



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ  
CARRERA AGRONOMÍA**

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

**EFFECTOS DE TRICHODERMA SPP. Y ÓXIDO CUPROSO  
SOBRE EL CONTROL DE MONILIASIS EN EL CULTIVO DE  
CACAO, PROVINCIA DE GUAYAS**

**AUTOR**

**GUAMÁN GUAMÁN NÉSTOR LEONARDO**

**TUTOR**

**ING. DANILO RAMIRO VALDEZ RIVERA MSc**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**2024**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ  
CARRERA DE AGRONOMÍA**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, **ING. DANILO RAMIRO VALDEZ RIVERA MSc.**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EFFECTOS DE TRICHODERMA SPP. Y ÓXIDO CUPROSO SOBRE EL CONTROL DE MONILIASIS EN EL CULTIVO DE CACAO, PROVINCIA DE GUAYAS**, realizado por el estudiante **GUAMÁN GUAMÁN NÉSTOR LEONARDO**; con cédula de identidad N°**0953475530** de la carrera **AGRONOMÍA**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Firma del Tutor

Guayaquil, 06 de septiembre del 2024



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“EFECTOS DE TRICHODERMA SPP. Y ÓXIDO CUPROSO SOBRE EL CONTROL DE MONILIASIS EN EL CULTIVO DE CACAO, PROVINCIA DE GUAYAS”**, realizado por el estudiante **GUAMÁN GUAMÁN NÉSTOR LEONARDO**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

Ing. Juan Martillo García, M.Sc.  
**PRESIDENTE**

---

Ing. Darlyn Amaya Márquez, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

Ing. Winston Espinoza Moran, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

Ing. Danilo Valdez Rivera, M.Sc.  
**EXAMINADOR SUPLENTE**

Guayaquil, 21 de octubre del 2014

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres, ROSA CONCEPCION GUAMÁN LEMA y MANUEL GUAMÁN GUAPI, quienes han sido un apoyo incondicional especialmente a mi papito que, aunque no esté físicamente, pero siempre lo llevo en mi corazón, y demostró su cariño, humildad y sencillez, a pesar de las adversidades. También quiero dedicar este trabajo a mis hermanos, primos, tíos y cuñados que fueron como mis verdaderos amigos por su consejo y sus palabras de aliento que me supieron dar en los momentos difíciles.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, deseo expresar mi profundo agradecimiento a mi tutor de tesis Ing. Danilo Valdez Rivera, cuya orientación y apoyo fueron fundamentales en cada una de las etapas de este proyecto, y lograr los resultados deseados. Por último, quiero agradecer a todos mis compañeros de la Universidad y a mi familia por su constante apoyo incluso en los momentos difíciles. En especial, quiero agradecer a mi madre a pesar de la muerte de mi padre siempre estuvo ahí para darme apoyo emocional y económico para cumplir mi sueño de ser un excelente profesional.

## **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo, **GUAMÁN GUAMÁN NÉSTOR LEONARDO**, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre **“EFECTOS DE TRICHODERMA SPP. Y ÓXIDO CUPROSO SOBRE EL CONTROL DE MONILIASIS EN EL CULTIVO DE CACAO, PROVINCIA DE GUAYAS”** para optar el título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 3 de octubre del 2024

Firma

---

**GUAMÁN GUAMÁN NÉSTOR LEONARDO**  
**C.I. 0953475530**

## RESUMEN

El cultivo de cacao en la actualidad tiene mucha importancia económica en nuestro país por el precio, ya que alcanzó hasta \$400 USD, el quintal. La presente investigación se la realizó en la provincia del Guayas cantón Cerecita y aborda la eficacia de dos fungicidas tanto químico y biológico para el control de la monilia (*Moniliophthora roreri*) en respuesta a las necesidades de bajar la incidencia y severidad en el cultivo del cacao para reducir las pérdidas económicas y aumentar la productividad. Se usó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), constituido por tres tratamientos y siete repeticiones. El análisis se realizó con el programa estadístico Infostat, se uso el test de tukey al 5% de probabilidad. Los tratamientos usados fueron el óxido cuproso y el *Trichoderma sp.*, con un testigo absoluto para realizar las comparaciones. Los resultados mostraron que ninguno de los tratamientos fue altamente significativo ( $p>0,05$ ). Sin embargo, el óxido cuproso mostró mayor cantidad de frutos a los 15 y 45 días con una media del 31 y 37.57 con una incidencia menor del 18.43% y severidad menor del 0.91% con una eficacia del 36.14%, seguido por el *Trichoderma* con una media de numero de frutos del 24.71 y 31.29 con una incidencia del 23.29% y severidad del 1.03% con una eficacia del 19.3% y por último el testigo absoluto mostro menor cantidad de frutos sanos con una media del 23.29 y 28.71 con una incidencia mayor del 18.43% y severidad mayor del 1.21%. Se concluye que se puede controlar monilia usando Oxido cuproso o *Trichoderma sp.* Y se recomienda hacer más ensayos con fungicidas químicos y biofungicidas para el control de esta enfermedad.

**Palabras clave:** *Moniliophthora roreri*, óxido cuproso, *Trichoderma sp.*, severidad.

## ABSTRACT

The cultivation of cocoa is currently of great economic importance in our country due to its price, as it reached up to \$400 USD per quintal. This research was conducted in the province of Guayas, in the Cerecita canton, and addresses the effectiveness of two fungicides, both chemical and biological, for the control of frosty pod rot (*Moniliophthora roreri*) in response to the need to reduce the incidence and severity of cocoa crop disease to minimize economic losses and increase productivity. A Completely Randomized Block Design (CRBD) was used, consisting of three treatments and seven repetitions. The analysis was performed using the Infostat statistical program, and the Tukey test was applied at a 5% probability level. The treatments used were cuprous oxide and *Trichoderma* sp., with an untreated control for comparison. The results showed that none of the treatments were highly significant ( $p>0.05$ ). However, cuprous oxide showed a higher number of fruits at 15 and 45 days, with an average of 31 and 37.57, with a lower incidence of 18.43% and a severity of less than 0.91%, with an efficacy of 36.14%. This was followed by *Trichoderma* with an average number of fruits of 24.71 and 31.29, an incidence of 23.29%, and a severity of 1.03%, with an efficacy of 19.3%. Lastly, the untreated control showed the lowest number of healthy fruits, with an average of 23.29 and 28.71, a higher incidence of 18.43%, and a severity greater than 1.21%. It is concluded that frosty pod rot can be controlled using cuprous oxide or *Trichoderma* sp. It is recommended to conduct more trials with chemical fungicides and biofungicides for the control of this disease.

**Keywords:** *Moniliophthora roreri*, copper oxide, *Trichoderma*, severity

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
Autorización de Autoría Intelectual .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
INDICE DE FIGURAS .....	xiv
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
1.1 Antecedentes del problema.....	15
1.2 Planteamiento y formulación del problema .....	16
<i>1.2.1 Planteamiento del problema .....</i>	<i>16</i>
<i>1.2.2 Formulación del problema .....</i>	<i>16</i>
1.3 Justificación de la investigación .....	17
1.4 Delimitación de la investigación .....	17
1.5 Objetivo general .....	17
1.6 Objetivos específicos.....	17
1.7 Hipótesis .....	18
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
2.1 Estado del arte .....	19
2.2 Bases teóricas.....	20
<i>2.2.1 Origen e Importancia del cacao.....</i>	<i>20</i>
<i>2.2.2 Generalidades .....</i>	<i>20</i>
<i>2.2.3 Taxonomía del cacao.....</i>	<i>21</i>
<i>2.2.4 Morfología del cacao .....</i>	<i>21</i>
2.2.4.1. Sistema radicular .....	21
2.2.4.2. Tallo .....	21
2.2.4.3. Hoja.....	22
2.2.4.4. Flores .....	22
2.2.4.5. Fruto .....	22

2.2.4.6. Semillas .....	22
<b>2.2.5 Condiciones edafoclimáticas .....</b>	<b>23</b>
2.2.5.1. Temperatura .....	23
2.2.5.2. Suelo .....	23
2.2.5.3. Humedad relativa .....	23
2.2.5.4. Altitud .....	23
2.2.5.5. Precipitación .....	23
<b>2.2.6 Moniliasis en el cultivo del cacao.....</b>	<b>24</b>
2.2.6.1. Taxonomía de la enfermedad .....	24
2.2.6.2. Origen de la <i>M. roleri</i> .....	24
2.2.6.3. Epidemiología .....	24
2.2.6.4. Ciclo de la enfermedad .....	25
2.2.6.5. Sintomatología.....	25
<b>2.2.7 Control fitosanitario de la moniliasis .....</b>	<b>25</b>
2.2.7.1. Control cultural .....	25
2.2.7.2. Control biológico .....	26
2.2.7.3. Control químico .....	26
<b>2.2.8 Características de la <i>Trichoderma spp.</i> .....</b>	<b>27</b>
2.2.8.1. Clasificación taxonómica.....	27
2.2.8.2. Mecanismo de acción.....	27
2.2.8.2.1. Producción de metabolitos ( <i>Antibiosis</i> ).....	28
2.2.8.2.2. <i>Micoparasitismo</i> . .....	28
2.2.8.2.3. <i>Competencia</i> . .....	28
2.2.8.3. Ventaja de la <i>Trichoderma spp.</i> .....	29
2.2.8.4. Compatibilidad.....	29
<b>2.2.9 El fungicida químico.....</b>	<b>29</b>
2.2.9.1. El Oxido Cuproso .....	29
2.2.9.2. Modo de acción.....	30
2.2.9.3. Compatibilidad.....	30
2.2.9.4. Toxicidad .....	30
2.2.9.5. Ecotoxicidad .....	30
2.2.9.6. Contradicciones.....	30
2.2.9.7. Dosis.....	30
<b>2.3 Marco legal .....</b>	<b>31</b>

<b>2.3.1 Constitución de la República del Ecuador .....</b>	<b>31</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1 Enfoque de la investigación.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1.1 Tipo de la investigación .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1.1.1. Investigación de campo y laboratorio.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1.1.2. Investigación experimental.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1.2 Diseño de investigación.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2 Metodología.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.1 Variables.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.1.1. Variable independiente .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.1.2. Variable dependiente.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.1.2.1. Características microscópicas.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.1.2.2. Frutos sanos.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.1.2.3. Frutos enfermos.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.1.2.4. Incidencia.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.1.2.5. Severidad.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.1.2.5. Eficacia del tratamiento.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.1.2.6. Análisis económico.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.2 Tratamiento .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.3 Diseño experimental.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.4 Recolección de datos.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.4.1. Recursos .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.4.2. Métodos y técnicas.....</b>	<b>36</b>
<b>3.2.4.2.1. Métodos de la investigación.....</b>	<b>36</b>
<b>3.2.4.2.2. Técnicas de la investigación.....</b>	<b>36</b>
<b>3.2.4 Análisis estadístico .....</b>	<b>37</b>
<b>3.2.5.1. Hipótesis estadística.....</b>	<b>37</b>
<b>3.2.5.2. Delimitación experimental .....</b>	<b>38</b>
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1 Identificación mediante análisis de laboratorio la presencia de moniliasis en el cultivo de cacao.....</b>	<b>39</b>
<b>4.1.1 Características microscópicas.....</b>	<b>39</b>
<b>4.2 Determinación del efecto de la aplicación de los fungicidas sobre la incidencia y severidad de moniliasis en el cultivo de cacao.....</b>	<b>39</b>

<b>4.2.1 Frutos sanos .....</b>	<b>39</b>
<b>4.2.2 Frutos enfermos.....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.3 Incidencia % .....</b>	<b>41</b>
<b>4.2.4 Severidad % .....</b>	<b>41</b>
<b>4.2.5 Eficacia del producto.....</b>	<b>42</b>
<b>4.3 Costos de los tratamientos aplicados en el presente estudio. ....</b>	<b>42</b>
<b>4.3.1 Análisis económico .....</b>	<b>42</b>
<b>5. DISCUSIÓN .....</b>	<b>45</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>6.1 Conclusiones.....</b>	<b>47</b>
<b>6.2 Recomendaciones.....</b>	<b>47</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>54</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Evaluación de severidad externa .....	34
Tabla 2. Tratamientos .....	35
Tabla 3. Descripción de los gastos del proyecto .....	36
Tabla 4. Análisis de varianza (ANDEVA) .....	37
Tabla 5. Delimitación experimental .....	38
Tabla 6. Conteo de mazorcas sanas a los 15 y 45 días.....	40
Tabla 7. Conteo de mazorcas enfermas a los 15 y 45 días .....	40
Tabla 8. Incidencia de la moniliasis a los 15 y 45 días.....	41
Tabla 9. Severidad de la enfermedad a los 15 y 45 días .....	42
Tabla 10. Eficacia del producto .....	42
Tabla 11. Rendimiento (kg/ha).....	43
Tabla 12. Análisis económico.....	43

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características microscópicas del hongo <i>Moniliophthora roreri</i> .....	39
Figura 2. Visualización del fruto infectado por la moniliasis .....	54
Figura 3. Recolección de la muestra de fruto infectado .....	54
Figura 4. La trasladación de la muestra en el laboratorio .....	55
Figura 5. Aplicación de métodos de la cinta adhesiva. ....	55
Figura 6. Observación de la muestra en el microscopio .....	56
Figura 7. La visualización de la estructura microscópica del hongo.....	56
Figura 8. Ficha técnica de oxido cuproso.....	57
Figura 9. Ficha técnica del Trichoderma .....	57
Figura 10. Colocación de los carteles para establecer los tratamientos .....	58
Figura 11. La mezcla de los fungicidas con agua en la mochila fumigadora ...	58
Figura 12. La aplicación de los fungicidas en los primeros días .....	59
Figura 13. La toma de datos a los 15 días en el área útil.....	59
Figura 14. Aplicación de trichoderma a los 15 días.....	60
Figura 15. Aplicación de los fungicidas a los 30 días.....	60
Figura 16. Control de malezas .....	61
Figura 17. Visita de tutor .....	61
Figura 18. Guía e indicaciones del Tutor .....	62
Figura 19. Tomando los datos sobre los pesos de los granos de cacao.....	62
Figura 20. Números de frutos sanos en infostat a los 15 días .....	63
Figura 21. Números de frutos sanos en infostat a los 45 días .....	63
Figura 22. Números de frutos enfermos en infostat a los 15 días .....	64
Figura 23. Números de frutos enfermos en infostat a los 45 días .....	64
Figura 24. Incidencia de la enfermedad en infostat a los 15 días .....	65
Figura 25. Incidencia de la enfermedad en infostat a los 45 días .....	65
Figura 26. Severidad de la enfermedad en infostat a los 15 días .....	66
Figura 27. Severidad de la enfermedad en infostat a los 45 días .....	66
Figura 28. Porcentaje de los frutos .....	67
Figura 29. Croquis de ensayos .....	67

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes del problema

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un cultivo milenario que se desarrolla en los países de las zonas costeras de Latinoamérica, es un tesoro trascendental y cultural. Sus orígenes se remontan a los primeros años tras la venida de los españoles, de donde inicia su importancia para los agricultores y para el comercio. Se consideraba no solo una fuente de alimento sino también sirvió como moneda de cambio, por lo general se acepta y valora en las regiones donde se cultivaba (Zúñiga, 2022).

El Banco de Desarrollo de América Latina (BDAL, 2022), representa que el cultivo de cacao posee una producción de 825 000 toneladas en Latinoamérica durante el periodo 2018-2019, donde los principales países productores son Brasil, Colombia, Ecuador y República Dominicana. Sin embargo, hay mercados que buscan la calidad organoléptica del cacao. Estos países poseen condiciones climáticas adecuadas y de biodiversidad únicas, por lo que el cacao contiene características especiales que se pueden apreciar en Ecuador, considerado uno de los principales países exportadores de cacao fino aroma.

En Ecuador el cultivo de cacao se concentra en 21 provincias, y se divide en cuatro grupos; grupo uno con tres provincias con mayores áreas de producción, está conformado por Los Ríos, Manabí y Guayas, con superficie sembradas entre 120 000 a 131 000 hectáreas; grupo dos solo está la provincia de Esmeraldas con un estimado de 70 000 hectáreas, grupo tres, con cuatro provincias como Sucumbíos, Orellana, Santo Domingo de los Tsáchilas y Bolívar estima entre 18 000 a 30 000 hectáreas. Las 13 provincias restantes poseen menos de 11 000 hectáreas (Coll y Jimenez, 2022).

A pesar del beneficio económico y social del cacao en América y los países africanos, los rendimientos del cacao pueden ser mínimo por la variedad de enfermedades asociado al cultivo; tales como la *Moniliophthora roreri* provoca una enfermedad conocida como “moniliasis” y provoca una pérdida hasta el 90% en la producción. Las graves pérdidas que produce este basidiomiceto lo convierten en una de las principales amenazas para el cultivo del cacao a nivel mundial. (Toala et al., 2019).

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2015) detallan que la moniliasis se desarrolla con mayor frecuencia durante la temporada

de lluvia y es uno de los problemas más comunes en zonas costeras del Ecuador donde las condiciones climáticas como la humedad y la temperatura favorecen la aparición y dispersión del patógeno.

Los miembros de la familia *Trichoderma* se encuentran entre los microorganismos beneficiosos que poseen diferentes modos de acción, lo que les permite producir un efecto biorregulador; además son capaces de competir por el espacio, se desarrolla muy rápido y tolera condiciones ambientales extremas y tiene la capacidad de parasitar y controlar la moniliasis. Estas características los hacen más importantes como agentes potenciales del control biológico para bajar la incidencia de la enfermedad (Hoyos et al., 2023).

Se evalúa el uso de agentes de control químico para controlar la enfermedad de la monilia y muestra ser eficiente en el manejo de la infestación. En Colombia, se utilizan con frecuencia fungicidas de contacto a base de cobre que obtiene un mejor resultado al usar óxido cuproso ya que se evidencia el efecto de varios fungicidas sobre *M. rozeri*, donde se observa que in vitro que la moniliasis es vulnerable a los fungicidas sistémicos como contactos (Rojas, 2023)

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

Los habitantes de la zona cacaotera en la provincia de Guayas presenta problema muy serio en la producción de cacao por su alta presencia de enfermedades como la moniliasis que causa la pudrición a la mazorca de cacao sino se trata al tiempo puede convertirse en una fuente de propagación del hongo que puede ocasionar pérdidas en la parte económica porque muchos productores del cacao dependen de su cultivo para subsistir en la vida cotidiana. Por esa razón se realiza esta investigación experimental para conocer la eficacia de los fungicidas tanto sintético y biológico sobre la incidencia y severidad de la enfermedad que causa daños significativos en el fruto de cacao, y aumentar la rentabilidad en los cultivos. Mediante el análisis de laboratorio para identificar la estructura del hongo fitopatógeno, y aplicar las dosis adecuadas de estos fungicidas para el manejo fitosanitario.

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Cuáles de estos fungicidas pudo reducir el número de presencia de la moniliasis en el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.)?

### 1.3 Justificación de la investigación

Con este proyecto se aprovecha la eficacia del control biológico como *Trichoderma spp.* y el fungicida de contacto como el óxido cuproso para dar el conocimiento adecuado para la correcta manipulación de los fungicidas a los productores de cacao de la provincia del Guayas. La aparición de moniliasis en el cultivo de cacao es un problema que provoca graves pérdidas económicas, esto no deja opción a los productores de esta especie vegetal a utilizar fungicidas sintéticos, y la aplicación inadecuada de esta causa contaminación a largo plazo en el medio ambiente, y a su vez problema de salud por en las poblaciones rurales. Para prevenir la contaminación del medio ambiente es la utilización de manera responsable de los productos químicos, sabiendo la dosis recomendada por la etiqueta, y otra opción más sostenible, es la aplicación de un hongo benéfico conocido como *Trichoderma spp.* para bajar la incidencia y severidad del hongo en esta zona donde los factores climáticos favorecen recursos necesarios para el desarrollo del hongo fitopatógeno.

### 1.4 Delimitación de la investigación

La delimitación de la investigación indica con precisión el espacio, el tiempo o período y la población involucrada. Debe ser redactada en un solo párrafo.

- **Espacio:** Se realizó en la hacienda Santa Elena en la zona Cerecita, provincia del Guayas, con las coordenadas de UTM  $x=2.392697$ ,  $y=80.291324$ . Latitud S  $2^{\circ}23'28.8''$  Longitud W  $80^{\circ}17'28.2''$ .
- **Tiempo:** La presente investigación se inició en el mes de febrero hasta el mes de julio del 2024.
- **Población:** Este estudio está dedicado a todos los habitantes del sector de la provincia del Guayas.

### 1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de *Trichoderma spp.* y el óxido cuproso mediante análisis de laboratorio sobre el control de moniliasis en el cultivo de cacao, provincia de Guayas.

### 1.6 Objetivos específicos

- Identificar mediante análisis de laboratorio la presencia de moniliasis en el cultivo de cacao.

- Determinar el efecto de la aplicación de los fungicidas sobre la incidencia y severidad de moniliasis en el cultivo de cacao.
- Definir los costos del tratamiento aplicado en el presente estudio.

### **1.7 Hipótesis**

El presente estudio tiene como objetivo determinar cuál de los fungicidas evaluados resulta más efectivo en la reducción de la presencia de moniliasis en las plantaciones de cacao de la provincia del Guayas.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Estado del arte

Las investigaciones del Cruz et al. (2023) señalan que el hongo *M. roreri* tiene una tendencia a aparecer en zonas cercanas al nivel del mar y en condiciones de humedad. Su estructura morfológica se compone de hifas transparente, septadas con doliporo, pudiendo presentar una pared delgada o gruesa; sus esporas de este hongo suelen ser globosa, subglobosa y elípticas que tienden a oscilar entre 5 y 15  $\mu\text{m}$ .

Este hongo basidiomiceto presenta un micelio hialino, ramificado y septado con doliporas normales. Los conidios (esporas) se desarrollan de un basidio modificado y se agrupan en cadenas con maduración hacia la base que varían de cuatro a diez esporas y están encapsulado por la pared celular. Las esporas suelen ser redondeadas con la edad, convirtiéndose en globosas a subglobosas, de 6.5 a 15  $\mu\text{m}$ , y también a veces puede ser elipsoidales, de 8-20 x 5-14  $\mu\text{m}$ , posee una pared gruesa del color amarillo suave o pardo (CropLite, 2022).

Cadena y Loza (2022) confirma en un ensayo de campo donde se aplica la dosis de *Trichoderma* cada 15 días en una mochila fumigadora con una capacidad de 20 litro de agua, y los tratamientos fueron el testigo (T1), la aplicación de 300 g de *Trichoderma* (T2), y 200 g de *Trichoderma* (T3) según el DBA. La evaluación mostró que el tratamiento (T2) con 300 g fue el que obtuvo mejores resultados para el control del hongo fitopatógeno, bajando la incidencia en 6% y la severidad en 10.87% en comparación con el testigo.

Ramírez (2019) evalúa el potencial del control biológico de cepas nativas de *Trichoderma spp* para controlar la moniliasis (*Moniliophthora sp.*). se trabajó con 12 cepas nativas de *Trichoderma spp* y una cepa de moniliasis, procedentes de una plantación de cacao de la provincia de Bagua, manifestándose para las cepas nativas de *Trichoderma spp* 100% de mico parasitismo (CP10-3, CP14-5, CP24-6 y CP53-2), diferenciando significativamente en comparación con los demás tratamientos. Las cepas nativas de *Trichoderma spp.* mostraron los porcentajes más altos de antagonismo sobre la moniliasis: la CP24-6, con un valor de 57.27% y la CP24-6 mostro un valor de 78.64% de antagonismo contra *Moniliophthora sp.*, siendo el valor máximo de antagonismo.

Zambrano (2024) expone en su investigación con base a los cinco tratamientos con cuatro repeticiones y la aplicación adecuada de dos fungicidas. Al

final del proyecto dieron como resultado que la aplicación Clorotalonil y fungicidas a base de cobre obtuvieron una diferencia siendo este último tratamiento con un valor de 82.64% en fruto sano que obtuvo mejor eficacia en comparación con el Clorotalonil con un valor de 72.18% en fruto sano.

Las investigaciones del Ahmed et al. (2020) adoptó el diseño experimental conocido como un Diseño en Cuadro Latino (DCL) con seis tratamientos y con seis repeticiones. Se comprobó que *Trichoderma harzianum* mostró mejores resultados en dosis de 600g/ha al reducir la cantidad de mazorcas enfermas, superado al sulfato de cobre. Aumentó el rendimiento y calidad del cultivo de cacao, y contribuye a la conservación de medio ambiente.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Origen e Importancia del cacao**

El árbol de cacao se conocía como pepa de oro en la antigüedad, y en la actualidad se llama por su nombre científico *Theobroma*, que en latín griego quiere decir como “comida de los dioses, es originario de América. En los relatos históricos argumentan que los mayas fueron los primeros productores de cacao, la semilla de la mazorca se usó como moneda de cambio. Sin embargo, los aztecas lo cultivaban como una planta sagrada y los únicos que podían adquirir eran las familias de la clase alta (Villamar et al., 2016).

El cultivo de cacao se cultiva en más de 100000 unidades productiva que hallan en la región costera. Ecuador era conocido como un productor de cacao fino aroma, y por eso se ocupa la octava posición mundial como productor y exportador, con el 50% de la oferta que satisface al importante segmento de mercado (Menéndez, 2019).

Aunque el cacao es el ingrediente principal para fabricar el chocolate, pero existen otro producto derivado de este cultivo como la manteca de cacao, el licor de cacao, la torta de cacao y el cacao en polvo que logró gran aceptación en el mercado. La industria cosmética también se beneficia para elaborar champú, cremas, mascarillas, protector solar, jabones, y entre otros productos innovadores (Santistevan y Pérez, 2020).

### **2.2.2 Generalidades**

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una especie perteneciente al género *Theobroma* de la familia Malvaceae, está incluida en más de 22 especies. Es un cultivo tropical que se encuentra en África, Asia, Oceanía y América, donde las

plantaciones están destinadas en la producción de semillas como materia prima para la elaboración de chocolate y otro derivado en la empresa alimentarias o cosméticas (Sánchez et al., 2017).

Se adapta en los bosques húmedos tropicales de Latinoamérica, ya que posee una amplia diversidad genética que favorece soportar las condiciones climáticas adversas. Su diversidad genética deriva de su estatus sexual, ya que el cacao es alógamo, lo que quiere decir que su polinización es cruzada y se centra en la polinización entomológica (Díaz et al., 2020).

La capacidad de producción internacional supera los 4 millones de toneladas. Se considera el cultivo muy importante en el negocio de exportación que sobrepasa más de 5000 millones dólares anuales durante el periodo 2014-2015. Ecuador se convierte en el mayor productor de cacao dentro de Latinoamérica y ocupa la sexta posición a nivel mundial (Córdova et al., 2019).

### **2.2.3 Taxonomía del cacao**

El árbol de cacao presenta su clasificación taxonómica que se da de la siguiente manera (Vanegas,2021):

**División:** Espermatofita

**Clase:** Angiosperma

**Sub-clase:** Dicotiledónea

**Orden:** Malvales

**Sub-orden:** Malvinas

**Familia:** Esterculiáceas

**Tribu:** Bitneria

**Género:** Theobroma

**Especie:** T. cacao

### **2.2.4 Morfología del cacao**

#### **2.2.4.1. Sistema radicular**

El sistema radicular está formado por una raíz principal que en condiciones adecuadas puede alcanzar una profundidad de más de 2 m y facilitar la absorción de nutrientes. Las extensas raíces laterales superficiales se encuentran distribuida 15 cm aproximadamente por debajo del nivel del suelo (Figuroa et al., 2022).

#### **2.2.4.2. Tallo**

El tallo presenta un tronco que exhibe un proceso de crecimiento dimórfico. Las ramas tienen forma de abanico, y cada rama principal contiene de tres a seis

ramillas. Esta es una planta con flores conocida como cauliflora, es decir, que las inflorescencias aparecen en los tallos o ramas viejas. La superficie exterior tiene color marrón oscuro, y es rugosa y agrietada mientras que el interior tiene color marrón claro y no posee sabor (Figueroa et al., 2022).

#### **2.2.4.3. Hoja**

Las hojas del cacao son grandes, simples, colgantes, alargadas, y su función principal es elaborar los carbohidratos necesarios para el desarrollo de la planta a través de la fotosíntesis, de 20 a 35 cm de largo por 4 a 15 cm de ancho aproximadamente, de punta larga, ligeramente más grueso, margen liso, verde oscuro en el haz y verde pálido en el envés, cuelgan de un pecíolo (Figueroa et al., 2022).

#### **2.2.4.4. Flores**

Las flores de cacao son caulifloras, es decir que surgen directamente de los cojinetes florales en las ramas horizontales. Posee cinco estambres externos que están funcionales, mientras que otros cinco estambres internos conocidos como estaminoides, no cumplen función alguna. El gineceo está compuesto por un ovario súpero con cinco carpelos y cinco lóculos, con una placentación axilar. El número de óvulos puede variar dependiendo de la especie y la variedad genética (Jaramillo et al., 2022).

#### **2.2.4.5. Fruto**

La mazorca de cacao son frutas de tipo de considerable tamaño de 15 a 30 cm de largo por 7 a 10 cm de ancho, y están conectado por un pedúnculo que se origina en el tallo de la flor. Cada fruto posee cinco compartimentos, cada uno compuesto por dos partes, cada una con dos lóbulos y un surco interno. Su forma puede diferir según la variedad genética, lo que facilita su clasificación (Sacoto et al., 2022).

#### **2.2.4.6. Semillas**

Las semillas tienen una forma alargada y están cubierta por una capa protectora llamada cutícula, cuya función principal es resguardar los cotiledones. En la parte exterior de esta cubierta se encuentra el mucilago, que es una sustancia dulce y pegajosa que facilita el proceso de fermentación de los granos del cacao (Sacoto et al., 2022).

## **2.2.5 Condiciones edafoclimáticas**

### **2.2.5.1. Temperatura**

La temperatura óptima para el desarrollo del cultivo de cacao se sitúa entre los 18 y 32°C. Sin embargo, cuando la temperatura supera los 34 °C o desciende por debajo de los 18°C, se disminuye el rendimiento del cultivo. Para asegurar una productividad aceptable, la temperatura promedio no debe superar los 22°C y la temperatura mínima no debe ser inferior a los 15°C (Suárez et al., 2022).

### **2.2.5.2. Suelo**

En lo que respecta a las propiedades físicas del suelo necesarias para la producción del cultivo de cacao, se requieren suelos aluviales, de textura franca y con una profundidad de 1.0 a 1.5 metro, con un pH que oscile entre 6.0 y 6.5. Estos suelos deben poseer una estructura granular y evitar la compactación, además de contar con un buen drenaje y un subsuelo permeable que facilite la fijación del árbol y el crecimiento de las raíces. Se desaconseja el uso de suelo arenoso debido a su incapacidad para retener la humedad (Soto et al., 2022).

### **2.2.5.3. Humedad relativa**

Las plantas necesitan de una alta humedad relativa para evitar las hojas se evaporen en exceso. Un Nivel superior al 70% es ideal para el establecimiento del cultivo después del trasplante, y una media de 75 a 80% favorece el desarrollo del cultivo. Sin embargo, un nivel por encima del 85%, con abundante precipitación y altas temperaturas, pueden aumentar la aparición de las enfermedades fungosas (Amores et al., 2020).

### **2.2.5.4. Altitud**

Debido a su carácter tropical, el cacao florece y rinde mejor en mayor medida en áreas que van desde los 800 metros sobre el nivel del mar. No obstante, algunas plantaciones prosperan sin dificultades a altitudes más altas que oscilan entre 1000 y 1400 metros sobre el nivel del mar. Se sostiene que la altitud es un factor secundario que no tiene un impacto directo en la planta (Sandoval et al., 2020).

### **2.2.5.5. Precipitación**

El cacao es vulnerable tanto a la sequía como a las inundaciones, que pueden causar asfixia en las raíces en un periodo de corto tiempo. Por tanto, es necesario que el suelo cuente con un buen sistema de drenaje. En las áreas bajas y cálidas, se necesitan entre 1500 y 2500 mm de lluvia al año para satisfacer las demandas hídricas. En cambio, en las zonas con sequías prolongadas, se

requieren entre 1200 y 1500 mm. Para aumentar la producción, se aconseja el riego (InfoAgro, 2019).

### **2.2.6 Moniliasis en el cultivo del cacao**

La monilia del cacao, también llamado como moniliasis del cacao, Mancha ceniza, mano de piedra, pudrición acuosa, Helada o enfermedad de Quevedo es una enfermedad ocasionada por el hongo *Moniliophthora roreri*, el cual induce la pudrición de los granos, resultando en una disminución de producción entre un 45% a 100%, lo que representa millones de pérdidas por año. La propagación de la enfermedad se intensifica en condiciones de alta temperatura y humedad, indicando el efecto de estas variables climáticas sobre el crecimiento y severidad del hongo, lo cual varía según la región y el clima (David et al., 2021).

#### **2.2.6.1. Taxonomía de la enfermedad**

La clasificación taxonómica de la moniliasis es la siguiente manera (Menéndez, 2019) :

**Reino:** Fungi

**División:** Basidiomycota

**Clase:** Agaricomycetes

**Orden:** Agaricales

**Familia:** Marasmiaceae

**Género:** *Moniliophthora*

**Especie:** *Moniliophthora roreri*

#### **2.2.6.2. Origen de la *M. roreri***

Los primeros registros de esta enfermedad datan del final del siglo XIX. Fue notificada por primera vez en Ecuador en 1895, y fue descubierta en la región Quevedo - Ecuador en 1917, donde allí se propagó a Perú y Colombia, provocando el abandono de plantaciones enteras. El hongo se diseminó por toda América Latina, ocasionando importantes pérdidas en la producción. La enfermedad continuó su avance por Centroamérica y México durante los últimos 50 años (CropLite, 2022).

#### **2.2.6.3. Epidemiología**

El ciclo de la enfermedad inicia con la liberación y dispersión de las esporas en la plantación. Es crucial que haya la presencia de una película de agua sobre la superficie para la germinación de las esporas en condiciones de alta humedad relativa del 80 y 100% con una temperatura de 20 y 27°C. La estimulación de la

formación de las esporas mediante la penetración de los hongos en los frutos se debe a los cambios bruscos de temperatura y la humedad relativa (Gómez et al., 2018).

#### **2.2.6.4. Ciclo de la enfermedad**

En Ecuador, el ciclo de la enfermedad comienza con el inicio de la temporada lluviosa. Las esporas se adhieren en la superficie de frutos maduros infectados o momificados que permanecen en la parte superior de la copa. Estos frutos momificados se consideran la principal fuente de inóculo para producir nuevas infecciones. Si los frutos infectados caen al suelo es descompuesto por microorganismos y contribuye a la propagación de la enfermedad. Las reacciones externas se manifiestan entre los 40 y 80 días después de la primera infección, con forma de pequeñas manchas oscuras y un polvo blanco característico de la presencia de la moniliasis (Losada, 2022).

#### **2.2.6.5. Sintomatología**

*Moniliophthora roreri* afecta a los frutos en diferentes etapas de su desarrollo; sin embargo, éstos son más susceptibles en la etapa juvenil. Su ciclo de vida es hemibiotrófico, y puede infectar al fruto sin mostrar daños internos y externos. Las esporas son la única fuente de propagación que germinan y colonizan el endocarpio de forma intercelular. Después, el hongo penetra en forma intracelular a los tejidos del mesocarpo y exocarpo, lo que causa la necrosis. Las manchas necróticas en la superficie del fruto están cubiertas de micelio y abundante producción de esporas; de este modo, *M. roreri* completa su ciclo de vida (Cruz et al., 2019).

El período de existencia de *Moniliophthora roreri* se divide en dos fases. La primera fase es biotrófica comienza con la germinación de las esporas e invade de manera intercelular la epidermis de los frutos. La segunda fase es necrótica que inicia cuando la mazorca deja de crecer y el patógeno logra penetrar interiormente a las células, provocando la desintegración interna como externa cabe recalcar que el periodo de incubación desde la penetración esta entre los 40 y 60 días (Muñoz y Cerda, 2021).

### **2.2.7 Control fitosanitario de la moniliasis**

#### **2.2.7.1. Control cultural**

El método cultural es el más preferido por los agricultores durante la temporada invernal debido a que las condiciones climáticas hacen más que la presencia de patógenos sean más visibles en las fincas cacaoteras. Este método

implica en la remoción de mazorcas enfermas, realizar poda fitosanitaria, eliminación de frutos chereles, control de malezas y limpiar los restos de cosecha (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2019).

La poda es esencial para eliminar las secciones enfermas de los árboles como ramas y frutos afectados por la moniliasis. Además, permite el ingreso de la luz solar y la entrada de aire en la plantación junto con la eliminación de malezas, remoción de frutos enfermos y saneamiento. Las podas y manejo de malezas se realizan de manera continua para reducir la presencia del patógeno junto con los tratamientos fitosanitarios (Barrera, 2021).

#### **2.2.7.2. Control biológico**

El control biológico se distingue por la generación de lipopéptidos o metabolitos secundarios, tales como: iturina, surfactina, fengicina y bacilomicina a través de los microorganismos benéficos que presentan actividad antifúngica contra los fitopatógenos y son capaces de resistir la presencia de fungicidas sintéticos (Medina y Moscoso, 2018).

La utilización de microorganismos antagonistas en la lucha contra enfermedades fúngicas, reduciendo el inóculo de patógenos. El *Trichoderma harzianum* está identificando como un agente eficaz para controlar hongos que crecen en el suelo y las áreas foliares. Para implementar este enfoque, se recurre a la biotecnología para obtener microorganismos beneficiosos capaces de combatir los patógenos y reducir los efectos adversos causado por la enfermedad (Ochoa et al., 2017).

#### **2.2.7.3. Control químico**

El control químico implica el uso de productos químicos el cual se caracteriza por ser una de las medidas más rápidas y efectivas para reducir el crecimiento y desarrollo de los patógenos. Esta estrategia ha permitido que esta medida se haya posicionado como una de las opciones más inmediatas y considerada seguras; siendo crucial la importancia en el empleo de los productos químicos que tengan menos toxicidad y mayor selectividad (Chirinos et al., 2020).

Se lleva a cabo mediante la aplicación de fungicidas para reducir el umbral económico. En Ecuador se emplean productos químicos como sistémicos y protectores conjuntamente junto con la eliminación de los frutos afectados cada dos semanas para controlar la incidencia de hongos, incrementando así la cantidad de mazorcas sanas para mejorar la producción (Fonseca et al., 2017).

### **2.2.8 Características de la *Trichoderma spp.***

*Trichoderma spp* es un hongo anaerobio facultativo que se encuentra naturalmente en el suelo. Este hongo posee su comportamiento saprófito como parasitario. Entre sus especies que más se destacan en este hongo son: *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma hamatum*. Con una notable capacidad reproductiva que normalmente habita en condiciones ambientales desfavorables teniendo gran eficiencia en la utilización de nutrientes y fuerte antagonismo hacia los hongos fitopatógenos. Además de desencadenar mecanismos de defensa en las plantas, *Trichoderma spp* se caracteriza por su rápido crecimiento micelial y abundante producción de esporas (Martínez et al., 2013).

En la actualidad, *Trichoderma spp* se destaca como pionero en el control biológico contra las enfermedades fungosas. Este hongo interviene directamente en los ciclos de vida de los patógenos y a su vez estimula el crecimiento vegetal. Por lo tanto, el empleo de *Trichoderma spp* favorece en la inocuidad y rendimientos en la agricultura e igualmente mitiga el impacto ambiental asociado al uso de los productos químicos para controlar enfermedades fitopatógenas en los diversos cultivos (Sandoval y Belesansky, 2020).

#### **2.2.8.1. Clasificación taxonómica**

La ubicación taxonómica es la siguiente manera (Florez,2023):

Reino: Fungi

División: Mycota

Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniliaceae

Género: *Trichoderma*

Especie: *T. koningii*, *T. koningiopsis*, *T. harzianum* etc.

#### **2.2.8.2. Mecanismo de acción**

A las distintas especies de *Trichoderma spp* se les reconocen habilidades para ejercer mecanismos de control tales como competir directamente con los patógenos, desactivar las enzimas del agente nocivo, producción de metabolitos antibióticos, modificar las condiciones ambientales y promueve el crecimiento vegetal mediante producción de sustancia (Martínez et al., 2013).

Baiyee et al. (2019) argumentan que este hongo biocontrolador sintetiza una amplia de moléculas contra organismos fitopatógenos, y también puede inducir a la planta. Estos mecanismos moleculares como la resistencia sistémica adquirida (SAR) y resistencia sistémica inducida (ISR).

*Trichoderma spp* actúa en diferentes modo de acción en contra de los patógenos, y esto varían según el género del hongo, de igual forma se ha comprobado su eficacia como controlador biológico puesto que ha sido probada en diferentes estudios y tipos de cultivos el cual ha demostrado resultados altamente positivos; otra característica que destaca son los beneficios en el rendimiento del cultivo porque mejorar el crecimiento de las plantas, ya que interviene en la fijación del Nitrógeno al desarrollarse especialmente en la rizosfera (Florez, 2021).

#### **2.2.8.2.1. Producción de metabolitos (Antibiosis).**

El mecanismo de control biológico llamado antibiosis involucra la producción y excreción de metabolitos secundarios, los cuales comprenden una variedad de compuestos de diferente naturaleza química con actividad citotóxica. Estos pueden restringir o inhibir el crecimiento de patógenos. De hecho, la expresión de genes codificantes para producir metabolitos de antibióticos aumenta cuando hay presencia de patógenos y compuestos liberados por las plantas, conllevando un efecto estimulante de protección y facilita una comunicación precisa entre la planta, el patógeno y el agente de biocontrol (Guzmán et al., 2023).

#### **2.2.8.2.2. Micoparasitismo.**

Es un proceso antagonista-patógeno, el cual se lleva a cabo en cuatro etapas: crecimiento quimiotrófico, reconocimiento, adhesión-enrollamiento y actividad lítica. En la última fase, se produce la liberación de enzimas líticas extracelulares principalmente quitinasas, glucanasas y otras proteínas. Estas enzimas degradan las paredes celulares de los patógenos que facilitan la penetración de las hifas de *Trichoderma spp* (González et al., 2019).

#### **2.2.8.2.3. Competencia.**

*Trichoderma spp* posee un crecimiento rápido y secreción de metabolitos de diferente índole, lo que le otorga una ventaja significativa que confieren a gran parte de *Trichoderma spp* su mayor capacidad para colonizar un área específica; es así que compiten por los mismos sitios con los hongos fitopatógenos. La colonización de *Trichoderma spp* en el área afectada permite reducir la presencia de la

enfermedad, cabe destacar que su carácter saprófito le otorga competir directamente por sustratos y nutrientes (González et al., 2019).

#### **2.2.8.3. Ventaja de la *Trichoderma spp***

- Ofrece una eficaz gestión de enfermedades de las plantas.
- Se propaga en el suelo, incrementado su población y ejerciendo control duradero sobre los hongos fitopatógenos.
- Con el uso de microorganismos en los cultivos, evita el desarrollo de resistencia de las plagas como no sucede cuando utiliza agroquímicos.
- Preserva el medio ambiente al reducir el empleo de fungicidas sintéticos.
- Al Sustituir los agroquímicos sintéticos por microorganismos benéficos, el agricultor reduce sus costos de producción (Chiriboga et al., 2015).

#### **2.2.8.4. Compatibilidad**

*Trichoderma* es compatible con la mayoría de pesticidas de uso común, excepto aquellos productos químicos que contengan los siguientes ingredientes activos: Benomil, Imazalil, Propiconazol, Tebuconazol y Triflumizol. Se debe evitar la mezcla con aguas cloradas, cobres, ácidos inorgánicos, ni productos de fuerte reacción alcalina. Se recomienda realizar una prueba preliminar de compatibilidad. El hongo *Trichoderma harzianum* posee una amplia tolerancia al pH del suelo (4-8); sin embargo, Puede perder su efectividad en soluciones excesivamente alcalinas o ácidas. Por lo que es aconsejable mantener el pH en un rango entre seis y siete mediante el uso de solución buffer (Silvestre,2020).

### **2.2.9 El fungicida químico**

#### **2.2.9.1. El Óxido Cuproso**

El óxido cuproso cuya fórmula química es  $\text{Cu}_2\text{O}$ . Se trata de un fungicida y bactericida de amplio espectro sugerido para el control de diferentes tipos de enfermedades en los cultivos de ornamentales, frutales, hortalizas y entre otros. De acción preventiva, equipado de una alta eficacia, persistencia y capacidad de adherencia. Los tratamientos con aplicación de óxido de cobre, reducen la incidencia y severidad de la enfermedad en la mazorca, mejorando el rendimiento del cultivo (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria [SENASA], 2004, p.11).

### **2.2.9.2. Modo de acción**

El cobre posee actividad fungistática y bacteriostática, las cuales, al aplicarse como medidas preventivas para controlar las esporas, limitan su germinación al entrar en contacto con el producto. Además, suprimen el crecimiento de hongo en el área de la hoja o fruto cuando los iones de cobre son absorbidos por las esporas durante la germinación y se acumula hasta que se consigue una concentración suficiente elevada para destruir las paredes celulares de las esporas (Suárez y Hernández, 2010).

### **2.2.9.3. Compatibilidad**

No debe mezclarse con Fenvalerato, Paratión, Clorpirifos y Diclorán, ni con productos de fuerte reacción alcalina. La mezcla solo se realizará con productos que tenga registro vigente y autorizados para los cultivos específicos mencionado aquí. En caso de desear realizarse una mezcla se hará con productos registrados en el cultivo recomendado en esta etiqueta. Sin embargo, es imprescindible realizar una prueba de compatibilidad y fitotoxicidad antes de la aplicación (Adama, 2016).

### **2.2.9.4. Toxicidad**

Este producto no es fitotóxico si se utiliza conforme a las indicaciones de la etiqueta. En caso de duda sobre la compatibilidad de una mezcla de uso agrícola que es fundamental hacerse una prueba antes de la aplicación para prevenir los posibles efectos fitotóxicos. Durante la manipulación del producto, se debe evitar la contaminación de suelos, ríos, lagunas, arroyos, presas, canales o depósito de agua (Adama, 2016).

### **2.2.9.5. Ecotoxicidad**

Su composición química en grandes cantidades puede causar alteraciones a los organismos acuáticos como peces y a los terrestres como insectos benéficos, lombrices de tierra y aves (De la Cruz et al., 2023).

### **2.2.9.6. Contradicciones**

- No se aplique en temperatura por encima de los 35 °C.
- No se aplique durante el período de prolongado de nubosidad.
- No mezclar en recipientes de metal.
- Se sugiere aplicar en un pH entre 6.0 y 5.0 (De la Cruz et al., 2023).

### **2.2.9.7. Dosis**

La dosis de óxido cuproso para una hectárea de cultivo de cacao se encuentra en un kilogramo (Adama, 2016).

## 2.3 Marco legal

### 2.3.1 Constitución de la República del Ecuador

**Art. 15.-** El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional (p.4 ).

**Art. 278.-** Para la consecución del buen vivir, a las personas y a las colectividades, y sus diversas formas organizativas, les corresponde:

1. Participar en todas las fases y espacios de la gestión pública y de la planificación del desarrollo nacional y local, y en la ejecución y control del cumplimiento de los planes de desarrollo en todos sus niveles.
2. Producir, intercambiar y consumir bienes y servicios con responsabilidad social y ambiental (p.46).

**Art. 281.-** La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente. Para ello, será responsabilidad del Estado:

1. Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria.
2. Prevenir y proteger a la población del consumo de alimentos contaminados o que pongan en riesgo su salud o que la ciencia tenga incertidumbre sobre sus efectos.

Capítulo segundo - Biodiversidad y recursos naturales. Sección séptima - Biosfera, ecología urbana y energías alternativas.

**Art. 413.-** El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua (Constitución de la República del Ecuador, 2008, art. 15, 278, 281, 413).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Enfoque de la investigación**

La investigación adoptó un enfoque experimental, cualitativo y cuantitativo; en la cual se recopilaron los datos sobre los resultados obtenidos durante el experimento. Se hizo primero la identificación del hongo, y luego medí diversas variables tales como frutos sanos, frutos enfermos, incidencia, severidad, eficacia del producto y análisis de costo. El objetivo era comparar la eficacia de los dos diferentes fungicidas como la *Trichoderma spp.* y el óxido cuproso.

##### **3.1.1 Tipo de la investigación**

###### **3.1.1.1. Investigación de campo y laboratorio**

La investigación se llevó en la plantación del cacao en la finca Cerecita para adquirir datos reales mediante el efecto de los fungicidas sobre el control de la moniliasis, pero también se hizo en el laboratorio para la identificación del hongo fitopatógeno.

###### **3.1.1.2. Investigación experimental**

La presente investigación se catalogó como experimental, dado que su propósito era evaluar la eficacia del microorganismo benéfico como la *Trichoderma* y el fungicida de contacto como el óxido cuproso para controlar la presencia de moniliasis en el cultivo de cacao. Se aplicaron la dosis de los tratamientos con el fin de determinar cuál era el más efectivo que logró reducir la presencia de la enfermedad en la zona específica.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

La investigación se empleó un diseño experimental en el campo donde se utilizó la dosis del controlador biológico como la *Trichoderma* y el fungicida de contacto como el óxido cuproso con sus respectivas repeticiones. Además, se incluyó un testigo absoluto para realizar comparaciones, y establecer los mejores resultados que bajo la presencia de la enfermedad. Una vez implementado el diseño, se recopila datos durante su proceso. Al finalizar las pruebas, se recolectaron los datos y se plasmaron los resultados obtenidos en la investigación experimental.

## 3.2 Metodología

### 3.2.1 Variables

#### 3.2.1.1. Variable independiente

La aplicación de la dosis del controlador biológico como la *Trichoderma* y el fungicida de contacto como el óxido cuproso en el cultivo de cacao (variedad CCN51) para controlar la incidencia y severidad de la moniliasis.

#### 3.2.1.2. Variable dependiente

- **En laboratorio**

##### 3.2.1.2.1. Características microscópicas.

Para la realización de esta variable se recolectaron los frutos con síntomas de *Moniliophthora roreri* en el cantón Cerecita, y luego conservada en bolsa de papel y funda ziploc para evitar posibles contaminaciones en la muestra. Luego se trasladaron al laboratorio de fitopatología de la Universidad Agraria del Ecuador, y se tomaron las muestras según el grado de severidad para la observación en el microscópico.

- **En campo**

##### 3.2.1.2.2. Frutos sanos.

Se realizó el conteo el número de mazorcas sanas en el área útil de la parcela después de la aplicación.

##### 3.2.1.2.3. Frutos enfermos.

Se realizó el conteo el número de mazorcas enfermas en el área útil de la parcela después de la aplicación.

##### 3.2.1.2.4. Incidencia.

Para calcular la variable de Incidencia, se contabilizó la proporción de frutos afectados por la enfermedad después de la aplicación del tratamiento y se utilizó la siguiente fórmula.

$$IE = \frac{\text{Numero de frutos afectadas}}{\text{Numero total de frutos}} \times 100$$

En esta fórmula:

Número de frutos afectados: número de frutos que presenta con síntoma de la enfermedad.

Número total de frutos: número total de frutos o unidades de muestreo en el área de proyecto.

### 3.2.1.2.5. Severidad.

La Variable de severidad se evaluó mediante una escala de puntuación que indiquen la gravedad de los síntomas según la tabla:

**Tabla 1.**  
***Evaluación de severidad externa***

Grado	Descripción externa del fruto
0	Fruto sano
1	Presencia de manchas necróticas
2	Presencia de tumefacción o amarillamiento
3	Presencia de mancha parda o café evidente
4	Presencia de micelio que cubre hasta la cuarta parte de la mancha
5	Presencia de micelio que cubre más de la cuarta parte de la mancha

**Fuente: Ramírez (2019). Elaborado por: El Autor, 2024**

Se realizó después de la aplicación del tratamiento donde se calcularon la severidad promedio con la siguiente fórmula.

$$\text{Severidad promedio} = \frac{\text{total de puntuaciones}}{\text{Numero de frutos evaluados}}$$

En esta fórmula:

Total, de puntuaciones: suma de puntuaciones designada a todos los frutos de cacao evaluados.

Número de frutos evaluados: total de frutos que se examinó para evaluar el número de frutos por plantas.

### 3.2.1.2.5. Eficacia del tratamiento.

Se evaluó la mejor eficacia del tratamiento con los datos se registraron en función del porcentaje de infección de cada uno de los tratamientos en el presente estudio con la siguiente fórmula:

$$\varepsilon = \frac{IT - I\tau}{IT} \times 100 =$$

T= Infección del testigo

It= Infección del tratamiento

E= Eficacia

### 3.2.1.2.6. Análisis económico.

Se realizó un análisis para determinar cuáles serán los costos del tratamiento, donde se anotarán los precios del insumo utilizado para combatir las enfermedades.

### 3.2.2 Tratamiento

Según la investigación, se realizó las aplicaciones de las dosis de *Trichoderma* y el óxido cuproso para comparar la eficacia en el control de moniliasis, contando con un testigo absoluto.

**Tabla 2.**

**Tratamientos**

Tratamientos	Producto	Dosis/ha	Dosis/parcela	Aplicación
T1	Trichoderma spp.	1 L/ha	22.5 cc/parcela	15-30-45
T2	Óxido Cuproso	1 kg/ha	22.5 g/parcela	30-60
T3	Testigo Absoluto			

Elaborado por: el Autor, 2024

### 3.2.3 Diseño experimental

Para la ejecución del experimento se utilizó un diseño de bloques completo al azar, con dos tratamientos donde se evalúa las dosis de los dos diferentes de fungicidas y el tercero fue el testigo con siete repeticiones con un total de 21 unidades experimentales cuyas dimensiones son 57m x 129m con un total de área de experimental de 7353 m<sup>2</sup>.

### 3.2.4 Recolección de datos

#### 3.2.4.1. Recursos

- **Equipos y herramientas de trabajo de campo**

Materiales tecnológicos (computadora y celular) y herramientas de trabajo de campo (botas de caucho, guantes, mascarilla, bomba de mochila, cinta métrica, machete, recipientes para mezclar, estaca, fomix y cuaderno de campo).

- **Recursos experimentales**

Cultivo de cacao CCN51, *Trichoderma*, óxido cuproso y el testigo absoluto.

- **Recursos bibliográficos**

En el presente trabajo de investigación se recopiló información de libros, artículos científicos, fichas técnicas, tesis de grados, sitios web, manuales técnicos

entre otras fuentes para la realización de la tesis con el fin de obtener información de carácter científico.

- **Recursos humanos**

El estudiante que se encargó de la parte investigativa y experimental, y el tutor que se encargó de dirigir los pasos en el presente estudio.

- **Recursos económicos**

Los recursos económicos fueron financiados con los recursos propios del autor para realización del proyecto.

**Tabla 3.**  
***Descripción de los gastos del proyecto***

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo \$</b>
Alquiler de bomba de mochila	3	5	15
Carteles de fomix	21	0.2	4.2
Oxido cuproso	500 gr	16.68	16.68
Trichoderma	1 Lt	55	55

**Elaborado por: el Autor, 2024**

### **3.2.4.2. Métodos y técnicas**

#### ***3.2.4.2.1. Métodos de la investigación.***

Método inductivo: El método inductivo sirvió para obtener resultados mediante visitas, técnicas y observación para establecer resultados concretos, y luego de efectuar la experimentación por medio de la aplicación de los tratamientos.

Método deductivo: muestra el resultado por el cual fue el contraste con la hipótesis relacionada con los tratamientos de estudio para el control de la enfermedad y resolver la formulación del problema.

Método sintético: permite reconocer cómo funcionan los tratamientos sobre el cultivo de cacao y los efectos que producen para disminuir o eliminar las enfermedades que afectan a las plantas y su producción.

#### ***3.2.4.2.2. Técnicas de la investigación.***

Este estudio se llevó a cabo en la zona de Cerecita provincia del Guayas entre los meses de febrero a julio del 2024, en una plantación de 40 hectáreas de cacao CCN-51 de trece años de edad del cultivo. Primeramente, se recolectó los frutos con síntomas de *Moniliophthora roreri*, y luego conservada en bolsa de papel y funda ziploc para evitar posibles contaminaciones en la muestra. Luego se

trasladaron al laboratorio de fitopatología de la Universidad Agraria del Ecuador, y se tomaron las muestras según el grado de severidad para la observación en el microscópico mediante técnicas de cintas adhesivas para capturar la espora y colocar en el portaobjetivo donde se observó las características microscópicas del hongo como los conidios del hongo. Después se fumigaron las 175 plantas por cada tratamiento en el campo, con una frecuencia de 15, 30 y 45 en la aplicación de Trichoderma y con una frecuencia de 30 y 60 en una aplicación con óxido cuproso y un testigo absoluto. Se utilizó una bomba de capacidad de 20 litros con sus siguientes dosificaciones Trichoderma (22.5 cc/parcela) y el óxido cuproso (22.5 gramo/parcela) junto con las labores de campos como es el control de malezas mediante el machete antes y después de la aplicación de los tratamientos para reducir la presencia de la moniliasis.

### 3.2.4 Análisis estadístico

El análisis estadístico que se adoptó en la presente investigación fue ANDEVA donde los datos recolectados se sometieron a un análisis de varianza para verificar las diferencias significativas entre los tratamientos y se utilizó el test de Tukey al 5% de significancia para separación de medias.

**Tabla 4.**  
**Análisis de varianza (ANDEVA)**

Fuentes de variación	Fórmula	Grados de libertad
Tratamientos	t-1	2
Repeticiones	r-1	6
Error experimental	(t-1) (r-1)	12
Total	t*r-1	20

**Elaborado por: el Autor, 2024**

#### 3.2.5.1. Hipótesis estadística

Ho: Ninguno de los tratamientos presentó el mejor resultado en el control del patógeno en el cultivo de cacao.

Ha: Al menos uno de los tratamientos presentó el mejor resultado en el control del patógeno en el cultivo de cacao.

### 3.2.5.2. Delimitación experimental

**Tabla 5.**  
***Delimitación experimental***

<b>Descripción</b>	<b>DBCA</b>
Número de tratamientos	3
Número de repeticiones	7
Número de unidades experimentales	21
Número de plantas por unidad experimental	25 plantas
Distancia entre plantas	3 m
Distancia entre repeticiones	3 m
Largo de la unidad experimental	15 m
Ancho de la unidad experimental	15 m
Área de la unidad experimental	125 m <sup>2</sup>
Área útil de la parcela	9 m <sup>2</sup>
Número de plantas en la Área útil	4 plantas
Área total del experimento	7353 m <sup>2</sup>

**Elaborado por: el Autor, 2024**

## 4.RESULTADOS

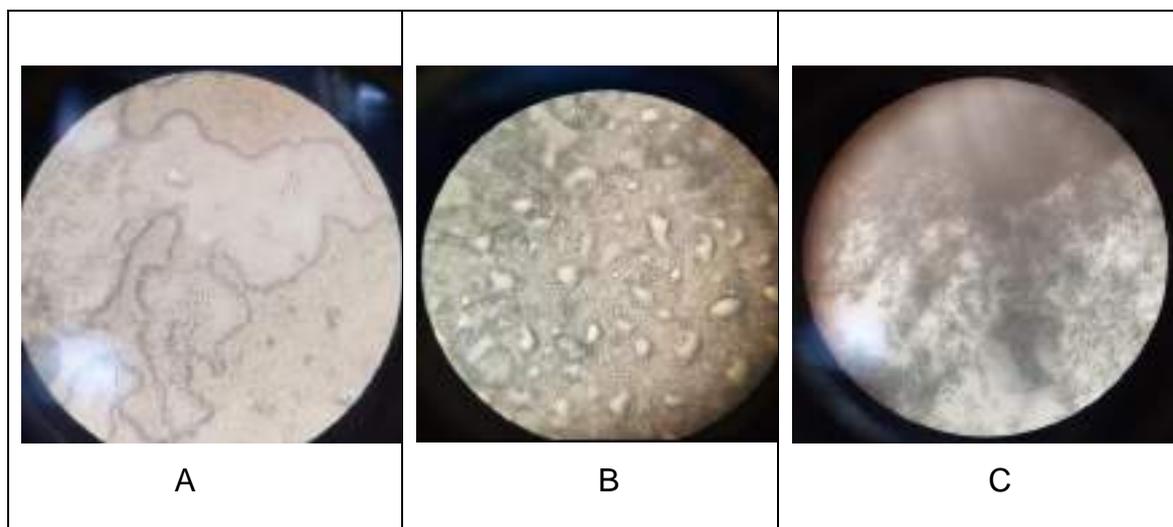
### 4.1 Identificación mediante análisis de laboratorio la presencia de moniliasis en el cultivo de cacao.

#### 4.1.1 Características microscópicas

En la figura 1, se observan las presencias de estructuras redondeadas pequeñas que son las esporas o conidios del hongo, lo cual es una característica común en ciertas especies del hongo como *Moniliophthora roreri* Cif & Par y se está distribuida en manera irregular en ciertas aéreas, y presentan muestra color blanco o pálido y grisáceo. El color más oscuro está asociado con la maduración de las esporas, pero no se observan hifas claramente en la imagen.

**Figura 1.**

#### ***Características microscópicas del hongo Moniliophthora roreri***



Elaborado por: el Autor, 2024

### 4.2 Determinación del efecto de la aplicación de los fungicidas sobre la incidencia y severidad de moniliasis en el cultivo de cacao.

#### 4.2.1 Frutos sanos

Se muestra en la tabla 6 el número de frutos sanos en cada tres parcelas donde se realizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, y presentó que no hubo diferencia significativa en los tratamientos. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula porque ninguno de los tratamientos fue altamente significativo en el control del patógeno en el cultivo de cacao ( $P > 0.05$ ) con el coeficiente de variación por tratamiento mayor al 20%. Sin embargo, se evidenció a los 15 y 45 días que el T2 (Oxido cuproso) obtuvo una mayor cantidad de fruto sano 31 a los 15 días y 37.57

a los 45 días lo que indica mejoramiento en la salud de los frutos; seguido por el T1 (*Trichoderma spp.*) con 24.71 a los 15 días y 31.29 a los 45 días en los frutos sanos; y por el último el T3 (Testigo absoluto) con una menor cantidad de frutos sanos del 23.29 y 28.71 respectivamente.

**Tabla 6.**  
**Conteo de mazorcas sanas a los 15 y 45 días**

T	tratamiento	15 días	45 días
T2	Oxido Cuproso	31.00 a	37.57 a
T1	<i>Trichoderma spp.</i>	24.71 a	31.29 a
T3	Testigo absoluto	23.29 a	28.71 a
	C.V. (%)	27.79	22.58
	Valor de p	0.1534	0.1080

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0.05$ ).

**Elaborado por: el Autor, 2024**

#### 4.2.2 Frutos enfermos

Se muestra en la tabla 7 el número de frutos enfermos en cada tres parcelas donde se realizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, y presentó que no hubo diferencia significativa en los tratamientos. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula porque ninguno de los tratamientos fue altamente significativo en el control del patógeno en el cultivo de cacao ( $P>0.05$ ) con el coeficiente de variación por tratamiento mayor al 20%. Sin embargo, hubo diferencia significativa a los 45 días ya que el T2 (Oxido cuproso) obtuvo una menor cantidad de fruto enfermo con una media del ocho lo que indica una reducción máxima en los frutos enfermos; seguido por el T1 (*Trichoderma sp*) con una media de nueve en los frutos enfermos; y por el último el T3 (Testigo absoluto) con una mayor cantidad de frutos enfermos con una media de 11.71.

**Tabla 7.**  
**Conteo de mazorcas enfermas a los 15 y 45 días**

T	Tratamiento	15 días	45 días
T3	Testigo absoluto	9.71 a	11.71 a
T2	Oxido Cuproso	9.43 a	8.00 b
T1	<i>Trichoderma spp.</i>	9.29 a	9.00 a b
	C.V. (%)	18.5	21.25
	Valor de p	0.8975	0.0138

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0.05$ ).

**Elaborado por: el Autor, 2024**

### 4.2.3 Incidencia %

Se muestra en la tabla 8 la incidencia de la enfermedad en cada tres parcelas donde se realizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, y presentó que no hubo diferencia significativa en los tratamientos. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula porque ninguno de los tratamientos fue altamente significativo en el control del patógeno en el cultivo de cacao ( $P>0.05$ ) con el coeficiente de variación por tratamiento mayor al 20%. Sin embargo, hubo diferencia significativa a los 45 días que el T2 (Oxido cuproso) obtuvo una menor incidencia del 18.43% lo que indica una reducción en la presencia de la enfermedad; seguido por el T1 (*Trichoderma sp*) con una incidencia del 23.29%; y por el último el T3 (Testigo absoluto) con una mayor incidencia de la enfermedad del 28.86%.

**Tabla 8.**  
***Incidencia de la moniliasis a los 15 y 45 días***

T	tratamiento	15 días	45 días
T3	Testigo absoluto	29.43 a	28.86 a
T1	<i>Trichoderma sp.</i>	29.29 a	23.29 ab
T2	Oxido Cuproso	24.00 a	18.43 b
	C.V. (%)	28.61	24.87
	Valor de p	0.3714	0.0195

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0.05$ ).

**Elaborado por: el Autor, 2024**

### 4.2.4 Severidad %

Se muestra en la tabla 9 la severidad promedio en cada tres parcelas donde se realizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, y presentó que no hubo diferencia significativa en los tratamientos. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula porque ninguno de los tratamientos fue altamente significativo en el control del patógeno en el cultivo de cacao ( $P>0.05$ ) con el coeficiente de variación por tratamiento mayor al 20%. Sin embargo, se evidenció a los 15 y 45 días que el T2 (Oxido cuproso) obtuvo una menor severidad del *Moniliophthora roreri* Cif & Par entre 1.14 y 0.91% lo que indica una reducción en el daño de la mazorca de cacao; seguido por el T1 (*Trichoderma*) con severidad del 1.41 y 1.03% en los frutos enfermos; y por el último el T3 (Testigo absoluto) con una mayor severidad de la enfermedad del 1.44 y 1.21%.

**Tabla 9.**  
**Severidad de la enfermedad a los 15 y 45 días**

T	tratamiento	15 días	45 días
T3	Testigo absoluto	1.44 a	1.21 a
T1	<i>Trichoderma sp.</i>	1.41 a	1.03 a
T2	Oxido Cuproso	1.14 a	0.91 a
	C.V. (%)	25.01	29.53
	Valor de p	0.2322	0.2342

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0.05$ ).

**Elaborado por: el Autor, 2024**

#### **4.2.5 Eficacia del producto**

La tabla 10 muestra la eficacia que obtuvieron los dos tratamientos y cuál de ellos dieron mejores resultados en el control del hongo patógeno *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao. Aunque ambos tratamientos no fueron altamente significativos, pero igual el óxido cuproso mostró mayor porcentaje de la eficacia teniendo un 36.14% en relación con la *Trichoderma sp* que obtuvo un porcentaje de eficacia menor del 19.3%.

**Tabla 10.**  
**Eficacia del producto**

T	tratamiento	Eficacia (%)
T2	Oxido Cuproso	36.14
T1	<i>Trichoderma spp.</i>	19.30

**Elaborado por: el Autor, 2024**

### **4.3 Costos de los tratamientos aplicados en el presente estudio.**

#### **4.3.1 Análisis económico**

La tabla 11 muestra el rendimiento que obtuvieron los dos tratamientos y cuál de ellos dieron mejores resultados en el cultivo de cacao. Aunque ambos tratamientos no fueron altamente significativos, pero igual el óxido cuproso ocupa el primer lugar al obtener un mayor rendimiento semanal del 270.57 kg/ha con una producción anual del 32.46 qq/ha, superando al *Trichoderma* que obtuvo un rendimiento semanal del 241.95 kg/ha con una producción anual del 29.03 qq/ha, y por último el testigo absoluto que obtuvo un rendimiento menor del 182.86 kg/ha con una producción anual del 21.94 qq/ha.

**Tabla 11.**  
**Rendimiento (kg/ha)**

T	Tratamiento	Rendimiento Semanal (kg/ha)	Quintales Anuales (qq/ha)
T2	Oxido Cuproso	270.57	32.46
T1	<i>Trichoderma spp.</i>	241.95	29.03
T3	Testigo absoluto	182.86	21.94

**Elaborado por: el Autor, 2024**

La tabla 12 muestra el análisis costo beneficio que presenta el tratamiento dos (oxido cuproso) con un valor de \$1.78 en donde cada dólar invertido se obtiene un beneficio de \$ 0.78; seguido por el tratamiento uno (*Trichoderma spp.*) con un valor de \$1.45 en donde cada dólar invertido se obtiene un beneficio de \$0.45 a comparación con el testigo absoluto que por cada dólar invertido obtiene un beneficio de \$0.34, lo que indica que el óxido cuproso salió más rentable al obtener un beneficio máximo de \$0.78 por cada dólar invertido.

**Tabla 12.**  
**Análisis económico**

Costos	Uds.	Cant.	P.	T1 ( <i>Trichoderma spp.</i> ) a 1 L/ha	T2(Oxido cuproso) a 1 kg/ha	Testigo absoluto
Labores culturales						
Control de malezas	Jornal	2	17	34	34	34
Poda de mantenimiento	Jornal	2	30	60	60	60
Cosecha y postcosecha	Unidad	20	6	120	120	120
fertilizador	Jornal	2	32	64	64	64
fermentador	Jornal	2	18	36	36	36
Secado	Jornal	2	17	34	34	34
Insumo para el cultivo						
Fertilización edáfica orgánica	Saco 45 kg	20	4.8	96	96	96

Fertilización foliar	Unidad de L	3	27	81	81	81
Aplicación del Oxido cuproso	1 kg	32.4	2		64.8	
Aplicación del <i>Trichoderma</i>	L	3	55	165		
Servicios						
Riego	Unidad	1	180.1	180.1	180.1	180.1
Operario	Jornal	1	15	15	15	15
Gasolina	Gal	4	3.5	14	14	14
Aceite	L	10	1.9	19	19	19
transporte	Jornal	2	15	30	30	30
herramientas						
Bomba de mochila	Unidad	1	35	35	35	
Machete	Unidad	2	7	14	14	14
Tijera	Unidad	2	12.5	25	25	25
podadora						
Balanza	Unidad	1	17.5	17.5	17.5	17.5
Piola	Unidad	3	3.5	10.5	10.5	10.5
Carteles de fomix	Unidad	21	0.2	4.2	4.2	4.2
Protectores de fomix	Unidad	21	0.1	2.1	2.1	2.1
Total del costo directo				1056.4	956.2	856.4
costo indirecto			52,6	52.6	52.6	52.6
Total del costo total				1109	1008.8	909
Rendimiento				219.44	270.57	182.86
Precio del kg de cacao				6.64	6.64	6.64
Beneficio neto				1606.55	1796.58	1214.19
Relación b/c				1.45	1.78	1.34

---

**Elaborado por: el Autor, 2024.**

## 5. DISCUSIÓN

Al comparar ambos resultados, se pueden notar que hay algunas similitudes y diferencias en las descripciones proporcionadas. Ambas investigaciones mencionan la presencia de esporas con formas globosas, lo que indica una posible coincidencia en la estructura microscópica de las esporas observadas en las imágenes y las descritas para *M. roreri*. Sin embargo, en el resultado de primer objetivo, se resalta la ausencia de hifas visibles en la imagen proporcionada, mientras que Cruz et al. (2023) mencionan la presencia de hifas transparentes y septadas en *M. roreri*.

En los resultados de esta investigación se puede apreciar que la mayor cantidad de frutos sanos obtuvo el óxido cuproso a los 15 y 45 días con una media del 31 y 37.57; representado un porcentaje del 76.68 y 82.45% en frutos sanos en relación con la *Trichoderma sp.*, del 72.69 y 77.66% según la figura (28). Esto sugiere que hubo menos frutos enfermos del 23.32 y 17.55%. Concordando con los resultados de Zambrano (2024) al comparar la efectividad de los dos fungicidas Clorotalonil y un fungicida a base de cobre. Los resultados indican que el fungicida a base de cobre obtuvo un mejor control del *Moniliophthora roreri* Cif & Par al aumentar su cantidad de frutos sanos en un 82.64%, superando al Clorotalonil.

También óxido cuproso obtuvo menor incidencia del 18.45% y severidad del 0.91% con una eficacia del 36.14%, superando al *Trichoderma* con una incidencia del 23.29% y una severidad del 1.03% con una eficacia del 19.35% pero no concuerda Cadena y Loza (2022) en su investigación presentó la dosis de 300g de *Trichoderma sp.*, bajo la incidencia la incidencia en 6% y la severidad en 10.87% en comparación con el testigo. También no concuerda con la investigación del Ramírez (2019) porque el porcentaje de antagonismo de cepas nativas de *Trichoderma sp* CP24-6 obtuvo una eficacia del 78.64% de antagonismo contra *Moniliophthora sp*. Sin embargo, el óxido cuproso muestra una mejor eficacia en la protección del fruto con los concuerdan según Toala et al.(2019) afirma que en su proyecto de investigación la aplicación de fungicida protectante como óxido cuproso posee un impacto positivo en la salud de los frutos.

Para la evaluación de rendimiento kg/ha, se utiliza las fórmulas donde muestra que el óxido cuproso es un tratamiento con un rendimiento semanal superior del 270.57 kg/ha, superando al *Trichoderma* que obtiene el segundo lugar con un rendimiento del 241.95 kg/ha. Lo que indica que los productos sintéticos

poseen mejores resultados en términos de rendimientos, pero no concuerdan con la investigación realizada por Ahmed et al. (2020) que resalta el control biológico *Trichoderma harzianum* con una dosis de 600 g/ha fue superior en rendimientos al reducir la cantidad de mazorcas enfermas, lo que indica su potencial uso como una opción sostenible y menos nocivos para el medio ambiente. Por lo tanto, el óxido cuproso representa ser eficaz en término de rendimiento, menor incidencia y severidad. Sin embargo, se rechaza la hipótesis nula porque su p valor es mayor a 0.05 pero igual mostró mejores resultados al controlar la propagación de la *Moniliophthora roreri* Cif & Par en relación con la *Trichoderma sp.*

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

Los resultados de esta investigación realizada en el microscopio se revela la presencia de estructuras redondeadas conocida como esporas o conidios del hongo, lo cual es la característica común de las especies *Moniliophthora roreri* Cif & Par. Se encuentra distribuida de manera irregular en ciertas áreas que presenta un color blanco y grisáceo. El color más oscuro indica un estado de madurez avanzado.

En los siguientes resultados, la aplicación de óxido cuproso tiene un mejor desempeño en la protección de los frutos contra el hongo patógeno al aumentar el número de frutos sanos a los 15 y 45 días ocupando el primer lugar en términos de menor frutos enfermos, incidencia y severidad en comparación con el *Trichoderma* y el testigo absoluto. Aunque ninguna de los tratamientos no es altamente significativa pero el óxido cuproso presenta una eficacia mayor del 36.14% frente al 19.3% del *Trichoderma*, indicando un mejoramiento en la cantidad y calidad de los frutos.

Con relación en el análisis económico muestra que el óxido cuproso es más provechoso y efectivo en términos de rendimiento y rentabilidad en las plantaciones del cacao. Con un rendimiento de 270.57 kg/ha, sobrepaso al *Trichoderma* de 241.95 kg/ha y el testigo absoluto de 182.86 kg/ha. Por eso generó mayor ganancia, con \$0.78 por cada dólar invertido en relación con el *Trichoderma* con \$0.45 y el testigo absoluto con \$ 0.34.

### 6.2 Recomendaciones

Cuando en el cultivo de cacao se encuentra con presencia moderado o avanzada de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) se recomienda la aplicación adecuada de óxido cuproso, pero antes de ese proceso debe leer la etiqueta para evitar posibles contaminaciones en el medio ambiente y resistencia de la enfermedad. También se sugiere realizar las labores culturales como la recolección de frutos enfermos, limpieza de malezas y poda fitosanitarias para reducir así de manera inmediata la presencia de la enfermedad para que los resultados fuera altamente significativo. También busca opción más ecológica como un control biológico como el *Trichoderma*. Aunque el óxido cuproso presento mejor rendimiento se recomienda también realizar estudios necesarios para optimizar las dosis y mejorar aún más su eficacia y rentabilidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adama. (2016). Ficha tecnica- Cuprox WG. <https://www.adama.com/>
- Amores. Puyutaxi , F. M.; Ramos Remache, R. A.; Rhón. Dávila, F. y Sotomayor. Cantos, K.F (2020). Adaptación de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) Tipo Nacional en el Piedemonte de Guasaganda, Cotopaxi, Ecuador. *Ciencia Latina Internacional. Revista Científica Multidisciplinar*, 21(3), 2938-2957. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i4.7148](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7148)
- Baiyee, B.; Ito, S. y Sunpapao, A. (2019). *Trichoderma asperellum* T1 mediated antifungal activity and induced defense response against leaf spot fungi in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Science Direct. Physiological and Molecular Plant Pathology*, 106, 96-101. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2018.12.009>
- Banco de Desarrollo de America Latina (2020). Observatorio del Cacao fino y de aroma para América Latina. Iniciativa Latinoamericana del Cacao. Editorial Boletín No. 9, <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1530>
- Barrera. López, G. L. (2021). Molecular analysis of antagonist fungi isolated from plantations of cocoa (*Theobroma cacao*) from north of Santander. *Applied Biotechnology. Revista científica y tecnológica*, 23(2), 1-11. <https://doi.org/10.25100/iyc.23i2.11154>
- Cadena, F. A. y Loza, E. P. (2022). Manejo de la moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri*) con la aplicación de dos especies de *Trichoderma*. *Scielo. Revista de investigacion e inovacion agropecuaria y de recursos naturales*, 9(2), 37-43. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-16182022000200037#aff1](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182022000200037#aff1)
- Chiriboga, H., Gómez, G., y Garcés, K. (2015). *Trichoderma* spp. para el control biologico de enfermedades. IICA. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/>
- Chirinos, D.T.; Castro, R.; Cun, J.; Castro, J.; Bravo, S. P.; Solís, L. y Geraud, F. (2020). Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Sanidad vegetal y protección de cultivos. Revista Ciencia y tecnología Agropecuaria*, 21(1), 1-16. <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/1276>
- Coll. Cedeño, E. P. y Jimenez. Dilas, J. O. (2022). Producción y exportación del cacao ecuatoriano y el potencial del cacao fino de aroma. *Qantu Yachay*.

- Revista Científica y Tecnológica, 2(1), 08-15 .  
<https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v2i1>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). [Artículo 15 Título VII] Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008. Ecuador.  
<https://www.gob.ec/regulaciones/constitucion-republica-ecuador-2008>
- Córdova. Merino, P. A.; Cox. Estupiñan, B. F.; Angulo. Cruel, R. C. y Caicedo, J. A. (2019). Logros y avances en la investigación del cultivo del cacao (*Theobroma cacao*. L) en la escuela de agronomía de la facultad de ciencias agropecuarias y ambientales FACAAM –UTELV de Esmeraldas. *Ciencias Digital*, 3(2,6), 162-179.  
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i2.6.525>
- CropLite. (13 de julio de 2022). Moniliasis del cacao (en línea).  
<https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-deplagas/moniliasis-del-cacao>
- Cruz, M. T.; Quevedo. Isasi, D.; García. Ortiz., C. F.; Espinoza. Laguñez. , L. C.; Angel. Nieto, D. y Cruz. Pérez, M. (2019). Control químico de *Moniliophthora roreri* en México. *Biotecnia. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 21(2), 55-61. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=672971083007>
- Cruz. Carrasco, P.; Vidal. Olivo., Z. E.; Peregrino. Sánchez, J. A. y Lorenzo. Mendoza, P. (2023). Evaluación del efecto antifúngico del sulfato de cobre (II) pentahidratado en *Moniliophthora roreri*. *Journal of Basic Sciences*, 9(25), 8-18. <https://revistas.ujat.mx/index.php/jobs/article/view/6133>
- David. Pilaloo., W. ; Vaca. Perez, D.; Aguayo. Alvarado, A. y Sánchez. 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. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 5(15), 453-468.  
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i15.129>
- De la Cruz, E., Bravo, V., y Fernando, R. (2023). *Manual de plaguicidas de Centroamérica- Características generales y agronómicas*.  
<http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/>
- Díaz, E. P., Moreno, J. M., y Quiñonez, F. (2020). Estrategias tecnológicas para el manejo del cultivo y el beneficio del cacao. Editorial Agrosavia,  
<https://doi.org/10.21930/agrosavia.institucional.7403572>

- Figuerola, E. P., Sandoval, I. R., y Monzón, E. N. (2022). *Theobroma Cacao L. (en línea)*. Reforestamx
- Florez Utrilla, G. Y. (2021). *Trichoderma como alternativa frente a los agroquímicos* [Tesis de Pregrado, Universidad Científica del Sur]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/1873>
- Fonseca. Ochoa. , L. E.; González. Ramirez., S. I.; Báez. Lopez., O.; Zaragoza. Espinoza, S.; Gaona. Alvarado, Á. E. y Siman. Alvarez, F. (2017). Control in vivo de *Moniliophthora roreri* en *Theobroma cacao*, utilizando polisulfuro de calcio y silicosulfocálcico. *Revista Ciencia y Agricultura*, 14(2), 59-66. <http://doi.org/10.19053/01228420.v14.n2.2017.7149>
- Gómez. Hernandez., E.; Navarrete. Lopez, M. C.; Ramírez. Garrido., E. R.; Bonilla. Solis, J.L.; Colmenero. Zamarripa., A. y Avendaño. Arrazate, C. H. (2018). Las moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par) del cacao: búsqueda de estrategias del manejo . *Revista Agro productividad* , 5(2), 1-8. <https://revista.agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/416/298>
- González. Companioni., B.; Arizmendi. Dominguez., G. y Velasco. Garcia., R. (2019). *Trichoderma*: su potencial en el desarrollo sostenible de la agricultura. *Revista Bioctenología vegetal*, 19(4), 237-248. <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/639>
- Guzmán. Guzmán., P.; Kumar., A.; Villalobos. Santos., S.; Cota. Parra., F. I.; Mosqueda. Orozco., M. C.; Fadiji., A. E. y Hyder., S. (2023). *Trichoderma Species: Our Best Fungal Allies in the Biocontrol of Plant Diseases-A Review*. *Plants*, 12(3), 1-35. <https://doi.org/10.3390/plants12030432>
- Hoyos. Andrade., P.; Jiménez. Rivera., M.N.; Valenzuela. Landero., N.; Rojas. Silva., H. V.; Salgado. Matinez., S. J. y Arenas. Romero, O.(2023). Ecological and biological benefits of the cosmopolitan fungus *Trichoderma* spp. in agriculture: A perspective in the Mexican countryside. *Revista Argentina de Microbiología*, 55(4), 366-377. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2023.06.005>
- InfoAgro. (2019). *Herbáceos industriales de cacao*. <https://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.htm>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP] (2015). *El INIAP dispone de tecnologías para combatir la Moniliasis*. <https://www.iniap.gob.ec/pruebav3/>

- Jaramillo. Feijoo., K. A.; Guerrero. Quevedo., J. N. y Guncay. Tuz., I. G. (2022). Morfología floral en 20 árboles élite de la colección de Cacao de la Utmach. Revista Científica Agroecosistemas, 10(3), 58-64. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>
- Losada. Olarte., M. A. (2022). Análisis sobre el manejo de la monilia en los cultivos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia . Revista Innventiva(3), 19-34. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/innventiva/article/view/4434/4694>
- Martínez., B.; Infante., D. y Reyes., Y. (2013). *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. Revista Protección Vegetal, 28(1), 1-11. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n1/rpv01113.pdf>
- Medina, E. M., y Moscoso, H. P. (2018). *Manejo Integrado de la Escoba de Bruja en el cultivo de Cacao*. Alianza Cacao Peru
- Menéndez Bravo, J. A. (2019). *Evaluación in vitro de la actividad biocida de diferentes fungicidas sobre el crecimiento radial de Moniliophthora roreri, Moniliophthora perniciosa y Phytophthora palmivora, agentes causales de enfermedades en cacao*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/d593cb3f-39c9-4db5-9b0a-75461408a23f>
- Muñoz, L., y Cerda, M. (2021). *Guía para el manejo integrado de enfermedades en el cultivo de cacao*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Ochoa. Fonesca., L. E.; Ramírez. González., S. I.; López. Baez, O.; Espinosa. Zaragoza., S.; Alvarado. Gaona., Á. E. y Álvarez.Siman., F. (2017). Control in vivo de *Moniliophthora roreri* en *Theobroma cacao*, utilizando polisulfuro de calcio y silicosulfocálcico. Revista Ciencia y Agricultura, 14(2), 59–66. [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia\\_agricultura/article/view/7149](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/7149)
- Ramírez Ramírez, J. (2019). *Potencial de biocontrol de cepas nativas de Trichoderma spp. sobre la moniliasis (Moniliophthora sp.) del cacao nativo fino de aroma, de la provincia de Bagua, Amazonas – 2017*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/1695>

- Rojas Rubio, K. B. (2023). *Sostenibilidad de las fincas cacaoteras y el manejo integrado de la moniliasis del cacao (Moniliophthora roreri) en las provincias de Bagua y Utcubamba-Amazonas*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/3383>
- Sacoto. Amador., C.; Barzallo. Alvarado., A.; Asang. Farah., S. y Garcia. Martillo., J. J. (2022). Caracterización morfológica del cacao nacional “Theobroma cacao L.” del cantón Naranjal, Ecuador. *Revista Tecnológica Espol*, 34(4), 80–97. <https://doi.org/10.37815/rte.v34n4.978>
- Sánchez Arvelo, M. Á.; León González, D.; Arce Maroto, S.; López Delgado, T. y Rodríguez Montoya, P. (2017). *Manual técnico del cultivo de cacao prácticas latinoamericanas*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)
- Sandoval. Antolinez., E. Y.; Merchán. Almanza., P. J.; Rodríguez. Baraona., A. F.; Díaz. Polanco., E. y Cely. Serrano., P. A. (2020). Estado actual de la cacao cultura: una revisión de sus principales limitantes. *Ciencia y Cultura. Revista Ciencia y Agricultura*, 17(2), 1-11. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7449578>
- Sandoval., M. C. y Belesansky., C. (2020). Producción artesanal del hongo antagónico *Trichoderma Persoon* en sustrato sólido. *Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria*, 7(3), 55-64. <https://revistafcaunlz.gramaweb.com.ar/>
- Santistevan Solis, V. A. y Pérez Reyes, J. J. (2020). *Quitosano en regeneración de plantas de cacao obtenidas por propagación*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria [SENASA] (2004). Manejo Integrado del plagas. <https://www.senasa.gob.pe/>
- Silvestre. (1 de Junio de 2020). ficha tecnica. -Fungicida T-22. <https://silvestre.com.pe/>
- Soto, E.; Mendoza, P. y Aguilar, J. (2022). *Manual de buenas prácticas agrícolas para el cultivo del cacao*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)
- Suárez, Jaimes., Y. y Hernández. Aranzaru., F. (2010). *Manejo de las enfermedades del cacao (Theobroma cacao L) en Colombia, con énfasis en monilia (Moniliophthora roreri)*. Editorial Corpoica, Estación Experimental La

- Suiza,  
[https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12699/81628\\_56560.pdf](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12699/81628_56560.pdf)
- Suárez. Jaimes., Y. Y.; Castañeda. Agudelo. , G. A.; Daza. Baez., E. Y.; Bustos. Montealegre., F.; Estrada. Rengigo, G. A. y Molina. Rojas., J. (2022). *Modelo productivo para el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en el departamento de Santander (2a edición)*. MP cacao Santander. Editorial Agrosavia, <https://doi.org/10.21930/agrosavia.model.7405538>
- Toala. Anzules., V.; Ventura. Borjas., R.; Huamán. Alvarado., L.; Castro. Cepero., V. y Julca. Otiniano., A. (2019). Control cultural, biológico y químico de *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora* spp en *Theobroma cacao* 'CCN-51'. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 511-520. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-99172019000400008](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172019000400008)
- Vanegas Yanangomez, O. (2021). *Incompatibilidad sexual en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) y su incidencia en la producción*. Universidad Técnica de Machala.
- Villamar. Leon., F.; Salazar. Calderon., J. y Quinteros. Mayorga., E. (2016). Estrategias para el cultivo, comercialización y exportación del cacao fino de aroma en Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*, 9(18), 45-55. <https://www.redalyc.org/pdf/5826/582663825007.pdf>
- Zambrano. Calderon. , J. H. (2024). *Comparación de fungicida sobre la actividad de Moniliophthora roreri en cacao (Theobroma cacao L.) Palenque, Los Ríos* [Tesis de Pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio Institucional. <https://cia.uagraria.edu.ec/>
- Zúñiga. Strong., A. (2022). *Riqueza, prestigio y ofrenda divina : los usos del cacao en el mundo nahua*. Hospitalidad ESDAI, (37).

## ANEXOS

**Figura 2.**  
***Visualización del fruto infectado por la moniliasis***



Elaborado por: el Autor, 2024.

**Figura 3.**  
***Recolección de la muestra de fruto infectado***



Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 4.**  
***La traslación de la muestra en el laboratorio***



Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 5.**  
***Aplicación de métodos de la cinta adhesiva.***



Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 6.**  
***Observación de la muestra en el microscopio***



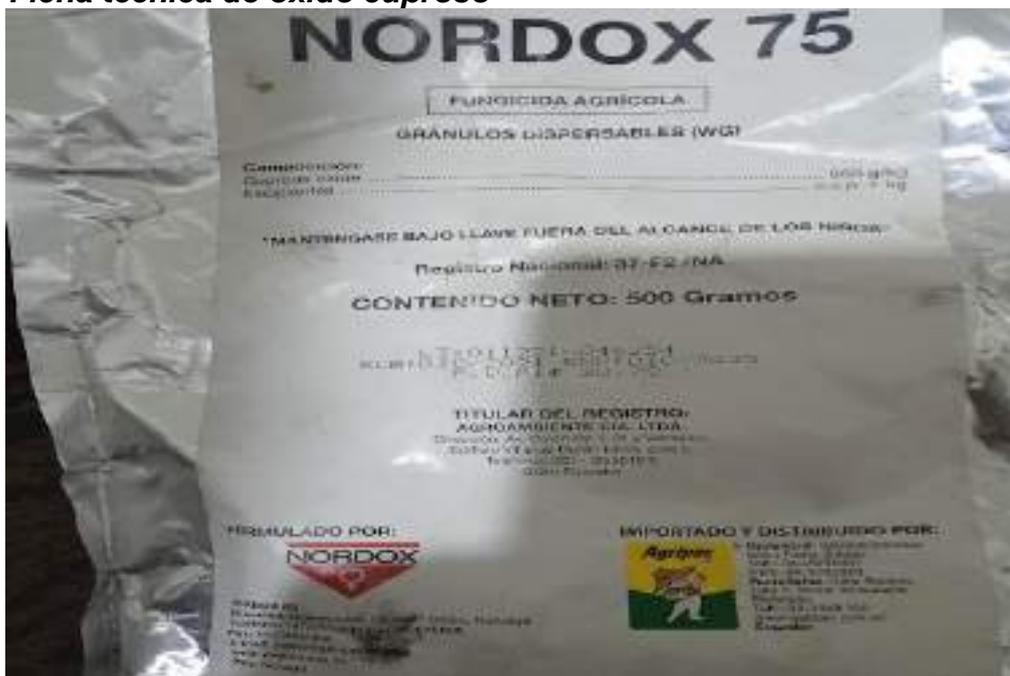
Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 7.**  
***La visualización de la estructura microscópica del hongo***



Elaborado por: el Autor, 2024

Figura 8.  
Ficha técnica de óxido cuproso



Fuente: Agripac, 2016

Figura 9.  
Ficha técnica del Trichoderma

Ficha Técnica	
<b>Nombre del producto</b>	<b>TRICHOGENESIS</b>
<b>Características del producto</b>	TRICHOGENESIS es un producto compuesto por <i>Trichoderma harzianum</i> , el cual es un hongo con acción antagonista que tiene efecto preventivo y control biológico de cepas de hongos patógenos de importancia agrícola. Además, promueve la estimulación del crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas. Por su alta capacidad hidrolítica acelera la descomposición de los residuos vegetales.
<b>Composición</b>	<p><b>Contenido mínimo garantizado</b></p> <p><i>Trichoderma harzianum</i>                      1.0x10<sup>10</sup> UFC/ml</p> <p><b>Composición porcentual</b></p> <p><i>Trichoderma harzianum</i>                      1.0%</p> <p>Ingredientes inertes                            99.0%</p> 
<b>Beneficios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminuye la incidencia de hongos fitopatógenos mediante tres mecanismos: 1-Micoparasitismo, 2-Antibiosis y 3. Competencia</li> <li>Aumenta de la productividad del cultivo mediante cuatro mecanismos: 1-Colonización de la raíz de la planta, 2-Promotor del crecimiento, 3-Inductor de resistencia, 4-Simbiosis y endofitismo</li> </ul>

Fuente: Arcadia, 2022

**Figura 10.**  
***Colocación de los carteles para establecer los tratamientos***



Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 11.**  
***La mezcla de los fungicidas con agua en la mochila fumigadora***



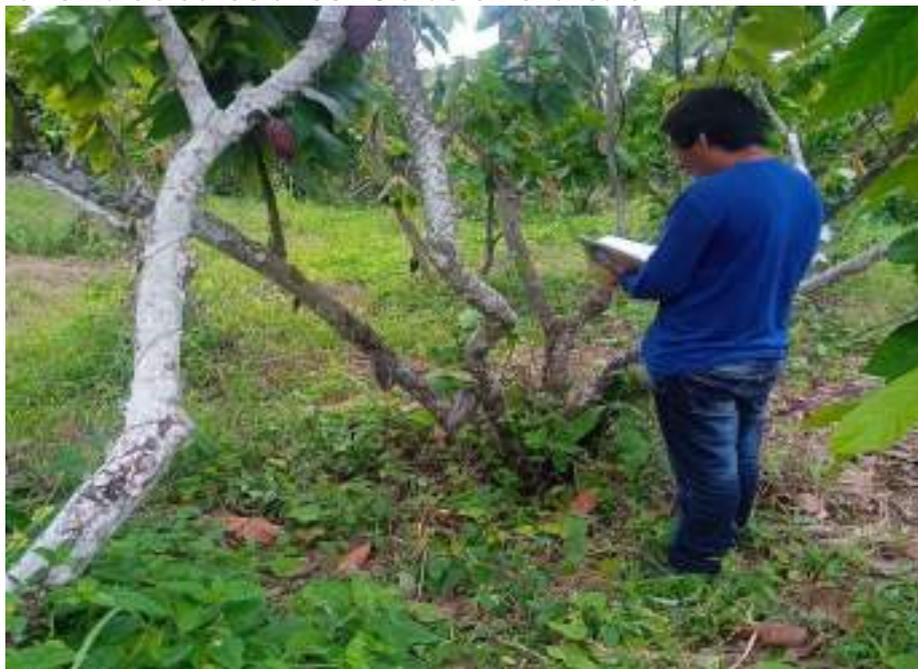
Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 12.**  
***La aplicación de los fungicidas en los primeros días***



Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 13.**  
***La toma de datos a los 15 días en el área útil***



Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 14.**  
***Aplicación de trichoderma a los 15 días***



Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 15.**  
***Aplicación de los fungicidas a los 30 días***



Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 16.**  
**Control de malezas**



Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 17.**  
**Visita de tutor**



Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 18.**  
***Guía e indicaciones del Tutor***



Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 19.**  
***Tomando los datos sobre los pesos de los granos de cacao***



Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 20.**  
**Números de frutos sanos en infostat a los 15 días**

Análisis de la varianza

Numero de mazorcas sanas (15 días)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Numero de mazorcas sanas (...)	21	0,48	0,13	27,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	587,81	8	73,48	1,37	0,2998
Tratamiento	235,01	2	117,90	2,20	0,1534
Bloques	352,00	6	58,67	1,10	0,4187
Error	642,06	12	53,57		
Total	1230,67	20			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,43749

Error: 53,5714 gl: 12

Tratamiento	Medias n	E.E.
Oxido cuproso	31,00	7 2,77 A
Tricoderma	24,71	7 2,77 A
Testigo absoluto	23,29	7 2,77 A

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

Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 21.**  
**Números de frutos sanos en infostat a los 45 días**

Numero de mazorcas sanas (45 días)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Numero de mazorcas sanas (...)	21	0,52	0,20	22,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	697,90	8	87,24	1,62	0,2183
Tratamiento	290,67	2	145,33	2,69	0,1080
Bloques	407,24	6	67,87	1,26	0,3450
Error	647,33	12	53,94		
Total	1345,24	20			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,47377

Error: 53,9444 gl: 12

Tratamiento	Medias n	E.E.
Oxido cuproso	37,57	7 2,78 A
Tricoderma	31,29	7 2,78 A
Testigo absoluto	28,71	7 2,78 A

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

Elaborado por: el Autor, 2024

Figura 22.  
Números de frutos enfermos en infostat a los 15 días

Numero de mazorcas enfermas (15 dia)						
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
Numero de mazorcas enferma..	21	0,69	0,48	18,45		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	80,57	8	10,07	3,30	0,0311	
Tratamiento	0,67	2	0,33	0,11	0,8975	
Bloques	79,90	6	13,32	4,36	0,0145	
Error	36,67	12	3,06			
Total	117,24	20				
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,49273						
Error: 3,0556 gl: 12						
Tratamiento	Medias	n	E.E.			
Testigo absoluto	9,71	7	0,66	A		
Oxido cuproso	9,43	7	0,66	A		
Tricoderma	9,29	7	0,66	A		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)						

Elaborado por: el Autor, 2024

Figura 23.  
Números de frutos enfermos en infostat a los 45 días

Numero de mazorcas enfermas (45 dia)						
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
Numero de mazorcas enferma..	21	0,65	0,42	21,25		
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	93,52	8	11,69	2,83	0,0512	
Tratamiento	51,71	2	25,86	6,25	0,0138	
Bloques	41,81	6	6,97	1,69	0,2079	
Error	49,62	12	4,13			
Total	143,14	20				
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,89977						
Error: 4,1349 gl: 12						
Tratamiento	Medias	n	E.E.			
Testigo absoluto	11,71	7	0,77	A		
Tricoderma	9,00	7	0,77	A B		
Oxido cuproso	8,00	7	0,77	B		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)						

Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 24.**  
***Incidencia de la enfermedad en infostat a los 15 días***

Incidencia % (15 días)					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Incidencia % (15 días)	21	0,46	0,10	28,61	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	640,48	8	80,06	1,29	0,3347
Tratamiento	134,00	2	67,00	1,08	0,3714
Bloques	506,48	6	84,41	1,36	0,3068
Error	746,67	12	62,22		
Total	1387,14	20			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,24870  
 Error: 62,2202 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Testigo absoluto	29,43	7	2,98 A
Tricoderma	29,29	7	2,98 A
Oxido cuproso	24,00	7	2,98 A

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

Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 25.**  
***Incidencia de la enfermedad en infostat a los 45 días***

Incidencia % (45 días)					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Incidencia % (45 días)	21	0,60	0,33	24,87	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	608,48	8	76,06	2,22	0,1027
Tratamiento	381,24	2	190,62	5,57	0,0195
Bloques	227,24	6	37,87	1,11	0,4132
Error	410,76	12	34,23		
Total	1019,24	20			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,34323  
 Error: 34,2302 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Testigo absoluto	28,86	7	2,21 A
Tricoderma	23,29	7	2,21 A B
Oxido cuproso	18,43	7	2,21 B

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

Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 26.**  
**Severidad de la enfermedad en infostat a los 15 días**

Severidad % (15 días)					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Severidad % (15 días)	21	0,55	0,25	25,01	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,63	8	0,20	1,84	0,1639
Tratamiento	0,37	2	0,18	1,65	0,2322
Bloques	1,27	6	0,21	1,91	0,1610
Error	1,33	12	0,11		
Total	2,96	20			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,47449  
 Error: 0,1107 gl: 12

Tratamiento	Medias n	E.E.
Testigo absoluto	1,44	7 0,13 A
Tricoderma	1,41	7 0,13 A
Oxido cuproso	1,14	7 0,13 A

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

Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 27.**  
**Severidad de la enfermedad en infostat a los 45 días**

Severidad % (45 días)					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Severidad % (45 días)	21	0,57	0,28	29,53	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,50	8	0,19	1,96	0,1409
Tratamiento	0,31	2	0,16	1,64	0,2342
Bloques	1,19	6	0,20	2,07	0,1335
Error	1,15	12	0,10		
Total	2,65	20			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,44069  
 Error: 0,0955 gl: 12

Tratamiento	Medias n	E.E.
Testigo absoluto	1,21	7 0,12 A
Tricoderma	1,03	7 0,12 A
Oxido cuproso	0,91	7 0,12 A

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

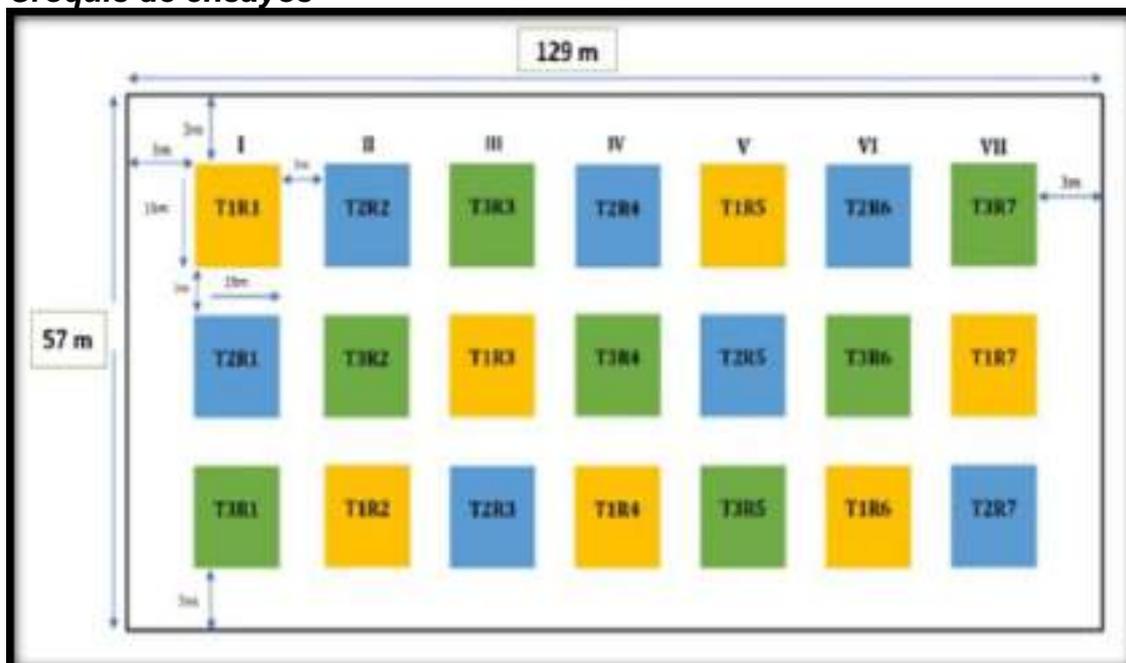
Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 28.**  
**Porcentaje de los frutos**

		porcentaje de los frutos de T1	
total de futos a los 15 dias de T1	238	100	
frutos sano	173 x=		72,69
frutos enfermos	65 y=		27,31
		porcentaje de los frutos de T2	
total de frutos a los 15 dias de T2	283	100	
frutos sano	217 x=		76,68
frutos enfermos	66 y=		23,32
		porcentaje de los frutos del T1	
total de frutos a los 45 dias	282	100	
frutos sanos	219 x=		77,66
futos enfermos	63 y=		22,34
		porcentaje de los frutos del T2	
total de frutos a los 45 dias	319	100	
frutos sano	263 x=		82,45
frutos enfermos	56 y=		17,55

Elaborado por: el Autor, 2024

**Figura 29.**  
**Croquis de ensayos**



Elaborado por: el Autor, 2024

