



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

**SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA
DEL ECUADOR**

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN SANIDAD VEGETAL**

**EFFECTO DE UN COMPLEJO DE HONGOS
ANTAGONISTAS EN EL MANEJO DE *Moniliophthora*
roreri PATÓGENO DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.)
CCN-51**

ING. ARIANA CAROLINA LASCANO MONTES

GUAYAQUIL, ECUADOR

2022

SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de directora **CERTIFICO QUE:** he revisado el Trabajo de Titulación, denominada: **EFFECTO DE UN COMPLEJO DE HONGOS ANTAGONISTAS EN EL MANEJO DE *Moniliophthora roreri* PATÓGENO DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN-51**, el mismo que ha sido elaborado y presentado por la estudiante, **Ing. Ariana Carolina Lascano Montes**; quien cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador para este tipo de estudios.

Atentamente,

Ing. Alexandra Navarrete Cornejo, M.Sc.

Guayaquil, 20 de mayo del 2022

**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR SISTEMA DE
POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**

**EFFECTO DE UN COMPLEJO DE HONGOS ANTAGONISTAS EN EL
MANEJO DE *Moniliophthora roreri* PATÓGENO DEL CACAO
(*Theobroma cacao* L.) CCN-51**

ING. ARIANA CAROLINA LASCANO MONTES

TRABAJO DE TITULACIÓN

**APROBADA Y PRESENTADA AL CONSEJO DE POSTGRADO
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

MAGÍSTER EN SANIDAD VEGETAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**Ing. Winston Espinoza Morán, MSc
PRESIDENTE**

**Ict. Tamara Borodulina PhD.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. Yoansy García Ortega, MSc
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. Alexandra Navarrete Cornejo, MSc
EXAMINADOR SUPLENTE**

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por su infinito amor, me ha dado la fortaleza necesaria para culminar esta importante etapa de mi vida y alcanzar un nuevo título profesional.

A mi mami Cecilia y hermanas Nohe y Karen, por todo el apoyo y motivación brindada en este proceso.

A mi enamorado Moisés, por brindarme su apoyo y consejos en mi proceso de tesis.

A mi tutora Ing. Alexandra Navarrete Cornejo, MSc. por su valioso apoyo y confianza, al haberme brindado sus conocimientos y plasmar parte de ellos en lo que hoy es un sueño realizado mi tesis de maestría.

A la Ing. Nubia Morán, MS.c por haberme guiado y brindado sus conocimientos en la etapa de laboratorio de mi tesis.

DEDICATORIA

Dedico el esfuerzo de esta maestría a Dios, por ser la guía de mi camino y nunca soltarme en todo este proceso.

Dedico de manera muy especial a mi papito Guido que, desde el cielo me guio en todo momento y jamás soltó mi mano, fue uno de mis motores para continuar.

A mi mamita Ceci que con su dedicación y apoyo me inspiró para nunca caer y alcanzar este sueño.

A mis hermanas que confiaron en mí todo momento y me sostuvieron en cada alta y baja de la maestría, para lograr mi meta.

A todas las personas que confiaron en mí (enamorado, amigos, familia), que me incentivaron con sus palabras para seguir adelante, hasta culminar mi carrera de postgrado.

RESPONSABILIDAD

La responsabilidad, derecho de la investigación, resultados, conclusiones y recomendaciones que aparecen en el presente Trabajo de Titulación corresponden exclusivamente al Autora y los derechos académicos otorgados a la Universidad Agraria del Ecuador.

Ing. Ariana Lascano Montes

C. I. 0926405226

RESUMEN

El ensayo experimental fue realizado en una finca de cacao CCN-51 ubicada en el Recinto El Tesoro del cantón Naranjal, Provincia del Guayas, entre los meses de octubre del año 2021 a enero del año 2022. El objetivo fue evaluar el efecto de un complejo de hongos antagonistas a base de *Trichoderma spp.* en el manejo de *Moniliophthora roreri* con el fin de incrementar la producción de cacao en la zona agrícola del cantón Naranjal - Guayas. Los tratamientos son: T1 *Trichoderma harzianum*, T2 *Trichoderma viride*, T3 *Trichoderma koningii*, T4 *T. harzianum* + *T. viride* + *T. koningii* y T5 Testigo convencional (Clorothalonil 720). Las variables en estudio son: incidencia, severidad, rendimiento, análisis beneficio costo y prueba de patogenicidad. El diseño utilizado en este ensayo fue un cuadro latino replicado (DCLR), compuesto por cinco tratamientos. Los resultados en campo mostraron que la incidencia más baja fue obtenida con el uso de *Trichoderma harzianum*, mientras la variable severidad fue controlada con el uso de *Trichoderma koningii*. Mientras, en laboratorio se observó que los productos utilizados inhibieron el crecimiento de *M. roreri*.

Palabras claves: Cacao, *Moniliophthora roreri*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma viride*.

SUMMARY

The experimental trial was carried out in a CCN-51 cocoa farm located in The Treasure Precinct of the Naranjal canton, Guayas Province, between the months of October 2021 and January 2022. The objective was to evaluate the effect of a complex of antagonistic fungi based on *Trichoderma spp.* in the management of *Moniliophthora roreri* in order to increase cocoa production in the agricultural area of the Naranjal - Guayas canton. The treatments are: T1 *Trichoderma harzianum*, T2 *Trichoderma viride*, T3 *Trichoderma koningii*, T4 *T. harzianum* + *T. viride* + *T. koningii* and T5 Conventional control (Chlorothalonil 720). The variables under study are: incidence, severity, yield, cost-benefit analysis and pathogenicity test. The design used in this trial was a replicated Latin square (LRQ), composed of five treatments. The results in the field showed that the lowest incidence was obtained with the use of *Trichoderma harzianum*, while the severity variable was controlled with the use of *Trichoderma koningii*. Meanwhile, in the laboratory it was observed that the products used inhibited the growth of *M. roreri*.

Keywords: Cocoa, *Moniliophthora roreri*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma viride*.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	ii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA	v
RESPONSABILIDAD.....	vi
RESUMEN.....	vii
SUMMARY	viii
INDICE DE CONTENIDOS	ix
INDICE DE ANEXOS	xii
INDICE DE APÉNDICES	xiv
INTRODUCCIÓN	15
Caracterización del Tema	16
Planteamiento de la Situación Problemática	16
Justificación e Importancia del Estudio	17
Delimitación del Problema.....	17
Formulación del Problema	17
Objetivos	17
Objetivo General.....	17
Objetivos Específicos	18
Hipótesis o Idea a Defender	18
Aporte Teórico o Conceptual	18
Aplicación Práctica	18

CAPÍTULO 1	19
MARCO TEÓRICO	19
1.1 Estado del Arte	19
1.2 Bases Científicas y Teóricas de la Temática	23
1.2.1 Origen e importancia del cultivo.....	23
1.2.2 Taxonomía y descripción botánica	23
1.2.3 Variedad CCN-51	25
1.2.4 Requerimientos edafoclimáticos	26
1.2.4 Moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>)	27
1.2.5 Género <i>Trichoderma sp.</i>.....	28
1.2.5.1. <i>Trichoderma harzianum</i>.....	28
1.2.5.2. <i>Trichoderma viride</i>	28
1.2.5.3. <i>Trichoderma koningii</i>.....	29
1.3 Fundamentación Legal	29
CAPÍTULO 2	31
ASPECTOS METODOLÓGICOS	31
2.1 Métodos.....	31
2.1.1 Modalidad y Tipo de Investigación	31
2.2 Variables	31
2.2.1 Variable Independiente	31
2.2.2 Varables Dependientes.....	32
2.2.3 Operacionalización de las variables.....	35
2.3 Tratamientos.....	36
2.4 Población y muestra	36
2.5 Técnicas de Recolección de Datos.....	37

2.6 Estadística Descriptiva e Inferencial	37
2.7 Diseño experimental	38
RESULTADOS.....	39
DISCUSIÓN.....	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	47
ANEXOS	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Escala de severidad externa	54
Anexo 2. Croquis en campo experimental.....	55
Anexo 3. Diseño experimental del ensayo (DCLR)	56
Anexo 4. Ficha Técnica del producto químico.....	57
Anexo 5. Producto empleado a base de <i>Trichoderma harzianum</i>	58
Anexo 6. Crecimiento de cepas de <i>Trichoderma</i> en cajas de petri en PDA.	59
Anexo 7. Mazorcas enfermas de moniliasis inoculadas con antagonistas	60
Anexo 8. Selección de plantas experimentales	67
Anexo 9. Monitoreo inicial de <i>M. roreni</i>	67
Anexo 10. Toma de datos de severidad de enfermedad	68
Anexo 11. Preparación de tratamientos	68
Anexo 12. Aplicación de tratamientos	69
Anexo 13. Segunda toma de datos en campo.....	69
Anexo 14. Mazorca enferma grado 3 de severidad.....	70
Anexo 15. Preparación de segunda aplicación de tratamientos.....	70
Anexo 16. Visita de campo del tutor guía y tercera toma de datos	71
Anexo 17. Tercera aplicación de tratamientos	71
Anexo 18. Cuarta toma de datos en campo	72
Anexo 19. Toma de muestras enfermas en campo.....	72
Anexo 20. Evaluación final de campo	73
Anexo 21. Cosecha de frutos	73
Anexo 22. Toma de datos del peso de mazorcas	74
Anexo 23. Visita de tutora en laboratorio	74

Anexo 24. Preparación del agar en laboratorio	75
Anexo 25. Preparación del medio del cultivo.....	75
Anexo 26. Cajas petri identificadas por el hongo correspondiente.....	76
Anexo 27. Proceso de aplicación del hongo sobre las mazorcas enfermas.....	76
Anexo 28. Observación de hongos antagonistas en laboratorio	77
Anexo 29. Certificado de culminación del ensayo experimental	78
Anexo 30. Copia de cédula del propietario del lugar de estudio	79

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 1. Escala de incidencia de moniliasis	32
Apéndice 2. Tratamientos en estudio	36
Apéndice 3. Esquema del análisis de varianza	37
Apéndice . Promedios de incidencia (%) de Moniliasis en cacao CCN51	39
Apéndice 5. Promedios de severidad (%) de la enfermedad	40
Apéndice 6. Promedios del rendimiento kg/ha	42
Apéndice 7. Análisis beneficio costo entre tratamientos	43
Apéndice 8. Recolección de datos de incidencia de Moniliasis.....	61
Apéndice 9. Datos transformados de incidencia de Moniliasis.....	61
Apéndice 10. Análisis estadístico de incidencia de Moniliasis	62
Apéndice 11. Recolección de datos de severidad de moniliasis	63
Apéndice 12. Datos transformados de severidad de moniliasis	63
Apéndice 13. Análisis estadístico de severidad de moniliasis	64
Apéndice 14. Recolección de datos del rendimiento del cultivo	65
Apéndice 15. Datos transformados del rendimiento del cultivo	65
Apéndice 16. Análisis estadístico del rendimiento del cultivo	66

INTRODUCCIÓN

El cacao representa un símbolo emblemático del país por sus características distintivas de aroma y sabor que son apetecidas por los fabricantes de chocolate, el país abastece del 63% de la producción proveniente de la variedad Nacional cuyo sabor ha sido reconocido a lo largo del tiempo por muchos países en el mundo. Además, es utilizada en la fabricación de chocolates refinados (Escalante y Ureña, 2016).

Mediante investigaciones han logrado obtener variedades genéticamente mejoradas, que ayuden a reducir el uso de fungicidas químicos y brinde mayor productividad para los agricultores dedicados a este cultivo. Cada variedad posee características únicas que lo diferencian de otro.

En la actualidad se conocen diferentes tipos de cacao, que proceden de la cuenca del Amazonas, las características del cacao dependen de la variedad. Por su parte, el forastero es la variedad de cacao más cultivada, estimándose que cubre entre 80 y el 85% de la producción mundial, esto se debe a que este tipo de cacao es más resistente a las enfermedades y plagas; sin embargo, su sabor es fuerte, amargo y ligeramente ácido (Ramos y Gómez, 2019).

Mientras el cacao nacional, su calidad, sabor y aroma aumenta la demanda en empresas chocolateras, para la elaboración de productos derivados. El mercado internacional muestra interés por esta variedad y exige aumentar la productividad mediante técnicas como el manejo de fertilización o fitosanitario (Teneda, 2016).

Entre las limitantes de esta producción se encuentra la presencia de plagas y enfermedades, como es el caso de hongos patógenos del género *Moniliophthora* sp, especialmente *Moniliophthora roreri*. Este patógeno es endémico del cacao y se propaga fácilmente favorecido por la situación climática. Actualmente se registran pérdidas de producción entre el 30 y 80% si no se actúa a tiempo ante este patógeno (Tirado et al., 2016).

Por dicha situación, los agricultores toman la opción más fácil para eliminar los patógenos de sus plantaciones, a base de insumos químicos que no solamente

causan daños al medio ambiente, sino también a la salud del mismo agricultor. En la actualidad, se ha buscado alternativas efectivas y a la vez amigables con el medio ambiente, del cual nace el control biológico. Entre las investigaciones realizadas se ha propuesto que el empleo de hongos antagonista como es el caso del *Trichoderma*, contribuye a incrementar los mecanismos de defensas en la planta antes distintas enfermedades (Terrero et al., 2018).

La especie de *Trichoderma* más utilizada como agente de control biológico es *Trichoderma harzianum*, seguida por *Trichoderma koningii* y *Trichoderma viride* (Amerio et al., 2020).

Caracterización del Tema.

De acuerdo a estudios realizados en el cultivo de cacao sobre las incidencias de patógenos que afectan a la mazorca reduciendo la productividad, se realiza el presente ensayo con carácter investigativo experimental para determinar si el control biológico reduce la incidencia de agentes causales (*Moniliophthora roreri*) bajo la aplicación de un complejo de hongos *Trichoderma*: *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride* y *Trichoderma koningii* como agente preventivo.

Planteamiento de la Situación Problemática.

El cacao es uno de los principales cultivos en el Ecuador, debido a su importancia económica para los agricultores, el cual genera fuentes de trabajo en diferentes áreas, sin embargo, este cultivo no está exento de la presencia de hongos patógenos como es el caso de *Moniliophthora roreri* que provoca daños en la mazorca, convirtiéndose en uno de los factores limitantes de la producción.

Moniliophthora roreri afecta al cacao CCN51, disminuyendo la productividad de los pequeños y medianos productores de la zona de estudio. Además, el control biológico ha despertado gran interés en detener la presencia de patógenos, considerándose como respuesta al creciente uso de insumos químicos.

Justificación e Importancia del Estudio.

La moniliasis es una de las enfermedades más importantes en el cultivo de cacao, ataca únicamente a las mazorcas con alta severidad, lo que constituye uno de los factores limitantes de la producción. Este patógeno se ve favorecido por varios factores climáticos, como altas o bajas. En el país, se han registrado pérdidas desde el 16% al 80%, sino es manejada la enfermedad a tiempo.

En la actualidad, se ha reportado pérdidas de producción a causa de esta enfermedad y contaminación al medio ambiente por el uso excesivo de fungicidas sintéticos para reducir daños. Por lo tanto, el control biológico es una alternativa al manejo indiscriminado de químicos, varias investigaciones sostienen que el uso de hongos antagonistas como el caso de *Trichoderma sp* reduce la incidencia de patógenos y previene la pérdida productiva del cacao CCN51.

Delimitación del Problema.

El ensayo experimental fue realizado en una finca de cacao CCN-51 ubicada en el Recinto El Tesoro (Ex cooperativa San Jacinto) del cantón Naranjal, Provincia del Guayas, entre los meses de octubre del año 2021 a enero del año 2022, con el objetivo de beneficiar a los agricultores de la zona de estudio.

Formulación del Problema.

¿Qué efecto tendría la aplicación del complejo de hongos antagonistas el género *Trichoderma sp* para reducir la incidencia de *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao CCN-51?

Objetivos.

Objetivo General:

Evaluar el efecto de un complejo de hongos antagonistas a base de *Trichoderma spp.* en el manejo de *Moniliophthora roreri* con el fin de

incrementar la producción de cacao en la zona agrícola del cantón Naranjal - Guayas.

Objetivos Específicos:

- Determinar la incidencia y severidad de *M. roreri* como respuesta a la aplicación del complejo de los hongos antagonistas.
- Establecer la influencia en el manejo de *M. roreri* mediante los hongos antagonistas a través de una prueba de patogenicidad en laboratorio.
- Definir la utilidad económica de la alternativa de manejo propuesta mediante el método de presupuesto parcial.

Hipótesis o Idea a Defender.

Aceptada la hipótesis la aplicación del complejo de hongos antagonistas reduce la presencia de *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao CCN-51.

Aporte Teórico o Conceptual.

Una vez concluido el trabajo experimental se obtuvo obtener alternativas biológicas para prevenir que el agente causal *Moniliophthora roreri* reduzca la productividad del cacao.

Aplicación Práctica.

Luego de obtener los resultados del ensayo experimental, fue entregado un ejemplar de la información extraída a los pequeños y medianos agricultores de la zona agrícola del Rcto. El Tesoro (Ex Cooperativa San Jacinto), cantón Naranjal, Provincia del Guayas, sobre la eficacia del hongo antagonista *Trichoderma sp* para el control de moniliasis.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 Estado del Arte

Villamil *et al.* (2015), indican sobre el efecto antagónico de *Trichoderma* sp y *Bacillus* sp ante *M. royeri*, en los cuales los tratamientos estudiados son: T1 hongo H5; T2 hongo H20; T3, bacteria B3 y T4, testigo absoluto. Por lo tanto, sus resultados demostraron que el T2 fue el mejor en la disminución de la severidad externa e interna del patógeno con un porcentaje de 28 y 19,5%, seguido del T1 con 19,5 y 11,2%, por otro lado, el T3 con 13,5 y 8,5%, mientras que el T4 fue el de menor porcentaje tuvo respectivamente a los demás tratamientos.

Según Sierra *et al.* (2015), en su trabajo de investigación tuvieron como objeto evaluar el control de *Moniliophthora royeri* mediante el análisis de parámetros de incidencia y severidad. Donde los tratamientos a utilizar son cepas nativas de *Trichoderma* spp. (H3, H5 y H20) y tres cepas comerciales identificadas como Trombo ®W.P (*T. harzianum* + *T. lignorum* + *T. viride* + *Saccharomyces cerevisiae*), ®Protector (i.a *T. harzianum*), Safer Soil ®W.P (i.a *T. asperellum*, *T. atroviride*, *T. harzianum* y *Paecilomyces lilacinus*) y un control químico (Oxido de cobre). Con respecto a los resultados obtenidos, concluyeron que los frutos inoculados con el T7 (AP + Safer ground WP®) y el T4 (AP + mezcla de *Trichoderma* H 0, H3, H5) presentaron la menor incidencia externa y porcentajes de severidad, además un mayor rendimiento, a comparación con los demás tratamientos.

Mientras, Carrera (2016), menciona en su ensayo la evaluación de diferentes genotipos de cacao (nacional y clones mejorados CCN-51, EET-95, EET-96 y EET-103), empleando la aplicación de alternativas biológicas para manejar moniliasis. A partir de esto, los tratamientos que utilizaron fueron UEA-Th1 (*Trichoderma harzianum*) y UEA- Tv3 (*Trichoderma viride*), obteniendo resultados donde ambos tratamientos fueron eficaces en los clones mejorados, mostrando una mayor eficacia para el manejo del hongo, mientras que en la variedad nacional fue más susceptible mediante la determinación del porcentaje de Inhibición del crecimiento radial, y la eficacia del *Trichoderma* spp.

Así mismo, Ruíz (2017), muestra en su experimento que la utilización de diferentes dosis de *Trichoderma harzianum* (T1: 150 gramos, T2: 300 gramos, T3: 450 gramos y T4: 600 gramos) para el control de *Moniliophthora roreri* en cacao. Por consiguiente, los resultados mostraron que las dosis evaluadas de *T. harzianum* presentaron diferencias significativas entre sí, el mejor tratamiento fue el T3 donde logró controlar la incidencia y severidad, además, aumentó el rendimiento a 1075,50 kg/ha y permitió el mayor beneficio económico. Sin embargo, el tratamiento 2 redujo la severidad externa al 13%, a diferencia del T1 T6 que mostraron menores resultados.

También, Bolaños *et al.* (2020), indican que el uso de *Trichoderma harzianum* es una alternativa en el manejo integrado de la moniliasis y la productividad de 31 clones de cacao nacional. A partir de estas confirmaciones se demuestra que *T. harzianum* actuó como agente antagonista, así mismo estimulando diferencialmente la producción de cacao, además, mejoró la nutrición y fisiología de las plantas de cacao, obteniendo como resultados mayores incrementos en los rendimientos reflejados en la cosecha de mazorcas.

Villamizar *et al.* (2017), indicaron en su estudio sobre el efecto de biocontrol de dos cepas nativas (*Trichoderma viride* y *Botryosphaeria quercum*), sobre fitopatógenos (*Phytophthora palmivora* y *Moniliophthora roreri*). En efecto, en sus resultados indicaron que el mejor agente de control biológico de fitopatógenos fue *B. quercum*, que mostró un índice de biocontrol de 82,3%, 80,7%, 63,3% y 59,7% para cada fitopatógeno probado, respectivamente.

Galarza *et al.* (2015), emplearon en su trabajo de campo especies nativas de *Trichoderma* spp. (*T. harzianum*, *T. asperellum*, *T. virens* y *T. reesei*), actuando como microorganismos antagónicos ante enfermedades, como (*Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*, *Mycosphaerella fijiensis*) en banano; (*Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciososa*) en cacao. Eso quiere decir que, la comparación de diferentes especies de *Trichoderma* spp; causan efectos inhibidores en el crecimiento del hongo mermando, lo que demuestra la combinación de agentes biológicos para el control de (*M. roreri* y *M. perniciososa*) en la mazorca de cacao, a base de *Trichoderma* spp. (*T. koningiopsis*, *T. stromaticum* y *T. ovalisporum*). Esto

evidencia el efecto de aplicación de las diferentes cepas por la cantidad de mazorcas sanas, por otro lado, afirma que el uso de *Trichoderma* constituye una opción para el manejo fitosanitario del cacao. el mismo y es uno de los manejos biológicos más importantes utilizados en la agricultura.

Anzules *et al.*, (2019), valoraron distintos métodos de manejo de enfermedades del cacao bajo el uso de agroquímicos (Clorotalonil y Pyraclostrobin) y un biológico a base de *Bacillus subtilis* y un testigo. Se valoraron 16 tratamientos y tres repeticiones bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA). Los resultados mostraron que la incidencia y severidad de moniliasis disminuyó ante el uso de fungicidas químicos. Mientras el tratamiento con labores culturales no presentó significancia, además, la combinación de fungicidas y labores culturales obtuvo mayor ingreso neto.

Peñaherrera *et al.*, (2020), evaluó la eficacia del uso de *Trichoderma sp* y aceite de palma para reducir los daños por moniliasis en el cacao. Se valoraron diferentes cepas de *Trichoderma*, aceite de palma, un testigo químico y un testigo absoluto. Los resultados mostraron que la combinación de cepas *Trichoderma* obtuvieron mayor eficacia en el control de moniliasis con 50,27% y 41,68%. Así mismo, los tratamientos mencionados generaron mayor rendimiento y beneficio económico mayor.

Pilaloe *et al.*, (2021), valoraron la efectividad de combinar la poda del cultivo de cacao con el uso de biofungicidas para reducir la presencia de *Moniliophthora roreri*. Los tratamientos son: T1 *Bacillus sp* +poda; T2 *Trichoderma sp*+ poda; T3 Mancozeb; T4 Testigo con solo poda. Los resultados mostraron que todo tratamiento biológico redujo la presencia de moniliasis, mientras en el rendimiento no presentó significancia entre los tratamientos, pero el beneficio costo fue mayor para el tratamiento 1.

González y Soto (2021), estudiaron el efecto de inhibir la infección de *Moniliophthora roreri* bajo el uso de extracto de *Zingiber officinale*, áloe vera y un tratamiento biológico a base de *Trichoderma sp.*+ *Bacillus subtilis*. Además, se valoró un tratamiento cultural. Los resultados mostraron que se mostró un bajo

índice de infección por moniliasis con la aplicación de los tratamientos 1, 2 y 3 con el 20,5%, 17,7% y 14,9%. Por lo tanto, se recomienda la aplicación de antifúngicos durante al menos 120 días para reducir la incidencia de la infección.

Acosta y Villa (2016), valoraron el comportamiento de la moniliasis sobre las mazorcas de cacao ante un manejo biológico a base de *Trichoderma sp.* y otro químico. Después de las aplicaciones realizadas no existió diferencias significativas entre los tratamientos en rendimiento y peso de mazorca, sin embargo, el control químico generó una respuesta positiva en la incidencia de moniliasis y se afirma ser una alternativa para reducir gastos al agricultor.

Pérez y Zorrilla (2017), estudiaron como reducir la incidencia de *M. royeri* bajo el uso de biofungicidas *Trichoderma harzianum* y el *Bacillus subtilis*. Los tratamientos son: T1 Tricho D; T2 Basubtil; T3 Tricho D + Basubtil y T4 Testigo bajo un diseño de bloques completamente al azar con nueve repeticiones. Los resultados mostraron que con respecto a la severidad de la moniliasis no existió significancia entre los tratamientos, sin embargo, la combinación biológica aumentó los frutos sanos con el 82,58%. Concluyeron que el manejo biológico de moniliasis reduce su severidad e incidencia en el cultivo de cacao.

Quintana (2021), evaluó tres métodos para el manejo de moniliasis en el cacao con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) comprendido por cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Se utilizó un tratamiento a base de *Trichoderma spp.*, Aminoácidos de *Bacillus*, un tratamiento con Extracto Etanólico de Canela y un testigo absoluto. Los resultados mostraron que el tratamiento 2 a base de Aminoácidos de *Bacillus* generó mayor peso de granos, mientras el tratamiento 1 *Trichoderma spp.* generó mayor número de mazorca sanas, lo cual redujo la incidencia de la enfermedad.

Reyes *et al.*, (2016), valoraron cepas de *Trichoderma* como antagonista in vitro para el manejo de *M. royeri*, los resultados mostraron diferencias significativas sobre las variables evaluadas. El micoparasitismo osciló entre 0% a 100% y la antibiosis entre 6,80% y 5,50%. Mientras, con respecto al antagonismo generó un

3,40% y 60,00%; siendo considerados *T. virens* y *T. harzianum* como alto potencial de biocontrol a nivel de laboratorio en el manejo de moniliasis.

1.2 Bases Científicas y Teóricas de la Temática.

1.2.1 Origen e importancia del cultivo

En la antigüedad el cultivo de cacao también llamado como pepa de oro, y hoy en día conocido científicamente *Teobroma*, que en latín griego se lo conoce como “comida de los dioses, es oriundo de América. En descripciones históricas nos hablan que los mayas fueron los primeros pioneros en cultivarlo, la semilla de este fruto fue utilizado como moneda de intercambio. Sin embargo los aztecas lo sembraban como una planta divina y las únicas personas que lo podían consumir eran lo de la alta sociedad (León *et al.*, 2016).

En los posteriores 10 años, las plantaciones de cacao incremento exponencialmente llegando hasta un 42.2%, en el 2011 en Costa de Marfil con 1'559,441 toneladas, ubicándose como el primer país productor del mundo con un porcentaje de 33.8%, posteriormente se encuentra Indonesia y Ghana, con el 15.5% y 15.2%. En el continente Americano tenemos cinco mayores países productores (Brasil, Ecuador, Perú, República Dominicana y Colombia) (Pabón *et al.*, 2016).

El cacao es el producto de mayor ingreso en la economía de las familias campesinas cacaoteras, llegando a obtener un 60% en la comercialización y un rubro de elevada balanza comercial en el país, también como fuente primaria en el consumo diaria de las personas productos obtenidos de la semilla de cacao. Por otra parte lo más enfatizado se lo otorga al sector social por lo que representa la mayor parte de huertas, fincas y parcelas de este cultivo en el Ecuador (Mata *et al.*, 2018).

1.2.2 Taxonomía y descripción botánica

El cultivo de cacao según Vanegas (2021), nos menciona que la clasificación taxonómica se da de la siguiente forma:

División: Espermatofita

Clase: Angiosperma

Sub-clase: Dicotiledónea

Orden: Malvales

Sub-orden: Malvinas

Familia: Esterculiáceas

Tribu: Bitneria

Género: *Theobroma*

Especie: *T. cacao*

En el ámbito general las plantas de cacao son producidos por semillas clones mejorados, donde el sistema radicular que posee, está dividido por una raíz principal o también llamado pivotante o primaria que es la que da anclaje a la planta, posteriormente de raíz secundarias y estas están compuestos de pelos radicales que son los que absorben los nutrientes. Sin embargo, las variedades mejoradas no poseen la raíz principal, solo están compuesto de primeria y secundaria que tienen crecimiento horizontal (Cotto, 2019).

Uno de los órganos más importante en la respiración de las plantas son las hojas, son simples, enteras, lanceoladas y pigmentadas; su coloración es muy variada viéndose verde pálido a rosado y violeta, en su estado inmaduro son blandas y péndulas y al madurar su pigmentación se desaparece reflejando un color verde oscuro y se tornan rígidas y quebradizas (Puga, 2017).

El tronco en su fase de crecimiento es ortotrópicas que permanece en ese estado por 12 a 15 meses, posterior a ello el crecimiento de la planta para, por lo que da paso al desarrollo de ramas secundarias (cuatro a cinco) con crecimiento plagiotrópico. Por otro lado, debajo de la horqueta nacen los primeros brotes verticales que dan ligamiento, este proceso se puede dar de tres a cuatro veces (Sandoya, 2019).

En los troncos y ramas aparecen las flores, estas son hermafroditas, el proceso de la flor empieza con la apertura del botón floral, más se da en horas de la tarde en el cultivo y en las horas de la mañana están abierta en su totalidad. Tienen un color rojizo, compuesto de pétalos, estigmas, estambres, entre otras partes (Torres, 2021).

El fruto o mazorca es una baya ovalada, tiene varios tamaños, colores (verde, rojizo, amarillo, anaranjado) y formas dependiendo de la variedad. Muestra un tamaño aproximado de 30 cm de longitud y 10 cm de diámetro, la mazorca en su interior contiene de 20 a 40 semillas y está rodeada por una pulpa de color blanca que se da en el tegumento externo del ovulo; posee un sabor dulce y amargo con un olor agradable al olfato de las personas (García, 2019).

1.2.3 Variedad CCN-51

Es un cultivar de muy alta relevancia porque es de fácil adaptación a diversos cambios climáticos y altitudes en donde se encuentre, también posee tolerancia a ciertas plagas y enfermedades. El nombre de esta variedad se lo otorgo por su autor Castro y fue creada en la población de Naranjal; el número 51 se da por los ensayos hechos por el investigador para obtener este clon de alta calidad (Zambrano, 2018).

Es notorio por sus particularidades de excelente producción y fortaleza ante las plagas, lo cual es utilizada para producir en altas extensiones para la elaboración de chocolate. También, la dificultad que presenta esta variedad es la falta de sabor y aroma ya que no califica para la fabricación de chocolate fino (López, 2019).

Sobresale por su importancia en ser resistente a enfermedades de incidencia económica como es el mal de machete y la escoba de bruja. Sin embargo, en temperaturas bajas tolera la monilla. Estas características que le atribuyen por su genética y llevar a cabo las buenas prácticas de control en el cultivo, han manifestado que el clon presente su excelente rendimiento (Chamorro, 2018).

1.2.4 Requerimientos edafoclimáticos

La luminosidad es la actividad más importante que desarrolla la planta de cacao ya que influye al crecimiento y la fotosíntesis. En el primer año del cultivo donde la planta de cacao es joven, es conveniente asociar con algunos cultivos que puedan brindar sombra, así de esta manera no se ve afectada por la luz, en cultivos ya adaptados la luminosidad propicia es superior al 50% para lograr altos rendimientos (Noles, 2020).

El cultivo de cacao se favorece bajo sombra que aportan los árboles o como un solo cultivo sin sombra. Al principio la planta presenta un desarrollo ortotropico con brotes de hojas indistintamente con el factor clima. La etapa adulta inicia con ramas plagiotropicas que dan forma de copa al árbol. En esta fase las condiciones climáticas desempeñan una mayor incidencia en el desarrollo del cacao (Cedeño y Vera, 2017).

El clima ideal para el cacao es húmedo y cálido, para su adecuado crecimiento, donde hay una altitud hasta los 2600 m.s.n.m. Y se relacione con una temperatura que está entre los 20 °C a 32 °C, presentando una temperatura ideal de 25 °C (Borbor y Tomalá, 2018).

Una ventaja es la aplicación de cubiertas en la plantación de cacao, habita en el mantenimiento de la humedad en el terreno. Esto acontece de la baja evaporación paralelo a la agricultura tradicional. La alta capacidad de agua en el terreno con cubierta queda asimilable para transpiración de la planta, incrementando de esta manera la eficacia o hídrica. Dichos aspectos cambian con el vapor de agua, ya que se ve disminuido con el desarrollo de la cobertura de la planta en las técnicas de arado escaso (Cañizares y Villafuerte, 2021).

La pérdida temprana de hojas sucede con el efecto de las corrientes de viento y por consiguiente un gasto de agua por defecto mecánico. En sectores donde la corriente de viento alcanza unos 14 a 15 km/h y una ausencia de sombra y pocas barreras que disminuyen el impacto del viento, se puede demostrar una mayor pérdida. Es evidente evitar este tipo de daños para el vegetal. En sectores cacaoteros con muchos vientos agresivos por eso es necesario implementar

barreras corta viento, ya que es recomendable plantar árboles en filas por todo el contorno del cultivo (Chila y Esmeralda, 2021).

1.2.5 Moniliasis (*Moniliophthora roreri*)

Caicedo y Zurita, (2018), nos describen la taxonomía de una de las enfermedades fungosas más importantes que afectan al cultivo de cacao y provoca daños irreversibles para los agricultores entre ello son:

Reino: Fungi

Filo: Basidiomycota

Clase: Agaricomycetes

Subclase: Agaricomycetidae

Orden: Agaricales

Familia: Marasmiaceae

Género: *Moniliophthora*

Especie: *M. roreri*

Esta enfermedad es causada por el hongo *Moniliophthora roreri* o también conocido como pudrición acusa, paso, ceniza, etc. Este hongo produce millones de semillas que se propagan con mayor facilidad en cultivos mal tenidos o manejados, donde su reproducción es más fácil (Cataño, 2019).

En las mazorca en sus primeros estadios hasta la maduración final por la enfermedad puede presentar signos o síntomas internos que son muy difícil de identificarlos, ocasionado pérdidas de casi todas las almendras que al descomponerse se torna en una masa de una sustancia acuosa, mientras que los externos se ve reflejados en la cascara de la mazorca de cacao como machas negras o marrones, un polvo blanco entre otros, siempre y cuando no se confunda con otra enfermedad (Ruales y Benítez, 2019).

La mayoría de las variantes biológicas de cacao se infectan con facilidad, con pudrición interna y externa exclusivamente en frutos. La infección inicia en etapas jóvenes del fruto; algunos de éstos pueden estar enfermos y no mostrar síntomas. Los pequeños son más susceptibles a la infección y al crecer expresan cierto nivel de tolerancia (Hernández et al. 2017).

1.2.6 Género *Trichoderma*

Un microorganismo antagonista más utilizado como manejo biológico en cacaoteras como reguladores de fitopatógenos es uso de *Trichoderma spp.* Este hongo por los resultados que da se ha utilizado en diferentes cultivos en el campo agrícola, uno de estos cultivos que más se ha empleado es en el cultivo de cacao como biocida una alternativa de manejo contra la enfermedad (López et al. 2017).

Entre las especies más relevantes en este género con efectos beneficiosos en el manejo de hongos fitopatógenos se hayan las cepas de *T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii* y *T. hamatum*. Estas especies se especializan por demostrar velozmente su crecimiento y una amplia capacidad de esporulación y adaptación a un extenso rango de suelos agrícolas (Companioni et al., 2019).

1.2.6.1 *Trichoderma harzianum*

Posee muy buenas cualidades para el control de agentes infecciosos fúngicos en cultivos, funcionando de forma antagonista sobre el hongo dañino y provocan cambios en los niveles estructurales como es el caso de la desintegración celular del agente a quien hospedera (Martillo et al. 2017).

1.2.6.2 *Trichoderma viride*

Esta cepa actúa en el procedimiento de germinación del grano, brotes, raíz, también, se evidencia de investigación que los vegetales inoculados con *Trichoderma viride* precisa con un 40% ya de un gasto menos de fertilizante nitrogenados y maneja la asistencia de hongos sin perjudicar al medio (Mahato et al., 2018).

1.2.6.3 *Trichoderma koningii*

Es un agente de control biológico, que posee el cargo de facilitar la descomposición en el abono orgánico, sin embargo, actúa como microparásitos como controladores de hongos fitopatógenos, además ayuda a solubilizar macro y micro nutrientes que están en el suelo, ayudando al mejorar el crecimiento fisiológico de las plantas. *Trichoderma* tiene una gran amplia gama de cepas que son mutantes y virulentas, que podrían funcionar como manejo de muchas plagas existentes en los cultivos (Launio *et al.*, 2020).

1.3 Marco legal

FUNDAMENTO NORMATIVO

Ley de Productos Orgánicos.

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 07 de febrero del 2006, en donde se establecen entre el ámbito de atribución la de promover y regular los criterios y/o requisitos para la conversión, producción, procesamiento, elaboración, preparación, acondicionamiento, almacenamiento, identificación, empaque, etiquetado, distribución, transporte, comercialización, verificación y certificación de productos producidos orgánicamente.

Acuerdo por el que se da a conocer los Lineamientos para la Operación Orgánica de las Actividades Agropecuarias.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de octubre de 2013, en donde se establecen entre el ámbito de atribución la de normar la operación orgánica que desarrollen las personas físicas o morales, en materia agropecuaria; así como los procedimientos para su certificación y reconocimiento y establece el ámbito de aplicación a todas las actividades agropecuarias donde se produzcan productos frescos o vivos, de vegetales o animales y sus productos o subproductos, incluido los materiales de reproducción vegetativa, las semillas, micelios o esporas; los productos de las actividades agropecuarias de procesados o transformados, las levaduras destinadas al procesamiento de alimentos; la producción y comercialización de materiales, sustancias, productos, insumos e ingredientes, previa evaluación positiva a los requisitos y procedimientos, para ser incluidos en la Lista Nacional de permitidos con o sin restricción en la operación orgánica, así como métodos a introducir en las operaciones orgánicas, y la Lista nacional de materiales, sustancias, productos, insumos, métodos e ingredientes prohibidos.

Acuerdo por el que se da a conocer el Distintivo Nacional de los Productos Orgánicos y se establecen las reglas generales para su uso en el Etiquetado de los Productos Certificados como orgánicos.

Publicado en el diario oficial de la federación el 25 de octubre de 2013, en donde se establecen entre el ámbito de atribución la de dar a conocer y establecer las reglas de uso del Distintivo Nacional de los Productos Orgánicos con las especificaciones, patrones cromáticos y demás características que se precisan en el presente instrumento (SENASICA, 2017).

CAPÍTULO 2

ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1. Métodos.

El enfoque de esta investigación fue inductivo - deductivo, donde se determinó la efectividad y resultados del hongo antagonista (*Trichoderma sp*) sobre el manejo de *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao.

El modelo metodológico fue empírico-experimental, donde se determinó la información obtenida en bases teóricas para el manejo de la enfermedad en el cultivo de cacao en el Recinto El Tesoro (Ex cooperativa San Jacinto) ubicado en el cantón Naranjal, Provincia del Guayas.

2.1.1 Modalidad y Tipo de Investigación.

La modalidad empleada fue experimental, y se basó en el uso de un complejo de hongos antagonistas del género *Trichoderma sp*, con la finalidad de manejar *Moniliophthora roreri* en las mazorcas del cacao, bajo un diseño en campo experimental.

El tipo de investigación fue experimental, donde fue mencionado las causas de la enfermedad y su desarrollo sobre el fruto; comparativo, donde mediante el uso de diferentes cepas se obtuvo una de mayor eficacia en el manejo de la enfermedad.

2.2 Variables.

2.2.1. Variable Independiente.

Se aplicó un complejo de hongos del género *Trichoderma sp*, para el manejo del hongo *Moniliophthora roreri* sobre las mazorcas del cacao.

2.2.2. Variables dependientes

En campo:

2.2.2.1 Incidencia

Esta variable fue tomada bajo el registro del número de frutos sanos y número de frutos enfermos presentes en cada unidad experimental o planta de cacao, mediante la fórmula propuesta por Chamorro (2018):

$$I = \frac{n}{N} \times 100$$

Donde:

I= incidencia

n= número de frutos enfermos

N= número total de frutos (frutos sanos + frutos enfermos).

Para esta variable se considerarán los frutos en la planta desde 10 cm en adelante.

2.2.2.2 Severidad

La severidad fue tomada mediante la escala propuesta por Arciniega (2017), clasificando a los frutos de cada unidad experimental de acuerdo al síntoma presente, donde: 0 = 0%, 1 = 1-20%, 2 = 21.40%, 3 = 41-60%, 4 = 61 - 80% y 5 = >81%. Además, para corroborar el grado de severidad se observará en la figura 1 propuesta por Murrieta y Palma (2018) para los daños externos de la mazorca.

Tabla 1. Escala de incidencia de moniliasis

Valor	Interna	Externa (Clasificación de síntomas)
0	0	Fruto sano
1	1-20	Presencia de puntos aceitosos (hidrosis)
2	21-40	Presencia de tumefacción o madurez prematura
3	41-60	Presencia de manchas chocolate
4	61-80	Presencia de micelio que cubre hasta la cuarta parte de la mancha parda
5	>81	Presencia de micelio que cubre más de la cuarta parte de la mancha chocolate

Escala interna y externa de *M. royeri*
Fuente: Arciniega, (2017)

Para reportar el dato de la severidad, una vez que se aplicó la escala de la Tabla 1, se utilizó la siguiente expresión propuesta por Paredes (2016):

$$S = 100 * [1(n)+2(n)+3(n)+4(n)+5(n) / 5(N)]$$

De forma similar a la incidencia, en la evaluación de esta variable se considerarán también los frutos en la planta desde 10 cm en adelante.

2.2.2.3 Rendimiento del cultivo

Esta variable fue considerada como elemento indirecto de valoración económica del complejo de hongos antagonistas. En este caso, al final de la última aplicación del producto se cosecharon los frutos fisiológicamente maduros para la obtención de los granos secos de cacao, los cuales fueron ajustados al 14% de humedad. Para esto se utilizó una balanza digital y el dato se reportó en kg/ha.

Para la confirmación de la presencia de Moniliasis, se tomó una mazorca de cacao y fue llevada al laboratorio, donde se extrajeron muestras y fueron vistas bajo el microscopio para su confirmación.

2.2.2.5 Utilidad económica de los tratamientos

El análisis económico se obtuvo al finalizar el ensayo, y se basó en los costos (por hectárea) relacionados con los insumos utilizados, mano de obra y maquinarias que varían en cada tratamiento.

En laboratorio

2.2.2.6 Prueba de patogenicidad

De la plantación evaluada del cultivo de cacao, se tomaron frutos enfermos con *M. roreri*, los cuales fueron llevados al laboratorio para su aislamiento. Estos frutos fueron desinfectados y colocados en cámaras húmedas por tres días. Se observó la abundante esporulación del hongo patógeno. Por otro lado, se realizó el mismo proceso de siembra de los hongos del género *Trichoderma* sp en cajas petri. Después de llenas las muestras del hongo antagonista se tomaron muestras que

entraron en contacto con *M. roreri* directo. Las evaluaciones fueron realizadas cada siete días, por un espacio de 15 días para obtener los resultados de cada prueba.

2.2.3. Operacionalización de las Variables: Matriz de operacionalización de las variables.

TIPO DE VARIABLE		DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
INDEPENDIENTE	<i>Trichoderma sp</i>	Son especies de hongos beneficiosos para las plantas que actúan como métodos biológicos contra diversos patógenos vegetales.	Diferentes tratamientos que influirán en los resultados a obtenerse. Comparación del efecto de diferentes cepas antagonicas Estimación económica.	Dosificación. Unidades experimentales	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Trichoderma harzianum</i> • <i>Trichoderma viride</i> • <i>Trichoderma koningii</i>
	Incidencia	La incidencia es el porcentaje de frutos enfermos en relación total de la planta.	Esta variable fue tomada bajo el registro de frutos sanos y enfermos presentes en el árbol.	Forma porcentual	Fórmula propuesta por Chamorro (2018)
	Severidad	La severidad es el porcentaje de la superficie del órgano enfermo.	Los frutos infectados de cada unidad experimental se clasificaron de acuerdo a los síntomas que presentaron.	Forma porcentual	Escala de incidencia propuesta por Arciniega (2017) Descripción gráfica de síntomas propuesta por Murrieta y Palma (2018)
DEPENDIENTE	Rendimiento	El rendimiento es la productividad obtenida del cultivo de interés.	Al final del ensayo se cosecharán los frutos fisiológicamente maduros para la obtención de los granos secos de cacao, los cuales fueron ajustados al 14% de humedad.	Kg/ha	En base al análisis beneficio costo

Se detalla las variables a evaluarse en el ensayo experimental

Elaborado por: Lascano (2022)

2.3. Tratamientos

Los tratamientos definidos a partir del complejo de hongos antagonistas fueron considerados de acuerdo a la recomendación comercial del producto. En este sentido, los tratamientos con estos biocontroladores son los que se detallan en la Tabla 2. Adicionalmente, para poder verificar la magnitud del control biológico, se consideró un tratamiento convencional a base de Clorothalonil 720 g/l. Este sirvió como referente en cuanto a la similitud de control de *M. roreri* que se obtiene con un producto químico.

Tabla 2. Tratamientos en estudio

Nº	Tratamientos	Dosis	Frecuencias
1	<i>Trichoderma harzianum</i>	1 l	Inicio- 30 - 60 - 90
2	<i>Trichoderma viride</i>	1 l	Inicio - 30 - 60 - 90
3	<i>Trichoderma koningii</i>	1 l	Inicio - 30 - 60 - 90
4	<i>T. harzianum</i> , <i>T. viride</i> , <i>T. koningii</i>	1 l	Inicio - 30 - 60 - 90
5	Clorothalonil 720	1 l	0

Número de tratamientos a estudiarse en el ensayo y frecuencias establecidas.

Elaborado por: Lascano (2022)

Los productos utilizados antagónicos fueron a base de cepas del género *Trichoderma* sp: *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma* y *Trichoderma viride*, en presentación de 1 litro, además, una combinación de las tres cepas. La concentración de hongos es 2,5x10 upc/ml (Unidad propagadoras de colonias).

El producto químico usado fue un fungicida a base de Clorothalonil 720 g/l, con nombre comercial Thalonex (Véase en la Figura 6). Presenta acción sistémica con efecto preventivo y curativo.

2.4. Población y Muestra.

Muestra. – Se evaluaron todas las mazorcas del tercio medio de la planta de cacao, después de la aplicación de los tratamientos, para verificar el manejo de la incidencia y severidad de la enfermedad.

2.5. Técnicas de Recolección de Datos.

Para la investigación del presente trabajo experimental se obtuvo información de libros, revistas científicas, tesis de grado, maestría, doctoral, periódico y guías técnicas. Además, para el desarrollo de tablas y datos obtenidos se empleará los programas Microsoft Excel e InfoStat.

Los materiales utilizados en el ensayo son: balanza digital, lupa, bolsas plásticas, rabón, balde, libreta de apuntes, computadora, cámara fotográfica, escalas de muestra, bomba de fumigar a motor, insumos agrícolas (*Trichoderma harzianum* sp, *Trichoderma viride* sp y *Trichoderma koningii* sp).

2.6. Estadística Descriptiva e Inferencial.

La evaluación estadística de los datos se realizó mediante el análisis de varianza, cuyo esquema se detalla en la tabla 3. La comparación de promedio se realizó mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Es preciso indicar que, en cada una de las variables, se comprobaron los supuestos de normalidad y de homocedasticidad.

Para el manejo de resultados se utilizó los programas Excel e InfoStat; dónde, Excel obtuvo los cálculos de cada uno de los tratamientos estudiados e InfoStat permitió la comprobación de los supuestos antes indicados, la obtención de los análisis de varianza y las pruebas de comparación correspondientes mediante el estadígrafo mencionado en el párrafo anterior.

Tabla 3. Esquema del análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos (T-1)	4
Filas (F-1)	4
Columnas (C-1)	4
Réplica (R-1)	1
Error experimental $T(RT-1) - (F+C+R) + 3$	36
Total (RT^2-1)	49

Descripción del ANDEVA con su fórmula respectiva
Elaborado por: Lascano (2022)

2.7. Diseño Experimental.

Para la presente investigación se utilizó un diseño en cuadro latino compuesto por cinco tratamientos (Tabla 1), donde cada unidad experimental estuvo constituida por un árbol de cacao. Cabe mencionar que, para mayor precisión del experimento, se realizó por duplicado, generando 50 unidades experimentales. Se menciona que cada planta evaluada fue intercalada entre dos plantas para evitar contacto entre los tratamientos aplicados.

Dado que el distanciamiento de siembra entre plantas e hileras es de 3 m, el ensayo alcanzó un área total de 4,050 m², considerando unidades de muestreo y efectos de borde. El Croquis respectivo del ensayo puede observarse en el Anexo 2.

RESULTADOS

Determinación de la incidencia y severidad de *M. royeri* como respuesta a la aplicación del complejo de los hongos antagonistas

En la Tabla 4 a continuación se presentan los resultados, expresados en porcentaje, sobre la incidencia de Moniliasis en cacao variedad CCN51 en el recinto El Tesoro perteneciente a la zona de Naranjal, que fue la zona del estudio. Estos datos no presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos, siendo las medias de los tratamientos estadísticamente iguales entre sí. No obstante, el T1 (*T. harzianum*) mostró la menor incidencia (17.43%), mientras que la mayor (35.61%) se observó en el T4 (*T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*) en las tres especies de *Trichoderma*. El coeficiente de variación fue mayor al 35%, por lo tanto, los datos fueron ajustados a Log 10 para corroboración de significancias, con lo que el coeficiente de variación se redujo al 26.71%.

Tabla 4. Promedios de incidencia (%) de Moniliasis en cacao CCN51 en Naranjal

No.	Tratamientos	Promedios
T1	<i>Trichoderma harzianum</i>	17,43 a/*
T2	<i>Trichoderma viride</i>	22,22 a
T3	<i>Trichoderma koningii</i>	27,59 a
T4	<i>T. harzianum</i> , <i>T. viride</i> , <i>T. koningii</i>	35,61 a
T5	Clorothalonil 720	32,25 a
	Cv % Datos ajustados	26,71

*/Letras iguales no difieren estadísticamente

Elaborado por: Lascano, 2022

En la Tabla 5 se exhiben los resultados, expresados en porcentaje, sobre la severidad de Moniliasis en cacao variedad CCN51 en el recinto El Tesoro perteneciente a la zona de Naranjal. Estos datos tampoco presentaron significancia en la comparación de medias ($p < 0.05$) de los tratamientos, siendo estadísticamente similares entre sí, sin embargo, el T3 (*T. koningii*) mostró la menor severidad (23.50%), cuyas mazorcas presentaron tumefacción o madurez prematura correspondientes a la escala detalla en la Tabla 1, esto corresponde al grado 2 de severidad externa de la moniliasis sobre la mazorca. Mientras que la mayor (59.00%), se observó en el T5 que contenía Clorothalonil 720, que, mediante la Tabla mencionada anteriormente, las mazorcas muestran manchas chocolates y pertenecen al grado 3 de severidad de moniliasis. El coeficiente de variación fue mayor al 35%, por lo tanto, se ajustaron a Log 10 para corroborar la significancia de los tratamientos, y dicho coeficiente de variación se redujo al 26.79%.

Tabla 5. Promedios de severidad (%) de la enfermedad

No.	Tratamientos	Promedios
T1	<i>Trichoderma harzianum</i>	34,80 a/*
T2	<i>Trichoderma viride</i>	33,90 a
T3	<i>Trichoderma koningii</i>	23,50 a
T4	<i>T. harzianum, T. viride, T. koningii</i>	52,10 a
T5	Clorothalonil 720	59,00 a
	Cv % Datos ajustados	26,79

*/Letras iguales no difieren estadísticamente

Elaborado por: Lascano, 2022

Establecer la influencia en el manejo de *M. royeri* mediante los hongos antagonistas a través de una prueba de patogenicidad en laboratorio

Prueba de patogenicidad

En cajas petri preparadas con PDA (papa dextrosa agar), se realizó la respectiva siembra de los productos utilizados en campo a base del complejo de hongos antagonistas. Luego de siete días de la siembra se mostró el crecimiento de las cepas de antagonistas, y se identificaron las cepas los 14 días (Véase en Anexos, figura 6). Confirmándose que, los productos utilizados corresponden a las cepas de *Trichoderma* (*harzianum*, *viride*, *koningii* y combinados), corroborándose bajo microscopio.

Luego de la identificación de los hongos antagonistas, se tomaron muestras de campo enfermas, las cuales se realizó una respectiva desinfección y se colocaron en cámaras húmedas, donde fue inoculado con el hongo correspondiente a cada tratamiento. Se muestra las mazorcas inoculadas a los 21 días, donde se observa que las cepas de hongos antagonistas crecieron sobre la moniliasis, y pudo inhibir el crecimiento de patógeno (Véase en Anexos, figura 7). Esto corrobora, que los productos a base de *Trichoderma* actúan sobre la enfermedad en condiciones controladas.

Definición de la utilidad económica de la alternativa de manejo propuesta mediante el método de presupuesto parcial

Rendimiento del cultivo de cacao

En la Tabla 6 se muestran los resultados, expresados en kg/ha, sobre el rendimiento del cacao variedad CCN51 en el recinto El Tesoro perteneciente a la zona de Naranjal. Según el análisis de varianza, esta variable no registró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos evaluados; es decir, las medias de los tratamientos fueron estadísticamente similares entre sí. Sin embargo, el T4 (*T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*) presentó el promedio más alto de producción (1665,59 kg/ha), mientras la producción más baja fue dada por el T1 (*Trichoderma harzianum* sp) con 989,26 kg/ha. El coeficiente de variación fue mayor al 35%, por lo tanto, se ajustó a Log 10 para la corroboración de significancia, con lo que el coeficiente de variación se redujo al 11,88%. Cabe indicar que los promedios registrados en la Tabla 6 corresponden a la acumulación de dos cosechas consecutivas evaluadas en el presente estudio.

Tabla 6. Promedios del rendimiento kg/ha

Tratamientos	Promedios
T1: <i>Trichoderma harzianum</i>	989,26 a/*
T2: <i>Trichoderma viride</i>	1265,89 a
T3: <i>Trichoderma koningii</i>	1196,97 a
T4: <i>T. harzianum</i> , <i>T. viride</i> , <i>T. koningii</i>	1665,59 a
T5: Clorothalonil 720	1006,63 a
Cv % Datos ajustados	11,88

*/Letras iguales no difieren estadísticamente
Elaborado por: Lascano, 2022

Análisis beneficio costo

En la Tabla se presenta la rentabilidad de cada uno de los tratamientos en estudio, y se compone del rendimiento del cultivo, costos de la producción y relación costo beneficio. Todos los tratamientos en estudio mostraron rentabilidad para el agricultor, sin embargo, se puede considerar, que, el tratamiento 4 (*T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*) mostró un valor del costo beneficio más alto \$3,02. Seguido por el tratamiento 2 (*Trichoderma viride*) con \$2,05. El valor más bajo fue dado por el Tratamiento 1 (*Trichoderma harzianum*) \$1,39.

Tabla 7. Análisis beneficio costo entre tratamientos

COMPONENTES	T1: <i>Trichoderma harzianum</i>	T2: <i>Trichoderma viride</i>	T3: <i>Trichoderma koningii</i>	T4: <i>T. harzianum</i> , <i>T. viride</i> , <i>T. koningii</i>	T5: Clorothalonil 720
Rendimiento Kg/ha	989,26	1265,89	1196,97	1665,59	1006,63
Costo fijo (\$)	800	800	800	800	800
Costo Variable (\$)	75	75	75	75	63
Costo Total	875	875	875	875	863
Ingreso Bruto (\$)	2087,34	2671,03	2525,61	3514,39	2123,99
Beneficio Neto (\$)	1212,34	1796,03	1650,61	2639,39	1260,99
Relación BENEFICIO/COSTO	1,39	2,05	1,89	3,02	1,46

Elaborado por: Lascano, 2022

DISCUSIÓN

De acuerdo al primer objetivo planteado se determinó la incidencia y severidad de *M. royeri* como respuesta a la aplicación del complejo de los hongos antagonistas en el cultivo de cacao, Carrera (2016), menciona que el uso de especies *Trichoderma* muestra eficacia para el manejo de moniliasis en el cultivo de cacao. De esta manera, en el presente ensayo el tratamiento 1 comprendido por *Trichoderma harzianum* mostró la incidencia más baja con 17,43%, concuerdan dichos datos con Ruiz (2017), que con el uso de *T. harzianum* logró reducir la incidencia del hongo a un 13%.

Con respecto a la severidad, el tratamiento 3 comprendido por *Trichoderma koningii* mostró la severidad más baja 23,50% siendo un valor que corresponde al grado 2 de la enfermedad con síntomas de tumefacción y madurez prematura. De la misma manera, Sierra et al. (2015), manifiestan que el uso de *Trichoderma* reduce la incidencia y severidad externa de la moniliasis, considerándose una alternativa factible al manejo fitosanitario del cacao.

De acuerdo al segundo objetivo planteado se estableció la influencia en el manejo de *M. royeri* mediante el uso de hongos antagonistas a través de una prueba de patogenicidad a nivel de laboratorio, que manifiesta que el hongo antagonista creció sobre un medio de cultivo y al ser inoculado sobre las mazorcas de cacao enfermas, creció sobre el hongo patógeno e inhibió el crecimiento del mismo, provocando un efecto antagonista que fue corroborado bajo el microscopio. Además, Peñaherrera et al., (2020), menciona que a nivel de laboratorio la antibiosis entre *Trichoderma sp* y *M. royeri* oscila entre 6,80% y 5,50%, mientras, el antagonismo genera un 3,40% y 60,00%; siendo considerados las especies de *Trichoderma sp* como un significativo potencial de biocontrol a nivel de laboratorio en moniliasis.

El tercer objetivo definió la utilidad económica como alternativa del manejo de moniliasis, considerándose que los tratamientos generaron rentabilidad, sin embargo, el tratamiento con mayor utilidad económica fue la combinación de cepas de *Trichoderma* comprendido por *T. harzianum*, *T. viride* y *T. koningii* con \$3,02. Es decir, que el agricultor por cada dólar que invierte y recupera en este proceso es \$2,02; lo cual es rentable. Por otro lado, Anzules et al. (2019) afirman que el uso de

químicos reduce la severidad de moniliasis generar un valor costo económico rentable para el agricultor. Mientras, Peñaherrera *et al.*, (2020), corrobora que con la combinación de cepas de *Trichoderma sp* se obtiene mayor eficacia en el control de moniliasis con valores de eficacia del 50,27% y 41,68%. Y no solamente actúa como controlador biológico del hongo causante de la moniliasis, sino también, los tratamientos a base del antagonista generan mayor rendimiento y beneficio económico mayor, cual beneficia al agricultor y cabe mencionar la importancia de ser saludable con el medio ambiente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- El uso de *Trichoderma harzianum* reduce la incidencia de *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao, hasta un 17,43%.
- La severidad presenta menor porcentaje de daños al tratamiento 3 comprendido por *Trichoderma koningii*, considerándose una respuesta positiva a la aplicación de hongos antagonistas.
- Los hongos antagonistas fueron identificados en laboratorio como *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride* y *Trichoderma koningii*, que, bajo la prueba de patogenicidad inhibieron el crecimiento de *Moniliophthora roreri* en condiciones controladas.
- El tratamiento 4 comprendido por *T. harzianum*, *T. viride* y *T. koningii* alcanzó la producción más alta de cacao y fue el tratamiento más rentable para el agricultor \$3,02.

RECOMENDACIONES:

- Incluir en el manejo fitosanitario del cultivo de cacao el uso de hongos antagonistas del género *Trichoderma*, en vista que promueven eficacia en el manejo de *Moniliophthora roreri* en el cultivo.
- Realizar monitoreos frecuentes al desarrollo de enfermedades, como el caso de Moniliasis, especialmente en épocas con mayor incidencia del hongo.
- Verificar la eficacia de los tratamientos en estudio con el uso de antagonistas en diferentes zonas agrícolas para obtener resultados positivos.
- Realizar aplicaciones de un complejo de hongos antagonistas a base de *T. harzianum*, *T. viride* y *T. koningii*, al menos cinco veces al año para mantener un índice bajo de moniliasis en el cacao e incrementar la producción.
- Realizar inoculaciones en laboratorio para ver el manejo biológico de los productos.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Acosta, S., y Villa, J. (2016). Evaluación de *Trichoderma spp* como control biológico en una plantación a pequeña escala de cacao. *Journal of Agriculture and Animal Sciences*, 5(2), 1-11. Obtenido de <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/handle/10567/1750>
- Amerio, N., Castrillo, M., Bich, G., Zapata, P. y Villalba, L. (2020). *Trichoderma* en la Argentina: Estado del arte. *Ecología Austral*, 30(1), 113-124. <https://doi.org/10.25260/EA.20.30.1.0.945>
- Anzules, V., Borjas, R., Alvarado, L., Castro, V. y Julca, A. (2019). Control cultural, biológico y químico de *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora spp* en *Theobroma cacao* 'CCN-51'. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 511 – 520. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172019000400008&script=sci_arttext
- Arciniega, J. (2017). *Propuesta de manejo integrado de la moniliasis (Moniliophthora roreri) del cacao (Theobroma cacao) en Santo Domingo de los Tsáchilas*. Universidad Central del Ecuador. Quito: UCE. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9880>
- Bolaños, M., Alfonso, V., Mercado, A., Caicedo, J., Castro, S. y Morales, D. (2020). Comportamiento agroproductivo de 31 clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) Con la aplicación de un biocontrolador para moniliasis (*Moniliophthora roreri*). *Revista Científica Interdisciplinaria Investigación y Saberes*, 10(2), 1-9.
- Borbor, M., & Tomalá, K. (2018). *Evaluación del comportamiento agronómico de seis clones de cacao tipo nacional Theobroma cacao L. en el centro de prácticas y producción Río Verde, cantón Santa Elena*. Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4454>
- Caicedo, J. y Zurita, A. (2018). *Eficacia del pyraclostrobin para el control de moniliasis (Moniliophthora roreri) y su efecto sobre la fisiología del cultivo de cacao*. Universidad Central del Ecuador. Quito: UCE. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14588>

- Cañizares, B., y Villafuerte, M. (2021). *Geophila macropoda* como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), La Maná. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7301>
- Carrera, K. (2016). *Caracterización de Moniliophthora roreri Evans et al. Y evaluación de alternativas de control biológico en cacao, para la Amazonía ecuatoriana* [Thesis, Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Agronomía]. <http://dspace.uclv.edu.cu:8089/xmlui/handle/123456789/6888>
- Cataño, H. (2019). *Beneficios del cultivo y comercialización del cacao para el municipio de remedios antioquia*. Tesis de grado, Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/8130>
- Cedeño, D., y Vera, E. (2017). *Efectividad de varias combinaciones de nitrógeno, azufre, zinc, manganeso, boro y fitohormonas sobre el rendimiento y rentabilidad del Cacao Nacional*. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/648>
- Chamorro, M. (2018). *Evaluación de programas fitosanitarios junto a una práctica cultural para el control de Moniliophthora roreri en cacao (Theobroma cacao)*. Universidad Central del Ecuador. Quito: UCE. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14565>
- Chila, C., & Esmeralda, A. (2021). *Efecto de láminas de riego y fertilización sobre el rendimiento y rentabilidad del cacao en Calceta, Manabí*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí . Calceta: ESPAM MFL. Obtenido de <http://190.15.136.145/handle/42000/1443>
- Cotto, J. (2019). *Manejo de las podas en el cultivo de Cacao (Theobroma cacao L.), en la parroquia Pimocha*. Repositorio, Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6683>
- Companioni, B., Domínguez, G. y García, R. (2019). *Trichoderma: Su potencial en el desarrollo sostenible de la agricultura*. *Bioteología Vegetal*, 19(4), 237-

- Escalante, M. y Ureña, F. (2016). *Análisis de la producción agrícola exportable de cacao Theobroma cacao en el cantón Simón Bolívar de la Provincia del Guayas y su impacto socioeconómico en el periodo 2010 a 2014*. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/19139>
- Galarza, L., Akagi, Y., Takao, K., Kim, C., Maekawa, N., Itai, A., Peralta, E., Santos, E. y Kodama, M. (2015). Characterization of *Trichoderma* species isolated in Ecuador and their antagonistic activities against phytopathogenic fungi from Ecuador and Japan. *Journal of General Plant Pathology*, 81(3), 201-210. <https://doi.org/10.1007/s10327-015-0587-x>
- García, J. (2019). *Manejo de labores culturales del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) de la finca Dos hermanos en la ciudad de Montalvo*. Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6478>
- González, E., y Soto, R. (2021). *Eficiencia de fungicidas orgánicos para el control de la Moniliasis en el Sector Ramalito de Aucayacu, Leoncio Prado (Huánuco), Perú*. Universidad Peruana Unión . Lima : EPEU. Obtenido de <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4617>
- Hernández, E., López, M., Garrido, E., Solís, J., Zamarripa, A., Avendaño, C., y Mendoza, A. (2017). La moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri*): búsqueda de estrategias de manejo. *Agro Productividad*. Obtenido de <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/416/298>
- Launio, C., Labon, K., Bañez, A. y Batani, R. (2020). Adoption and economic analysis of using biological control in Philippine highland farms: Case of *Trichoderma koningii* strain KA. *Crop Protection*, 136, 105177. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105177>
- León, F., Calderón, J. y Mayorga, E. (2016). Estrategias para el cultivo, comercialización y exportación del cacao fino de aroma en Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*, 9(18), 45-55.

- López, A. (2019). *Propuesta para la creación de un consorcio orientado a la exportación de pasta de cacao a la república de Argentina*. Tesis de maestría, Universidad Internacional del Ecuador, Quito. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/3084>
- López, U., Brito, H., López, D., Salaya, J. y Gómez, E. (2017). Papel de *Trichoderma* en los sistemas agroforestales-cacaotal como un agente antagónico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(1), 91-100. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/939/93950595003.pdf>
- Mahato, S., Bhujju, S., y Shrestha, J. (2018). Effect Of *Trichoderma Viride* As Biofertilizer On Growth And Yield Of Wheat. *Malaysian Journal of Sustainable Agriculture (MJSA)*, 2(2), 01-05. Obtenido de [https://ideas.repec.org/a/zib/zbmjsa/v2y2018i2p1-5.html#:~:text=The%20results%20showed%20that%20Trichoderma,\(%2D8.4%25\)%2C%20tiller%20number](https://ideas.repec.org/a/zib/zbmjsa/v2y2018i2p1-5.html#:~:text=The%20results%20showed%20that%20Trichoderma,(%2D8.4%25)%2C%20tiller%20number)
- Martillo, J., Martínez, T., Centanaro, P., Morán, C., Martínez, F. y Macías, J. (2017). Efectos de la aplicación de *Trichoderma harzianum*, para el control de roya *Uromyces phaseoli* en cinco distanciamientos de siembra del cultivo de frejol *Phaseolus vulgaris* L. en la Provincia del Guayas. *El Misionero del agro*, 1-12. Obtenido de http://www.uagraria.edu.ec/publicaciones/revistas_cientificas/14/052-2017.pdf
- Mata, D., Rivero, M. y Segovia, E. L. (2018). Sistemas agroforestales con cultivo de cacao fino de aroma: Entorno socioeconómico y productivo. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 6(1), 103-115.
- Murrieta, E., y Palma, H. (2018). *MIP manual - Monilia*. Alianza cacao Perú. Obtenido de <https://issuu.com/comunicacionesalianzacacaoperu/docs/ma>
- Noles, M. (2020). *Evaluación de enmiendas orgánicas: efectos en la producción y fitosanidad del cacao (theobroma cacao l.) cultivar ccn-51*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala, El Oro. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16142>
- Pabón, M., Herrera, L. y Sepúlveda, W. (2016). Caracterización socio-económica y

productiva del cultivo de cacao en el departamento de Santander (Colombia). *Revista Mexicana de agronegocios*, 38, 1-13.

Paredes, M. 06 de marzo de (2016). El manejo fitosanitario del cultivo de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) y el rendimiento del mismo, en la Asociación Kallari". Recuperado de Slideshare.net: <https://www.slideshare.net/marcoonofreparedessolis/investigacin-en-moniliasis>

Pérez, E., y Zorrilla, J. (2017). *Biofungicidas para el control de moniliasis en el cultivo de Theobroma cacao I. Clon 575 en la ESPAM MFL*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Calceta: ESPAMMFL. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/537>

Pilalao, W., Alvarado, A., Pérez, D., y Torres, S. (2021). Manejo agroecológico de la Moniliasis en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) mediante la utilización de biofungicidas y podas fitosanitarias en el cantón La Troncal. *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 5(15), 453 - 468. Obtenido de <https://www.revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/140/350>

Puga, E. (2017). *Proceso de elaboración y utilización del abono orgánico (biol) en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L)*. Repositorio, Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3313>

Quintana, I. (2021). *Aplicación de tres métodos para el control de moniliasis (Moniliophthora roreri) en cacao, Cantón Bucay Provincia del Guayas*. Universidad Agraria del Ecuador. Guayas: UAE

Ramos, A., y Gómez, M. (2019). *Caracterización fenotípica y genotípica de aislados de cacao (Theobroma cacao I.) de Dibulla, Guajira* [Universidad Libre Seccional Barranquilla]. <http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/17815>

Reyes, O., Ortíz, C., Torres, M., Lagunes, L., & Valdovinos, G. (2016). Especies de Trichoderma del agroecosistema cacao con potencial de biocontrol de *Moniliophthora roreri*. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 22(2), 149-163. Obtenido de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182016000200149&lang=es

- Ruales, C. y Benítez, S. (2019). *Evaluación in vitro del efecto supresivo de Trichoderma spp. para el control de moniliasis (Moniliophthora roreri) del cacao (Theobroma cacao)*. Universidad San Francisco de Quito. Ecuador: USFQ. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/8171>
- Ruiz, J. (2017). *Evaluación de Trichoderma harzianum para el control de Moniliphthora roreri en cacao, El Tumbador, San Marcos*. Repositorio, Universidad Rafael Landívar, Coatepeque. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2017/06/17/Ruiz-Jose.pdf>
- Sandoya, M. (2019). *Tipos de injertos en plantas de vivero de cacao nacional (Theobroma cacao L.)*. Repositorio, Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6813>
- SENASICA. (2017). *guía para la producción agrícola*. Estados Unidos : SAGARPA.
- Sierra, L., Villamil, J., Olarte, Y., Mosquera, M., Fajardo, J., Pinzón, E. y Martínez, W. (2015). Integración de prácticas culturales y control biológico para el manejo de *Moniliophthora roreri* CIF & PAR. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 32(2), 13-25.
- Teneda, W. (2016). *Mejoramiento del Proceso de Fermentación del Cacao (Theobroma cacao L.) Variedad Nacional y Variedad CCN51* (Universidad Internacional de Andalucía). Universidad Internacional de Andalucía. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=664426>
- Terrero, P., Peñaherrera, S., Solís, Z., Vera, D., Navarrete, J. y Herrera, M. (2018). Compatibilidad in vitro de *Trichoderma spp.* Con fungicidas de uso común en cacao (*Theobroma cacao L.*). *Investigación Agraria*, 20(2), 146-151. <https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2018.diciembre.146-151>
- Tirado, P., Lopera, A. y Ríos, L. (2016). Estrategias de control de *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa* en *Theobroma cacao L.*: Revisión sistemática. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(3), 417-430. https://doi.org/10.21930/rcta.vol17_num3_art:517

- Torres, A. (2021). *Evaluación de extractos etanólicos de canela en el control de la moniliophthora roreri en cacao a nivel in vitro*. Repositorio, Universidad Técnica de Machala, El Oro. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16572>
- Vanegas, O. (2021). *Incompatibilidad sexual en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) y su incidencia en la producción*. Repositorio, Universidad Técnica de Machala, El Oro. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16585>
- Villamil, J., Viteri, S. y Villegas, W. (2015). Aplicación de Antagonistas Microbianos para el Control Biológico de *Moniliophthora roreri* Cif & Par en *Theobroma cacao* L. Bajo Condiciones de Campo. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 68(1), 7441-7450. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v68n1.47830>
- Villamizar, R., Ortíz, O., & Escobar, J. (2017). Symbiotic and endophytic fungi as biocontrols against cocoa (*Theobroma cacao* L.) phytopathogens. *Summa Phytopathologica*, 43, 87-93. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2175>
- Zambrano, G. (2018). *Evaluación de la influencia del proceso de beneficio del cacao (Theobroma cacao) CCN-51 de altura en su calidad final, mediante el análisis físico, físico-químico y sensorial*. Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16624/1/T-UCE-0008-CQU-044.pdf>

ANEXOS

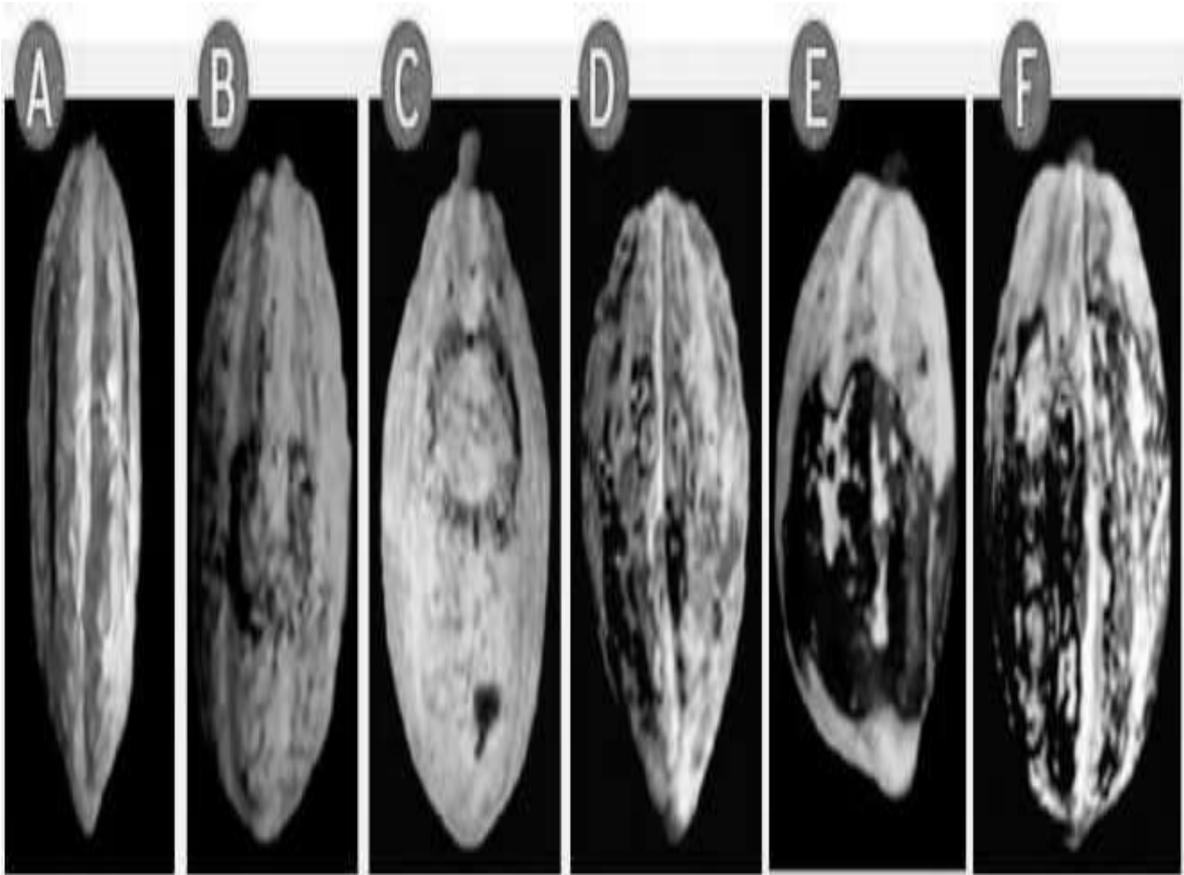


Figura 1. Escala de severidad externa

Determina la severidad externa de moniliasis: a) Grado cero (Fruto sano), b) Grado 1 (Presencia de puntos aceitosos), c) Grado 2 (Tumefacción o madurez prematura), d) Grado 3 (Manchas chocolate), e) Grado 4 (Micelio que cubre cuarta parte de manchas pardas) y f) Grado 5 (Micelio que cubre más de la cuarta parte de manchas chocolate).

Fuente: Murrieta y Palma (2018)

45 m

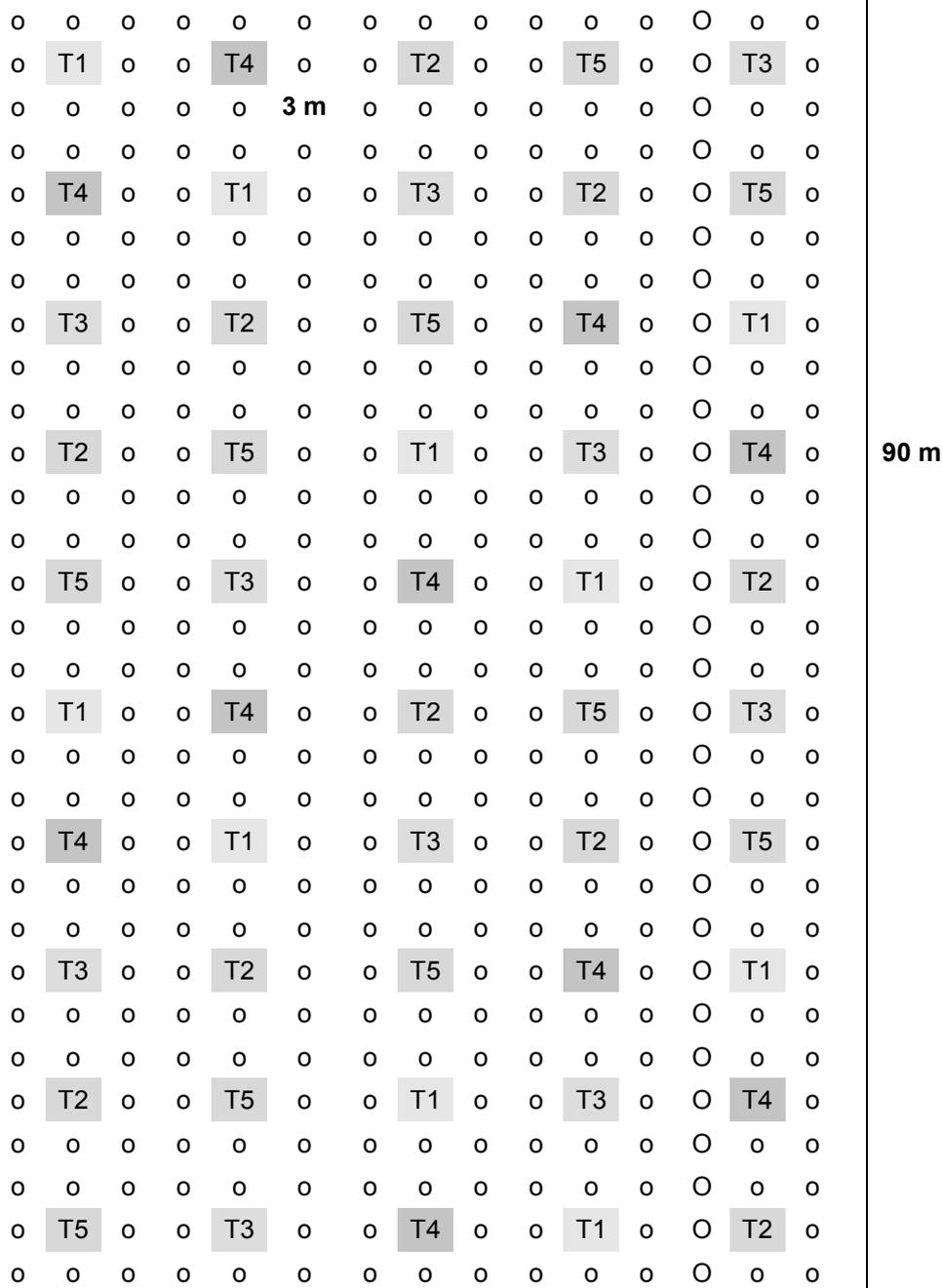


Figura 2. Croquis en campo experimental
Descripción gráfica de la ubicación de las plantas a evaluarse, con el área total del ensayo 4 050 m². Los tratamientos correspondientes son T1 *Trichoderma harzianum*, T2 *Trichoderma viride*, T3 *Trichoderma koningii*, T4 Complejo de hongos antagonísticos, T5 Clorothalonil.
Elaborado por: Lascano (2022)

T1	T4	T2	T5	T3
T4	T1	T3	T2	T5
T3	T2	T5	T4	T1
T2	T5	T1	T3	T4
T5	T3	T4	T1	T2
T1	T4	T2	T5	T3
T4	T1	T3	T2	T5
T3	T2	T5	T4	T1
T2	T5	T1	T3	T4
T5	T3	T4	T1	T2

Figura 3. Diseño experimental del ensayo (DCLR)
 Diseño cuadro latino replicado en campo
 Elaborado por: Lascano (2022)

THALONEX[®] 500 F - THALONEX[®] 720 F - THALONEX[®] 750 PM

NOMBRE COMUN: CLOROTALONIL

NOMBRE QUIMICO: Tetracloroisoftalonitrilo

CONCENTRACIONES: 500 g/l , 729 g/l, 75% grik

FORMULACION: Líquido floable - Polvo mojable.

TOXICIDAD: Categoría IV "CUIDADO"

LD₅₀ Oral Aguda en ratas > 10.000 mg/kg

LD₅₀ Dermal en conejo > 10.000 mg/kg

DESCRIPCION DEL PRODUCTO: Fungicida orgánico, no sistémico, de amplio espectro en el control de enfermedades en la mayor parte de cultivos. Se utiliza en cultivos anuales y perennes. Puede ser usado efectivamente en aspersiones concentradas, diluidas y en sistemas de riego por aspersión.

VENTAJAS:

- Por su excelente control de enfermedades se obtienen productos de primera calidad y mayores rendimientos, lográndose por consiguiente mayores ganancias en la cosecha.
- Controla enfermedades fungosas que atacan a los frutos y al follaje y su efecto es más persistente que otros fungicidas.
- Es un fungicida de acción preventiva.
- Por su formulación floable es resistente al lavado por lluvias, se adhiere y distribuye por la superficie de la hoja, protegiendo los tejidos nuevos.
- No es necesario agregar a la preparación surfactantes o adherentes.

MODO DE ACCION: Actúa esencialmente protegiendo las plantas contra las infecciones fungosas, la infección se evita como resultado de ciertas interacciones entre el THALONEX[®] y las células del hongo, quedando como resultado la pérdida de la viabilidad celular. No se desplaza del sitio de aplicación a otras partes de la planta, ni es absorbido por las raíces. El THALONEX[®] debe estar presente en el cultivo antes de que aparezca la infección.

Figura 4. Ficha Técnica del producto químico
Químico a base de Clorathalonil, Nombre comercial Thalonex
Elaborado por: Lascano (2022)



Figura 5. Producto empleado a base de *Trichoderma harzianum*
Elaborado por: Lascano, 2022.

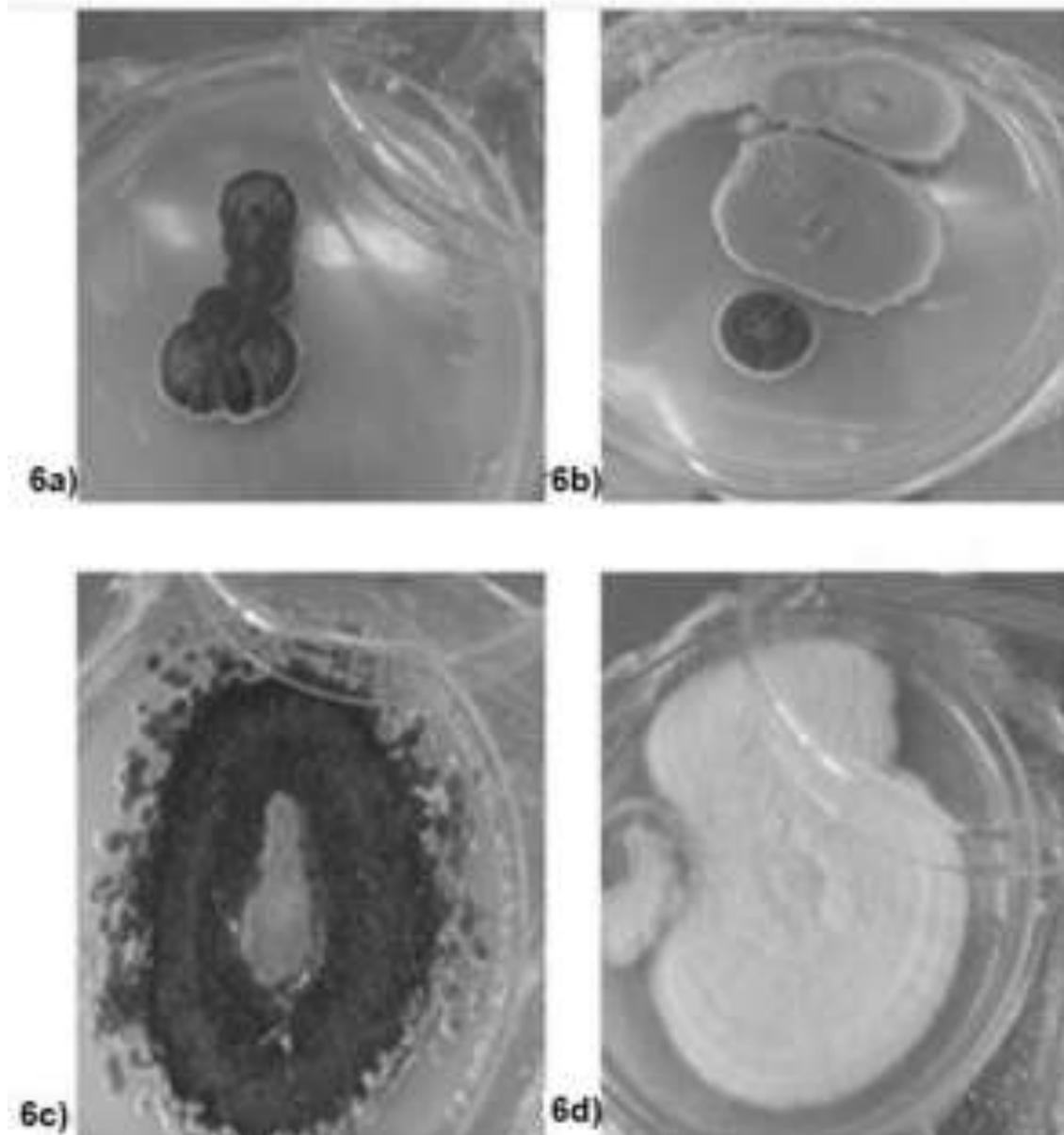


Figura 6. Crecimiento de cepas de *Trichoderma* en cajas de petri en PDA. Se detalla en la Figura 6 la identificación de los hongos antagonistas, observándose 6a) *Trichoderma harzianum*, 6b) *Trichoderma viride*, 6c) *Trichoderma koningii* y 6d) Complejo de *Trichoderma* sp.

Elaborado por: Lascano, 2022

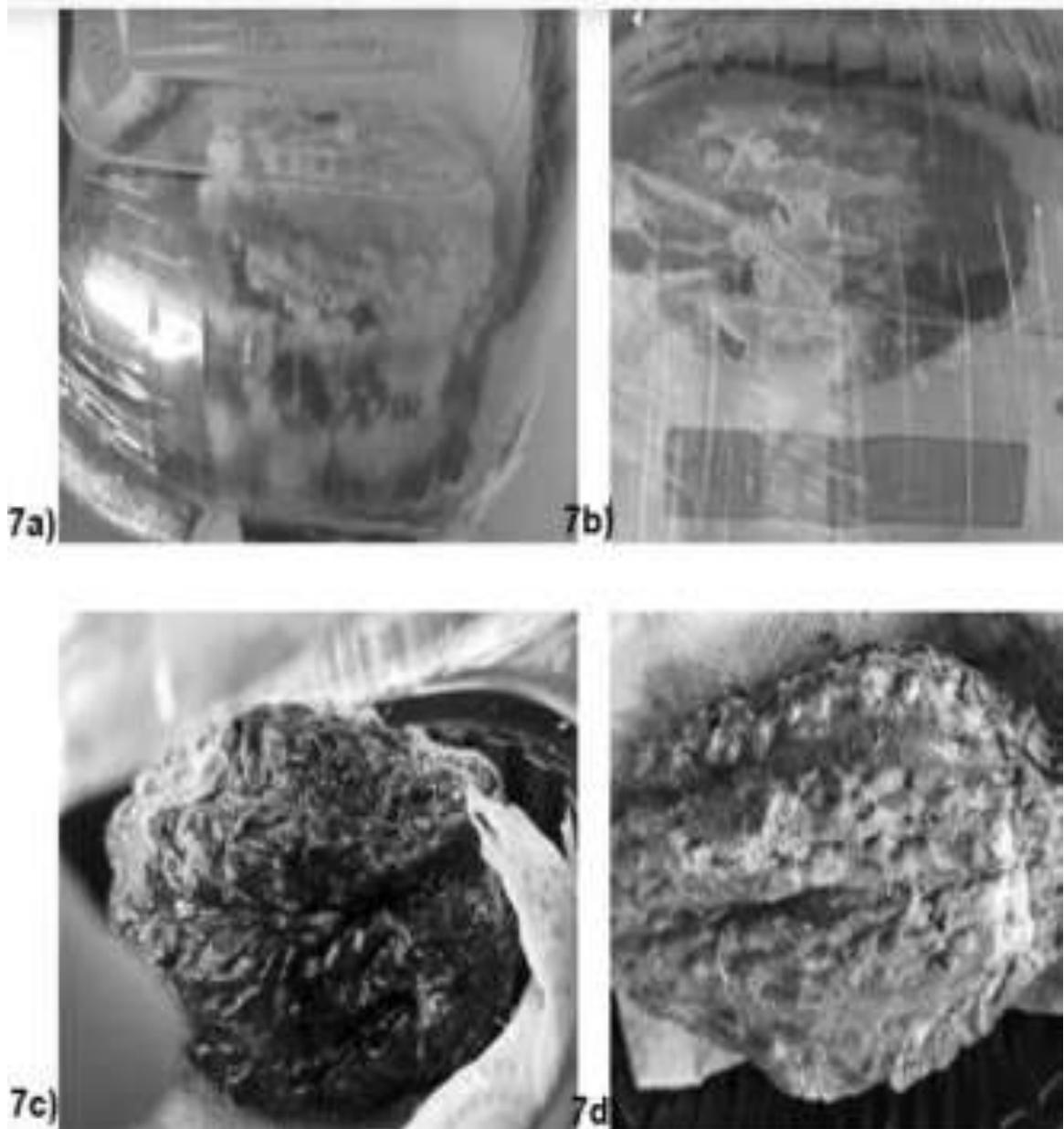


Figura 7. Mazorcas enfermas de moniliasis inoculadas con los hongos antagonistas
Se observa en la Figura 7 la inoculación con cada cepa de *Trichoderma sp.*, 7a) *Trichoderma harzianum*, 7b) *Trichoderma viride*, 7c) *Trichoderma koningii*, 7d) Complejo de *Trichoderma*.
Elaborado por: Lascano, 2022

Tabla 8. Recolección de datos de incidencia de Moniliasis

T1	T2	T3	T4	T5
0,00	0,00	14,30	33,30	0,00
25,00	100,00	100,00	8,60	57,10
0,00	40,90	0,00	90,00	47,10
0,00	50,00	55,60	64,30	19,00
0,00	0,00	0,00	70,00	60,00
23,10	18,20	63,60	7,70	40,00
50,00	4,00	0,00	0,00	60,00
0,00	0,00	0,00	22,20	25,00
33,30	9,10	33,30	0,00	14,30
42,90	0,00	9,10	60,00	0,00

Elaborado por: Lascano, 2022

Tabla 9. Datos transformados de incidencia de Moniliasis

T1	T2	T3	T4	T5
1,00	1,00	1,85	1,27	1,78
1,54	1,46	1,71	1,64	1,00
1,90	2,04	1,00	1,00	1,76
2,00	1,00	1,82	1,00	2,04
1,87	1,00	1,83	1,00	1,39
1,52	1,00	1,00	1,00	1,28
1,78	1,39	1,00	1,25	1,28
1,85	1,00	1,45	1,64	1,54
1,51	1,70	1,64	1,72	1,15
1,00	1,00	1,85	1,00	1,87

Elaborado por: Lascano, 2022

Tabla 10. Análisis estadístico de incidencia de Moniliasis
Incidencia-Trans

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Incidencia-Trans	50	0,21	0,00	26,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,38	13	0,11	0,73	0,7211
Tratamientos	0,42	4	0,11	0,72	0,5807
Filas	0,31	4	0,08	0,53	0,7119
Columnas	0,53	4	0,13	0,91	0,4701
Réplica	0,12	1	0,12	0,85	0,3635
Error	5,23	36	0,15		
Total	6,61	49			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=37,28454

Error: 843,3588 gl: 36

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T4: T.h+T.v+Tk	35,61	10	9,18 A
T5: Clorothalonil	32,25	10	9,18 A
T3: T.koningii	27,59	10	9,18 A
T2: T.viride	22,22	10	9,18 A
T1: T.harzianum	17,43	10	9,18 A

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

Elaborado por: Lascano, 2022

Tabla 11. Recolección de datos de severidad de moniliasis

T1	T2	T3	T4	T5
0,0	0,0	90,0	52,0	70,0
80,0	85,0	43,0	80,0	0,0
63,0	52,0	0,0	0,0	74,0
68,0	0,0	58,0	0,0	47,0
87,0	0,0	70,0	0,0	36,0
85,0	0,0	0,0	0,0	77,0
84,0	49,0	0,0	67,0	37,0
58,0	0,0	29,0	42,0	79,0
46,0	59,0	25,0	57,0	73,0
0,0	0,0	84,0	0,0	27,0

Elaborado por: Lascano, 2022

Tabla 12. Datos transformados de severidad de moniliasis

T1	T2	T3	T4	T5
1,00	1,00	2,00	1,79	1,90
1,95	1,98	1,72	1,95	1,00
1,86	1,79	1,00	1,00	1,92
1,89	1,00	1,83	1,00	1,76
1,99	1,00	1,90	1,00	1,66
1,98	1,00	1,00	1,00	1,94
1,97	1,77	1,00	1,89	1,67
1,83	1,00	1,59	1,72	1,95
1,75	1,84	1,54	1,83	1,92
1,00	1,00	1,97	1,00	1,57

Elaborado por: Lascano, 2022

Tabla 13. Análisis estadístico de severidad de moniliasis
Severidad-Trans

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Severidad-Trans	50	0,26	0,00	26,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,17	13	0,17	0,96	0,5023
Tratamientos	0,91	4	0,23	1,31	0,2841
Filas	0,71	4	0,18	1,03	0,4070
Columnas	0,55	4	0,14	0,80	0,5359
Réplica	5,04	1	5,14	3,03	0,9569
Error	6,22	36	0,17		
Total	8,39	49			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=41,99374

Error: 1069,8522 gl: 36

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T5: Clorothalonil	59,00	10	10,34 A
T4: T.h+T.v+Tk	52,10	10	10,34 A
T1: T.harzianum	34,80	10	10,34 A
T2: T.viride	33,90	10	10,34 A
T3: T.koningii	23,50	10	10,34 A

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

Elaborado por: Lascano, 2022

Tabla 14. Recolección de datos del rendimiento del cultivo

T1	T2	T3	T4	T5
459,62	1679,83	300,19	5624,33	301,75
1623,84	2485,53	1981,58	309,52	947,24
471,29	1266,10	426,96	1418,52	1385,86
156,32	1155,27	1480,74	990,40	749,51
863,25	287,75	447,96	459,62	956,57
1563,18	1083,34	754,37	824,36	1469,85
459,62	867,91	594,16	1922,47	1555,40
312,64	815,22	1364,86	293,97	1343,87
2188,45	443,29	1563,18	609,72	3602,31
3983,38	1880,09	881,91	2014,24	622,16

Elaborado, 2022

Tabla 15. Datos transformados del rendimiento del cultivo

T1	T2	T3	T4	T5
2,67	3,23	2,49	3,75	2,49
3,21	3,40	3,30	2,50	2,98
2,68	3,11	2,64	3,15	3,14
2,22	3,07	3,17	3,00	2,88
2,99	2,94	2,67	2,66	2,47
3,20	3,17	3,04	2,92	2,88
2,67	2,94	2,78	3,29	3,19
2,51	2,92	3,14	2,48	3,13
3,34	2,66	3,20	2,79	3,56
3,60	3,28	2,95	3,31	2,80

Elaborado por: Lascano, 2022

Tabla 16. Análisis estadístico del rendimiento del cultivo
Rendimiento-Trans

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento-Trans	50	0,16	0,00	11,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,84	13	0,06	0,52	0,8971
Tratamientos	0,13	4	0,03	0,26	0,8995
Filas	0,44	4	0,11	0,88	0,4873
Columnas	0,10	4	0,03	0,20	0,9354
Réplica	0,17	1	0,17	1,39	0,2467
Error	4,49	36	0,12		
Total	5,33	49			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1376,16411

Error: 1148934,4070 gl: 36

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T4: T.h+T.v+Tk	1665,59	10	338,96 A
T2: T.viride	1265,89	10	338,96 A
T3: T.koningii	1196,97	10	338,96 A
T5: Clorothalonil	1006,63	10	338,96 A
T1: T.harzianum	989,26	10	338,96 A

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

Elaborado por: Lascano, 2022



Figura 8. Selección de plantas experimentales
Lascano, 2022



Figura 9. Monitoreo inicial de *M. royeri*
Lascano, 2022



Figura 10. Toma de datos de severidad de enfermedad
Lascano, 2022



Figura 11. Preparación de tratamientos
Lascano, 2022



Figura 12. Aplicación de tratamientos
Lascano, 2022



Figura 13. Segunda toma de datos en campo
Lascano, 2022



Figura 14. Mazorca enferma grado 3 de severidad
Lascano, 2022



Figura 15. Preparación de segunda aplicación de tratamientos
Lascano, 2022



Figura 16. Visita de campo del tutor guía y tercera toma de datos
Lascano, 2022



Figura 17. Tercera aplicación de tratamientos
Lascano, 2022



Figura 18. Cuarta toma de datos en campo
Lascano, 2022



Figura 19. Toma de muestras enfermas en campo
Lascano, 2022



Figura 20. Evaluación final de campo
Lascano, 2022



21a)



21b)

Figura 21. Cosecha de frutos
Se observa en la Figura 21a) Primera cosecha de frutos y Figura 21b) Segunda cosecha
Lascano, 2022



22a)



22b)

Figura 22. Toma de datos del peso de mazorcas
Se observa en la Figura 22a) Primera toma de datos y Figura 22b) Segunda toma de datos
Lascano, 2022



Figura 23. Visita de tutora en laboratorio
Lascano, 2022



Figura 24. Preparación del agar en laboratorio Lascano, 2022



Figura 25. Preparación del medio del cultivo Lascano, 2022



Figura 26. Cajas petri identificadas por el hongo correspondiente
Lascano, 2022



Figura 27. Proceso de aplicación del hongo sobre las mazorcas enfermas
Lascano, 2022



Figura 28. Observación de hongos antagonistas en laboratorio Lascano, 2022

Naranjal, 04 de mayo del 2022

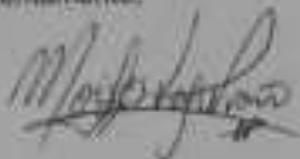
Ing. Martha Bucaram Leverone de Jorggs, PhD.
RECTORA
UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
Ciudad.-

De mis consideraciones

Yo Ing. Moisés Vega Proaño portador de la cédula de identidad N° 094057962-6 certifico que la Ing. Ariana Carolina Lascano Montes, portador de la cédula N° 092640522-6 concluyó con su trabajo de investigación denominado "EFECTO DE UN COMPLEJO DE HONGOS ANTAGONISTAS EN EL MANEJO DE *Monilophthora roreri* PATÓGENO DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN-51, GUAYAS" mismo que se llevó a cabo en los predios de mi finca ubicada en el Recinto El Tesoro (Ex cooperativa San Jacinto), perteneciente al cantón Naranjal, Guayas, dicho trabajo tuvo una duración de cuatro meses.

Es todo lo que puedo decir en cuanto al honor y la verdad.

Atentamente.



Moisés Vega Proaño
Ingeniero Agropecuario
Ci: 094057962-6

Figura 29. Certificado de culminación del trabajo experimental Lascano, 2022



Figura 30. Copia de cédula del propietario del lugar de estudio Lascano, 2022