluación

- **Incidencia de monilla (IM)**

Luego de la aplicación en los tratamientos en campo, se tomaron 4 frutos de cada tratamiento y se colocaron en cajas de madera 32 × 45 cm, en un área acondicionada con humedad y temperatura para la observación de los síntomas. Se realizó la evaluación de 5 a 7 días después de la colocación de los productos biológicos en el campo. Así se realizaron 4 colectas, colocándose encajas de madera y se contaron el número de frutos enfermos con síntomas o signos, del total de los frutos de cada caja, esta variable se representó en porcentaje. Para cada intervalo de tiempo entre dos mediciones consecutivas, se registraron los tamaños de las lesiones (TL) en distintos intervalos de tiempo predeterminado, desde las 24 hasta las 192 horas. La sumatoria de las áreas calculadas de esta forma proporciona el valor del ABCDEtl, que representa la progresión acumulativa del tamaño de la lesión a lo largo del tiempo. El área bajo la curva de la enfermedad del tamaño de lesión (ABCDEtl) es un indicador cuantitativo importante utilizado para evaluar la progresión de una enfermedad en un cultivo. El ABCDEtl se calcula mediante la integración de los valores del tamaño de la lesión (TL) medidos a intervalos regulares de tiempo, generalmente a lo largo del ciclo de desarrollo de la enfermedad. Este método permitió evaluar la eficacia de los tratamientos con *Trichoderma* spp., demostrando que estos tratamientos pueden reducir significativamente las lesiones causadas por *Moniliophthora roreri* en las plantaciones de cacao.

- **Tamaño de lesión (DL)**

De las cajas se seleccionó un fruto con el síntoma del patógeno y que se midió durante 15 días, se registró el tamaño de la lesión, hasta que este alcanzo su máximo crecimiento antes de unirse con otra lesión.

- **Número de lesiones (NL)**

Se procedió a registrar el número de las lesiones desde la primera aparición de los síntomas hasta que se observó que las lesiones confluyen, en los 4 frutos por unidad experimental.

2.2.7. Análisis de datos

Luego de realizar el análisis de varianza se procedió hacer la separación de medias según la prueba de Tukey al 5% para comparar las medias de los tratamientos con la utilización del software estadístico Infostat.

CAPITULO IV

3. RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1.1. Análisis de variables sanitarias

Tabla 1.

Análisis estadístico para los componentes: número de lesiones (NL), Tamaño de la lesión (TL)y el área bajo la curva de la enfermedad del tamaño de lesión (ABCDEtl)

Variable	F	*p*-valor	CV%
NL (*)	4.42	0.035	20.13
TL (*)	4.63	0.031	20.68
ABCDEtl (**)	6.27	0.01	23.8

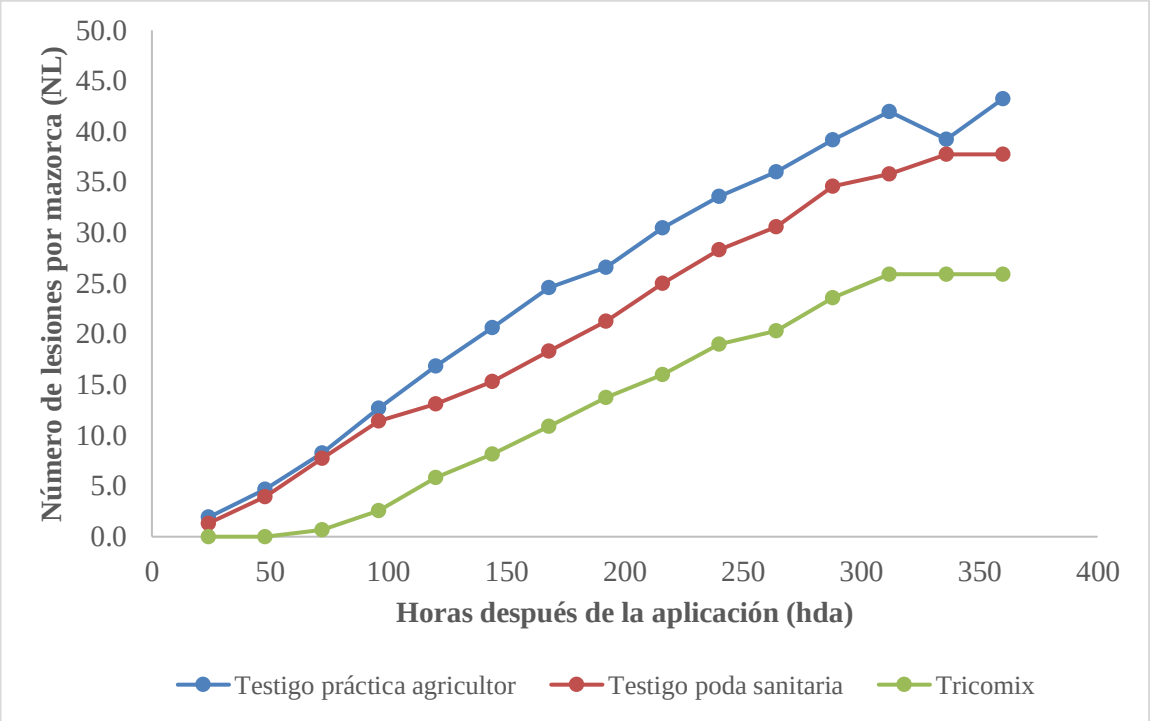
Significativo al ***$p < 0.001$; **p = 0.01; * $p< 0.05$; ns = no significativo

En la Tabla 1, se observa que existieron diferencias significativas en el número de lesiones y el tamaño de las lesiones, lo que sugiere que los tratamientos tienen un impacto importante en las variables fitopatológicas. Los valores más representativos se observan a partir de las 48 horas en los tratamientos con *Trichoderma* spp., así como en el testigo agricultor y poda, indicando un promedio tanto en tiempo como en tamaño de lesión con una descripción significativa y no significativa para ambas. La disminución en los coeficientes de variación a medida que transcurre el tiempo indica una reducción en la dispersión de la enfermedad, lo que mejora la confiabilidad de los resultados a largo plazo. Estos datos mostrados son cruciales para comprender la dinámica de las lesiones y su progresión en el tiempo, proporcionando información para un manejo y control de la enfermedad en cultivo de cacao.

Evaluación del número de lesiones (NL)

Figura 1.

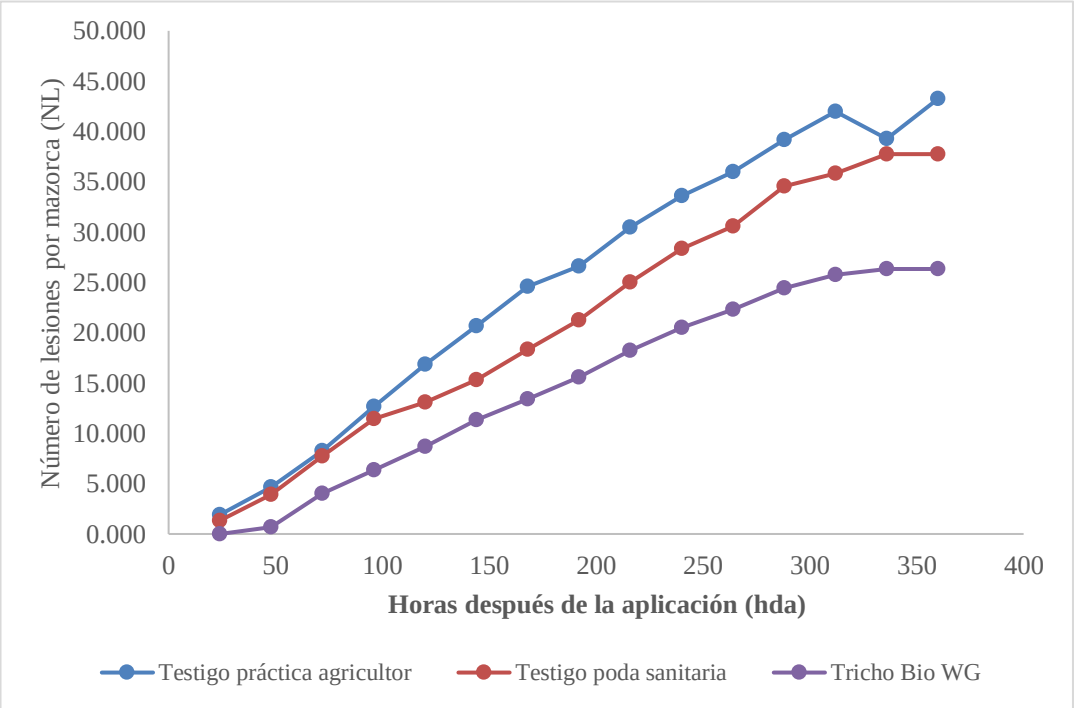
Evolución del número de lesiones (NL), comparación entre el producto Tricomix y los testigos



De acuerdo con la Figura 1, el T3 (Trichomix) presentó menor número de lesiones (NL) comparado con el testigo del agricultor. De ésta manera se destaca que al T3 evidenció una reducción llegando a mostrar apenas 20 lesiones por mazorca, lo que pone en evidencia la acción antagónica de *Trichoderma* spp. frente a *Moniliophthora* sp. Estos resultados se comparan con los realizados por Párraga (2015) y López (2009) encontraron que *Trichoderma* spp. actúa como micoparásito, ya que se ha observado el daño sobre las hifas de los patógenos como *Moniliophthora* sp. y *Phytophthora* sp., sugiriendo su potencial como agente de control biológico de estos fitopatógenos que afectan al cultivo de cacao.

Figura 2.

Evolución del número de lesiones (NL), comparación entre el producto Tricho Bio WG y los testigos.

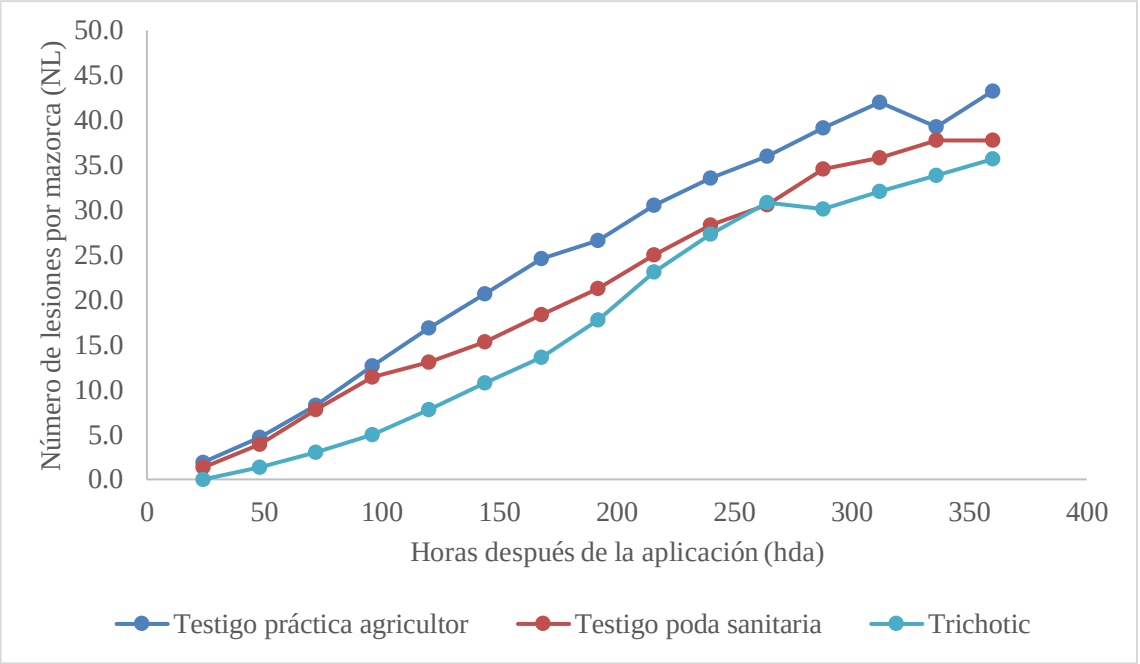


Con atención a la Figura 2, en la variable NL, el tratamiento T4 (Tricho Bio WG), presenta menor número de lesiones en comparación con los testigos (T1 y T2), siendo evidente el incremento constante de NL desde las primeras 24 horas hasta las 360 horas.

Según Párraga (2017), *Trichoderma* spp. produce metabolitos antifúngicos, el micoparasitismo y la competencia por nutrientes y espacio, lo que limita significativamente el desarrollo del patógeno causante de la moniliasis. Además, Párraga (2017) destaca que la utilización de *Trichoderma* spp. no solo reduce la dependencia de agroquímicos, sino que también mejora la salud del suelo y promueve un ecosistema agrícola más equilibrado. El mismo autor señala que el hongo muestra una variabilidad en su eficacia, porque retarda la aparición de esta enfermedad, alcanzando porcentajes de control de hasta el 93 %, lo que lo convierte en una herramienta valiosa para los agricultores que buscan prácticas más sostenibles y efectivas en el manejo de la enfermedad.

Figura 3.

Evolución del número de lesiones (NL), comparación entre el producto Trichotic y los testigos.



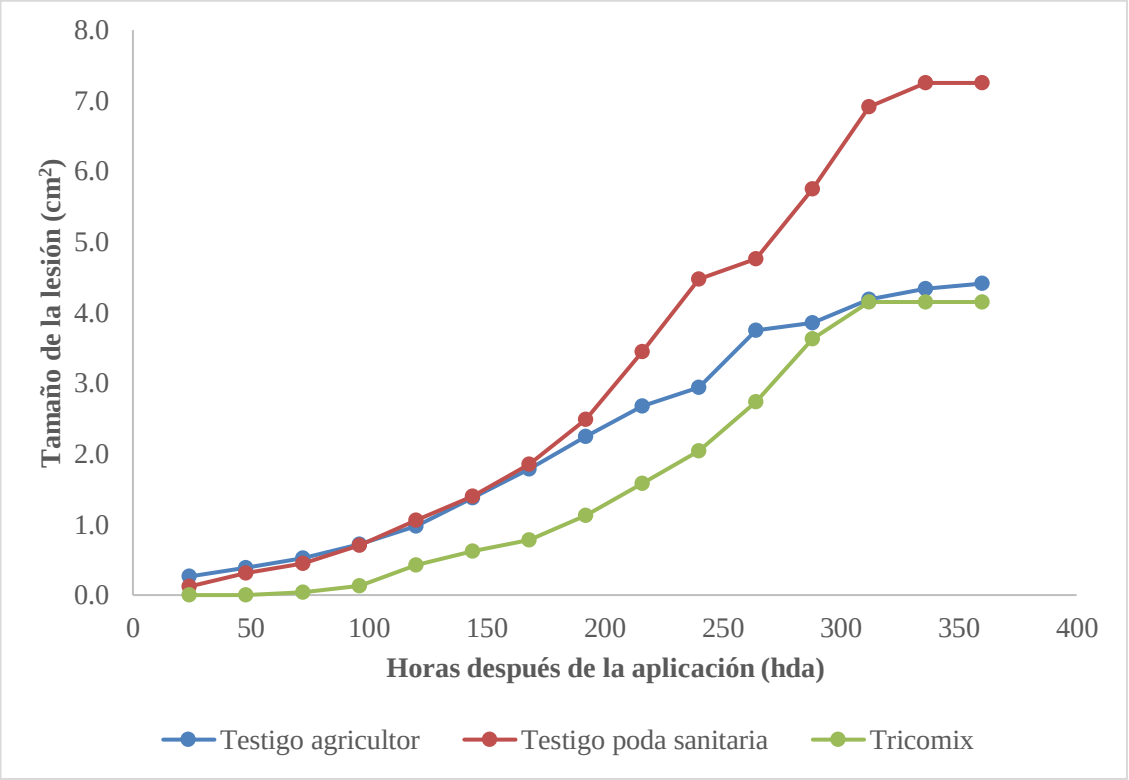
En relación con la Figura3, en cuanto a la variable NL se observa un aumento en mayor escala en el tiempo. Sin embargo, se observa que el T5 tratadas con Trichotic presenta menor número de lesiones en las mazorcas comparados con los tratamientos T1 y T2. Este resultado sugiere que el control biológico propuesto es una alternativa para el manejo de monilla por la disminución de lesiones.

La literatura científica respalda esta conclusión, ya que el tratamiento con *Trichoderma* spp. es un método efectivo para reducir la incidencia de la moniliasis del cacao en comparación con las prácticas agrícolas convencionales, prácticas del agricultor y la poda sanitaria, *Trichoderma* spp. reduce significativamente el número de lesiones por mazorca, mejorando la salud y la productividad de las plantas de cacao, es evidente subrayar la importancia de integrar agentes biocontroladores como *Trichoderma* spp. en los programas de manejo de enfermedades como moniliasis que afecta en el cultivo de cacao (Párraga 2015; López, 2009).

Evaluación del tamaño de lesión (TL)

Figura 4.

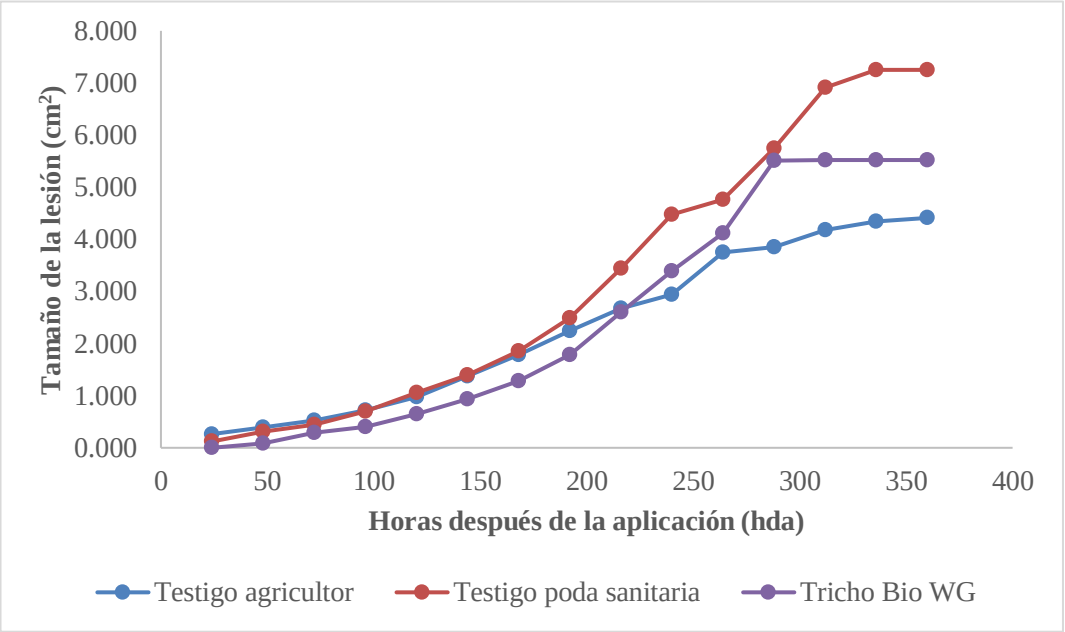
Evolución del tamaño de la lesión (TL), comparación entre el producto Tricomix y los testigos.



De acuerdo con la Figura 4, en relación al TL, se evidencia que inicialmente en el tratamiento T3 tienen un crecimiento más lento, al comparar los tratamientos testigos (T1 y T2) frente al tratamiento Tricomix (T3). En la figura 4, además, se observa que se acelera el crecimiento a partir de 216 horas, igualando el TL con el tratamiento T1 a partir de las 288 horas y a las 360 horas de evaluación. con el tratamiento testigo poda sanitaria (T2). González et al. (2019) señala que los mecanismos de acción más importantes del hongo *Trichoderma* spp. son la producción de metabolitos, el micoparasitismo y la competencia. Estos mecanismos permiten su uso eficaz en el manejo de la enfermedad de la moniliasis, con una efectividad que varía entre el 60 % y el 93.2 %. Este enfoque ofrece una alternativa sostenible para mejorar los rendimientos y la calidad del cultivo, al mismo tiempo que reduce el impacto negativo de los agroquímicos en el medio ambiente.

Figura 5.

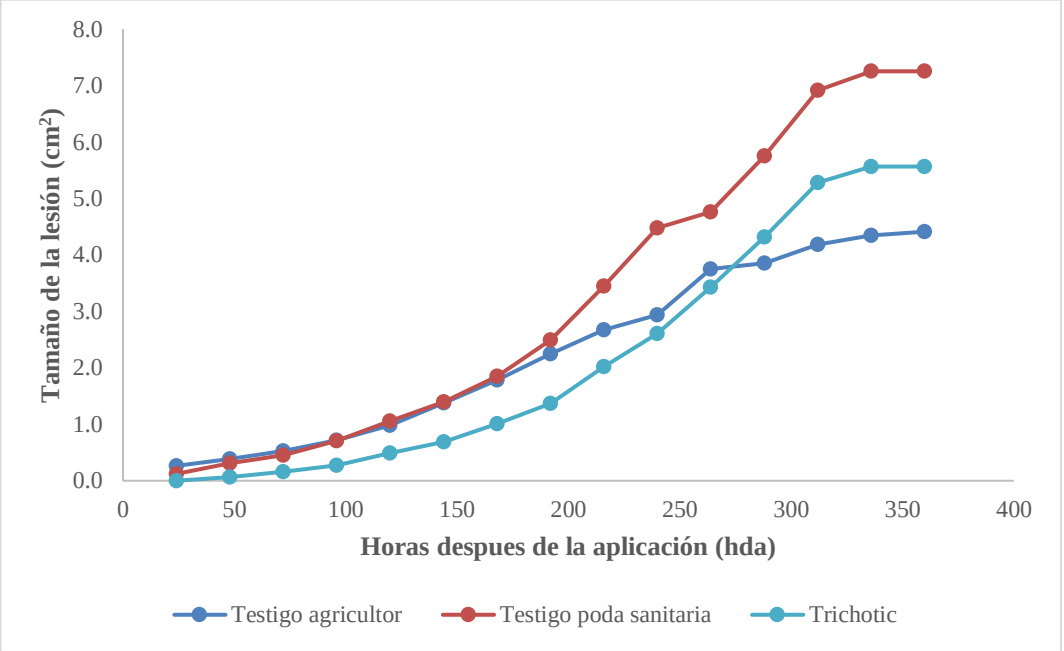
Evolución del tamaño de la lesión, comparación entre el producto Tricho Bio WG y los testigos.



En relación a la Figura 5, se evidencia que respecto del TL el tratamiento T4 (Tricho Bio WG) tiene un tamaño de lesión similar en comparación con el T1 y T2. Estos resultados se comparan a los obtenidos por Quinta (2021) que al emplear tratamientos con *Trichoderma* spp, aminoácidos de *Bacillus* spp., extracto etanólico de canela y testigo absoluto. *Trichoderma* spp. produjo mazorcas sanas y el basado en aminoácidos de *Bacillus* spp. produjo mayor peso grano o almendra, debido a la baja frecuencia de la enfermedad. Además, según Santamarina et al. (2005) la eficacia de *Trichoderma* spp. y aceite de palma para el manejo de *Moniliophthora roreri* en cacao se demostro que esta combinación redujo la incidencia de la enfermedad en un 11% a los 35 días después de la aplicación, en comparación con el tratamiento testigo. Este hallazgo asociado a nuestros resultados sugiere que el uso de *Trichoderma* spp. y aceite de palma, junto con los otros componentes, es una estrategia prometedora para el control biológico de la moniliasis en cacao, ofreciendo una alternativa sostenible y efectiva frente a los métodos convencionales de manejo de enfermedades, siendo factible su utilización en el cultivo de cacao.

Figura 6.

Evolución del tamaño de la lesión, comparación entre el producto Trichotic y los testigos.



De acuerdo con la Figura 6, al comparar el tratamiento T5 (Trichotic) con los tratamientos testigo (T1 y T2), se evidencia que el TL no fue reducido con el tratamiento T5, ya que presentó un valor mayor que el tratamiento testigo T1, aunque inferior con tratamiento T2. Por el contrario, resultados obtenidos por Galarza et al. (2015), al emplear especies nativas de *Trichoderma* spp. como: *T. harzianum, T. asperellum, T. virens y T. reesei*, demostró eficacia contra patógenos como (*Fusarium oxysporum f.* sp. Lycopersici, *Mycosphaerella fijiensis*) en banano; (*Moniliophthora roreri y Moniliophthora perniciosa)* en cacao, debido a que las especies de *Trichoderma* spp. al ser varias muestran tipos de efecto antagónico contra fitopatógenos.

Tabla 2.

Separación de medias para las variables número de lesiones (NL) de las 48 a 216.

Variables	**Tratamiento**				
	Testigo agricultor	**Testigo poda sanitaria**	**Trichotic**	**Tricomix**	**Tricho Bio WG**
Numero de lesiones (NL)					
NL 48 (*)	4.67 b	3.92a b	1.61a b	0.28a	0.67a b
NL 72 (*)	8.25 b	7.75 b	3.38a b	0.29a	4a b
NL 96 (*)	12.67 b	11.42 b	5.64a b	1.94a	6.33a b
NL 120 (*)	16.83 b	13.08a b	8.58a b	5.01a	8.67a b
NL 144 (**)	20.67 b	15.33a b	11.61a	7.31a	11.33a
NL 168 (*)	24.58 b	18.33a b	14.52a	9.98a	13.42a
NL 192 (*)	26.58 b	21.25a b	18.63a b	12.87a	15.58a b
NL 216 (*)	30.5 b	25a b	23.8a b	15.28a	18.25a b

La Tabla 2, refiere a las medias comparativa de cada tratamiento para las variables NL de las 24 a las 192 horas en los que observaron diferencias estadísticamente significativas. Los datos presentados sugieren que los tratamientos con *Trichoderma* spp. (especialmente Tricomix y Tricho Bio WG) son significativamente eficaz en la reducción del número de las lesiones causadas por *Moniliophthora roreri* en comparación con los tratamientos testigos.

Tabla 3.

Separación de medias para las variables Tamaño de la lesión de las 24 a 192.

Variables	Tratamiento				
	Testigo agricultor	Testigo poda sanitaria	Trichotic	Tricomix	Tricho Bio WG
Tamaño de la lesión (TL)					
TL 24 (**)	0.26 b	0.12a b	0.0009a	0.0011a	0.001a
TL 48 (**)	0.39 c	0.31 b c	0.08a b	0.01a	0.09a b
TL 72(*)	0.53 c	0.45 b c	0.17a b	0.03a	0.29a b c
TL 96 (*)	0.72 b	0.7 b	0.29a b	0.12a	0.41a b
TL 120 (*)	0.98 b c	1.06 c	0.51a b	0.41a	0.65a b c
TL 144 (*)	1.38 b	1.4 b	0.72a b	0.6a	0.93a b
TL 168 (*)	1.79 c	1.85 c	1.05a b	0.74a	1.29a b c
TL 192 (*)	2.25 bc	2.49 c	1.05a b	1.08a	1.78a b c

La Tabla 3, refiere a las medias comparativa de cada tratamiento para las variables TL de las 24 a las 192 horas en los que observaron diferencias estadísticamente significativas. Los datos presentados sugieren que los tratamientos con *Trichoderma* spp. (especialmente Tricomix y Tricho Bio WG) son significativamente eficaz en la reducción del tamaño de las lesiones causadas por *Moniliophthora roreri* en comparación con los tratamientos testigos. La eficacia de *Trichoderma* spp. puede conferir a sus múltiples mecanismos de acción, integra el micoparasitismo, la producción de compuestos antibióticos y la competencia por nutrientes y espacio, además de la estimulación de las defensas naturales de la planta. En contraste, los tratamientos testigos (manejo tradicional y poda sanitaria) no muestran una disminución significativa en el número y tamaño de las lesiones, lo que resalta la necesidad de adoptar métodos de control más efectivos y sostenibles.

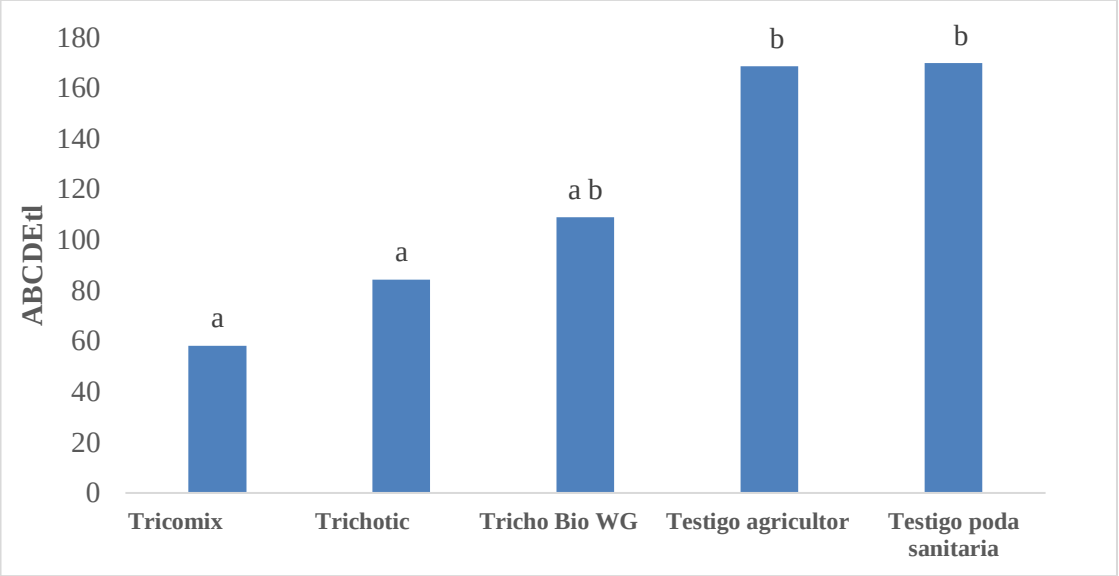
Los resultados observados en la Tabla 2 y 3, muestra que la implementación de *Trichoderma* spp. es una estrategia viable y ecológica para el manejo de la moniliasis del cacao. Según señalaron Chang et al. (1986) y Elías et al. (1989), la aplicación de *Trichoderma* spp. resulta en una reducción de frutos afectados, este hallazgo está en línea con estudios anteriores que han demostrado los efectos beneficiosos y estimulantes de diversas especies de *Trichoderma* spp., para el control de la moniliasis. Además, Wardie et al. (1999), indica que *Trichoderma* spp. está adaptado biológicamente para colonizar agresivamente sustratos y sobrevivir en condiciones adversas. Su rápida velocidad de crecimiento, abundante esporulación y capacidad para crecer en una amplia gama de sustratos gracias a su riqueza enzimática, lo hacen muy eficiente como saprófito y aún más como agente de control biológico.

Por otra parte, los resultados de Vidal (2023) se comparan con los resultados de esta investigación, al indicar que la aplicación de *Trichoderma* spp. en cacao CCN-51 resultó en una disminución significativa en el número de casos de moniliasis en un 19.5% en la parte externa del fruto, y un 11.2% de disminución la parte interna de los frutos. Estos resultados demuestran la importancia de *Trichoderma* spp. como un biofungicida efectivo para el control de enfermedades en cacao, especialmente en CCN-51; mejora la salud total del cultivo y reduce enfermedades, promoviendo prácticas más sostenibles.

Evaluación del área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCDEtl)

Figura 7.

Comparación de medias entre tratamientos para el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCDEtl)

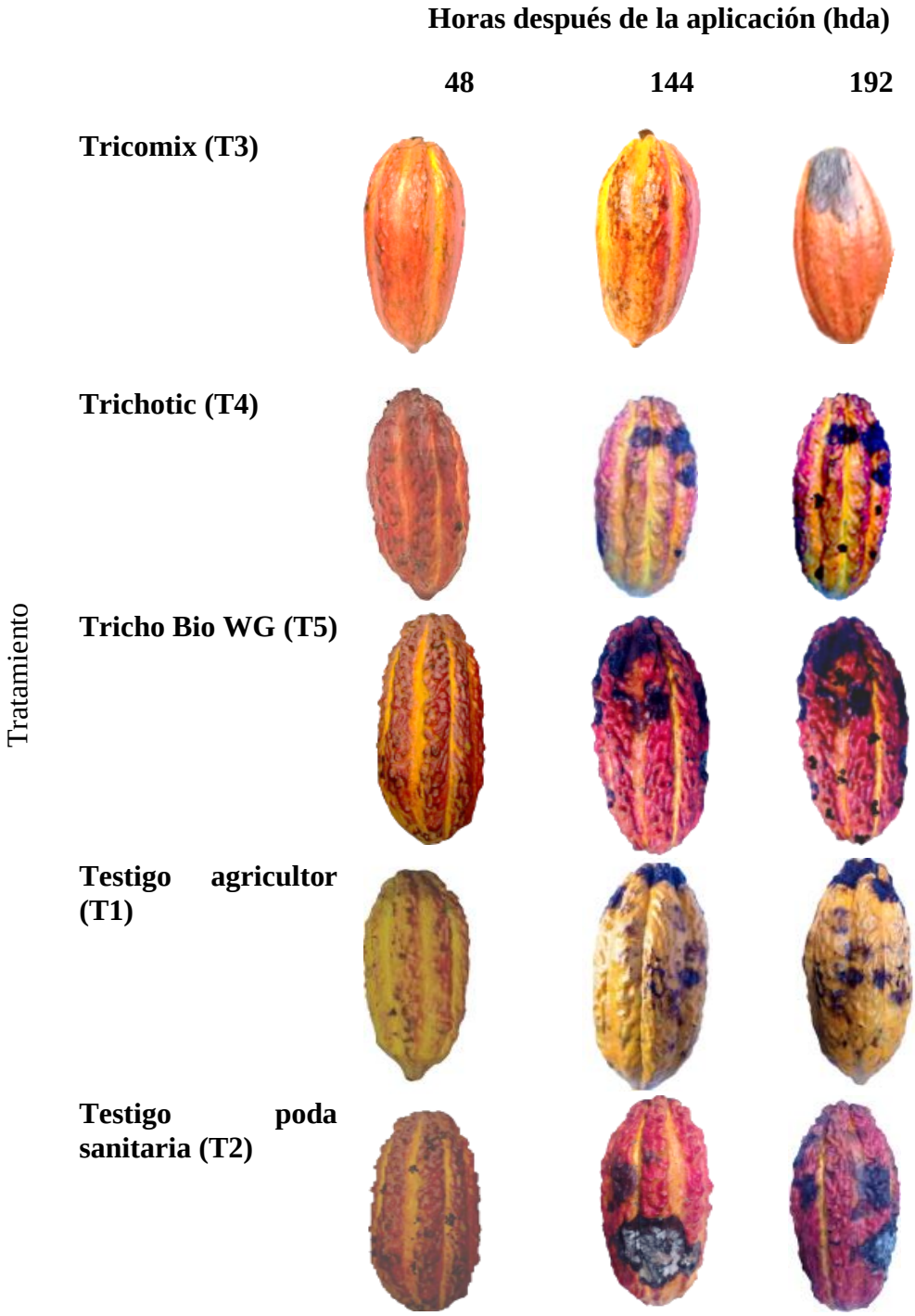


De acuerdo con la Figura 7, los tratamientos Tricomix (T3) y Trichotic (T5), mostraron las ABCDEtl más bajas que con los tratamientos testigo T1 y T2. Sin embargo, cualquiera de las alternativas de control biológico funcionaría igual, por lo que se debería considerar el precio del producto o la disponibilidad del mismo en la zona de estudio.

Resultados similares han sido observados con mezclas de especies de biocontroladores incluso con otros como lo mencionan Pérez & Zorrilla (2017) el uso de los biofungicidas *Trichoderma harzianum y Bacillus subtilis* para disminuir la frecuencia de *Moniliophthora roreri*. Los resultados de este estudio mostraron que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos para la moniliasis. incrementando hasta un 82.58% en el rendimiento efecto de la baja severidad de la enfermedad como resultado de la combinación de ambos biofungicidas.

Figura 8.

Evolución del número de lesiones de las 48, 144 y 192 horas después del tratamiento del tratamiento Tricomix (T3), Trichotic (T4) y Tricho Bio WG (T5), Testigo agricultor (T1) y Testigo poda sanitaria (T2)



En la Figura 8 se muestra la evolución y desarrollo de la enfermedad moniliasis en las mazorcas de cacao, observando el efecto de cada tratamiento aplicado a las 48, 144 y 192 horas después de la aplicación de *Trichoderma* spp. Las imágenes evidencian el constante crecimiento de la lesión, sin embargo, en los casos donde se aplicó el biocontrolador, se observa una retardación en el incremento del tamaño de la lesión en comparación con los testigos de poda sanitaria y agricultor.

La comparación entre los tratamientos específicos (T3, T4, T5) y los tratamientos sin ningún tipo de control (T1, T2) permite evidenciar claramente el desarrollo de la enfermedad. Este análisis visual muestra cuál de los tratamientos es más eficaz para controlar o reducir las lesiones. Mientras que las mazorcas tratadas con *Trichoderma* spp. (T3, T4, T5) muestran un crecimiento más lento y menos severo de las lesiones, las mazorcas de los testigos sin tratamiento (T1, T2) exhiben un aumento más rápido y severo de las lesiones, resaltando la efectividad de los tratamientos biocontroladores en la mitigación de la enfermedad.

Según los estudios de Rodríguez et al. (2024), este enfoque enseña que basado en la ciencia es crucial para enfrentar los desafíos que presentan la moniliasis y la pudrición parda, asegurando la salud y productividad de los cultivos de cacao en el largo plazo.

3.2. Comprobación de hipótesis

De acuerdo con los resultados obtenidos, rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (Ha). Los datos de la investigación revelaron diferencias estadísticamente significativas con el método de control biológico para moniliasis. Estas diferencias indican que la eficiencia del control biológico para moniliasis en el cultivo de cacao depende de la especie de *Trichoderma* spp. empleada.

CAPITULO V

4.1 CONCLUSIÓNES

- El comportamiento del número de lesiones (NL) y tamaño de lesión (NL) a lo largo del tiempo (en días) y compararlo entre los diferentes tratamientos, indicando que Tricomix es el tratamiento más efectivo en términos de limitar el crecimiento del número de lesiones a lo largo del tiempo, seguido por Trichotic.
- El área de la curva de la enfermedad del tamaño de lesión (ABCDEtl) fue menor con el Tricomix comparado que con Trichotic y Tricho Bio WG. Por lo que el Tricomix fue el tratamiento más eficaz para el control de la moniliasis en cultivos de cacao, y en relación con testigo agricultor y testigo poda sanitaria.
- El estudio demuestra que Tricomix es el tratamiento más efectivo para reducir el tamaño de las lesiones en cultivos de cacao, mostrando consistentemente mejores resultados en todas las evaluaciones de la investigación. Aunque menos eficaces Trichotic y Tricho Bio WG también proporcionan una reducción significativa en el tamaño de las lesiones y se consideran opciones viables cuando Tricomix no está disponible.

3.3.RECOMENDACIÓN

- Para mejorar el manejo y control de enfermedades en el cultivo de cacao, es recomendable incorporar tratamientos con *Trichoderma* spp., ya que los resultados obtenidos indican su eficacia en la reducción tanto del número como del tamaño de las lesiones para el manejo de la moniliasis. Esta estrategia de manejo biológico no solo ayuda a controlar la enfermedad de manera efectiva, sino que también contribuye a reducir la dispersión de la enfermedad, mejorando la estabilidad y confiabilidad de los resultados a largo plazo.
- Se sugiere implementar un programa de monitoreo regular y continuo para evaluar la incidencia y severidad de la enfermedad lo cual permitirá ajustar y optimizar la aplicación de *Trichoderma* spp. para maximizar sus beneficios.
- Además, es esencial revisar y perfeccionar las técnicas y prácticas relacionadas con la poda sanitaria y otras medidas de control. Los resultados indicaron que la poda sanitaria no fue efectiva para controlar el crecimiento de las lesiones. Esto resalta la necesidad de capacitar a los agricultores en métodos de poda más eficaces y de complementar estos métodos con la aplicación de *Trichoderma* spp. para obtener mejores resultados.

BIBLIOGRAFÍA

AbcAgro.(2019).*Alimentacióndelcultivodelcacao.*.Obtenidodehttp://www.abcagro.com/herbaceos/industriales/cacao2.asp

Agrocalidad.(2022).*Informaciónparalaexportacióndecacao*.Obtenidodehttps://www.agrocalidad.gob.ec/informacion-para-la-exportacion-de-cacao/

ANECACACAO.(2023).*Distanciadesiembra.*.Obtenidodehttps://anecacao.com/distancia-de-siembra/

Arguello,A.(2000).*CaracterizaciónytipificacióndelosproductoresdecacaodeldepartamentodeSantander*.Obtenidodehttp://hdl.handle.net/20.500.12324/1926

Bánki,O.,Roskov,Y.,Döring,M.,Ower,G.,&Hernández,D.(2014).*CatalogueofLife(AnnualChecklist2024).CatalogueofLife,Amsterdam,Netherlands.*Obtenidodehttps://doi.org/10.48580/dg9ld

Bidot.(2021).*Enfermedadesenelcacao*.ObtenidodelaboratoriodeagenciadeBogota

Bioseb.(2023).*Agroquimicos*.Obtenidodehttps://www.bioseb.org/productos/tricomix#costa

Butle.(2023).*ScienceRep.agric.Res.Inst.Pusa*.Obtenidodecatalogueoflife:https://www.catalogueoflife.org/data/taxon/77JFT

Cabos,K.(2023).*Influenciadelasombrayencaladosobrelaproductividaddelcacao(TheobromacacaoL)clonEETP-800,enlaEstaciónExperimentalelPadmi,ZamoraChinchipe*.ObtenidodeUniversidadNacionaldeLoja:https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27198/1/KleverPatricio_CobosRuiz.pdf

Calderón,F.,Ramírez,F.,&Martínez,G.(Diciembrede2022).*Moniliophthorapernicios a:Escobadebrujadelcacao.*.ObtenidodeServicioNacionaldeSanidad,InocuidadyCalidadAgroalimentaria(SENASICA).:https://prod.senasica.gob.mx/S

IRVEF/ContenidoPublico/Avisos%20y%20alertas/Avisos%20publicos/Aviso%20p%C3%BAblico%20Escoba%20de%20bruja%20del%20cacao.pdf

CATIE.(2023).*ManejoagroecológicodelaMoniliasisenelcultivodecacao*.ObtenidodeInvestigaciónenCienciasAgronómicasyVeterinaria,5(15),70-85.

Chadid,&Llanos.(2021).*ModeloproductivoparaelcultivodecacaoRecuperadodeÁreadeComprasyFomentoAgrícolaCompañíaNacionaldeChocolatesS.A.S.*Obtenidodehttps://chocolates.com.co/wpcontent/uploads/2021/12/AF-

Chirinos,D.,Castro,R.,Cun,J.,Castro,J.,&Peñarrieta,S.(2020).*Losinsecticidasyelcontroldeplagasagrícolas:lamagnituddesuusoencultivosdealgunasprovinciasdeEcuador*.*Cienciayv*.Obtenidodehttp://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v21n1/0122-8706-ccta-21-01-00084.pdf

CONABIO.(2020).*ComisiónNacionalparaelConocimientoyUsodelaBiodiversidad*.ObtenidodeGuíadecampoparalaidentificacióndealgunasespeciesforestalesdeMexico.:http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/68-sterc03m.pdf

Coral,L.(2012).*Manejointegradodeplagasyenfermedadesenelcultivodecacao.*.ObtenidodeAgrobanco.:https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/010-e-cacao.pdf

CORPOICA.(2020).*Capacitaciónsobreusodemetodologíasyprotocolosparairealizarinvestigacionesconfitopatógenosypotencialesantagonistasencacao(TheobromacacaoL.)*.ObtenidodeLaboratoriodeFitopatología,Corpoica

Cuenca,C.(2023).*Efectodediferentesintensidadesdeluminosidadsobrevariablesderendimientoencacao(TheobromacacaoL.)clonEETP800enlaestaciónexperimentalelPadmi,ZamoraChinchipe*.ObtenidodeUniversidadNacionaldeLoja:https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27431/1/ChristianAndrés_CuencaPatiño.pdf

DelMonteAG.(22deMayode2022).*).CambioclimáticoysuimpactoenelcultivodecacaoAG*.

DelMonteAgropecuaria.(2022).*Importanciadelafertilizaciónenelcultivodecacaoen Ecuador.*.Obtenidodehttps://delmonteag.com.ec/importancia-de-la-fertilizacion-en-el-cultivo-de-cacao-en-ecuador/

Díaz,E.,Moreno,J.,&Quiñonez,F.(2021).*CaracterizaciónmorfológicadegenotiposdecacaoestablecidosenlaszonasproductorasdelosmunicipiosdeMariquitayPalocabildo(Tolima).*Obtenidodehttps://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36670/Ver_Documento_36670.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ecuaplanta.(2020).*FichatécnicaTRICHOTICsólidoAGRODIAGNOSTIC*.Obtenidodehttps://ecuaplantas.com/wp-content/uploads/2020/09/ficha-tecnica-TRICHOTIC-solido-AGRODIAGNOSTIC-MOD-1.pdf

Erazo,R.(18deMAyode2016).*Manualdelcacao.*Obtenidodehttps://jerrytoth.medium.com/whats-wrong-with-cacao-farming-d33ec4a949b2

Espinoza,D.,&Osorio,R.(2023).*Caracterizacióndesistemasagroecológicosparaelestablecimientodecacao(TheobromacacaoL.),encomunidadesafrodescendientesdelPacíficoColombiano*.Obtenidodehttps://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/50714/54590

FAO.(2021).*Factoresagronómicos*.Obtenidodehttps://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1661748/

Fedecacao.(2021).*Enlaflor,unpequeñotrabajador*.Obtenidodehttps://www.fedecacao.com.co/post/en-la-flor-un-peque%C3%B1o-trabajador

FundaciónHondureñadeInvestigaciónAgrícola(FHIA).(2021).*Infomacióndelcacao*.Obtenidodehttp://www.fhia.org.hn/descargas/proyecto_procacao/infocacao/InfoCacao_No3_Octu_2015.pdf

Gary,S.(2020).*Trichodermaspp.Catalogueoflife*.Obtenidodehttps://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=170148

Gonzales,A.,&Ramirez,J.(2020).*ImpactodelcultivodecacaoCCN-51enlaregióndeTumaco,Colombia.*ObtenidodeRevistadeEstudiosAgroambientalesyMarinos,12(2),45-57.:https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/30756

GrandSurEcuador.(2021).*CacaovariedadCCN-51*.Obtenidodehttps://grandsur.com/cacao-variedad-ccn-51/

Guaman,C.(2021).*Estudiodefactibilidadparaelcultivo"cacao51"enlaparroquiaCristóbalColóndelaciudaddeSantoDomingodelosColoradosysucomercialización*.ObtenidodeEscuelaPolitécnicaNacional.:https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/731/1/CD-1118.pdf

IICA.(2018).*Guíatécnicaparaelcultivodecacao*.Obtenidodehttps://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6181/1/BVE17089191e.pdf

INIAP.(2020).*Plagasdelcacao*.Obtenidodehttps://eva.iniap.gob.ec/web2/cacao/plagas-cacao/

InstitutoNacionalAutónomodeInvestigacionesAgropecuarias(INIAP.(2018).*Podadecacao.*Obtenidodehttps://eva.iniap.gob.ec/web2/cacao/poda-cacao/

Jadán,A.(2012).*Influenciadelusodelatierraconcultivosdecacao,chakrasybosqueprimario,sobreladiversidad,almacenamientodecarbonoyproductividadenlaReservadelaBiosferaSumaco,Ecuador*.Obtenidode[Tesisdemaestría,EscueladePosgrado,CentroAgronómicoTropicaldeInvestigaciónyEnseñanzaTurrialba],CostaRica.

Lopes,C.(2019).*SelectionofTrichodermastromaticumisolatesforefficientbiological controlofwitches'broomdiseaseincacao*.Obtenidodesciencedirect:https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964409001583

López,M.,Ramírez,M.,&Mendoza,A.(2017).*PaqueteTecnológicoCacao(Theobromacacao L.):EstablecimientoyMantenimiento.CentrodeInvestigaciónRegional-GolfoCentro*.Obtenidodehttps://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/cacao_establecimiento_y_mantenimiento.pdf

Martinez,A.(2022).*Manualdelcultivodecacaosostenibleparala Amazoníaecuatoriana*.Obtenidodehttps://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5833/1/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20CACAO%20SOSTENIBLE%20PARA%20LA%20AMAZONIA%20ECUATORIANA%20N%C2%B0125.pdf

Melchor,H.(10deEnerode2019).*Trichoderma:importanciaagrícola,biotecnológica,ysistemasdefermentaciónparaproducirbiomasayenzimasdeinterésindustrial.*Obtenidodehttps://scielo.conicyt.cl/pdf/chjaasc/v35n1/0719-

MinisteriodeAgriculturayGanadería(MAG).(2014).*Plantacionesdecacaoyelmedioambiente.*Obtenidodehttps://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658cacao.pdf

Montealegre,B.,Molina,J.,&Y,S.(2021).*Factoresagronómicosysocioeconómicosqueincidenenelrendimientoproductivodelcultivodecacao.Unestudiodecasoen Colombia.*Obtenidodehttps://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1661748/

Montes,M.(2016).*Efectosdelfósforoyazufresobreelrendimientodemazorcas,enunaplantacióndecacao(TheobromacacaoL.)CCN-51,enlazonaeBabahoyo*.Obtenidode(TrabajodetitulaciónUniversidadTécnicadeBabahoyo,FacultaddeCienciasAgropecuariasCarreradeIngenieríaAgropecuaria).Babahoyo,Ecuador.

Moyano,D.,Rodríguez,F.,Salazar,J.,&Ramírez,A.(2023).*Factoresasociadosalapolinizacióndelcultivodecacao(TheobromacacaoL.).AgronomíaMesoamericana,34(3),52280.*Obtenidodehttps://www.redalyc.org/journal/437/43774930006/html/

Murillo,L.(2023).*Diagnósticodelmanejotécnicodelcultivodecacao(TheobromacacaoL.)enpequeñosproductoresdelcantónElCarmen,Manabí.*ObtenidodeUNIVERSIDADLAICA"ELOYALFARO"DEMANABI:https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/4656

Nyewah,M.,&Acheampong,A.(2019).*Pruningofcacaotreesin Ghana:practices,perceptionsandmotivationsoffarmers.AgroforestrySystems,93(3),961-972.*

Ortiz,J.(2021).*Inhibicióninvitrodeaislamientosnativosde Trichodermaenpresenciadelacepacomercial.*ObtenidodeRevistaColombianadeBiotecnología,123-136.

Osorio,R.(2010).*EstudiodelefectodeTrichodermaharzianumenelcontroldeMoniliophthorarorerienplantasdeTheobromacacaoenlaprovinciadeEsmeraldas*.ObtenidodeProyectoprevioalaobtencióndeltítulodeIngenieroAgroindustrial.FacultaddeIngenieríaQuímicayAgroindustria,Quito,Ecuador.

Paredes.(2022).*Manualdelcultivodecacaosostenibleparala Amazoníaecuatoriana(1ªed.,ManualNo.125).MinisteriodeAgriculturayGanadería.*Obtenidodehttps://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5833/1/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20CACAO%20SOSTENIBLE%20PARA%20LA%20AMAZONIA%20ECUATORIANA%20N%C2%B0125.pdf

Paredes,N.,Monteros,Á.,Lima,L.,&Caicedo,C.(2022).*Manualdelcultivodecacaosostenible paralaAmazoníaecuatoriana(1ªed.,ManualNo.125).MinisteriodeAgriculturayGanadería.*Obtenidodehttps://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5833/1/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20CACAO%20SOSTENIBLE%20PARA%20LA%20AMAZONIA%20ECUATORIANA%20N%C2%B0125.pdf

Paspuel,M.(2018).*Respuestadelcacaoalaaplicacióndelfertilizante"fullcacao"encomparaciónconlafertilizaciónconvencionalenPangua(Trabajodetitulaciónparaoptaral TítulodeIngenieroAgrónomo).*ObtenidodeUniversidadCentraldelEcuador,FacultaddeCienciasAgrícolas,CarreradeIngenieríaAgronómica.Quito,Ecuador.

Pérez,E.,&Zorrilla,C.(2017).*Biofungicidasparaelcontroldemoniliasisenelcultivode TheobromacacaoL.Clon575enlaESPAMMFL.EscuelaSuperiorPolitécnica AgropecuariadeManabí*.Obtenidodehttp://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/537

Perez,N.(2023).*Losinsectosplagadelcultivodelcacao*.ObtenidodeUniversidadNacionalJoséFaustinoSánchezCarrión,FacultaddeIngenieríaAgraria,EscuelaProfesionalIngenieríaAgronómica.Huacho,Perú.

PROECUADOR.(2021).*Direcciónde InteligenciaComercialeInversiones*.Obtenidodehttp://www.proecuador.gob.ec/estudios-de-inteligencia-

Quintero,&Diaz.(2024).*Elmercadomundialdelcacao*.Obtenidodehttps://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542004000100004

Ricaño.(2020).*Elestudiogenómicodelcacao(TheobromacacaoL.);breverecopilación desusbasesconceptuales.*Obtenidodehttps://www.revistaagroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1211

Ricaño,R.(2020).*Elestudiogenómicodelcacao(TheobromacacaoL.);breverecopilación desusbasesconceptuales*.Obtenidodehttp://www.revistaagroproductividad.org/index.php/agroprodu

Rivera,J.(2023).*EFECTODELAAPLICACIÓNDEYODOENLAGERMINACIÓN DESEMILLADECACAO(Theobromacacao)*.ObtenidodeUniversidadTécnicadeAmbato:https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37622/1/Tesis-355%20Ingeniería%20Agronómi

Robles,B.(2021).*Propiedadesfísicasyquímicasdeloscultivaresde cacaoTheobromacacaoL.deEcuadoryPerú.*.Obtenidodehttps://www.researchgate.net/publication/338527005 Physical and chemical pro

Rodríguez,D.(2020).*Métodosalternativosenlaconservacióndel Trichodermaharzianum Rifai.Fitosanidad*.Obtenidodehttp://scielo.sld.cu/scielo.php?scri

S.A.S.(2018).*Protocoloparalacaracterizaciónmorfológicadeárbolesélitedecacao(TheobromacacaoL.).Medellín,Colombia.*Obtenidodehttps://www.chocolates.com.co/fomento-cacaotero/

Salazar,J.(2022).*Análisisdeladiversidad genética del cacao (Theobromacacao) venezolano resguar dado en los bancos de germoplasma nacional,*

*conmirasaestablecerprogramasdemejoramientogenético.*Obtenido de http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/14808/1/T0268000151470tesiscomplete cacao julio salazar 000.pdf

Sánchez,&Vayas,F.M.(2021).*ProduccióndecacaoenelEcuador*.Obtenido de UniversidadTécnicadeAmbato://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://fca.uta.edu.ec/v4.0/images/

Syngenta.(2019).*Polinizacion*.Obtenidodehttps://www.polinizadores.com/uy/polinizacion

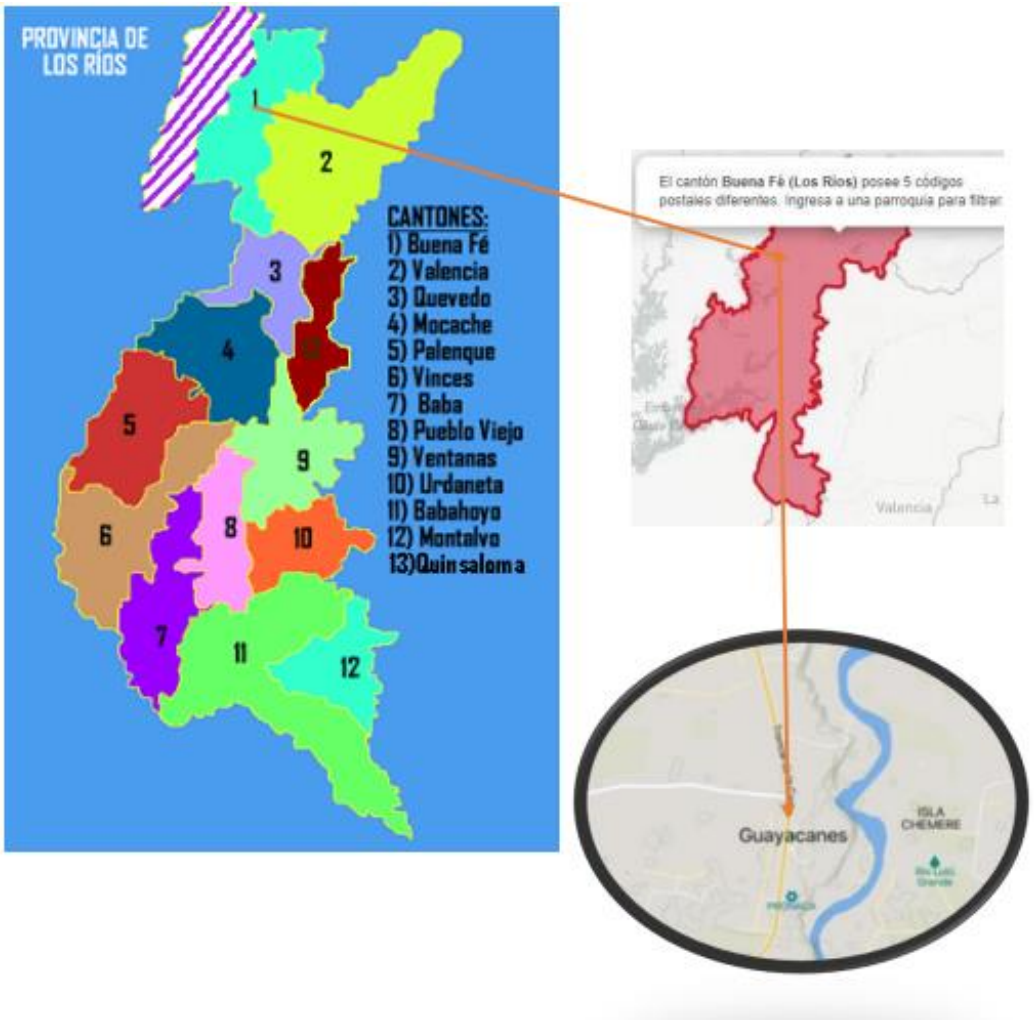
Torras,S.(2023).*Frutodelcacao.*.Obtenidodehttps://chocolatestorras.com/frutodelcacao/

Tuquerres,C.(2016).*EvaluacióndecepasdeTrichodermaspp.enelcontroldeMonilla(Moniliophthorararoreri),encacao(Theobromacacao)invitroyencampoenlaprovinciadeNapo-Ecuador*.ObtenidodeTrabajodetitulación,UniversidaddelasFuerzasArmadasESPE,DepartamentodeCienciasdelaVidayAgricultura,CarreradeIngenieríaenBiotecnología).Sangolquí,Ecuador.:https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/12197/1/T-ESPE-053517.pdf

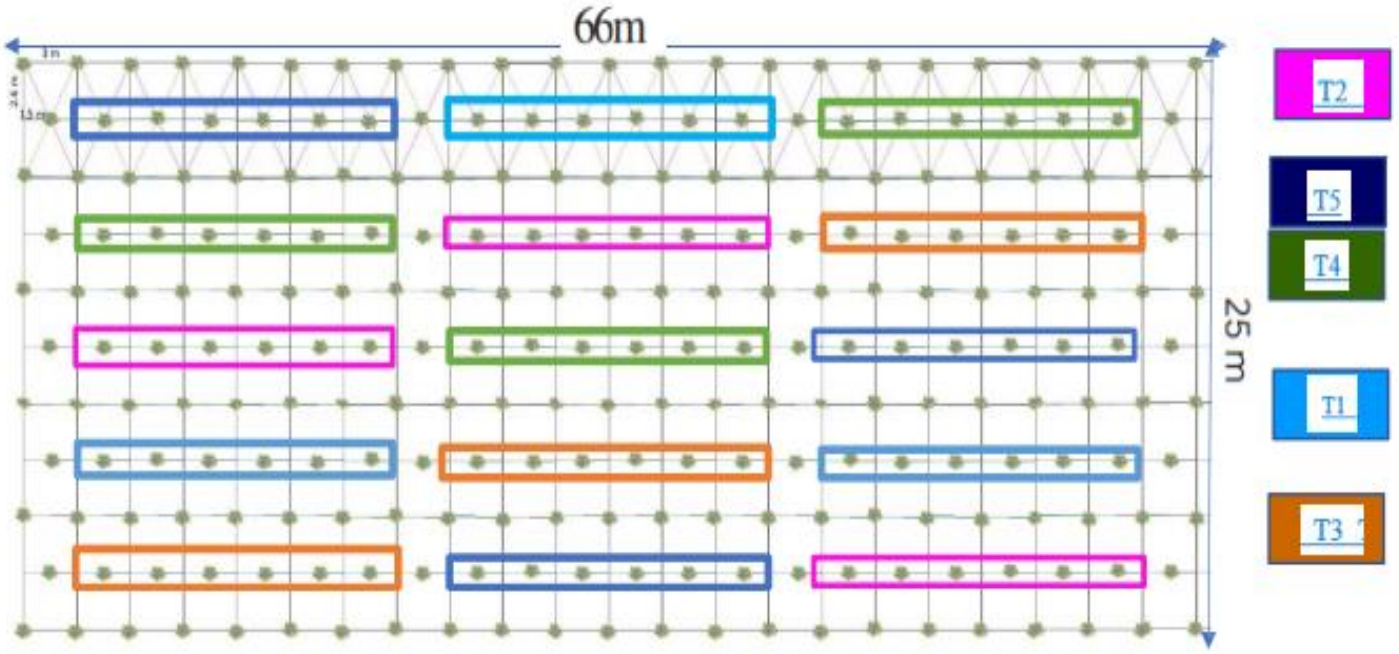
YARAECUADOR.(Mayode2023).*Cacaomeico*.Obtenidodehttps://www.yara.com.ec/nutricionvegetal/cacao/informcion de mercado/

ANEXOS

Anexo 1: Ubicación del ensayo



Anexo 2: Croquis del ensayo



T1 Clorpirifos+sal en grano+abono (cacao plus). T2 Testigo experimental: Poda fitosanitaria sin aplicación de Trichoderma spp.

T3 Trocomix - Trichoderma spp. T4 Tricho Bio WG – Trichoderma yunnanense.

T5 Trichotic - 100gr-FarmagroTrichoderma harzianum

Anexo 3: Base de datos

Los datos de esta investigación se encuentran disponibles en el repositorio abierto del Laboratorio de Fitopatología de la Universidad Estatal de Bolívar en la siguiente dirección web: https://doi.org/10.17605/OSF.IO/JRGKX.

Anexo 4: Manejo de Campo

Limpieza



Tomas de variables

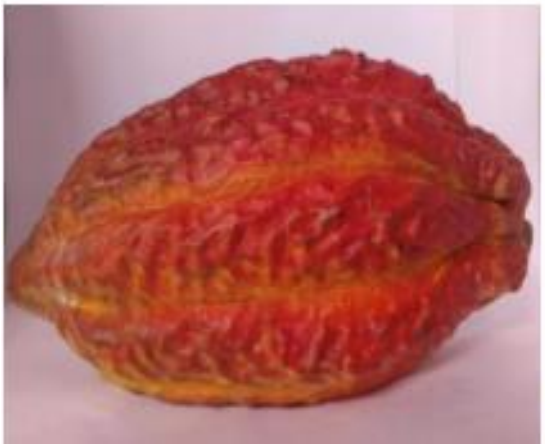


Podas





Material de estudio



Registro de datos en campo



Cantidad pesada de Trichotic



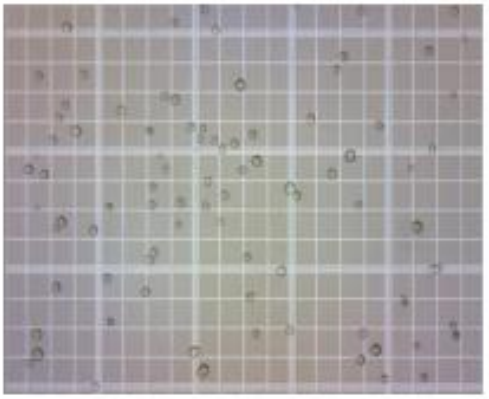
Cantidad pesada de Tricomix



Disolución productos



Conteo de esporas



Balanza

Gradilla y tubo de ensayo

Defensa de campo



Anexo 5 Glosario de términos técnicos

Cacaotal. - Terreno poblado de cacaos

Cadmio. - Es un elemento natural que se encuentra en la corteza terrestre. Todos los suelos y las rocas, entre ellos el carbón y los fertilizantes minerales, contienen algo de cadmio. La mayor parte del cadmio que se usa en Estados Unidos se extrae durante la producción de otros metales tales como zinc, plomo y cobre

CCN – 51.- Colección Castro Naranjal 51.

Chupones. - Yemas axilares se desarrollan durante todo el ciclo del cultivo; sin embargo, entre los 30 y 90 días después del trasplante se producen con más frecuencia, y es necesario, en ocasiones, deschuponar dos a tres veces por semana; posteriormente disminuyen su desarrollo durante los picos de producción.

Clon. - Un clon puede ser definido como una población de plantas obtenida por multiplicación vegetativa a partir de un solo individuo. La clonación en las plantas es una vieja práctica agrícola que se utiliza para preservar los buenos caracteres de las plantas madres.

Dormancia. - La dormancia o también denominada por varios autores como latencia, dormición, letargo, reposo o vida latente. Es el estado en el cual las semillas a pesar de tener las condiciones normales para su germinación, no lo hacen, debido a mecanismos físicos y fisiológicos internos de la semilla.

Edafoclimático. - El término "Edafoclimático" se refiere a suelo y clima, por esto en el modelo se investiga para definir el grado de aptitud de los suelos para la agricultura.

Esporóforos. - Esporóforo o cuerpo fructífero, caracteriza la fase reproductora sexual. El esporóforo en sí es estéril y estático, pero en su interior se desarrollan los elementos fértiles, las esporas. En los tipos de esporóforos y las estructuras que presentan se basa la práctica totalidad de la taxonomía del grupo.

Estaminodio. - Estambre estéril, generalmente rudimentario. estigma: en el gineceo, zona donde germinan los granos de polen, normalmente situado en el extremo del estilo.

FOB. - Representa el costo de los bienes en el punto de embarque o carga

Fructífero. - Significa productor o capaz de producir descendencia o fruto. fértil implica el poder de reproducirse en especie o ayudar en la reproducción y el crecimiento

Genotipo. - Término que se refiere a los dos alelos presentes en un locus determinado del genoma. También hace referencia a la constitución genética completa de un individuo. También se llama idiotipo.

Hemocitómetro. - Utilizado en medicina y biología para realizar el recuento de esporas.

Heterogéneo. - Compuesto de elementos o ingredientes que no son similares.

Hibrido. - En la cría y en la agricultura, los híbridos son plantas o animales producidos por un cruzamiento de dos variedades o especies genéticamente diferentes.

Hilum. - La cicatriz, visible en la cubierta de la semilla, es denominada hilum (los colores incluyen el negro, el marrón, el beige, el gris y el amarillo).

Itsmo. - Parte estrecha de tierra que une dos continentes o una península con un continente

Moniliasis. - La moniliasis es una enfermedad fúngica que ataca el cultivo de cacao, causada por el basidiomycete Moniliophthora roreri. Está presente en la mayoría de los países latinoamericanos y se adapta a diversidad de ambientes.

Oblonga. - Hoja o folíolo más largo que ancho, con nervios paralelos a los bordes y extremos redondeados.

Organoléptica. - Las propiedades organolépticas son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las pueden percibir los sentidos, como por ejemplo su sabor, textura, olor, color, sonido o temperatura.

Ortotrópica. - En el campo de la medicina, se refiere a algo que ocurre en el lugar normal o habitual del cuerpo. Se usa con frecuencia para describir un tejido u órgano que se trasplanta a su lugar normal en el cuerpo.

Poda sanitaria. - Consiste en la eliminación de las partes del follaje y ramas que hayan sido afectadas por escoba de bruja, insectos y otras causas. También se eliminan las mazorcas infectadas con monilla, y las parasitas que crecen sobre la copa del árbol, en cada cosecha.

Radiación. - La radiación es uno de los principales factores determinantes de la producción. Es la base del proceso de fotosíntesis que da lugar a la producción de fotoasimilados y, en definitiva, de materia seca.

Rizósfera. - Zona del suelo cercana a las raíces de las plantas en donde se desarrolla la vida microbiana.

Turba. - La turba es un material orgánico constituido por elementos procedentes de la descomposición de vegetales. Es uno de los materiales más usados como sustrato, tanto en jardinería como en agricultura. Todos hemos oído hablar alguna vez de este tipo de sustrato tan utilizado en jardines, huertos y cultivos.

Vigor. - El vigor de las semillas es el conjunto de propiedades que determinan la actividad y desempeño en el crecimiento favorable de lotes de semillas.