



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGRONOMÍA

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA**

CONTROL QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LA MONILIASIS
(*Moniliophthora roreri*) DEL CACAO (*Theobroma cacao*),
BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO

AUTOR

PIURE TENESACA ANGIE GABRIELA

TUTOR

ING. MARTILLO GARCÍA JUAN JAVIER MSc.

MILAGRO, ECUADOR

2026



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIA
CARRERA AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: CONTROL QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LA MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*) DEL CACAO (*Theobroma cacao*), BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO, realizado por la estudiante PIURE TENESACA ANGIE GABRIELA; con cédula de identidad N° 0750651424 de la carrera AGRONOMÍA, Ciudad Universitaria Milagro, 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,

ING. MARTILLO GARCÍA JUAN JAVIER MSc.,
Tutor

Milagro, 16 de abril del 2026



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
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: “CONTROL QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LA MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*) DEL CACAO (*Theobroma cacao*), BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO”, realizado por la estudiante PIURE TENESACA ANGIE GABRIELA, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

ING. FREDDY GAVILANEZ LUNA, M.Sc.
PRESIDENTE

ING. COLON CRUZ ROMERO, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. NUVIA MORÁN SÁNCHEZ, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 16 de abril del 2026

DEDICATORIA

Con todo mi cariño, dedico esta tesis a mis padres Rosa y José, a mi hermana Diana y a Jimmy, quienes han sido un pilar fundamental en mi vida, brindándome amor y apoyo incondicional. A mis hermanos Cristhian, Doris y Adrian, por su cariño y compañía constante. A mis adorados sobrinos Andrew, Ian, Maykel y Jorda y a mis queridas sobrinas Keyla, Leslie y Rosa, que llenan mi vida de luz y motivación. Esta tesis es un pequeño gesto de agradecimiento por todo lo que significan para mí. Gracias por ser mi familia.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi profundo agradecimiento a Dios, fuente de mi fortaleza, y a mis padres, pilares fundamentales de mi vida, por su incondicional apoyo y sustento a lo largo de estos cinco años de formación. A la universidad, mi gratitud por acogerme y brindarme un entorno académico enriquecedor, así como a los ingenieros que, con su guía y conocimientos, han contribuido significativamente a mi desarrollo profesional. Y sobre todo a mi tutor Ing. Juan Martillo por ser mi guía. A mi hermano Adrian y mi cuñada Vero, gracias por su constante cuidado y sabios consejos. Finalmente, a mi novio Estiven, por su compañía y apoyo inquebrantable durante este camino. A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento por hacer posible este logro.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, PIURE TENESACA ANGIE GABRIELA, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre "CONTROL QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LA MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*) DEL CACAO (*Theobroma cacao*), BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO" para optar el título de INGENIERA AGRÓNOMA, 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.

Milagro, 16 abril del 2026

PIURE TENESACA ANGIE GABRIELA
C.I. 0750651424

RESUMEN

El cacao constituye uno de los cultivos agrícolas más relevantes del Ecuador por su aporte económico, social y productivo; no obstante, su rentabilidad se ve limitada por la moniliasis, enfermedad causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, considerada una de las principales amenazas fitosanitarias del cultivo. El manejo convencional de esta patología se ha basado principalmente en el uso de fungicidas químicos, los cuales generan impactos negativos sobre el ambiente, la salud humana y la sostenibilidad del agroecosistema, lo que justifica la búsqueda de alternativas de control más seguras y eficientes. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de tratamientos químicos y biológicos sobre el crecimiento micelial de *M. roreri* bajo condiciones de laboratorio. El estudio se desarrolló mediante un diseño experimental completamente al azar, utilizando medio de cultivo Papa Dextrosa Agar, donde se aplicaron los tratamientos sulfato de cobre pentahidratado, fenpropimorf, *Trichoderma harzianum* y un testigo sin tratamiento. Las variables analizadas fueron el diámetro del crecimiento micelial y el porcentaje de inhibición del crecimiento radial, evaluados a los 3, 5 y 7 días de incubación. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, evidenciando que el control biológico con *T. harzianum* presentó una mayor y más constante inhibición del patógeno en comparación con los tratamientos químicos, cuyo efecto fue variable en el tiempo. Se concluye que el uso de agentes biológicos representa una alternativa viable y sostenible para el manejo integrado de la moniliasis del cacao, contribuyendo a la reducción del uso de fungicidas químicos.

Palabras clave: cacao, moniliasis, Moniliophthora roreri, Trichoderma harzianum, control biológico

ABSTRACT

Cocoa is one of the most important agricultural crops in Ecuador due to its economic, social, and productive contributions; however, its profitability is limited by moniliasis, a disease caused by the fungus *Moniliophthora roreri*, considered one of the main phytosanitary threats to the crop. Conventional management of this pathology has been primarily based on the use of chemical fungicides, which generate negative impacts on the environment, human health, and the sustainability of the agroecosystem, thereby justifying the search for safer and more efficient control alternatives. In this context, the present study aimed to evaluate the effect of chemical and biological treatments on the mycelial growth of *M. roreri* under laboratory conditions. The study was conducted using a completely randomized experimental design, employing Potato Dextrose Agar culture medium, in which the treatments copper sulfate pentahydrate, fenpropimorph, *Trichoderma harzianum*, and an untreated control were applied. The variables analyzed were the diameter of mycelial growth and the percentage of radial growth inhibition, evaluated at 3, 5, and 7 days of incubation. The results showed significant differences among treatments, demonstrating that biological control with *T. harzianum* exhibited greater and more consistent inhibition of the pathogen compared to chemical treatments, whose effect was variable over time. It is concluded that the use of biological agents represents a viable and sustainable alternative for the integrated management of cocoa moniliasis, contributing to the reduction of chemical inputs.

Keywords: Cacao, moniliasis, *Moniliophthora roreri*, *Trichoderma harzianum*, biocontrol.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	9
ÍNDICE DE TABLAS.....	11
ÍNDICE DE ANEXOS	12
1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 Antecedentes del problema	13
1.2 Planteamiento y formulación del problema	15
1.3 Justificación de la investigación.....	16
1.4 Delimitación de la investigación.....	17
1.5 Objetivo General.....	17
1.6 Objetivos Específicos	17
1.7 Hipótesis.....	17
2. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 Estado del arte	18
2.2 Bases Teóricas.....	20
2.3 Marco Legal.....	30
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
3.1 Enfoque de la investigación.....	33
3.2 Metodología.....	34
4. RESULTADOS.....	39
4.1 Determinación mediante la prueba de patogenicidad la presencia de la moniliasis de diferentes muestras en el cantón Milagro.	39
4.2 Acción de los agentes químicos y biológicos mediante pruebas de PDA indicando qué tratamiento reduce la presencia de moniliasis mediante condiciones controladas.....	40
4.3 Grado de inhibición del crecimiento radial de <i>Moniliophthora roreri</i> de los tratamientos propuestos.....	41
5. DISCUSIÓN.....	43

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
6.1 Conclusiones.....	45
6.2 Recomendaciones.....	46
7. BIBLIOGRAFÍA.....	47
8. ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos en estudio en condiciones controladas.....	36
Tabla 2. Delimitación de experimento en laboratorio	36
Tabla 3. Análisis de varianza ANOVA en laboratorio	38
Tabla 4. Ubicación geográfica de las fincas evaluadas y presencia del patógeno en el área de estudio.....	39
Tabla 5. Diámetro del micelio de <i>Moniliophthora roreri</i> a los 3, 5 y 7 días.	41
Tabla 6. Porcentaje de inhibición de crecimiento radial de <i>Moniliophthora roreri</i> (%).....	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica de Kupper.....	54
Anexo 2. Ficha técnica de Volley	56
Anexo 3. Análisis de varianza del diámetro del micelio a los 3 días con datos originales.....	57
Anexo 4. Análisis de varianza del diámetro del micelio a los 3 días ajustado.	58
Anexo 5. Análisis de varianza del diámetro del micelio a los 5 días con datos originales.....	58
Anexo 6. Análisis de varianza de diámetro del micelio a los 5 días ajustado.	58
Anexo 7. Análisis de varianza del diámetro del micelio a los 7 días con datos originales.....	59
Anexo 8. Análisis de varianza del diámetro del micelio a los 7 días ajustado.	59
Anexo 9. Observación microscópica directa de estructuras fúngicas compatibles con <i>Moniliophthora roreri</i> en muestras de cacao del cantón Milagro	60
Anexo 10. Procedimiento de preparación de medio de cultivo.....	60
Anexo 11. T1: <i>Trichoderma harzianum</i> vs <i>Moniliophthora roreri</i> (A), T2: Sulfato de cobre pentahidratado vs <i>Moniliophthora roreri</i> (B), T3: Fenpropimorf vs <i>Moniliophthora roreri</i> (C), T4: <i>Moniliophthora roreri</i> testigo (D).	61

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

En Ecuador, la producción de cacao tiene una gran relevancia económica. Aproximadamente 234.000 toneladas métricas de cacao en grano son producidas anualmente. La variedad local se distingue por su sabor y aroma singulares, y es muy apreciada en el mercado global (Díaz y Chesme, 2023).

El crecimiento y productividad del cacao están íntimamente vinculados con las circunstancias ambientales del sitio de cultivo. Elementos como la temperatura, la humedad y la luz inciden de manera directa en la producción, al igual que en la floración, brotación y recolección, que se rigen por el clima. Por esta razón, se aconseja la aplicación de calendarios agroclimáticos para maximizar el crecimiento del cultivo (Salous et al., 2020).

En Ecuador, se cultivan aproximadamente 400.000 hectáreas de cacao, de las cuales aproximadamente 100.000 pertenecen a la variedad CCN-51. Esta variedad constituye más del 50% de las 260.000 toneladas de cacao elaboradas en la nación, colocando a Ecuador en la cuarta posición a nivel global. La industria del cacao genera alrededor de 1.500.000 puestos de trabajo directos en áreas como la producción, el procesamiento y la venta, afianzando el desarrollo y la comercialización (Varas et al., 2024).

Sin embargo, la producción y comercialización del cacao en Ecuador se ven afectadas por diversos factores que obstaculizan el desarrollo adecuado de la planta. Uno de los más graves es la moniliasis, enfermedad causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, la cual representa una de las principales amenazas para el cultivo, según lo señalan Pilaloe et al. (2021), este patógeno provoca la pudrición de los frutos y su propagación se ve favorecida por condiciones climáticas de alta temperatura y humedad, lo que evidencia el papel determinante del clima en la dispersión de la enfermedad.

La afectación frecuente por la moniliasis puede ascender hasta un 60%, representando uno de los factores de restricción más significativos en la producción, particularmente en la zona litoral del país (Cobos et al., 2024). *M. roreri* prospera en entornos con una humedad relativa mayor al 85% y temperaturas que

superan los 25 °C. Su propagación se da a través de la lluvia, insectos y el viento. Las conidias, las únicas formas infecciosas, se desarrollan en la superficie del fruto si existe agua accesible (Varas et al., 2024).

Bastidas y Jacome (2025) acotan que, en las primeras semanas, la patología es asintomática; no obstante, tras el tercer mes, comienza a desintegrarse el tejido de la mazorca. Además, elementos como la localización geográfica, el clima y el tiempo extendido de las mazorcas en el árbol promueven el crecimiento del hongo, potenciando su influencia.

Según Cobos et al., (2024) los procedimientos más empleados para regular la moniliasis incluyen la aplicación de sustancias químicas y actividades culturales, como la eliminación semanal de frutos enfermos. Pese a que estas prácticas contribuyen a disminuir la causa del inóculo, demandan un gran esfuerzo e inversión, lo que incentiva la exploración de opciones más sustentables como el control biológico.

Trichoderma harzianum es reconocido como uno de los agentes de control biológico más eficaces, formando parte de más del 60 % de los biofungicidas registrados a nivel global. Su uso ha sido comprobado tanto como bioplaguicida, biofertilizante y estimulante del crecimiento vegetal, contribuyendo al fortalecimiento de la resistencia de las plantas y a la mejora de la calidad del suelo. (Bacusoy y Fienco, 2023).

Por otro lado, el sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) es un compuesto inorgánico empleado como fungicida preventivo. Su papel es prevenir la producción de esporas del hongo *M. roleri*, impidiendo su propagación y salvaguardando frutos saludables antes de que surjan síntomas (Carrasco et al., 2023).

En la actualidad, se está incrementando el interés en el empleo de microorganismos antagonistas de patógenos para fomentar una agricultura más sustentable, reduciendo la utilización de productos químicos y su efecto en el medio ambiente (Vidal et al., 2021).

Este estudio examinará de manera comparativa en laboratorio el impacto de elementos químicos (sulfato de cobre pentahidratado y fenpropimorf) y biológicos

(*Trichoderma harzianum*) en el desarrollo de micelios de *M. roreri*, a través de pruebas en medios de cultivo (PDA). La meta es determinar el tratamiento más efectivo y construir un fundamento científico para estrategias de gestión integrada de la moniliasis, en consonancia con una producción agrícola sustentable y económicamente rentable en Ecuador.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El cultivo de cacao es uno de los cimientos económicos y sociales más significativos de Ecuador, lo que posiciona como uno de los principales exportadores de cacao fino de aroma a escala global. No obstante, esta producción está seriamente en peligro debido a enfermedades fúngicas, sobresaliendo la moniliasis, provocada por el hongo *Moniliophthora roreri*.

Aunque se han hecho esfuerzos para controlar la moniliasis a través del uso de fungicidas químicos, estos procedimientos no siempre son efectivos, además de conllevar peligros para el medio ambiente y la salud humana. Por otro lado, los métodos de control biológico se presentan como una opción sustentable, sin embargo, su efectividad todavía necesita confirmación científica, particularmente bajo condiciones reguladas que permitan observar su impacto directo en el patógeno.

En este escenario, se presenta la necesidad de valorar y cotejar la efectividad de técnicas de control biológico y químico del hongo *M. roreri*, empleando medios de cultivo bajo condiciones de laboratorio. Esta evaluación facilitará la identificación de agentes de control con mayor potencial, la implementación de estrategias de gestión integradas y la disminución del empleo de productos químicos en la cosecha del cacao, favoreciendo de esta manera una producción más sustentable y lucrativa.

1.2.2 Formulación del problema

¿De qué manera la aplicación de *Trichoderma harzianum*, sulfato de cobre pentahidratado y fenpropimorf afecta la inhibición del crecimiento de *Moniliophthora*

roreri, causante de la moniliasis del cacao, bajo condiciones de laboratorio controladas, mediante medios de cultivo?

1.3 Justificación de la investigación

El cacao representa una fuente esencial de ingresos para pequeños y medianos productores del Ecuador, y su sostenibilidad es clave para mantener la competitividad del país en los mercados internacionales. La moniliasis constituye una de las principales amenazas fitosanitarias, capaz de reducir considerablemente la producción y generar severas pérdidas económicas.

Tradicionalmente, se ha tratado esta enfermedad a través del uso de fungicidas químicos, que, aunque proporcionan un cierto nivel de control, también provocan inquietudes ambientales y de salud, además del peligro de resistencia del patógeno. En este escenario, la aplicación de agentes de control biológico, como *T. harzianum*, surge como una opción ecológica, económica y sustentable. No obstante, la verdadera efectividad de estos procedimientos, en comparación con fungicidas tradicionales como el sulfato de cobre pentahidratado y el fenpropimorf, todavía necesita ser verificada a través de pruebas experimentales bajo condiciones reguladas.

La realización de esta evaluación bajo condiciones de laboratorio facilita la observación exacta del comportamiento del patógeno ante diversos agentes de control, excluyendo elementos externos que podrían afectar el campo. Así, se produce conocimiento científico de gran valor que se utilizará como fundamento para la creación de estrategias integradas de gestión de la moniliasis, minimizando el efecto económico y ambiental de la enfermedad.

Así pues, este estudio no solo aportará al saber académico, sino que también ofrecerá soluciones prácticas y sostenibles para los cultivadores de cacao del país, respaldando una agricultura más responsable, lucrativa y resistente a enfermedades fúngicas.

1.4 Delimitación de la investigación

- Espacio: El trabajo se realizó en diferentes fincas del cantón Milagro con diferentes variedades de cacao, dado que de éstas se obtendrán las muestras para los análisis.
- Tiempo: El proyecto se desarrolló desde el mes de octubre a diciembre del 2025.
- Población: Este trabajo de investigación está dirigida a los productores de cacao del cantón Milagro.

1.5 Objetivo General

Evaluar el control químico y biológico, a través de medios de cultivos, de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del cacao bajo condiciones de laboratorio.

1.6 Objetivos Específicos

- Determinar mediante la prueba de patogenicidad la presencia de la moniliasis de diferentes muestras en el cantón Milagro.
- Valorar la acción de los agentes químicos y biológicos mediante pruebas de PDA indicando qué tratamiento reduce la presencia de moniliasis mediante condiciones controladas.
- Establecer el grado de inhibición del crecimiento radial de *Moniliophthora roreri* de los tratamientos propuestos.

1.7 Hipótesis

Al menos uno de los dos métodos de control mediante condiciones controladas reducirá la presencia del agente causal *Moniliophthora roreri*.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

El estudio de Ruiz y Sánchez (2025) evidenció que el comportamiento de *Moniliophthora roreri* varía según el tiempo de esporulación. El tratamiento con esporas jóvenes (T1, 15 días) mostró la mayor agresividad y crecimiento del área infectada, mientras que T2 (30 días) presentó el menor crecimiento y mayor contaminación. El tratamiento T3 (45 días) destacó por su mayor supervivencia y tolerancia ambiental, aunque con menor agresividad. Se identificaron varios hongos contaminantes y el mayor daño interno ocurrió en T2 (100%), seguido de T1 (93%) y T3 (71%). En general, la patogenicidad disminuye con la madurez de las esporas, pero aumenta su capacidad de supervivencia.

Guerrero et al., (2020) en su estudio mencionan que la aplicación de microorganismos como los *Trichoderma spp.* permiten el control de enfermedades en cacao. Estos microorganismos poseen la capacidad de biocontrolar agentes infecciosos presentes en el cultivo de cacao, adicionalmente estos reportes sobre el uso de cepas aisladas localmente reducen la enfermedad hasta en un 40%. Así mismo, los estudios sobre el uso de organismos como hongos o bacterias para controlar enfermedades buscan identificar a aquellos que controlen fitopatógenos, colonicen la planta y prevengan un daño futuro por fitopatógenos.

Los resultados reportados por Jara (2024) demostraron que el hongo *T. harzianum* es sumamente eficaz en el control de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en cacao, logrando un 81.24% de efectividad en la segunda evaluación con una dosis de 2 L/ha, similar al fungicida sintético Tebuconazole (80.68%). A pesar que el tratamiento tuvo un costo mayor, consiguió disminuir considerablemente la severidad del patógeno en comparación al testigo, estableciéndose como una opción viable, sostenible y eficiente dentro del manejo integrado del cultivo.

Carrasco-de la Cruz et al. (2023) evaluaron in vitro el efecto antifúngico del sulfato de cobre (II) pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) sobre *M. roreri*, comprobando una alta eficacia al impedir el crecimiento micelial en concentraciones entre 0.0625 y 1 mM. En concentraciones menores (0.625–10 μM), el crecimiento se presentó desde 2.5 μM , estableciéndose 10 μM como concentración mínima efectiva. La actividad antifúngica se confirmó en medios ADP y AV8 mediante análisis

morfológico. Además, se identificaron hongos endófitos como *Lasiodiplodia spp.* en frutos sanos. Los resultados respaldan el uso del $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ como agente preventivo, recomendándose su evaluación en campo.

En la investigación de Cadena y Poma (2022) se valuó la capacidad antagonista de *T. harzianum* y *T. viride* frente a *Moniliophthora roreri*. En la fase in vitro, *T. harzianum* resultó ser el más efectivo, mostrando una inhibición del 58.6% del crecimiento micelial (PICM) y clasificado en el nivel 1 de la escala de Bell, lo que indica una invasión total del fitopatógeno. Por otro lado, *T. viride* también mostró efecto antagonista, pero con un PICM de 52.46 %, clasificado como nivel 2, sin lograr invadir por completo al hongo. En la fase in vivo, el uso de 300 g de *T. harzianum* cada 15 días consiguió disminuir la incidencia de la enfermedad en un 6% y la severidad en un 10.87% respecto al testigo.

El estudio de Amaya-Márquez et al., (2023) analizó la sensibilidad de 76 aislamientos de *Moniliophthora roreri* de plantaciones de cacao en la Costa y Amazonía del Ecuador frente al fungicida flutolanil. Los resultados mostraron una alta sensibilidad general del hongo, con valores de CI_{50} entre 0,0026 y 0,1457 $\mu\text{g mL}^{-1}$, inhibiendo el crecimiento micelial en el 97 % de los aislamientos. No obstante, dos cepas (MR95 y MR68) presentaron menor sensibilidad y factores de resistencia elevados ($\text{FR} > 50$). Además, los aislamientos de la Costa fueron menos sensibles que los de la Amazonía, lo que sugiere una variabilidad geográfica en la respuesta al fungicida y posibles indicios de resistencia incipiente en algunas poblaciones del patógeno.

Valenzuela et al. (2023) demostraron que cepas de *Trichoderma spp.* cultivadas en medio PDA tienen alto potencial para el control biológico de la moniliasis del cacao contra *M. roreri* y *M. pernicioso*. Los análisis identificaron a las cepas 17, 33, 42 y 44 como las más eficientes. En campo, la cepa 42 redujo la incidencia de la enfermedad al 3.1%, con una eficiencia del 75.1% y un rendimiento de 753.10 kg/ha, frente al control con 18.2% de incidencia y 533.50 kg/ha. Los resultados confirman que *Trichoderma* es una alternativa ecológica y efectiva a los fungicidas químicos en Ecuador.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Importancia del sector cacaoero

El cultivo de cacao ha representado históricamente una de las actividades más importantes del sector agrícola ecuatoriano. Durante mucho tiempo fue el motor principal de la economía del país, generando ingresos y fuentes de trabajo, hasta que surgieron los booms del banano en 1969 y del petróleo en 1972. Las exportaciones de cacao han sido fundamentales para el ingreso de divisas extranjeras, contribuyendo especialmente al avance económico nacional durante las primeras décadas del siglo XXI (Vélez y Naranjo, 2025).

Según Mendoza et al., (2021) el cacao con más de cinco mil años de historia, ha sido clave en la economía, cultura y exportaciones, especialmente en Ecuador, donde el cacao fino y de aroma destaca por su alta calidad y demanda internacional. Aunque es valioso a nivel global, su impacto socioeconómico local no siempre se reconoce, afectando a pequeños productores. Además de su importancia económica, el cultivo del cacao contribuye a la biodiversidad y sostenibilidad. En zonas como Quevedo, es vital para muchas familias, aunque enfrentan desafíos como la falta de apoyo estatal y la inestabilidad del mercado.

En Ecuador, el cacao es un cultivo estratégico por su aporte al PIB y a las exportaciones. Las principales provincias productoras son Los Ríos, Guayas, Manabí y Esmeraldas, con un crecimiento notable de la superficie sembrada, especialmente de cacao Nacional. Entre 2010 y 2016 se impulsaron políticas para fortalecer el sector; sin embargo, aún existen limitaciones para medir su impacto real en la cadena de valor (Véliz Intriago, 2020).

El cultivo de cacao es una actividad clave para entre 5 y 6 millones de agricultores a nivel mundial. En 2019–2020, la producción global fue de 4,7 millones de toneladas, con una participación de América Latina del 18,4 %, siendo Ecuador el tercer productor mundial. En 2020, el precio internacional osciló entre 2100 y 2600 USD por tonelada. Factores como el cambio climático, sequías, inundaciones, plagas y enfermedades afectan la producción y sostenibilidad del cultivo, lo que resalta su importancia económica y social (García et al., 2021).

Como indican Parada y Veloz (2021) el sector cacaotero es clave para la economía y el desarrollo social, especialmente en Ecuador, principal productor mundial de cacao fino de aroma. Aporta al PIB, genera empleo y sustento para pequeños agricultores. Sin embargo, enfrenta retos como baja tecnificación, poco acceso a financiamiento y problemas de comercialización. Por ello, las políticas públicas buscan fortalecer la cadena de valor y fomentar la agroindustria para mejorar su sostenibilidad y rentabilidad.

2.2.1.1 Taxonomía

Dominio: Eukaryota

Reino: Plantae

Tipo: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales

Familia: Sterculiaceae

Género: *Theobroma*

Especie: *cacao* L.

Nombre científico: *Theobroma cacao* L. (INIAP, 2022)

2.2.1.2 Morfología

El *Theobroma cacao* presenta un sistema radicular compuesto por una raíz principal pivotante de la que emergen numerosas raíces secundarias. Su tronco, de tamaño corto, genera brotes verticales con hojas distribuidas a lo largo del tallo, y la planta, de hábito arbóreo, puede alcanzar una altura promedio de cinco metros. Las ramas forman ángulos en disposición alterna (filotaxia $\frac{1}{2}$). Las hojas, enteras y sin división, varían en color: rojas en estado joven y verde oscuro cuando maduras, unidas por un peciolo corto. Las flores, agrupadas en pequeños racimos, surgen en el tallo y en ramas previamente foliosas, con un pedicelo alargado, cáliz rosado dividido en segmentos finos y una corola blanca; se abren por la tarde para facilitar la fecundación al día siguiente. El fruto resultante, cuya forma es generalmente elíptica y lisa, varía en color según la genética de la planta. Dentro de la mazorca

se hallan las semillas inmersas en mucílago, las cuales pueden ser planas o redondeadas, de tonalidad blanquecina y sabor dulce o ácido (Vélez y Almeida, 2023).

2.2.1.3 Variabilidad

El cacao posee una diversidad genética que incluye tanto poblaciones silvestres como cultivadas. Su caracterización se basa en atributos como la floración, la resistencia a plagas, el tamaño del fruto y aspectos moleculares. Tradicionalmente, el cacao se clasifica en dos grupos genéticos principales: “criollo” y “forastero”, según sus características físicas y su origen geográfico. Además, existe un tercer grupo, conocido como “trinitario”, que resulta del cruce entre “criollo” y “forastero” (Sornoza et al., 2022).

Rodríguez et al., (2022) mencionan la clasificación de éstos 3 grupos genéticos:

Cacao Criollo: Esta variedad se caracteriza por árboles de tronco delgado y frutos alargados de tonalidad rojiza con cáscara fina y texturizada. Sus granos son de calidad excepcional, superiores a las otras variedades. Sin embargo, presenta desventajas como baja productividad y alta vulnerabilidad ante enfermedades y plagas. Aunque originario de Sudamérica, su domesticación ocurrió en México y Centroamérica.

Cacao Forastero: Presenta frutos con forma de melón, cáscara gruesa y resistente de textura lisa, y semillas aplanadas de coloración verde. Aunque sus granos son de menor calidad comparados con el criollo, esta variedad destaca por su mayor resistencia a enfermedades. Proviene de la región amazónica alta, específicamente entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá.

Cacao Trinitario: Sus frutos son elongados y de color verde. Esta variedad es el resultado de una hibridación natural entre el cacao criollo y el forastero amelonado brasileño, heredando características de ambas especies parentales. Originario de Trinidad y Tobago, produce granos de tamaño medio a grande con cotiledones castaños.

2.2.2 Moniliasis (*Moniliophthora roreri*)

Esta enfermedad fúngica es provocada por el basidiomiceto *M. roreri*, está ampliamente distribuida en gran parte de los países de América Latina y se caracteriza por su capacidad de adaptarse a diversos entornos. Debido a su alta agresividad, los métodos de control convencionales han generado efectos secundarios, como el desarrollo de cepas del hongo con mayor resistencia genética en distintas regiones (Jaramillo, 2021).

Flores et al., (2022) indican que esta enfermedad puede atacar las mazorcas de cacao en cualquier fase de su crecimiento, sin embargo, los frutos más vulnerables son aquellos recién formados, llamados en etapa infantil. El hecho de que aparezcan mazorcas infectadas durante las primeras cuatro semanas de desarrollo sugiere que el contagio ocurre desde el momento del cuajado o formación inicial del fruto.

La moniliasis es una enfermedad de gran relevancia debido a su alta capacidad de propagación, severidad y dispersión, lo que genera considerables pérdidas a nivel mundial. Su impacto varía según la región y la época del año, afectando las mazorcas en cualquier fase de desarrollo. En plantaciones de cacao en Ecuador, las pérdidas pueden oscilar entre el 16 % y el 80 %, y si no se implementan medidas de control a tiempo, estas pueden llegar hasta el 100 %, convirtiéndose en una de las principales amenazas para el cultivo en los países tropicales de América (Santos et al., 2018).

2.2.2.1 Etiología

Moniliophthora roreri, también llamada enfermedad de Quevedo, pudrición acuosa, helada o mancha ceniza, ha sido clasificada como un hongo del grupo de los basidiomicetos a partir de estudios morfológicos, citológicos y moleculares. Sus conidios presentan formas globosas, subglobosas o elípticas, con tamaños que oscilan entre dos y siete μm , y son capaces de generar sustancias tóxicas que afectan los tejidos del hospedero (Vélez y Almeida, 2023).

2.2.2.2 Taxonomía

Reino: Hongo

Filo: Basidiomycota

Clase: Agaricomycotina

Subclase: Agaricomycetes

Orden: Agaricales

Familia: Tricholomataceae

Género: *Moniliophthora*

Especie: *Moniliophthora roreri* (EPPO, 2009)

2.2.2.3 Características morfológicas

M. roreri. se caracteriza morfológicamente por presentar hifas hialinas, septadas y de paredes delgadas que, con el tiempo, adquieren una coloración café. Su micelio vegetativo posee tabiques con doliporos. Los conidios, que se desprenden con facilidad, tienen paredes gruesas y varían de color: son amarillo pálido cuando están inmaduros y café oscuro al alcanzar la madurez. Estos conidios pueden ser globosos o elípticos, y se forman en dirección basípeta, en cadenas simples o ramificadas, cada una con entre 4 y 10 conidios, los cuales están envueltos por la pared celular original (Carrera et al., 2014).

M. roreri. es un hongo clasificado como mitospórico perteneciente al orden Agaricales. Investigaciones mediante microscopía electrónica demostraron que este organismo presenta un proceso único de formación de espermacio de tipo basipetal, similar al género *Monilia* (denominación antigua de *Moniliophthora*), y cuenta con estructuras llamadas septos doliporos en su estructura micelial. Estas características permitieron identificarlo como la fase asexual (anamorfa) de un basidiomiceto (Evans et al., 2003).

2.2.2.4 Origen y distribución geográfica

La moniliasis del cacao fue identificada por primera vez en 1917 en Ecuador por J. B. Rorer, quien atribuyó la enfermedad a un hongo denominado *Monilia*.

Aunque inicialmente se creyó que Ecuador era su origen, estudios posteriores de Aime y Phillips-Mora (2005) señalaron que la enfermedad apareció en Colombia en 1817 y fue registrada en Antioquia en 1851. Esto modificó la comprensión histórica sobre el origen y expansión del patógeno *Moniliophthora roreri* (Compañía nacional de Chocolates, 2019).

Cajamarca (2022) señala que, en Ecuador, las pérdidas de cosechas relacionadas con la moniliasis pueden ascender al 60%. En los frutos menores de dos meses, la infección se manifiesta inicialmente como diminutos abultamientos en la superficie de la mazorca. Luego surge una mancha de color café, que se va expandiendo hasta que el fruto se deshidrata y empieza a surgir un filamento blanco que corresponde al micelio del hongo. La lesión interna provocada por esta afección es más severa que la externa, causando la desaparición de la mayoría de las almendras.

La enfermedad ha afectado gravemente la producción de cacao en América Latina desde que fue identificada. Hasta antes de 1950, se encontraba únicamente en Colombia y Ecuador. No obstante, a partir de los años 70, su presencia se extendió de manera significativa a casi todas las zonas cacaoteras del continente americano. El origen del hongo aún no ha sido determinado (Herbario de Fitopatología, 2025).

El primer brote registrado oficialmente de la enfermedad se presentó en Ecuador en 1895 y a finales de la década de 1910. No obstante, existen reportes de enfermedades del cacao sin nombre, pero con síntomas similares que se remontan al menos a 1817 en Norte de Santander, en la parte colombiana de la cuenca de Maracaibo (Díaz et al., 2020). Hasta la década de 1950, la distribución geográfica conocida de *Moniliophthora roreri* se limitaba a Colombia, Ecuador y el occidente de Venezuela (Philips y Wilkinson, 2007). A partir de 1956, con su detección en Panamá, el patógeno comenzó a propagarse por todos los países cacaoteros de Centroamérica y, para el año 2016, ya se había extendido hacia el este, alcanzando incluso a Jamaica (Johnson et al., 2017).

Aunque no se ha logrado identificar con certeza el lugar de origen de *M. roreri*, diversas evidencias indirectas sugieren que probablemente surgió en la

región de la Alta Amazonía, que actualmente abarca zonas de Colombia, Perú y Ecuador. Desde allí, el patógeno habría migrado, posiblemente junto con su planta hospedera, hacia al menos dos zonas de cultivo intensivo: la costa ecuatoriana y los valles interandinos de Colombia, donde su diversidad genética se incrementó y fortaleció. A partir de estos reservorios genéticos, emergieron al menos dos genotipos con alta capacidad de invasión: uno que se dispersó hacia el norte, por Centroamérica, y otro que recientemente ha avanzado hacia el sur. Además, se considera que la provincia de Maynas, en Perú, podría ser el origen de un tercer genotipo invasivo surgido recientemente e introducido desde Colombia (Díaz et al., 2022).

2.2.2.5 Condiciones que favorecen su desarrollo

Másmela (2019) sostiene que las plantaciones de cacao en América presentan una mayor presencia de patógenos, debido a condiciones climáticas caracterizadas por variaciones en las precipitaciones y la recurrencia periódica de lluvias, lo que favorece la aparición, propagación y amplia distribución de agentes infecciosos como *Moniliophthora roreri*.

Las condiciones de alta humedad y temperatura ambiental favorecen el desarrollo del hongo, el cual puede afectar diversos órganos de la planta e incluso provocar su muerte. Además, el principal periodo de cosecha de cacao suele coincidir con la temporada de lluvias, lo que incrementa las pérdidas en los cultivos, especialmente en parcelas con alto nivel de sombra.

La región amazónica constituye un ecosistema vulnerable debido a sus características agroclimáticas particulares: lluvias abundantes que oscilan entre 2,500 y 3,000 mm al año, temperaturas que fluctúan de 25°C a 35°C, y niveles de humedad relativa que superan el 80%. Adicionalmente, predominan suelos arcillosos de coloración rojiza con un nivel freático superior al 70% (INEC, 2018). Estas condiciones ambientales dificultan considerablemente el control de este agresivo patógeno, especialmente cuando se desconocen aspectos fundamentales como el ciclo biológico del hongo, su comportamiento epidemiológico, el desarrollo fenológico del cultivo cacaotero y las estrategias de manejo apropiadas. El control efectivo requiere la implementación oportuna de diversas prácticas: fertilización adecuada, remoción de frutos infectados, aplicación de fungicidas a base de cobre

y uso de cepas del género *Trichoderma* como agentes de biocontrol (Pico et al., 2020).

No obstante, la ignorancia o uso incorrecto de algunas prácticas agronómicas, tales como la poda, la recolección y eliminación de frutos enfermos, junto con la incorrecta selección de material genético y el envejecimiento de las plantaciones, elevan la prevalencia de enfermedades fúngicas como la moniliasis (Croplifela, 2022).

2.2.2.6 Sintomatología en frutos

Una de las particularidades del hongo *M. royeri* es su prolongado período de incubación, es decir, el lapso que transcurre desde la infección del fruto hasta la aparición de síntomas visibles. Este período puede variar entre tres y ocho semanas, dependiendo de factores como la etapa de desarrollo de la mazorca, la intensidad del ataque, la vulnerabilidad del árbol de cacao y, sobre todo, las condiciones climáticas, especialmente la presencia de lluvias (Mosquera, 2014).

La moniliasis del cacao provoca síntomas externos que varían según la edad del fruto: en mazorcas menores a un mes se presenta maduración temprana, marchitamiento y desecación; entre el primer y tercer mes, se observan deformaciones, manchas verde oscuro o marrones, sobre las que se forma micelio y conidios color crema. En frutos mayores a tres meses, aunque la podredumbre afecta la cáscara, las almendras suelen mantenerse utilizables. Internamente, el daño es más severo, ya que casi todas las semillas se pierden: en frutos jóvenes no se desarrollan, y en los de dos a tres meses se forman pero se deterioran al ser invadidas por el hongo (Compañía nacional de Chocolates, 2019).

Las manifestaciones externas de la enfermedad se evidencian entre 40 y 80 días posteriores al contagio, iniciando con pequeñas manchas oscuras sobre la superficie de las mazorcas. Esto significa que durante las fases tempranas de la infección, los frutos infectados no presentan lesiones visibles (período asintomático). Posteriormente a la aparición de estas manchas, se desarrolla un característico polvillo blanquecino sobre la superficie de las mazorcas afectadas, causado por la presencia masiva de conidias (aproximadamente 44 millones por cada centímetro cuadrado). Este polvo esporulado facilita significativamente la

propagación del hongo mediante el agua de lluvia, corrientes de aire y el contacto con trabajadores agrícolas. La severidad de la enfermedad depende de factores como la variedad cultivada, el estado de desarrollo de los frutos y los niveles de precipitación (America, 2024).

2.2.2.7 Ciclo de vida del hongo

La sobrevivencia del patógeno comienza en los restos de cosecha, específicamente en las mazorcas infectadas. Posteriormente, las conidias se dispersan mediante el viento y la lluvia, lo que facilita la contaminación de frutos o mazorcas con moniliasis entre diferentes plantaciones (Sánchez y Garcés, 2012).

Las condiciones ambientales son determinantes en el desarrollo de *Moniliophthora roreri*. El ciclo de infección comienza durante períodos de baja humedad (épocas secas), momento en el cual se producen millones de esporas. Estas conidioesporas son transportadas por el viento y la lluvia, depositándose sobre las hojas y frutos del hospedero. En ambientes húmedos y con temperaturas superiores a 24 °C, los conidios germinan en un lapso de 6 a 8 horas, iniciando la infección mediante la penetración en la epidermis con hifas especializadas.

Una vez dentro del hospedero, las hifas avanzan hacia los tejidos internos como el mesodermo y las semillas e inducen la producción de proteínas asociadas a procesos necróticos, lo que provoca primero la muerte de los tejidos internos y luego de los externos (Correa et al., 2014).

Esta etapa corresponde a la fase de incubación más larga de la enfermedad. A medida que avanza el tiempo, los síntomas se agravan, favoreciendo el desarrollo del patógeno, que tras varios meses desde la infección, se hace visible en la superficie del fruto. En esta fase, causa deformaciones con patrones geométricos, así como la aparición de protuberancias o tumores (Asómbrate, 2024).

2.2.3 *Trichoderma spp.*

El género *Trichoderma spp.* es uno de los más investigados en el control de hongos fitopatógenos, debido a sus diversos mecanismos de acción biológica, entre los que se incluyen el parasitismo, la antibiosis y la competencia por espacio y nutrientes. Diversas especies de *Trichoderma* han sido extensamente evaluadas

por su capacidad para controlar enfermedades en distintos tipos de cultivos (Valenzuela et al., 2023)

La primera delimitación genética de *Trichoderma spp.*, la realizó Hartz en 1871, quien enfatizó la importancia y las características microscópicas en la delimitación del género, especialmente por la presencia de fiálides desde entonces ha sido ampliamente estudiado dada su importancia como agente de biocontrol (Romero et al., 2016).

El género *Trichoderma* incluye especies con propiedades antagónicas frente a hongos fitopatógenos, lo que constituye una estrategia de control biológico eficaz frente a estos organismos (Reatigue, 2022). En los sistemas agroforestales de cacao, las enfermedades más comunes y perjudiciales para la producción son la pudrición negra (*Phytophthora spp.*), la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y la moniliasis (*Moniliophthora roreri*). Ante este escenario, la acción antagónica de *Trichoderma spp.*, mediante mecanismos como la competencia, la antibiosis y el micoparasitismo, representa una alternativa prometedora para el manejo de dichas enfermedades (Amorim et al., 2019)

Respecto al uso de agentes antagonistas en la agricultura (Samaniego et al., 2018) señalan que especies como *Trichoderma harzianum* Rifai y *Trichoderma viride* P. son eficaces en el control de distintos patógenos, además de estimular el crecimiento vegetal y activar la resistencia sistémica inducida. Sin embargo, es fundamental tener en cuenta las condiciones edafoclimáticas del lugar, ya que estas pueden afectar su desempeño, generando efectos desiguales, baja adaptabilidad y una eficacia limitada en el control de enfermedades.

Trichoderma harzianum es un hongo aerobio obligado y al ser saprófito del suelo usa un amplio rango de compuestos como fuentes únicas de carbono y nitrógeno (Romero et al., 2016).

Carranza et al., (2025) confirman que la aplicación de cepas de *Trichoderma spp.*, junto con la utilización de sustratos apropiados, promueve el desarrollo temprano de las plantas jóvenes de cacao, mejorando su robustez y capacidad productiva futura dentro de sistemas agrícolas ecológicamente sustentables. La selección correcta tanto de la cepa como del sustrato resulta fundamental para

optimizar la productividad y sustentabilidad en los viveros cacaoteros, favoreciendo así una agricultura de alta productividad con reducida dependencia de productos agroquímicos.

2.3 Marco Legal

Constitución de la República del Ecuador

Registro Oficial 449 de 20-oct.-2008

Última modificación: 25-ene-2021

Título VI régimen de desarrollo

Capítulo tercero - Soberanía alimentaria

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 (p.136).

Título VII Régimen del buen vivir

Capítulo segundo - Biodiversidad y recursos naturales

Sección primera

Naturaleza y ambiente

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas (p.188). La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas (p.188). Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente (p.189). Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles (p.189).

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 (p.193).

Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria

Registro Oficial Suplemento 27 de 03-jul.-2017

Título II. Del régimen de sanidad vegetal

Capítulo I De la protección fitosanitaria

Art. 21 Del control fitosanitario. - El control fitosanitario en los términos de esta Ley, es responsabilidad de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, tiene por finalidad prevenir y controlar el ingreso, establecimiento y la diseminación de plagas que afecten a los vegetales, productos vegetales y artículos reglamentados que representen riesgo fitosanitario. El control fitosanitario y sus medidas son de aplicación inmediata y obligatoria para las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, dedicadas a la producción, comercialización, importación y exportación de tales plantas y productos (p.8).

Art. 22 De las medidas fitosanitarias. - Para mantener y mejorar el estatus fitosanitario, la Agencia de Regulación y Control, implementará en el territorio nacional y en las zonas especiales de desarrollo económico, las siguientes medidas fitosanitarias de cumplimiento obligatorio: a) Requisitos fitosanitarios; b) Campañas de sanidad vegetal, de carácter preventivo, de control y erradicación; c) Diagnóstico, vigilancia y notificación fitosanitaria de plantas y productos vegetales; d) Tratamientos de saneamiento y desinfección de plantas y productos vegetales, instalaciones, equipos, maquinarias y vehículos de transporte que representen un riesgo fitosanitario; e) Cuarentena cuando se detecte una o varias plagas que represente un riesgo fitosanitario; f) Áreas libres de plagas y de escasa prevalencia de plagas; g) Procedimientos fitosanitarios para la importación y exportación de plantas, productos vegetales y artículos reglamentados; y, h) Las demás que establezca la Agencia. Cuando la información científica sobre una nueva plaga o enfermedad sea insuficiente, la Agencia, definirá las medidas provisionales, de emergencia o previsión para aplicarse en caso de una situación fitosanitaria nueva o imprevista (p.9).

Art. 25 De las campañas. - La Agencia realizará campañas de prevención, control y erradicación de plagas reglamentadas que afectan a las plantas, productos vegetales y artículos reglamentados, para mejorar y salvaguardar el estatus fitosanitario del país (p.9). Estas campañas se difundirán y ejecutarán en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados, provinciales, municipales y metropolitanos, de conformidad con sus respectivas competencias (p.9).

Art. 26 De la declaratoria de emergencia fitosanitaria. - La Autoridad Agraria Nacional, previo informe motivado de la Agencia cuando detecte en un área,

lugar o sitio la presencia de una plaga que ponga en riesgo fitosanitario una o varias especies vegetales, en forma inmediata, declarará la emergencia fitosanitaria, con la finalidad de impedir su diseminación (p.9).

Capítulo II De las áreas libres y de baja prevalencia de plagas

Art. 28 De las áreas libres y de baja prevalencia de plagas. - La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario podrá declarar y mantener oficialmente como área libre o de baja prevalencia de plagas un territorio determinado, cuando verifique técnicamente que una o varias plagas no están presentes en el o se encuentran en niveles bajos y sujeto a medidas eficaces de vigilancia y control (p.10). La Agencia declarará los lugares y sitios de producción de plantas y productos vegetales libres de plagas, una vez cumplidos los requisitos establecidos en el reglamento a esta Ley (p.10).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de la presente investigación es experimental, ya que se recopilaban datos numéricos a través de mediciones del crecimiento radial del hongo *Moniliophthora roreri* en medio de cultivo PDA, tras la aplicación de distintos tratamientos químicos y biológicos.

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

3.1.1.1 Investigación aplicada

El estudio corresponde a una investigación aplicada, dado que busca ofrecer soluciones que favorezcan el manejo fitosanitario del cultivo de cacao frente a la moniliasis. Para ello, se realizó una evaluación comparativa de tratamientos químicos y biológicos bajo condiciones de laboratorio, con el objetivo de generar información que pueda ser utilizada en estrategias de manejo integrado de la enfermedad.

3.1.1.2 Investigación de laboratorio

Se realizó la recolección de frutos infectados en campo en las distintas fincas del cantón Milagro, lo que permitió obtener muestras significativas mediante la prueba de patogenicidad. Posteriormente se trasladaron las muestras a laboratorio para realizar observaciones de la interacción del antagonista y de los productos químicos con el patógeno. Esto da paso a que el trabajo tenga bases verídicas que muestren el impacto que tendrá el uso del antagonista y los productos químicos en *Moniliophthora roreri* a nivel in vitro.

3.1.1.3 Investigación experimental

Se evaluó la respuesta al aplicar *Trichoderma harzianum*., sulfato de cobre pentahidratado y fenpropimorf bajo condiciones controladas del agente causal de moniliasis en cacao: *Moniliophthora roreri*. En este sentido, este estudio es de característica experimental.

Entre los niveles de conocimiento del trabajo está la exploratoria, misma que, mediante la recolección de información permitió conocer antecedentes respecto al

tema de investigación y se tomará en cuenta sugerencias relacionados con la enfermedad; descriptiva, ya que está vinculada con la caracterización de los hechos de un fenómeno o individuo, con la finalidad de conseguir su distribución y comportamiento en el ensayo; finalmente está el nivel explicativo o correlacional que se enfocó en evaluar los efectos de microorganismo antagonista y las moléculas químicas sobre el patógeno de estudio.

3.1.2 Diseño de investigación

El trabajo desarrollado es de tipo experimental, ya que se buscó identificar el efecto que ejercen los agentes químicos y biológicos, para observar su efecto sobre el crecimiento de *M. roleri* en condiciones controladas en laboratorio. Las actividades en condiciones controladas se llevaron a cabo en el laboratorio de fitopatología de la Universidad Agraria del Ecuador con diseño experimental completamente al azar en laboratorio (DCA).

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1 Variable independiente

Tipo de tratamiento aplicado, que contempla tres categorías: tratamiento químico (Sulfato de cobre pentahidratado y Fenpropimorf), tratamiento biológico (*Trichoderma harzianum*) y un grupo control sin tratamiento alguno bajo condiciones controladas en laboratorio

3.2.1.2 Variable dependiente

Bajo condiciones controladas de laboratorio de la moniliasis, determinado a través de indicadores cuantificables como diámetro de crecimiento del micelio y el porcentaje de inhibición del crecimiento radial en medio de cultivo.

3.2.1.2.1 Diámetro del crecimiento del micelio

Para la evaluación del diámetro de crecimiento del micelio de *Moniliophthora roleri*, se realizaron mediciones directas en el medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA), empleando un calibrador vernier. Las mediciones se efectuaron en cada uno de los tratamientos establecidos: *Trichoderma harzianum* (T1), sulfato de cobre pentahidratado (T2), fenpropimorf (T3) y el testigo absoluto sin tratamiento (T4).

El diámetro del crecimiento micelial se registró a los 3, 5 y 7 días después de la siembra, bajo condiciones controladas de laboratorio. En el caso del tratamiento biológico, se utilizó la técnica de cultivo dual, enfrentando el patógeno con *Trichoderma harzianum*, mientras que para los tratamientos químicos y el testigo se evaluó el crecimiento radial directo del patógeno en PDA.

Los datos obtenidos permitieron cuantificar el efecto de cada tratamiento sobre el desarrollo micelial del hongo y fueron utilizados posteriormente para el análisis estadístico comparativo.

3.2.1.2.2 Porcentaje de inhibición del crecimiento radial (PICR)

El porcentaje de inhibición del crecimiento radial (PICR) de *Moniliophthora roreri* se calculó a partir de las mediciones del diámetro micelial obtenidas en los diferentes tratamientos y en el testigo absoluto. Para ello, se emplearon los valores registrados a los 3, 5 y 7 días posteriores a la siembra in vitro.

El cálculo del PICR se realizó mediante la siguiente expresión:

$$\text{PICR} = [(R1 - R2) / R1] * 100$$

Donde:

R1= Radio mayor del crecimiento micelial del patógeno en el tratamiento testigo (sin presencia de antagonista ni producto químico).

R2= Radio menor del crecimiento micelial del patógeno en los tratamientos con *Trichoderma harzianum*, sulfato de cobre pentahidratado y fenpropimorf.

Este parámetro permitió determinar el grado de eficacia de cada tratamiento en la inhibición del crecimiento de *M. roreri* bajo condiciones controladas de laboratorio, facilitando la comparación entre el control biológico, el control químico y el testigo.

3.2.2 Tratamientos

Los tratamientos del trabajo fueron definidos a partir de los agentes químicos y antagonistas a emplear considerando la recomendación comercial del producto. En ese sentido, los tratamientos se describen en la tabla 1 en laboratorio.

Tabla 1. Tratamientos en estudio en condiciones controladas

N°	Tratamientos	Dosis	Concentración	Medio
T1	<i>Trichoderma harzianum</i>	3 ml	9 ¹⁰	Cultivo dual PDA
T2	Sulfato de cobre pentahidratado	3ml	247 g/l	PDA
T3	Fenpropimorf	3ml	880 g/l	PDA
T4	Testigo absoluto	-	-	PDA

Elaborado por: La autora, 2026.

En el caso del sulfato de cobre pentahidratado se empleó en su formulación comercial Kupper. Por su parte, el fungicida Fenpropimorf fue aplicado en su presentación comercial Volley.

3.2.3 Diseño experimental

En este estudio se empleó un enfoque experimental bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), en el cual se asignaron de forma aleatoria los tratamientos a las unidades experimentales para garantizar la validez estadística de los resultados. Se utilizó el cultivo dual en medio de agar Papa Dextrosa (PDA) para enfrentar al hongo *M. royeri* con cada uno de los tratamientos (químicos, biológico y control), observando la formación de zonas de inhibición del crecimiento micelial. Asimismo, se trabajó con aislamientos del patógeno obtenidos a partir de frutos de cacao con síntomas de moniliasis, los cuales fueron cultivados en medio PDA bajo condiciones controladas de laboratorio, permitiendo evaluar el desarrollo del hongo y la acción de los tratamientos aplicados.

Tabla 2. Delimitación de experimento en laboratorio

Descripción	Detalle
Numero de tratamientos	4
Número de repeticiones	10
Métodos a emplear	Técnica de Igarashi
Medios de cultivos empleados	Medio de PDA
Número de cajas petri	40

Elaborado por: La autora, 2026.

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1 Recursos

3.2.4.1.1 Recursos humanos

Tesista y asesor de tesis

3.2.4.1.2 Recursos bibliográficos

Para la comprensión del trabajo se tomaron datos provenientes de libros, revistas y tesis electrónicas, extraídos de la Biblioteca Universitaria y páginas fidedignas.

3.2.4.1.3 Materiales de laboratorio

Cajas petri, Autoclave, Cámara de flujo laminar, incubadora, microorganismo y productos químicos, medio de cultivo PDA, hipoclorito de sodio, mechero, microscopio.

3.2.4.2 Métodos y técnicas

3.2.4.2.1 Método inductivo-deductivo

En la fase deductiva, se partirá de estudios previos relacionados con la incidencia de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao, así como del uso de agentes de control biológico (*Trichoderma harzianum*) y tratamientos químicos (sulfato de cobre pentahidratado y fenpropimorf), analizando sus mecanismos de acción y eficacia reportada en investigaciones anteriores.

La fase inductiva estará orientada a la observación de los efectos que se producirán tras la aplicación de los tratamientos en condiciones controladas de laboratorio, con el fin de establecer conclusiones fundamentadas en los resultados que se obtendrán de las variables evaluadas, como el crecimiento micelial y el porcentaje de inhibición.

3.2.4.2.2 Método analítico

Se llevará a cabo la experimentación directa, enfrentando cultivos de *M. roreri* con los tratamientos seleccionados, tanto biológico como químicos, en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) bajo condiciones controladas. Se aplicará la técnica de cultivo dual y se realizarán mediciones periódicas del crecimiento radial

del micelio, lo que permitirá constatar cuantitativamente el impacto de cada tratamiento sobre la inhibición del hongo.

3.2.5 Análisis estadístico

Se aplicó un análisis estadístico descriptivo para obtener promedios y desviaciones estándar del crecimiento micelial en cada tratamiento. Así, también, los datos obtenidos serán analizados estadísticamente mediante ANOVA y la prueba de Duncan al 5% de error ($p < 0.05$) para determinar la existencia de diferencias significativas entre tratamientos, previa constatación de los supuestos de normalidad y homocedasticidad de los residuos. El esquema de ANOVA se detalla en la tabla 3.

Tabla 3. Análisis de varianza ANOVA en laboratorio

Fuentes de variación	Fórmula	Desarrollo	Grados de libertad
Tratamientos	(t-1)	(4-1)	3
Error experimental	(N-t)	(40-4)	36
Total	(N-1)	(40-1)	39

Elaborado por: La autora, 2026.

4. RESULTADOS

4.1 Determinación mediante la prueba de patogenicidad la presencia de la moniliasis de diferentes muestras en el cantón Milagro.

La prueba de patogenicidad permitió confirmar la presencia de moniliasis en las muestras de cacao recolectadas en diferentes fincas del cantón Milagro. Durante la inspección inicial en campo, las mazorcas seleccionadas presentaron síntomas característicos de la enfermedad, tales como deformaciones del fruto, manchas de coloración café oscuro y presencia de micelio blanquecino en la superficie externa.

Tabla 4. Ubicación geográfica de las fincas evaluadas y presencia del patógeno en el área de estudio.

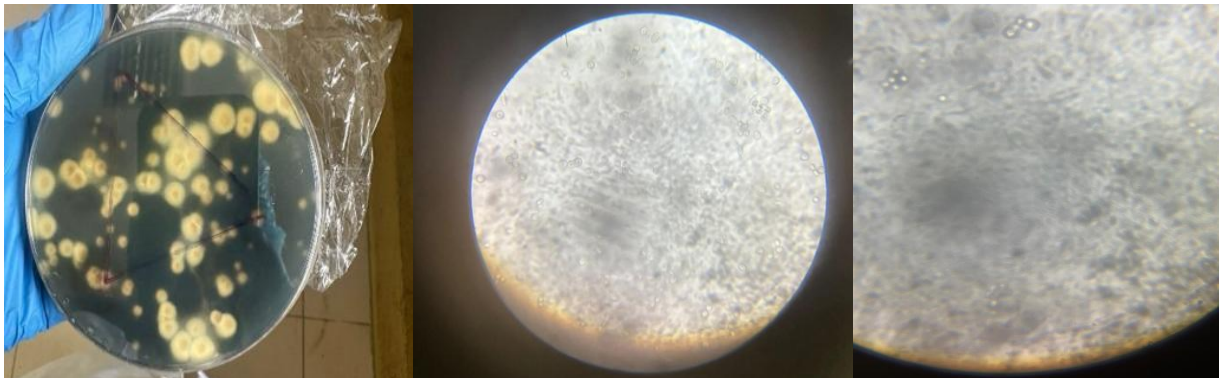
N°	Fincas	Ubicación	Presencia de patógeno
1	Hermanos Hernández	2° 06' 11.91" S, 79° 30' 53.56" W	Sí
2	Don Roberto	2° 06' 55.09" S, 79° 29' 51.30" W	Sí
3	Hermanos Piza	2° 06' 59.67" S, 79° 30' 19.38" W	Sí
4	Quinta Flores	2° 10' 41.97" S, 79° 30' 40.40" W	Sí
5	Don Alvarado	2° 11' 08.05" S, 79° 31' 27.17" W	Sí

Elaborado por: La autora, 2026.

Posteriormente, los tejidos infectados fueron sometidos a un proceso de aislamiento en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA). Tras el período de incubación bajo condiciones controladas de laboratorio, se evidenció un crecimiento micelial activo y homogéneo, con características típicas del agente causal de la moniliasis.

La observación microscópica directa permitió identificar estructuras fúngicas representativas del patógeno, tales como hifas hialinas, septadas y de crecimiento regular, confirmando la identidad del hongo. Los resultados obtenidos evidencian que todas las muestras analizadas resultaron positivas a la presencia del patógeno, lo que valida la selección del material vegetal empleado en el estudio. La confirmación de la patogenicidad constituyó un paso fundamental para el desarrollo

de los ensayos posteriores, ya que garantizó que la evaluación de los tratamientos químicos y biológico se realizó sobre un aislamiento activo y representativo del hongo en condiciones in vitro.



Resultado de prueba de patogenicidad.

4.2 Acción de los agentes químicos y biológicos mediante pruebas de PDA indicando qué tratamiento reduce la presencia de moniliasis mediante condiciones controladas.

El análisis de varianza realizado para el diámetro del micelio de *Moniliophthora roreri* en medio PDA evidenció diferencias significativas entre los tratamientos evaluados a los 3, 5 y 7 días, lo que indica que los agentes químicos y biológicos influyeron de manera distinta en el crecimiento del patógeno bajo condiciones controladas (Tabla 4). El análisis con la prueba de Duncan permitió definir cuatro grupos (a, b, c y d) en las tres evaluaciones, tal como puede observarse en esta tabla.

En las primeras etapas del ensayo, se evidenció que el tratamiento biológico presentó una mayor capacidad para limitar la expansión del micelio en comparación con los tratamientos químicos y el testigo, lo que refleja una respuesta temprana más eficiente frente al desarrollo del patógeno. En este mismo período, los tratamientos químicos mostraron un crecimiento micelial intermedio, sin diferencias marcadas entre ellos, lo que indica una eficacia comparable en la restricción inicial del crecimiento del hongo.

A medida que avanzó los días 5 y 7, el comportamiento diferencial entre los tratamientos se hizo más evidente. El tratamiento biológico mantuvo una restricción sostenida del crecimiento micelial, diferenciándose claramente tanto de los

tratamientos químicos como del testigo. Este patrón sugiere que el agente biológico posee una mayor estabilidad en su efecto sobre el desarrollo del micelio, posiblemente asociada a su capacidad de interacción directa con el patógeno en el medio de cultivo.

En las evaluaciones posteriores, se observó una mayor separación en la respuesta del patógeno frente a los tratamientos. Mientras el tratamiento biológico continuó limitando de manera efectiva la expansión micelial, los tratamientos químicos evidenciaron un aumento progresivo del crecimiento del hongo, lo que indica una disminución de su efecto restrictivo con el tiempo. Por su parte, el tratamiento testigo presentó un desarrollo micelial continuo, reflejando la ausencia de factores que limiten el crecimiento del patógeno.

En conjunto, estos resultados ponen en evidencia que el agente biológico mostró un comportamiento más consistente y estable en la limitación del crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* bajo condiciones in vitro, en contraste con los tratamientos químicos, cuyo efecto fue menos persistente a lo largo del período de evaluación

Tabla 5. Diámetro del micelio de *Moniliophthora roreri* a los 3, 5 y 7 días.

N°	Tratamientos	Diámetro Micelial (mm)		
		3 días	5 días	7 días
1	<i>Trichoderma harzianum</i>	3,0 a	2,1 a	1,5 a
2	Sulfato de cobre pentahidratado	7,0 b	11,7 b	35,2 c
3	Fenpropimorf	5,6 ab	13,9 b	27,8 b
4	Testigo	32,0 c	34,0 c	47,0 d
	CV (orig.)	33,19 %	32,06 %	27,02%
	CV (ajust.)	3,23%	3,80 %	3,75 %

Medias con letras iguales no difieren significativamente ($p > 0.05$).

Elaborado por: La autora, 2026.

4.3 Grado de inhibición del crecimiento radial de *Moniliophthora roreri* de los tratamientos propuestos.

En la variable porcentaje de inhibición in vitro se analizó el grado de inhibición del crecimiento radial del hongo patógeno *Moniliophthora roreri* en

presencia de los tratamientos propuestos: *Trichoderma harzianum*, sulfato de cobre pentahidratado y Fenpropimorf, a los tres, cinco y siete días, bajo condiciones controladas.

Los resultados obtenidos indican que los tratamientos evaluados presentaron un comportamiento diferencial en el control del crecimiento radial del patógeno a lo largo del tiempo. Como se observa en la Tabla 5, a los tres días todos los tratamientos mostraron un efecto inhibitorio elevado; sin embargo, el tratamiento biológico presentó una mayor capacidad de inhibición en comparación con los tratamientos químicos.

Al realizar la evaluación a los cinco días, se evidenció una tendencia de incremento en el efecto inhibitorio del tratamiento biológico, mientras que los tratamientos químicos mostraron una disminución progresiva en su eficacia. Esta diferencia se acentuó a los siete días, donde el antagonista *Trichoderma harzianum* mantuvo un alto grado de inhibición del crecimiento radial del patógeno, en contraste con los tratamientos químicos, los cuales presentaron una reducción considerable de su efecto inhibitorio.

Tabla 6. Porcentaje de inhibición de crecimiento radial de *Moniliophthora roreri* (%).

N°	Tratamientos	PICR a los 3 días	PICR a los 5 días	PICR a los 7 días
1	<i>Trichoderma harzianum</i>	90,63%	93,78%	96,85%
2	Sulfato de cobre pentahidratado	78,03%	65,61%	25,19%
3	Fenpropimorf	82,66%	59,13%	40,89%

Elaborado por: La autora, 2026.

5. DISCUSIÓN

La prueba de patogenicidad confirma que el aislamiento utilizado corresponde efectivamente a *Moniliophthora roreri*, debido a su rápido crecimiento micelial y su capacidad para colonizar el medio de cultivo. Este comportamiento se relaciona con lo descrito por Ruiz y Sánchez (2025), quienes señalan que las esporas jóvenes de *M. roreri* manifiestan una mayor agresividad y una expansión acelerada del tejido infectado. Del mismo modo, el desarrollo observado en laboratorio guarda similitud con lo reportado por Flores et al. (2022), quienes describen que el patógeno mantiene una elevada capacidad de invasión en condiciones de humedad y disponibilidad nutritiva, validando así la confiabilidad del aislamiento empleado en el presente estudio.

El comportamiento observado del patógeno *Moniliophthora roreri* bajo condiciones controladas de laboratorio evidencia una alta capacidad de crecimiento y colonización en medio PDA, lo cual coincide con lo reportado por García (2023), quien señala que este medio favorece la expresión de las características morfológicas del hongo causante de la moniliasis del cacao. La dinámica de crecimiento registrada durante los días de evaluación confirma que, en ausencia de agentes de control, el patógeno mantiene un desarrollo progresivo, aspecto ampliamente descrito en la literatura científica. Esta respuesta biológica respalda la pertinencia de utilizar aislamientos obtenidos directamente de frutos infectados, ya que permiten trabajar con material representativo del patógeno, constituyéndose en una base metodológica adecuada para la posterior evaluación de tratamientos químicos y biológicos en estudios in vitro.

Respecto al tratamiento biológico, los resultados muestran que *Trichoderma harzianum* presenta la mayor eficacia en la inhibición del crecimiento radial, con valores entre 90,63 % y 96,85 %. Este efecto coincide con los hallazgos de Guerrero et al. (2020), quienes demuestran que *Trichoderma spp.* posee una elevada capacidad de biocontrol mediante competencia y micoparasitismo, pudiendo reducir enfermedades en cacao hasta en un 40 %. Además, los resultados del presente estudio se alinean con lo reportado por Cadena y Poma (2022), quienes identifican a *T. harzianum* como la cepa más eficaz en la inhibición de *M. roreri* in vitro, incluso invadiendo totalmente al patógeno según la escala de Bell. Del mismo

modo, los valores elevados de inhibición observados son consistentes con los obtenidos por Jara (2024), quien reporta un 81.24 % de efectividad en campo, demostrando que el antagonista mantiene su desempeño tanto en condiciones controladas como en ambientes naturales.

Por su parte, el comportamiento de los fungicidas químicos evaluados revela una tendencia decreciente en su capacidad de inhibición conforme avanzan los días. En el caso del sulfato de cobre pentahidratado, la eficacia inicial del 78,03 % disminuye significativamente hasta un 25,19 % al séptimo día. Este resultado es coherente con el estudio de Carrasco-de la Cruz et al. (2023), quienes señalan que el $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ actúa principalmente como agente preventivo, con alta eficacia en concentraciones adecuadas, pero una reducción marcada cuando el patógeno ya se encuentra establecido, lo cual explica la pérdida de efecto observada en este estudio. Además, la dinámica decreciente puede relacionarse con lo reportado por Ruiz y Sánchez (2025) en cuanto a la supervivencia de esporas maduras, que, aunque menos agresivas, pueden tolerar mejores condiciones adversas, lo que podría influir en la respuesta limitada al tratamiento químico en etapas tardías.

En el caso del fenpropimorf, su comportamiento intermedio 82,66 % a los tres días y 40,89 % a los siete días coincide con los resultados de Amaya-Márquez et al. (2023), quienes demostraron que existen variaciones significativas en la sensibilidad de *M. royeri* frente a fungicidas sistémicos, pudiendo algunas cepas mostrar menor respuesta debido a diferencias genéticas o adaptaciones locales. Esta variabilidad podría explicar la disminución sostenida en la eficacia del fenpropimorf durante las evaluaciones.

La superioridad constante de *T. harzianum* a lo largo de los siete días es congruente con lo planteado por Valenzuela et al. (2023), quienes destacan que determinadas cepas de *Trichoderma* pueden reducir la incidencia de la moniliasis en campo hasta en un 75 %, demostrando su potencial como alternativa sostenible frente a fungicidas químicos. Los resultados de este estudio refuerzan dicha afirmación, evidenciando que el antagonista no solo inhibe el crecimiento del patógeno, sino que mantiene su acción de manera estable, a diferencia de los tratamientos químicos cuya eficacia es temporal.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

En primer lugar, la prueba de patogenicidad permitió confirmar de manera confiable la presencia de moniliasis en las muestras de cacao recolectadas en el cantón Milagro, mediante la identificación de estructuras morfológicas compatibles con *Moniliophthora roreri*. Los síntomas observados en campo, el aislamiento en medio PDA y la observación microscópica validaron el diagnóstico del patógeno. Esto garantizó que el material vegetal empleado en el estudio fue adecuado y representativo. Además, aseguró que los ensayos posteriores se realizaron sobre un aislamiento activo. Este proceso fortaleció la confiabilidad de los resultados obtenidos. La confirmación de la patogenicidad constituyó una base fundamental para el desarrollo del estudio.

Asimismo, la evaluación del efecto de los agentes químicos y biológicos evidenció diferencias claras en el control del crecimiento micelial del patógeno. El tratamiento biológico con *Trichoderma harzianum* mostró una mayor capacidad de reducción del crecimiento micelial en comparación con el sulfato de cobre pentahidratado y el fenpropimorf. Este comportamiento se mantuvo de forma estable a lo largo de los días de evaluación. En contraste, los tratamientos químicos presentaron un efecto restrictivo inicial, pero menos persistente. Estos resultados demuestran la mayor eficiencia del agente biológico bajo condiciones controladas. Además, resaltan su potencial como alternativa de control sostenible.

Finalmente, el análisis del grado de inhibición del crecimiento radial confirmó que el tratamiento biológico alcanzó los mayores porcentajes de inhibición, superando el 90 % durante todo el período de evaluación. Los tratamientos químicos, aunque efectivos en las primeras etapas, mostraron una disminución progresiva de su efecto inhibitorio con el tiempo. Este comportamiento evidencia una menor estabilidad en el control del patógeno. En conjunto, los resultados destacan al antagonista biológico como la opción más eficiente en condiciones de laboratorio. Esto respalda su uso dentro de estrategias de manejo integrado. Asimismo, aporta información relevante para futuras investigaciones orientadas al control de la moniliasis del cacao.

6.2 Recomendaciones

En relación con la confirmación de la presencia del patógeno *Moniliophthora roreri* en las muestras analizadas, se recomienda fortalecer los programas de monitoreo fitosanitario permanente en las fincas cacaoteras del cantón Milagro. Estos monitoreos deben incluir inspecciones periódicas de mazorcas en diferentes estados de desarrollo, con el fin de detectar de manera temprana síntomas de moniliasis. Asimismo, es importante capacitar a los productores en la identificación visual de la enfermedad y en el registro de su incidencia. La información generada permitirá tomar decisiones oportunas para el control del patógeno. De esta manera, se contribuirá a reducir la diseminación de la enfermedad. Además, se fortalecerá la vigilancia epidemiológica del cultivo a nivel local.

Dado que *Trichoderma harzianum* presentó un control más efectivo del patógeno, se sugiere su incorporación progresiva dentro de programas de manejo integrado, complementándolo con prácticas culturales como la eliminación de frutos enfermos y la regulación de sombra para reducir la humedad predisponente.

Finalmente, debido a que los tratamientos químicos evaluados mostraron una eficacia limitada a lo largo del tiempo, se recomienda realizar investigaciones adicionales que evalúen nuevas combinaciones entre agentes químicos y biológicos. También es importante analizar diferentes dosis, frecuencias y momentos de aplicación para optimizar su efecto. Asimismo, se sugiere realizar ensayos en condiciones de campo que permitan validar los resultados obtenidos en laboratorio. Estos estudios facilitarán la adaptación de las estrategias de control a las condiciones ambientales reales. De esta forma, se ampliará el conjunto de herramientas disponibles para el manejo de la moniliasis. Todo ello contribuirá al desarrollo de un control más eficiente y sostenible del cacao.

7. BIBLIOGRAFÍA

- America, C. (2024). La moniliasis del cacao: características, colores, causas y fungicidas para su control. *CropLife Latin America*. <https://croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/moniliasis-del-cacao>
- Amorim, A. O., Orlandelli, R. C., & Pamphile, A. (2019). Control of cocoa plant (*Theobroma cacao* L.) pathogens by fungal endophytes from genera *Trichoderma* and *Clonostachys*. *Uningá review*, 34(1), 1–10. <https://revista.uninga.br/uningareviews/article/view/3139/2098>
- Asómbrate. (2024). *Moniliasis*. <https://asombrate.org/moniliasis/>
- Bacusoy, J., y Fienco, A. (2023). *Trichoderma harzianum* como biofertilizante en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) para una producción ecosostenible. *Ciencia Latina*, 7(1), 9762-9776. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5089
- Bastidas Ruiz, V., y Jacome, L. P. (2025). Control biológico de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) mediante microorganismos autóctonos. *Agrotecnológica Amazónica*, 5(1), 2-9. <https://doi.org/10.51252/raa.v5i1.794>
- Cadena, F., y Poma, E. (2022). Manejo de la moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri*) con la aplicación de dos especies de *Trichoderma*. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 9(2), 37-50. <https://doi.org/10.53287/toks1912pc49l>
- Cajamarca, A. (2022). *Daños causados por la Moniliasis (Moniliophthora roreri) en el cultivo* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Babahoyo. <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13092/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000213.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carranza Patiño, M., Rivera Castillo, V., Marín Cuevas, C., Torres Rodríguez, J., y Cedeño Moreira, A. (2025). *Trichoderma* spp. en la propagación sostenible de *Theobroma cacao* L. bajo distintos sustratos. *Multidisciplinary Collaborative Journal*, 3(2), 92-113. <https://doi.org/10.70881/mcj/v3/n2/52>

- Carrasco, P., Olivo, Z., y Mendoza, J. S. (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/6133/4501>
- Carrera, K., Mosquera, L., y Leiva, M. (2014). Protocolo para el aislamiento de *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al. en frutos de cacao cv. 'Nacional' de la Amazonía ecuatoriana. *Bioteología Vegetal*, 14(3), 147–150. <https://biblat.unam.mx/hevila/Bioteologiavegetal/2014/vol14/no3/3.pdf>
- Compañía Nacional de Chocolates (2019). *La Moniliasis del cacao: Daños, síntomas, epidemiología y manejo*. <https://www.agrosavia.co/media/11540/69317.pdf>
- Cobos, F., Montero, P., y Pérez, J. G. (2024). Eficiencia de agentes antagónicos para el control de *moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao. *Magazine de las ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, 9(2), 16-29. <https://doi.org/10.33262/rmc.v9i2.3100>
- Correa Álvarez, J., Castro Martínez, S., y Coy, J. (2014). Estado de la moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* en Colombia. *Acta Agronómica*, 63(4), 388–399. <https://www.redalyc.org/pdf/1699/169932435011.pdf>
- Croplifela. (2022). Recuperado de sitio webside: Croplifela. <https://croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/moniliasis-del-cacao>
- Díaz Valderrama, J., Leiva Espinoza, S., y Catherine Aime. (2020). The history of Cacao and it's diseases in the America. *Phytopathology*, 110(10), 1604-1619. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/epdf/10.1094/PHYTO-05-20-0178-RVW>
- Díaz, M., y Chesme, X. C. (2023). Sostenibilidad en el Cultivo de Cacao (*Theobroma Cacao L.*) Por las Oportunidades de Economía Circular para la Provincia los Ríos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 5182-5197. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7342
- Díaz-Valderrama, J. R., Zambrano, R., Cedeño-Amador, S., y Córdova-Bermejo, U. (2022). Diversity in the invasive cacao pathogen *Moniliophthora roreri* is

- shaped by agriculture. *Plant Pathology*, 71(8), 1721-1734.
<https://doi.org/10.1111/ppa.13603>
- Evans, HC., Holmez, KA., AP (2003). Filogenia del patógeno de la pudrición helada de la mazorca del cacao. *Fitopatología*, 52(4), 476-485.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2003.00867.x>
- EPPO. (18 de 08 de 2009). *EPPO*. Recuperado el 17 de 06 de 2025, de
<https://gd.eppo.int/taxon/MONADI>
- Flores, V., Rofríguez, L., García, J., y Conesa, J. (2022). Mecanismos de infección endógema en frutos de cacao con *Moniliophthora roreri*. *Polibotánica*.
<https://doi.org/10.18387/polibotanica.53.13>
- García Briones, A., Pico Pico, B., y Jaimez, R. (2021). La cadena de producción del Cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes. *Novasinergia*, 4(2), 152-172. <https://doi.org/10.37135/ns.01.08.10>
- García Suarez, C. (2023). *EFEECTO DE Trichoderma spp. PARA EL CONTROL DE Moniliophthora roreri EN CULTIVO DE CACAO (Theobroma cacao L.) VENTANAS, LOS RÍOS*. [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador]
file:///C:/Users/Usuario/Downloads/TESIS%20DE%20GRADO-%20GARCIA%20CRISTINA.pdf
- Guerrero, R., Cevallos, O., y Peñaherrera, E. E. (2020). El potencial del uso de microorganismos endofíticos como agentes de control de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Centrosur*, 1(7), 1-18.
<https://doi.org/10.37959/cs.v1i7.33>
- Herbario de Fitopatología – Facultad de Agronomía, U. (2025). *Herbario de Fitopatología*. https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=26471
- INEC. (2018). Visualizador de control ESPAC.
<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/visualizadorespac/>
- INIAP. (2022). *Manual del cultivo de cacao sostenible para la Amazonía ecuatoriana*. Puyo: INIAP – Estación Experimental Central de la Amazonía.
file:///C:/Users/Usuario/Downloads/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE

%20CACAO%20SOSTENIBLE%20PARA%20LA%20AMAZONIA%20ECUATORIA%20N%C2%B0125%20(1).pdf

Jara, J. (2024). *Efecto antagónico del hongo Trichoderma sp. en el manejo de moniliasis (Moniliophthora roreri) en cacao en Ventanas, Los Ríos* [Trabajo de titulación de grado, Universidad Agraria del Ecuador]. file:///C:/Users/Usuario/Downloads/JARA%20MACIAS%20JONATHAN%20PEDRO.pdf

Jaramillo Aguilar, E. (2021). *Uso de diferentes dosis de extractos etanólicos de ajo para control de moniliasis (Moniliophthora roreri) en el cultivo de cacao* [Tesis de titulación, Universidad Técnica de Machala]. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16558/1/TTUACA-2021-IA-DE00024.pdf>

Johnson , E., Rutherford, M., Edgington, S., Flood, J., Crozier, J., Cafá , G., . . . Cristie, K. (2017). First report of *Moniliophthora roreri* causing frosty pod rot on *Theobroma cacao* in Jamaica. *New Disease Reports*, 36(1), 2. <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2017.036.002>

Másmela Mendoza, J. E. (2019). Distribución potencial y nicho fundamental de *Moniliophthora* spp en cacao de América y África. *Agronomy Mesoamerican*, 30(3), 659-679. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v30n3/2215-3608-am-30-03-00659.pdf>

Mendoza Vargas, E., Boza Valle, J., y Manjarrez Fuentes, N. (2021). Impacto socioeconómico de la producción y comercialización del cacao de los pequeños productores del cantón Quevedo. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 8, 255-271. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.80.603>

Mosquera Paredes, L. A. (2014). *Caracterización cultural, morfológica y fisiológica in vitro de Moniliophthora roreri (Cif y Par) Evans et al., agente causante de la Moniliasis del cacao (Theobroma cacao L), en comunidades kichwas amazónicas de la provincia de Napo-Ecuador*. [Tesis de titulación, Universidad Estatal Amazónica]. <https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/53/T.%20AGROP.B.UEA.1031?sequence=1&isAllowed=y>

- Osorio Sánchez , R. A. (2010). *Estudio del efecto de Trichoderma harzianum en el control de Moniliophthora roreri en plantas de Theobroma cacao en la provincia de Esmeraldas* [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional].
file:///C:/Users/Usuario/Downloads/CD-3088.pdf
- Parada Gutiérrez, O., y Veloz Cordero, R. L. (2021). Análisis socioeconómico de productores de cacao, localidad Guabito, provincia Los Ríos, Ecuador. *Ciencias Holguín*, 27(1), 1-17.
<https://www.redalyc.org/journal/1815/181565709001/html/>
- Philips-Mora, W., y Wilkinson, M. (2007). Frosty Pod of Cacao: A Disease with a Limited Geographic Range but Unlimited Potential for Damage. *Phytopathology*, 97(12), 1644–1647. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-97-12-1644>
- Pico, J., Paredes, N., Subía, C., Suárez, C., Caicedo, C., y Fernández, F. (2019). Efecto de Prácticas de Manejo Sobre la Incidencia de Moniliophthora roreri (Cif & Par) y Rendimiento en el Cultivo de Cacao (Theobroma cacao L). <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5565>
- Pilaloa, W., Pérez, D., y Torres, A. A. (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>
- Reatigue Medina, A. A. (2022). *Tratamiento de la moniliasis en plantaciones de cacao (Theobroma cacao) utilizando un biocontrolador Trichoderma harzianum en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, 2019 – 2020* [Tesis de titulación, Universidad de Huánuco].
[https://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3710/REATIGU E%20MEDINA%2c%20ANTUANE%20ANDREA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3710/REATIGU%20MEDINA%2c%20ANTUANE%20ANDREA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rodríguez Velázquez, N., Chávez Ramírez, B., Gómez de la Cruz, I., Vásquez Murrieta, M., y Estrada de los SNTOS, P. (2022). El cultivo del cacao, sus

características y su asociación con microorganismos durante la fermentación. *Alianzas y Tendencias BUAP*.
<https://www.aytbuap.mx/aytbuap-725/el-cultivo-del-cacao-sus-características-y-su-asociación-con-microorganism>

Salous, A., Martillo García, J. J., Gómez Vargas, J. A., y Martínez Alcivar, F. R. (2020). Mejoramiento de la calidad del cultivo de cacao en Ecuador. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(3), 368-380.
<https://doi.org/10.37960/rvg.v25i3.33375>

Samaniego, L., Harouna, M., Corbea , O., Rondón , A., y Placeres, I. (2018). Aislamiento, identificación y evaluación de cepas autóctonas de *Trichoderma* spp. antagonistas del suelo. *Revista de Protección Vegetal*, 33(3), 1-11.
<http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v33n3/2224-4697-rpv-33-03-e02.pdf>

Sánchez Mora, F. D., y Garcés Fiallos, F. R. (2012). *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao. *Scientia Agropecuaria*, 3(3), 249-258.
<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2012.03.06>

Santos Barbosa, C., da Fonseca, R. R., Batista, T. M., Araújo Barreto, M., Suzarts Agolo, C., y Rocha de Carvalho, M. (2018). Genome sequence and effectome of *Moniliophthora perniciosa* and *Moniliophthora roreri* subpopulations. *BMC Genomics*, 19(1), 2-12.
<https://bmcbgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12864-018-4875-7>

Sornoza, L., Valencia, L., Corozco Quiñonez, L., Sánchez Mora, F., Salas Macias, C., y Peña , G. (2022). Recursos genéticos de cacao tipo Nacional en Ecuador: una revisión sistemática. *Revista Ciencia y Tecnología*, 15(2), 30-42. <https://doi.org/10.18779/cyt.v15i2.582>

Valenzuela, J., Guevara, F., & Galindo, V. (2023). Biocontrol ecológico de la moniliasis en cacao ecuatoriano mediante técnicas de biplot. *Sustainability*, 15(5), 1-12. <https://doi.org/10.3390/su15054223>

Varas, I., Macias, C., Mendoza, J., y Bravo, D. C. (2024). Biocontrol de *Moniliophthora roreri* con *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* en cacao

CCN-5. Código Científico, 5(4), 72-92.
<https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/nE4/462>

Vélez Balderramo, E., y Almeida Vera, A. (2023). *Efecto de fungicidas sistémicos y protectores en el control de moniliasis y escoba de bruja en cacao* (Proyecto de Investigación). *Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López*. Calceta, Manabí.
https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/2077/1/TIC_A36D.pdf

Vélez, W., Naranjo, J. (2025). Producción y comercialización de cacao y su aporte al empleo en la parroquia San Plácido Del Cantón Portoviejo. *Revista Social Fronteriza*, 5(1). [https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5\(1\)559](https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5(1)559)

Véliz Intriago, A. (2020). Análisis de la política pública cacaotera y sus repercusiones económicas (2010-2016). *Podium*(37), 147–162.
<https://doi.org/10.31095/podium.2020.37.10>

Vidal, N., Argumedo, R., Sanchez, J., Chiquito, R., y Sanchez., D. G. (2021). Microorganismos antagonistas: una alternativa para el control biológico de enfermedades fúngicas presentes en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.). *Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA)*, 117(3), 214-226. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.042>

8. ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica de Kupper

Fungicida - Bactericida

KUPPER.- Es un potente fungicida-Bactericida de alto espectro que combate enfermedades en una amplia gama de cultivos, sean estos semi anuales, anuales o perennes, su molécula principal no crea resistencia del patógeno hacia el producto, lo que permite utilizarlo en programas anti resistencia. El novedoso proceso de fabricación de KUPPER, utiliza la tecnología de la Quelatación con aminoácidos específicos, que permiten la circulación del Cobre a través del torrente de la planta ejerciendo un control efectivo de las enfermedades fungo-bacterianas, además su alta concentración de ácidos húmicos, permite una buena apertura de los estomas lo que facilita el ingreso de gran parte del producto aplicado, dando la posibilidad de efectuar un contundente y rápido control de la enfermedad que se desea controlar.

Composición.

Formulación: Suspensión Concentrada (SC)
 Olor: Agradable
 Solubilidad: Totalmente soluble en agua

Composición garantizada:

Sulfato de Cobre Pentahidratado	270 g / L
---------------------------------	-----------

Modo y Mecanismo de acción

KUPPER.- Actúa como un fungicida - Bactericida multisitio que destruye las células de hongos y bacterias inhibiendo la germinación de estructuras vegetativas de los patógenos afectados, además destruyen las paredes celulares a través de un mecanismo no definido. Desde sus primeros usos hasta la actualidad los compuestos a base de cobre no crean resistencia.

Aplicación

KUPPER.- Puede aplicarse en cualquier cultivo y/o en cualquier momento que sea necesario mejorar el vigor y condición nutricional de los cultivos, se recomienda usar especialmente en las etapas de desarrollo y reproductiva

FICHA TECNICA NEDERAGRO S.A. INF - 01 - VER011007

Modo de empleo. Dosis.

Llenar hasta la mitad el tanque de pulverización, agregar el producto y terminar el llenado, siempre con el sistema de agitación en funcionamiento.

Cultivo	Dosis	Época de aplicación
Uva	1.5 L/Ha	3 aplicaciones por ciclo
Limón	2 L/Ha	En prefloración y cuajado
Pimiento	0.75 L/Ha	A los 20 días y a los 50 días del cultivo
Mango	1.5 L/Ha	Prefloracion, Floracion y Llenado
Caña de Azucar	1 L/Ha	Desarrollo Vegetativo
Mandarina	1.5 L/Ha	Pre floracion - fructificacion
Aguacate	1.5 L/Ha	Pre floracion - fructificacion
Esparrago	0.75 L/Ha	Desarrollo Vegetativo
Maiz	1 L/Ha	Desarrollo Vegetativo y preflor
Arroz	0.75*	A los 25 - 45 días

*Cantidad de agua considerada: 250 L/Ha

Compatibilidad

KUPPER.- Es compatible con la mayoría de los pesticidas de uso común en la agricultura moderna, no se recomienda mezclar con productos organofosforados, productos con altas concentraciones de Calcio ni con otros agroquímicos a base de cobres. Para óptimos resultados se recomienda aplicar con agua ligeramente ácida, con un rango de Ph de 4,5- 5,5; recomendamos aplicar pH Ned.

Fitotoxicidad

Categoría toxicológica II

Franja Amarilla, Moderadamente Peligroso

Presentación

Envase plástico de 100 cc, 250 cc, 500cc, 1 Litro, 5 Galones, 200 Litros

Almacenaje y manipulación

Guárdese en un sitio limpio, fresco y seco, fuera de la luz directa. Se evitarán oscilaciones extremas de temperatura durante su almacenaje. Agítese antes de usar.

Observaciones

Para más detalles sobre **KUPPER** visite nuestro sitio web: www.nederagro.com o contáctese con nuestro servicio al cliente PBX: 042 114422 email: ventas@nederagro.com
Guayaquil - Ecuador.

Anexo 2. Ficha técnica de Volley

FICHA TECNICA**Volley®**

fenpropimorf

Fungicida / Líquido miscible

"COMPOSICIÓN PORCENTUAL"

Ingrediente activo	% en peso
Fenpropimorf: c/s-4-[(RS)-3-(4-tert-butilfenil)-2-metilpropil]-2,6-dimetilmorfolina.....	94.62 %
(Equivalente a 880 g de i.a./L a 20°C)	
INGREDIENTES INERTES: Isómeros e impurezas.....	5.38 %
Total.....	100.00 %

REG.RSCO-FUNG-313-301-203-94.62

INSTRUCCIONES DE USO

Volley® es un fungicida sistémico que tiene actividad preventiva, curativa y actúa como protectante. Su medio de absorción es foliar y su mecanismo de acción reside en la inhibición de la germinación de las esporas del hongo.

CULTIVO	ENFERMEDAD	DOSIS L/Ha	OBSERVACIONES
Plátano (0)	Sigatoka Negra <i>Mycosphaerella fijiensis</i>	0.7	Aplicación al follaje. Iniciar aplicaciones de forma preventiva o bien cuando las condiciones climatológicas sean propicias para el desarrollo de la enfermedad.

() = Días que deben transcurrir entre la última aplicación y la cosecha.

Tiempo de reentrada a los lugares tratados: Cuando el producto haya secado.

Métodos para preparar y aplicar el producto.

Vaciar agua al tanque de aspersión hasta la mitad de su capacidad, añadir **Volley®** con el sistema de agitación en marcha.

En aplicaciones terrestres: El volumen de agua debe ser de 200-400 L/ha.

Para lograr un mejor desempeño del fungicida recomendamos trabajar a presión constante y mantener uniforme la salida de la mezcla durante toda la aplicación (las boquillas o el atomizador de rotación deben funcionar con perfección).

Preparación de la mezcla:

Emulsiones: 1.- Colocar en el tanque de la mezcla el volumen deseado de aceite por hectárea para la emulsión. 2.- Adicionar el emulsificante no iónico al 1% del volumen de aceite utilizado. 3.- Agitar por 3 minutos. 4.- Agregue el 50 % del volumen de agua a utilizar. 5.- Agitar por 3 minutos. 6.- Adicionar el **Volley®** a la dosis indicada. 7.- Agitar por 3 minutos. 8.- Completar el volumen de agua restante. 9.- Agitar el total de la mezcla por 10 minutos.

Suspensiones: 1.- Colocar en el tanque de la mezcla el volumen deseado de aceite por hectárea para la suspensión. 2.- Adicionar el Volley® a la dosis indicada. 3.- Agitar por 3 minutos. 4.- Agitar el total de la mezcla por 5 minutos.

Contraindicaciones:

No aplicar cuando existan fuertes corrientes de aire (más de 15 km/h), ni cuando exista temperatura alta (más de 28°C). Las aplicaciones deben realizarse de preferencia por la mañana o por la tarde. Volley® no es fitotóxico al cultivo aquí indicado si se usa de acuerdo con las recomendaciones de uso.

Incompatibilidad:

De acuerdo con los resultados de estudio de compatibilidad en mezclas de tanque; Volley® puede mezclarse con aceite mineral.

"Manejo de Resistencia"

"PARA PREVENIR EL DESARROLLO DE POBLACIONES RESISTENTES, SIEMPRE RESPETE LAS DOSIS Y LAS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN; EVITE EL USO REPETIDO DE ESTE PRODUCTO, ALTERNÁNDOLO CON OTROS GRUPOS QUÍMICOS DE DIFERENTES MODOS DE ACCIÓN Y DIFERENTES MECANISMOS DE DESTOXIFICACIÓN Y MEDIANTE EL APOYO DE OTROS METODOS DE CONTROL".

Anexo 3. Análisis de varianza del diámetro del micelio a los 3 días con datos originales.

Diametro del micelio 3 días (mm)

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Diametro del micelio 3 día..	40	0,91	0,90	33,19	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5472,59	3	1824,20	117,03	<0,0001
Tratamientos	5472,59	3	1824,20	117,03	<0,0001
Error	561,17	36	15,59		
Total	6033,76	39			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 15,5879 gl: 36

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1: Trichoderma harzianum	3,00	10	1,25	A
T3: Fenpropimorf	5,55	10	1,25	A B
T2: Sulfato de cobre petah..	7,03	10	1,25	B
T4: Testigo	32,00	10	1,25	C

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

Anexo 4. Análisis de varianza del diámetro del micelio a los 3 días ajustado.

DM_3_transf

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DM 3 transf	40	0,96	0,95	3,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,52	3	0,51	271,54	<0,0001
Tratamientos	1,52	3	0,51	271,54	<0,0001
Error	0,07	36	1,9E-03		
Total	1,59	39			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0019 gl: 36

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1: Trichoderma harzianum	1,11	10	0,01	A
T3: Fenpropimorf	1,19	10	0,01	B
T2: Sulfato de cobre petah..	1,23	10	0,01	C
T4: Testigo	1,62	10	0,01	D

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

Anexo 5. Análisis de varianza del diámetro del micelio a los 5 días con datos originales.

Diametro del micelio 5 días (mm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diametro del micelio 5 día..	40	0,86	0,85	32,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5399,77	3	1799,92	73,35	<0,0001
Tratamientos	5399,77	3	1799,92	73,35	<0,0001
Error	883,37	36	24,54		
Total	6283,14	39			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 24,5379 gl: 36

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1: Trichoderma harzianum	2,12	10	1,57	A
T2: Sulfato de cobre petah..	11,71	10	1,57	B
T3: Fenpropimorf	13,92	10	1,57	B
T4: Testigo	34,05	10	1,57	C

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

Anexo 6. Análisis de varianza de diámetro del micelio a los 5 días ajustado.

DM_5_transf

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DM 5 transf	40	0,94	0,94	3,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,51	3	0,50	189,29	<0,0001
Tratamientos	1,51	3	0,50	189,29	<0,0001
Error	0,10	36	2,7E-03		
Total	1,61	39			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0027 gl: 36

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1: Trichoderma harzianum	1,08	10	0,02	A
T2: Sulfato de cobre petah..	1,34	10	0,02	B
T3: Fenpropimorf	1,38	10	0,02	B
T4: Testigo	1,63	10	0,02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Anexo 7. Análisis de varianza del diámetro del micelio a los 7 días con datos originales.****Diametro del micelio 7 días (mm)**

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Diametro del micelio 7 día..	40	0,85	0,83	27,02	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11155,40	3	3718,47	65,63	<0,0001
Tratamientos	11155,40	3	3718,47	65,63	<0,0001
Error	2039,62	36	56,66		
Total	13195,02	39			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 56,6560 gl: 36

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1: Trichoderma harzianum	1,48	10	2,38	A
T3: Fenpropimorf	27,78	10	2,38	B
T2: Sulfato de cobre petah..	35,16	10	2,38	C
T4: Testigo	47,00	10	2,38	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Anexo 8. Análisis de varianza del diámetro del micelio a los 7 días ajustado.****DM_7_transf**

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
DM 7 transf	40	0,96	0,96	3,75	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,82	3	0,94	294,17	<0,0001
Tratamientos	2,82	3	0,94	294,17	<0,0001
Error	0,12	36	3,2E-03		
Total	2,94	39			

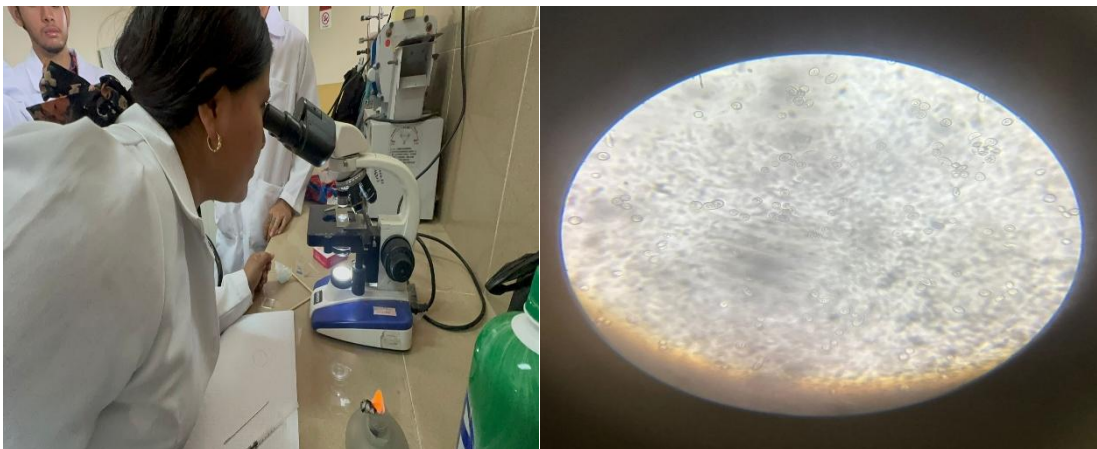
Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0032 gl: 36

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1: Trichoderma harzianum	1,06	10	0,02	A
T3: Fenpropimorf	1,58	10	0,02	B
T2: Sulfato de cobre petah..	1,66	10	0,02	C
T4: Testigo	1,74	10	0,02	D

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

Anexo 9. Observación microscópica directa de estructuras fúngicas compatibles con *Moniliophthora roreri* en muestras de cacao del cantón Milagro



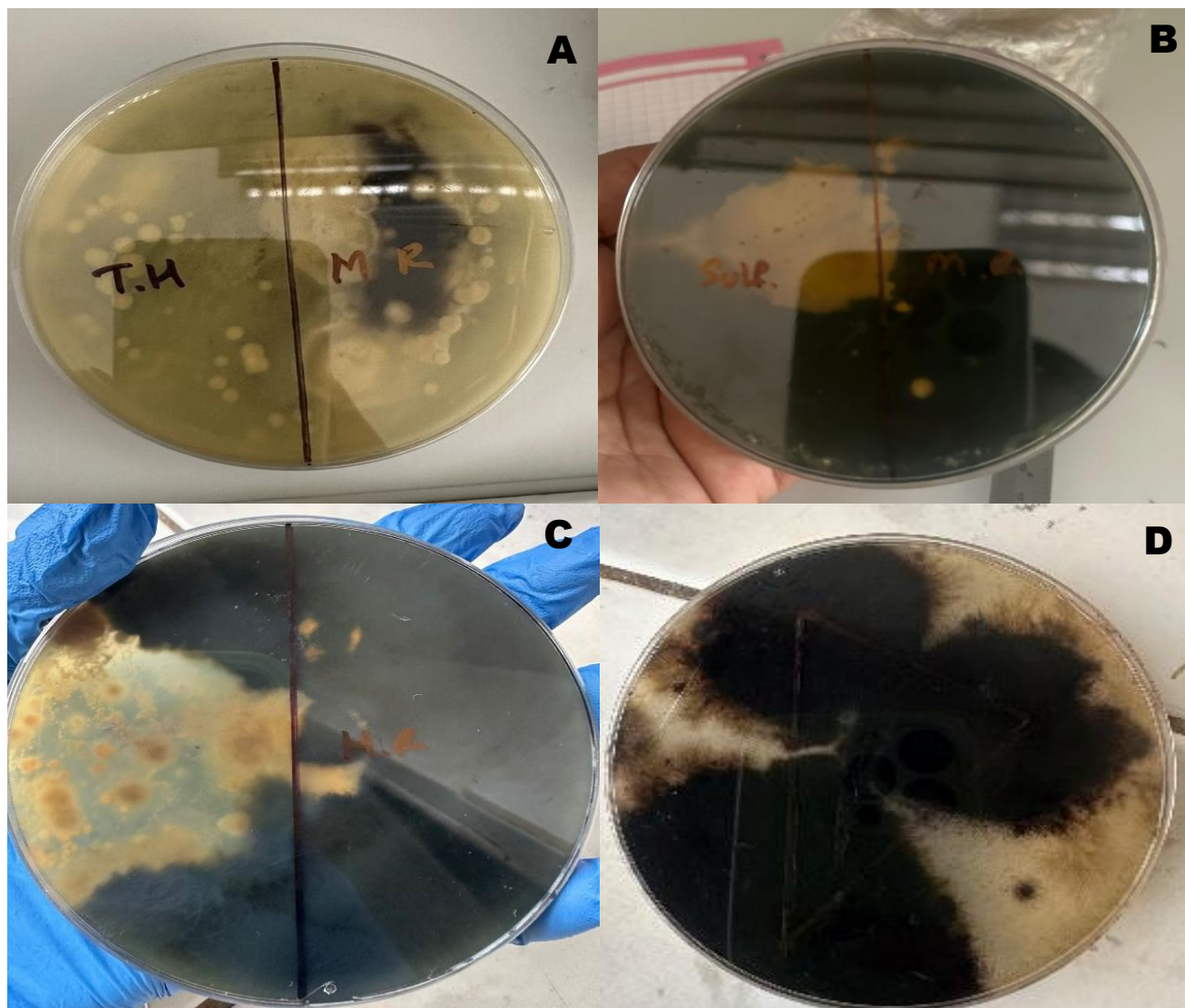
Elaborado por: La autora, 2026

Anexo 10. Procedimiento de preparación de medio de cultivo.



Elaborado por: La autora, 2026.

Anexo 11. T1: *Trichoderma harzianum* vs *Moniliophthora roreri* (A), T2: Sulfato de cobre pentahidratado vs *Moniliophthora roreri* (B), T3: Fenpropimorf vs *Moniliophthora roreri* (C), T4: *Moniliophthora roreri* testigo (D).



Elaborado por: La autora, 2026.