



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

**EFFECTO ANTAGÓNICO DEL HONGO *Trichoderma* sp. EN
EL MANEJO DE MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*) EN
CACAO EN VENTANAS, LOS RÍOS**

TRABAJO EXPERIMENTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de
INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR
JARA MACÍAS JONATHAN PEDRO

TUTOR
ING. FARAH ASANG SIMÓN EZEQUIEL

GUAYAQUIL- ECUADOR

2024



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

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, FARA ASANG SIMÓN, con cédula de identidad N° 1202395685 docente de la Universidad Agraria del Ecuador, de la carrera AGRONOMÍA, Unidad Académica Guayaquil, en mi calidad, certifico que el presente trabajo de titulación EFECTO ANTAGÓNICO DEL HONGO *Trichoderma* sp. EN EL MANEJO DE MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*) EN CACAO EN VENTANAS, LOS RÍOS; realizado por el estudiante JARA MACÍAS JONATHAN PEDRO, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. FARA ASANG SIMÓN, M.Sc.
Firma del Tutor

Guayaquil, 28 de Junio del 2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ, PhD.
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: “EFECTO ANTAGÓNICO DEL HONGO *Trichoderma* sp. EN EL MANEJO DE MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*) EN CACAO EN VENTANAS, LOS RÍOS”, realizado por la estudiante JARA MACÍAS JONATHAN PEDRO, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Juan Martillo García, MSc.
PRESIDENTE

Ing. Tany Burgos Herrería, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Winston Espinoza Morán, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Guayaquil, 28 de Junio del 2024

Dedicatoria

Le dedico este gran logro primeramente a Dios por darme la vida por ser mi guía fiel por otorgarme sabiduría, por ayudarme hacer valiente y a no desmayar en mis estudios y poder lograr esta meta tan anhelada. A mis Padres Janet Macías y Ángel Jara, por ser mi motivación en todo momento, por su apoyo inquebrantable, su amor y sacrificios para hoy poder cumplir mi sueño de ser un profesional.

Especialmente a mi Madre Janet Macías por ser una mujer admirable luchadora. Quien ha sido mi pilar fundamental en mi vida, gracias por ser quien me ha dado la inspiración y el apoyo económico para seguir luchando por esta meta tan anhela. Hoy dándole este orgullo por haber alcanzado esta gran meta de ser un profesional, Gracias por todo Madrecita lo logramos Juntos.

En especial a mi Esposa Licenciada. Marian Borja. Por ser la Mujer idónea en mi vida la que me motivaba día a día para continuar y lograr esta gran meta. Gracias por ser la Gran Mujer que eres conmigo.

A mi abuelita Bella que ha estado presente en mi vida bendiciéndome con sus Oraciones y deseándome lo mejor en mi carrera profesional.

A mi hermano Ángel Jara Gracias por tu apoyo incondicionalmente.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por la salud, fuerza y sabiduría, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera y a la culminación de la misma con éxitos.

A mis padres por ser el pilar fundamental en mi vida, y por brindarme todo su apoyo emocional y económico durante toda mi etapa académica.

A la Universidad Agraria del Ecuador y a mis docentes por haber impartido todos sus conocimientos en mi formación universitaria. Y agradecerle a mi tutor Ing. Farah Simón, por haberme brindado su tiempo y apoyo y sobre todo, su orientación con aportes favorecedores en mi trabajo de titulación para la obtención de mi título Ing. Agrónomo.

Agradezco al Coordinador Ing. Juan Javier Martillo
Por haberme brindado su tiempo y apoyo y sobre todo, con sus aportes profesionales que lo caracterizan para llevar a cabo mi trabajo de titulación con éxitos infinitas Gracias.

Agradezco a la Ing. Tany Burgos quien me brindo su amistad y apoyo incondicionalmente me siento muy orgulloso de poder contar con una persona muy valiosa como usted infinitas Gracias.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo JARA MACÍAS JONATHAN PEDRO, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre “EFECTO ANTAGÓNICO DEL HONGO *Trichoderma* sp. EN EL MANEJO DE MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*) EN CACAO EN VENTANAS, LOS RÍOS”, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

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

Guayaquil, 28 de Junio del 2024

JARA MACÍAS JONATHAN PEDRO
C.I. 1207679380

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento.....	5
Índice general	7
Índice de tablas	10
Índice de figuras.....	11
Resumen	12
Abstract.....	13
1. Introducción.....	14
1.1 Antecedentes del problema.....	14
1.2 Planteamiento y formulación del problema	15
1.2.1 Planteamiento del problema	15
1.2.2 Formulación del problema	16
1.3 Justificación de la investigación	16
1.4 Delimitación de la investigación	18
1.5 Objetivo general	18
1.6 Objetivos específicos.....	18
1.7 Hipótesis	18
2. Marco teórico.....	19
2.1 Estado del arte.....	19
2.2 Bases teóricas	20
2.2.1 Cacao	20
2.2.2 La Moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>)	23
2.2.3 <i>Trichoderma</i>	25

2.3 Marco legal.....	26
2.3.1 Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria	26
3. Materiales y métodos	28
3.1 Enfoque de la investigación	28
3.1.1 Tipo de investigación.....	28
3.1.2 Diseño de investigación	28
3.2 Metodología	28
3.2.1 Variables	28
3.2.2 Tratamientos.....	29
3.2.3 Diseño experimental	30
3.2.4 Recolección de los datos	30
3.2.5 Recursos.....	31
3.2.6 Métodos y técnicas	32
3.2.7 Variables para evaluarse	34
4. Resultados	37
4.1 Severidad de monialisis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao en los diferentes tratamientos en estudio.....	37
4.1.1 Severidad preliminar de <i>Moniliophthora roreri</i> en frutos de cacao	37
4.1.2 Severidad en la primera evaluación de <i>Moniliophthora roreri</i> en frutos de cacao	37
4.1.3 Severidad en la segunda evaluación de <i>Moniliophthora roreri</i> en frutos de cacao.....	38
4.2 Efectiva en el manejo de la monialisis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de cacao con el biofungicida <i>Trichogramma harzianum</i>.....	39
4.2.1 Primera evaluación en la efectividad del biofungicida <i>Trichogramma harzianum</i> en el manejo de <i>Moniliophthora roreri</i> en frutos de cacao.....	39
4.2.2 Segunda evaluación en la efectividad del biofungicida <i>Trichogramma harzianum</i> en el manejo de <i>Moniliophthora roreri</i> en frutos de cacao.....	40

4.3 Análisis de costos en el manejo de la moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo del cacao.	41
5. Discusión	43
6. Conclusiones.....	46
7. Recomendaciones.....	47
8. Bibliografía.....	48
9. Anexos	52

Índice de tablas

Tabla 1. Tratamientos a utilizar.....	30
Tabla 2. Esquema de análisis de varianza	30
Tabla 3. Recursos económicos.....	32
Tabla 4. Escala de clasificación de síntomas.....	35
Tabla 5. Severidad preliminar de moniliasis en frutos de cacao.....	37
Tabla 6. Severidad primer evaluación de moniliasis en frutos de cacao.....	38
Tabla 7. Severidad segunda evaluación de moniliasis en frutos de cacao.....	39
Tabla 8. Primera evaluación de efectividad de <i>Trichogramma harzianum</i>	39
Tabla 9. Segunda evaluación de efectividad de <i>Trichogramma harzianum</i>	40
Tabla 10. Costo de manejo de moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en cacao.....	41

Índice de figuras

Figura 1. Cronograma del anteproyecto	29
Figura 2. Distribucion de los Tratamientos.....	52
Figura 3. Ficha técnica de Trichogenesis (<i>Trichoderma harzianum</i>).....	53
Figura 4. Ficha técnica de Orius (<i>Tebuconazole</i>).....	54
Figura 5. Datos de las evaluaciones en campo del daño de moniliasis en cacao....	55
Figura 6. Análisis de varianza evaluación preliminar de severidad de moniliasis...55	55
Figura 7. Análisis de varianza de primera evaluación de severidad de moniliasis...56	56
Figura 8. Análisis de varianza de segunda evaluación de severidad de moniliasis.56	56
Figura 9. Presentación de tema.....	57
Figura 10. Estaquillando y dividiendo parcelas.....	57
Figura 11. Señalizando cada unidad experimentales.....	58
Figura 12. Conteo del número de mazorcas por plantas.....	58
Figura 13. Cultivo antes del tratamiento.....	59
Figura 14. Preparación del producto para el tratamiento.....	59
Figura 15. Aplicación del tratamiento.....	60
Figura 16. Cultivo aplicado el producto de tratamiento.....	60

Resumen

En el Ecuador el cacao tiene importancia económica desde la época colonial, siendo una de las especies vegetales más cultivada por los pequeños agricultores en el país. Entre las plagas más relevantes se encontró en el cultivo el hongo *Moniliophthora roreri*, agente causal de la moniliasis del cacao (MC), esta enfermedad puede causar grandes pérdidas en Latinoamérica. *Trichoderma* spp., es uno de los géneros de hongos más estudiados para el manejo de algunos hongos fitopatógenos, tiene varios mecanismos de control biológico como parasitismo, antibiosis y competencia por espacio y nutrientes. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la eficiencia del hongo *Trichoderma harzianum* en el manejo de la moniliasis en el cultivo de cacao como una alternativa amigable y sustentable. Los tratamientos consistieron en la aplicación de diferentes dosis de hongo antagonista (T1 *T. harzianum* 1 l/ha; T2 *T. harzianum* 1.5 l/ha; T3 *T. harzianum* 2 l/ha), un fungicida comercial (T4 Tebuconazole) y un testigo absoluto (T5). Los resultados mostraron que la aplicación del hongo antagonista en diferentes dosis para el manejo de la moniliasis en el cultivo de cacao disminuyó la incidencia y severidad del patógeno en gran medida por encima del 50%, teniendo al tratamiento T3 (*T. harzianum* - 2 l/ha) con los mejores resultados llegando a tener una eficacia en el control sobre el patógeno en la última evaluación de un 81.24%, sin incrementar de forma excesiva los costos en el manejo en comparación al tratamiento con fungicida sintético, por lo cual es una clara opción para el control de la moniliasis en el cultivo del cacao.

Palabras claves: Eficacia, incidencia, moniliasis, trichoderma, severidad.

Abstract

In Ecuador, cocoa has had economic importance since colonial times, being one of the most cultivated plant species by small farmers in the country. Among the most relevant pests, the fungus *Moniliophthora roreri* was found in the crop, the causal agent of cocoa moniliasis (MC), this disease can cause great losses in Latin America. *Trichoderma* spp., is one of the most studied fungal genera for the management of some phytopathogenic fungi, it has several biological control mechanisms such as parasitism, antibiotics and competition for space and nutrients. The objective of the present research was to evaluate the efficiency of the fungus *Trichoderma harzianum* in the management of moniliasis in cocoa cultivation as a friendly and sustainable alternative. The treatments consisted of the application of different doses of antagonist fungus (T1 *T. harzianum* 1 l/ha; T2 *T. harzianum* 1.5 l/ha; T3 *T. harzianum* 2 l/ha), a commercial fungicide (T4 Tebuconazole) and an absolute witness (T5). The results showed that the application of the antagonist fungus in different doses for the management of moniliasis in the cocoa crop decreased the incidence and severity of the pathogen largely above 50%, with treatment T3 (*T. harzianum* - 2 l/ha) with the best results, achieving an effectiveness in controlling the pathogen in the last evaluation of 81.24%, without excessively increasing management costs compared to treatment with synthetic fungicide, which is why it is a clear option for the control of moniliasis in cocoa cultivation.

Key words: Efficacy, incidence, moniliasis, *Trichoderma*, severity.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

El cacao (*Theobroma cacao* L.), es uno de los cultivos de mayor interés e importancia para el Ecuador, siendo una de las especies vegetales más cultivada por los pequeños agricultores en el país (Valencia et al., 2022), siendo uno de los mayores contribuyentes en la economía de muchas regiones del mundo, incluyendo países de África Occidental, Asia, América del Sur y Central y el Caribe (Sornoza et al., 2022).

A nivel mundial, Latinoamérica produce el 40% del cacao que se exporta, siendo Ecuador en el 2019 en ubicarse en el primer lugar de exportadores del grano de cacao en América y ocupando el cuarto lugar en el mundo. El cacao ecuatoriano destaca por la calidad del grano, por su aroma y sabor que es un factor importante para mantenerse en el mercado internacional, el cual le ha permitido tener una ventaja comparativa ante los otros competidores, obteniendo exportaciones en el año 2018 de 315 toneladas lo que significó un ingreso en dólares FOB 710 millones (Borja, Cevallos, Garzón, y Carvajal, 2021).

Al igual que otros vegetales cultivados, el cacao es afectado por una gran diversidad de organismos plaga que afectan la producción y merma los rendimientos en el cultivo (Pilaloa, Pérez, Alvarado, y Torres, 2021). Entre las plagas más relevantes encontramos el hongo *Moniliophthora roreri*, agente causal de la moniliasis del cacao (MC). Esta enfermedad puede causar grandes pérdidas, en Latinoamérica las pérdidas causadas por este patógeno pueden ser superiores al 75% en la producción del cultivo del cacao (Torres et al., 2019).

Entre las estrategias de manejo de la moniliasis se pueden mencionar el control biológico, siendo parte fundamental dentro de los programas de manejo integrado

de la plaga (MIP) en el cultivo del cacao, además de una de las soluciones más sostenibles, teniendo alta eficiencia para el control de enfermedades en el vegetal (Chochocca et al., 2022). Entre los agentes de control biológico para la moniliasis, encontramos hongos antagonistas de los géneros *Trichoderma* spp, que tienen la capacidad de suprimir la acción fitopatógena de algunas (Tirado, Lopera, y Ríos, 2016)

Por lo antes expuesto la presente investigación tiene la finalidad de evaluar la eficiencia del hongo *Trichoderma* en el manejo de la moniliasis en el cultivo de cacao como una alternativa amigable y sustentable, para conocer la capacidad potencial del biocontrolador de competir con el patógeno en un nicho ecológico específico.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El cacao representa una especie de importancia en el sistema agroforestal campesino, el árbol se caracteriza por ser amigable con el medio ambiente, razón por la cual es necesario conservar. El cacao ha sido de gran valor comercial, así como, para la fabricación de chocolate y materia prima para las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica.

El cultivo representa gran interés a nivel mundial en el ámbito económico al ser un componente primordial en el sustento de los agricultores en la mayor parte del territorio nacional, considerado uno de los más importantes cultivos tradicionales por tener la capacidad prolongada de producción. Entre los factores limitantes en la producción de cacao en el país tiene la presencia de las enfermedades, de las cuales se destaca la monilia (*Moniliophthora roreri*). La enfermedad de la moniliasis es de gran importancia, causa grandes pérdidas a nivel mundial, por su gran

potencial de proliferación, diseminación y severidad, dependiente de la zona y la época del año se pueden tener pérdidas muy considerables. La moniliasis en fincas cacaoteras ecuatorianas, las pérdidas pueden alcanzar hasta el 80% en la producción (Barbosa et al., 2018), siendo una de las principales limitantes en muchos países de los trópicos en América.

La enfermedad Alrededor de 40% de la producción se ve afectada por monilia; sin embargo, algunas condiciones que se relacionan con la zona agroecológica donde se encuentre el cultivo, la severidad del inóculo y el inadecuado manejo hacen que las pérdidas lleguen hasta 100%; razón por la cual esta enfermedad en Colombia es considerada como la más prevalente y severa. Específicamente la moniliasis ataca en especial a los frutos del cacao afectando en su normal desarrollo, por lo cual las pérdidas en producción van entre el 45% a 100%, representando millones de pérdidas por año (Pilaloo et al., 2021).

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál será el potencial del hongo antagonista *Trichoderma* sp. en el manejo de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao?

1.3 Justificación de la investigación

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una especie vegetal nativa de América, se cultiva en las regiones tropicales, teniendo países como Ecuador con algunas selecciones de la especie, siendo el clon CCN-51 una de ellas. La producción de cacao es una actividad de gran impacto en el país debido a su gran importancia económica. De acuerdo con el Sistema de Información Públicas Agropecuaria (SIPA, 2023), en el Ecuador se encuentra plantada 626962 hectáreas del cultivo de cacao, teniendo una producción 302094 toneladas métricas anuales con un promedio en el rendimiento 0.56 toneladas por hectárea, las mismas que sustentan

a cientos familias. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2022), entre las principales provincias que producen cacao encontramos: Los Ríos, Guayas, Manabí, Esmeraldas y Santo Domingo de los Tsáchilas, siendo su mayor concentración en producción Los Ríos con el 30.9%.

Entre las principales limitantes de la producción del cultivo de cacao, es la presencia de fitopatógenos que ocasionan pérdidas y disminución en la calidad del producto final, dentro de estos problemas fitosanitarios se destaca la moniliasis (*Moniliophthora roreri*), teniendo una alta agresividad provocando considerables bajas en los rendimientos.

La monilia afecta con mayor facilidad los tejidos en crecimiento específicamente frutos jóvenes, este patógeno tiene un periodo prolongado de incubación, siendo favorecido por los días con lluvia y con periodos de calor. Un diagnóstico oportuno y un tratamiento eficaz de esta enfermedad puede evitar que existan problemas en la producción del cultivo. Existen diferentes estrategias para el manejo de esta enfermedad fúngica, como el control biológico con el agente biológico *Trichoderma* spp.

Este hongo anaeróbico se encuentra en estado natural habitando en casi todos los suelos, se caracteriza por tener comportamiento saprofito como parásito. El empleo de *Trichoderma* como antagonista ha resultado eficiente en el control de una gran variedad de hongos fitopatógenos. Su eficiencia se debe a su elevada capacidad reproductiva y abundante producción de esporas que facilitan su colonización en diferentes suelos.

Por lo antes mencionado, el presente proyecto de investigación tiene como finalidad evidenciar y analizar el efecto de *Trichoderma harzianum*, como un agente biocontrolador de la moniliasis en el cultivo de cacao, el estudio pretende contribuir

con la información necesaria para el manejo de la enfermedad en el cultivo del cacao.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Finca productora de cacao ubicada en el cantón Ventanas de la provincia de Los Ríos.
- **Tiempo:** El trabajo de investigación se ejecutará en la época de invierno, entre los meses de octubre de 2023 a febrero de 2024.
- **Población:** Este trabajo va dirigido a todos los productores cacaoteros, con el fin de aportar información sobre las alternativas ecológicas para el manejo de la moniliasis en el cultivo del cacao, de igual manera en la parte académica aportando a estudiantes, docentes e investigadores.

1.5 Objetivo general

Analizar la eficacia del biofungicida *Trichoderma harzianum* en el manejo de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*), en el cantón Ventanas de la provincia de Los Ríos.

1.6 Objetivos específicos

- Evaluar la severidad de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao en los diferentes tratamientos en estudio.
- Definir la dosis efectiva en el manejo de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao con el biofungicida *Trichoderma harzianum*
- Análisis de costos en el manejo moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao con el biofungicida *Trichoderma harzianum*.

1.7 Hipótesis

El uso del biofungicida *Trichoderma harzianum* disminuirá la incidencia de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

EL cacao es uno de los rubros vegetales de exportación más importante del Ecuador, aportando con el 5% de la economía en la población general del país, el 12.5% para la economía de la población agrícola y hasta el 15% de la población de la zona rural. La producción del cultivo de cacao está presente en 21 de las 24 provincias del Ecuador, por lo que constituye el sustento de un gran porcentaje de la población rural del país (Coll y Dilas, 2022).

El cultivo del cacao al igual que un sinnúmero de vegetales cultivados, se ve afectado por diferentes problemas fitosanitarios que incluyen plagas como los insectos, malezas y las enfermedades. En el cacao una de las principales problemáticas fitosanitarias es generada por la moniliasis cuyo agente causal es el hongo *Moniliophthora roreri* (Bailey, Evans, Phillips, Ali, y Meinhardt, 2018). *M. roreri* causa es una enfermedad que puede ocasionar pérdidas superiores al 90% en la producción, convirtiéndola una amenaza para el cultivo en el mundo (Toala, Ventura, Huamán, Castro, y Julca, 2019).

Existen diversas estrategias para el manejo de la moniliasis en el cultivo del cacao, siendo el control biológico uno de los controles que ha tomado una relevancia alta por la sostenibilidad del agroecosistema (Anzules et al., 2022). La aplicación de organismos como bacterias, especialmente *Bacillus* spp. y *Pseudomonas fluorescens*, en los últimos años han sido usados para el control de las enfermedades del cacao (Joya, Ramírez, López, y Alvarado, 2015).

En el caso de hongos, especies de *Trichoderma* spp. han sido utilizados como biocontroladores para enfermedades fúngicas en el cultivo del cacao, donde se ha demostrado que su interacción tanto simbiótica como endófitica con la planta

favorece su crecimiento y la protege de fitopatógenos al tener una alta capacidad de penetrar y colonizar el hospedero (Villamizar, Ortíz, y Escobar, 2017). Se han estudiado varias especies de *Trichoderma* como potenciales controladores biológicos de diferentes enfermedades en diferentes cultivos (Reatigue y Antuane, 2022). Sin embargo, teniendo en cuenta la importancia de *M. rorei* en el cultivo del cacao, no se tiene una amplia información de la interacción con *Trichoderma* (Tirado et al., 2016).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una especie vegetal de ciclo perenne que se cultiva en la región tropical húmeda. Recientes estudios muestran que la especie vegetal cacao tiene un origen de hace 5000 años en la zona alta de la amazonia en países ahora conocidos como Ecuador, Bolivia, Perú y Venezuela (Al-Khayri, Jain, y Johnson, 2019). El cultivo se domesticó en América central en tiempos precolombinos, considerado su origen divino por los indios nativos. En los años de 1753, Linneo designó como su nombre científico *Theobroma*, cuyo significado es alimento para los dioses (Bekele y Phillips, 2019).

En el Ecuador el cacao tiene importancia económica desde la época colonial, su comercialización data de los años de 1593, teniendo estudios históricos de cultivos en las orillas del río Guayas y Daule en aquella época. En el país se cultivan dos principales variedades, el cacao nacional fino de aroma denominado “Arriba”, el cual es muy cotizado por la industria por su fuerte aroma floral y frutal, la otra variedad es la denominada el CCN51 (Colección Castro Naranjal 51), entre las características de esta variedad es su resistencia a los ambientes adversos y a

enfermedades fúngicas, tiene mayor producción, pero no se considera como un cacao fino de aroma (Sandoval, 2022).

En el Ecuador la superficie plantada con el cultivo del cacao es de 626962 hectáreas, siendo la producción de 302904 toneladas métricas anuales, teniendo un rendimiento aproximado de 0.56 toneladas por hectárea de cultivo (SIPA, 2023). El cultivo de cacao se encuentra distribuido en plantaciones ubicadas en 21 de las 25 provincias que conforman el país. Las provincias con más superficie plantada es Los Ríos con el 30.09%, seguido de Manabí y Guayas con 20.7% y 16.7% respectivamente (INEC, 2022).

El cultivo del cacao es uno de los rubros agrícolas de mayor importancia económica, siendo de los productos más exportados por el país. Debido a las condiciones geográficas y riqueza en recursos biológicos, es el principal productor en el mundo de cacao fino de aroma, representa el 63% de la producción mundial. La producción del grano de cacao o pepa de oro ha sido una actividad histórica y económicamente significativa en varias zonas rurales de la costa ecuatoriana, incrementando cada vez más su área de producción (Sornoza et al., 2022).

2.2.1.1. Taxonomía

El cacao es una especie vegetal diploide ($2n=20$ cromosomas), de ciclo vegetativo perenne. Linneo en 1753, ubicó por primera vez el género *Theobroma* en la familia Tiliaceae, pero en la actualidad se la encuentra en la familia Malvaceae y subfamilia Sterculioideae, *Theobroma cacao* es una de las 22 especies del género *Theobroma*, originaria de Sudamérica y partes de Centroamérica (García y García, 2023).

La clasificación Taxonomía de *Theobroma cacao* L. es la siguiente:

Dominio: Eukaryota

Reino: Plantae

Phylum: Spermatophyta

Subphylum: Angiospermae

Clase: Dicotyledonae

Orden: Malvales

Familia: Sterculiaceae

Género: *Theobroma*

Especie: *Theobroma cacao*

(Arrazate, 2020).

2.2.1.2. Morfología

El árbol de cacao posee una corteza de color oscura y ramas cafés, hojas simples alternadas con diámetro entre 17 a 48 cm de largo, con 7 a 10 cm de ancho y base redondeada presentando un peciolo largo de 14 a 27 cm. Sus flores se originan en el tallo, flores pentámeras, hermafroditas donde sus pétalos son más largos. Las semillas tienen forma ovalada de color café rojizo (Bekele y Phillips, 2019).

2.2.1.3. Variabilidad

El cacao cuenta con una diversidad genética con un conjunto de poblaciones silvestres y domésticas. Para su caracterización se considera cualidades como las flores, resistencia a enfermedades, tamaño del fruto, y características moleculares. Históricamente, el cacao se divide en dos grupos genéticos denominados “criollo” y “forastero”, considerando sus características físicas y orígenes geográficos. El tercer grupo es el origen de los híbridos “criollo” X “forastero” que se denomina “trinitario” (Sornoza et al., 2022).

2.2.2 La Moniliasis (*Moniliophthora roreri*)

El hongo *Moniliophthora roreri*, agente causal de la moniliasis del cacao (MC), es una enfermedad que puede causar grandes pérdidas, en Latinoamérica las pérdidas causadas por este patógeno pueden devastadoras en la producción del cultivo del cacao (Torres et al., 2019).

La enfermedad de la moniliasis es de gran importancia, causa grandes pérdidas a nivel mundial, por su gran potencial de proliferación, diseminación y severidad, dependiente de la zona y la época del año se pueden tener pérdidas muy considerables. Este patógeno causa daños en las mazorcas en cualquier etapa fisiológica, en fincas cacaoteras ecuatorianas, las pérdidas pueden estar en los rangos de 16% hasta el 80% en la producción, sin no se realiza un manejo oportuno pueden alcanzar el 100% en pérdidas (Barbosa et al., 2018), siendo una de las principales limitantes en muchos países de los trópicos en América.

La enfermedad, de acuerdo con diferentes reportes muestra a Colombia como el lugar del origen en los años de 1817, teniendo registros en el departamento de Antioquia en 1851, gracias a estudios genéticos que son basados en polimorfismos de fragmentos largos amplificados y también a datos de secuencias intergénicas. En Ecuador la enfermedad fue reportado en los años de 1917, lo que se evidencio por la disminución en la producción en esa temporada (Mora, 2021).

2.2.2.1. Etiología

Moniliophthora roreri, también conocida como enfermedad de Quevedo, pudrición acuosa, helada o mancha ceniza, mediante estudios realizados con varias pruebas (morfológicas, citológicas y moleculares) clasifican como un hongo Basidiomicete correspondiente al orden Agaricales y familia Marasmiaceae. Se reproduce asexualmente por conidias, las cuales son estructuras pueden ser

globulares o subglobulares y elípticas midiendo de dos a siete μm , produciendo sustancias tóxicas tejidos del hospedero (Vélez y Almeida, 2023).

2.2.2.2. Taxonomía

Según Vélez y Almeida (2023) la clasificación taxonómica de *Moniliophthora roreri* es:

Reino: Fungi

División: Basidiomycota

Clase: Basidiomycetes

Orden: Agaricales

Familia: Marasmiacea

Género: *Moiliophthora*

Especie: *Moiliophthora roreri*

2.2.2.3. Ciclo de la enfermedad y sintomatología

Moniliophthora roreri se presenta en los árboles de cacao, especialmente en los frutos que han caído al suelo, las esporas son deseminadas por medio del viento y otros factores bióticos y abióticos; las esporas son de fácil liberación y desprendidos de los tejidos vegetales infestados por el viento, golpes durante la cosecha o por la poda, logrando desplazarse a grandes distancias por lo cual su proceso infectivo a nuevos hospedera es rápido (Bekele y Phillips, 2019).

EL proceso de infección de *M. roreri* comienza cuando los conidios se dispersan mediante los factores bióticos y abióticos, haciendo que las esporas se adhieran a la epidermis del tejido vegetal que infectará, donde posteriormente germinan teniendo mayor éxito con las condiciones de humedad y temperatura favorable. Al crecer las hifas que penetran el tejido del hospedero, causando la invasión y provocando necrosis, el proceso desde la penetración a la incubación es de

alrededor de 40 a 60 días, en dependencia de las condiciones del ambiente (Albores, Gómez, López, y Grajales, 2022).

El patógeno tiene la particularidad de poder sobrevivir en el tejido infestado, en general de las mazorcas contaminadas, siendo su largo periodo de incubación una de sus características principales, el tiempo de infección se estima entre tres a ocho semanas, tendiendo a disminuir a tres semanas si existen periodos de lluvia y calor, el proceso normal esta entre los 30 a 70 días (Dos Santos, Pirovani, Correa, Micheli, y Gramacho, 2020).

El hongo *M. rorei* es considerado hemibiotrófico, forma asociación con las células vivas del huésped que de forma posterior se necrosan, en los frutos se evidencia síntomas que se manifiestan tanto externa como internamente. La infección se da en las etapas juveniles del fruto desarrollándose en el interior de este, por lo cual los frutos infestados no se manifiestan síntomas externos. Los frutos jóvenes son lo más susceptible a la enfermedad, adquiriendo cierta tolerancia a medida que se va madurando (Albores et al., 2022). Los síntomas externos que presenta el fruto son deformaciones y la presencia de áreas aceitosas que la crecer forman manchas color marrón oscuro que llegan a cubrir toda la mazorca. Al pasar el tiempo el fruto se deshidrata y se momifica. Entre otros síntomas provocados por la enfermedad es la destrucción o pérdida de calidad del grano (Torres et al., 2019).

2.2.3 *Trichoderma*

Trichoderma spp., es uno de los géneros de hongos más estudiados para el manejo de algunos hongos fitopatógenos, tiene varios mecanismos de control biológico como parasitismo, antibiosis y competencia por espacio y nutrientes. Varias especies de *Trichoderma* spp. han sido ampliamente estudiados por su

potencial de control biológico en enfermedades de diferentes cultivos (Valenzuela, Guevara, Vicente, y Galindo, 2023).

Entre los mecanismos y modos de acción utilizados por *Trichoderma* spp. se presenta la competencia por el espacio y los nutrientes, el micoparasitismo, la producción de compuestos inhibidores, inactivación de enzimas del patógeno e inducir resistencia en la planta. Puede parasitar las hifas del patógeno a través de enrollamientos, ganchos y cuerpos de tipo apresorios, que penetran la pared celular por la acción hidrolítica de las enzimas quitinasas, glucanasas y celulasas (Cadena y Poma, 2022).

Dentro del género *Trichoderma* se presentan especies que tienen comportamientos antagónicos contra hongos fitopatógenos, esta es una acción de control biológico de los diferentes hongos fitopatógenos (Reatigue y Antuane, 2022). En los sistemas de cultivos de cacao agroforestal, la pudrición negra (*Phytophthora* spp.), la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y la moniliasis (*Moniliophthora roreri*), son las enfermedades más frecuentes y con grandes pérdidas en la producción de cacao, siendo, la capacidad antagónica que muestra *Trichoderma* spp. basada en la competencia, antibiosis y mico parasitismo una opción viable de estas enfermedades (Amorim, Orlandelli, y Pamphile, 2019).

2.3 Marco legal

2.3.1 Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria

La presente investigación se ajusta Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria, la seguridad alimentaria.

2.3.1.1. Sanidad e Inocuidad Alimentaria

Artículo 24. Finalidad de la sanidad. - La sanidad e inocuidad alimentarias tienen por objeto promover una adecuada nutrición y protección de la salud de las

personas; y prevenir, eliminar o reducir la incidencia de enfermedades que se puedan causar o agravar por el consumo de alimentos contaminados.

Artículo 25. Sanidad animal y vegetal. -El Estado prevendrá y controlará la introducción y ocurrencia de enfermedades de animales y vegetales; asimismo promoverá prácticas y tecnologías de producción, industrialización, conservación y comercialización que permitan alcanzar y afianzar la inocuidad de los productos. Para lo cual, el Estado mantendrá campañas de erradicación de plagas y enfermedades en animales y cultivos, fomentando el uso de productos veterinarios y fitosanitarios amigables con el medio ambiente. Los animales que se destinen a la alimentación humana serán reproducidos, alimentados, criados, transportados y faenados en condiciones que preserven su bienestar y la sanidad del alimento.

Artículo 26. Regulación de la biotecnología y sus productos. - Se declara al Ecuador libre de cultivos y semillas transgénicas. Excepcionalmente y solo en caso de interés nacional debidamente fundamentado por la Presidencia de la República y aprobado por la Asamblea Nacional, se podrá introducir semillas y cultivos genéticamente modificados. El Estado regulará bajo estrictas normas de bioseguridad, el uso y el desarrollo de la biotecnología moderna y sus productos, así como su experimentación, uso y comercialización. Se prohíbe la aplicación de biotecnologías riesgosas o experimentales. Las materias primas que contengan insumos de origen transgénico únicamente podrán ser importadas y procesadas, siempre y cuando cumplan con los requisitos de sanidad e inocuidad, y que su capacidad de reproducción sea inhabilitada, respetando el principio de precaución, de modo que no atenten contra la salud humana, la soberanía alimentaria y los ecosistemas. Los productos elaborados en base a transgénicos serán etiquetados de acuerdo a la ley que regula la defensa del consumidor. Las leyes que regulen la agrobiodiversidad, la biotecnología y el uso y comercialización de sus productos, así como las de sanidad animal y vegetal establecerán los mecanismos de sanidad alimentaria y los instrumentos que garanticen el respeto a los derechos de la naturaleza y la producción de alimentos inocuos, estableciendo un tratamiento diferenciado a favor de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017, p. 67).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

De acuerdo con los objetivos planteados el presente trabajo de investigación tuvo un enfoque experimental y descriptivo.

3.1.1 Tipo de investigación

Investigación experimental: consiste en la evaluación de diferentes variables que son el origen o el resultado posterior de la aplicación de varios tratamientos con fungicidas biológicos para el manejo del patógeno *Moniliophthora roreri* conocido como moniliasis en el cultivo del cacao.

Investigación descriptiva: Esta investigación permitió recolectar los datos sobre la base de la hipótesis, en la cual se procedió a exponer y resumir la información, la misma se analizó cuidadoso los resultados con el fin de extraer las generalidades de carácter significativo que contribuyeron en la relación entre dos o más variables.

3.1.2 Diseño de investigación

El presente trabajo de investigación se consideró como experimental, puesto que, el análisis de las variables fue enfocada en el análisis y la evaluación del hongo antagonista *Trichoderma* sp. como agente biológico para el manejo de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao. Los datos recolectados tienen la finalidad de servir como insumo en el análisis descriptivo de la investigación.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

Las variables que se manipularon están asociadas a los diferentes tratamientos en base a fungicidas sintéticos y biológicos para el manejo del hongo conocido como moniliasis. Entre ellas hay variables independientes que recogen los efectos de aquellos factores que el investigador no puede controlar, tales como, características

patogénicas de la enfermedad objeto de estudio, clima, entre otros. Así también, entre las variables dependientes fueron aquellas asociadas a los diferentes tratamientos aplicados, y las variables que serán objeto de este estudio.

A continuación, se muestran las variables que se registraron en la presente investigación:

3.2.1.1. Variable independiente

- Dosis de productos aplicados
- Frecuencia de productos aplicados
- Condiciones ambientales.

3.2.1.2. Variable dependiente

En este estudio, con el fin de alcanzar los objetivos y corroborar la hipótesis planteada, se evaluaron las siguientes variables:

- Variables de rendimientos
- Incidencia inicial de la enfermedad.
- Severidad inicial de la enfermedad.
- Efectividad de los tratamientos

3.2.2 Tratamientos

Se llevo a cabo la aplicación de fungicidas sintéticos y biológicos para el manejo de moniliasis en dos periodos, la primera se realizó luego de la evaluación preliminar y la segunda aplicación a los 30 días posteriores, la siguiente tabla detalla los tratamientos:

Tabla 1. Tratamientos a utilizar

Tratamientos	Producto.	Dosis litro/Ha	Dosis/Parcela cc	Frecuencia de aplicación (días)
T1	<i>Trichoderma harzianum</i>	1.00	16	1 – 30
T2	<i>Trichoderma harzianum</i>	1.50	24	1 – 30
T3	<i>Trichoderma harzianum</i>	2.00	32	1 – 30
T4	<i>Tebuconazole</i>	0.4	40	1 – 30
T5	<i>Testigo</i>	0	0	N/A

Tratamientos que se van a aplicar en la investigación.
Jara, 2024

3.2.3 Diseño experimental

El presente proyecto de investigación, se utilizó el diseño de bloques completo al azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones y para la evaluación de las variables, se utilizó la prueba de Tukey al 5% de significancia.

Tabla 2. Esquema de análisis de varianza

Fuente de variación	Formula	Desarrollo	Grados de libertad
Tratamientos (T-1)	t-1	5-1	4
Repeticiones (R-1)	r-1	4-1	3
Error Experimental	(t-1) (r-1)	4*3	12
Total	T*r-1	5*4-1	19

Jara, 2024

3.2.4 Recolección de los datos

La recolección de datos se realizó en tres periodos antes de la aplicación de los tratamientos y 30 días posterior a la aplicación de estos, el registro de los datos, la información preliminar se recopiló mediante el uso de libreta de apuntes y luego se tabularon en una hoja de cálculo (EXCEL) para de esta manera ir formando una base de datos que facilite el análisis correspondiente.

3.2.5 Recursos

3.2.5.1. Materiales y herramientas

- Machete
- Bomba de fumigar.
- Motoguadaña.
- Cintas.

3.2.5.2. Material experimental

- Plantas a evaluar
- Mazorcas de cacao
- Parcela experimentales

3.2.5.3. Recursos humanos

Tutor guía, Tesista y el personal de trabajo o jornales

3.2.5.4. Equipos de oficina

- Cuadernos.
- Hojas.
- Impresora.
- Computadora
- Bolígrafos.

3.2.5.6. Recursos bibliográficos

Para esta investigación, se implementaron fuentes bibliográficas como: libros, artículos de revistas científicas, páginas web de sitios oficiales, biblioteca virtual de la Universidad Agraria del Ecuador.

3.2.5.7. Recursos económicos

La presente investigación fue de forma total financiada por recursos propios del autor o Tesista.

Tabla 3. Recursos económicos

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor/Unidad \$	Valor En \$
Fungicida sintético (Tebuconazole)	Litro	2	45.00	90.00
Biofungicida (<i>Trichoderma</i>)	Litro	9	40.00	360.00
Bomba de mochila	Unidad	2	75.00	150.00
Cintas	Metro	500	2.00	10.00
Machete	Unidad	4	4.00	16.00
Calibrador	Unidad	1	15.00	15.00
Mano de obra	Jornal	8	14.00	112.00
TOTAL			195.00	753.00

Jara, 2024

3.2.6 Métodos y técnicas

3.2.6.1. Método de la investigación

Método inductivo: Mediante este método se observaron los resultados obtenidos en base a este estudio, con la finalidad de cumplir los objetivos e hipótesis planteadas en este proyecto, con el fin de dar un aporte científico para el mejoramiento fitosanitario del cultivo de cacao.

Método deductivo: Permite observar los casos particulares de la investigación a través de principios, teorías y leyes. Después se obtuvieron datos que de forma posterior fueron comparados con otros datos, los cuales se obtuvieron como resultado un criterio técnico.

3.2.6.2. Manejo del ensayo

Se delimitó el área experimental y de forma previa se eliminará las malezas, luego se colocará balizas para identificar los lotes con sus respectivos tratamientos y cinta

para definir los límites. Cada unidad experimental constó de un total de cinco plantas que es un área de 40 m², de cuales se considera tres plantas para las evaluaciones de las diferentes variables.

Para la variable de rendimiento se tomaron mazorcas de diez árboles de manera aleatoria de las parcelas ya establecidas, a su vez que los granos debieron estar despojados de su cáscara, el cual se colocó en un recipiente de acero inoxidable, con el fin de obtener una muestra pura y sin contaminantes presentes en el ambiente.

Para evaluar la severidad e incidencia del patógeno de la moniliasis, se utilizaron tablas de referencia y diferentes fórmulas, como se muestra más adelante en las variables a evaluar.

Preparación de fungicidas: Se procedió a la adquisición de los fungicidas, por consiguiente, realizar a dosificar para aplicar de acuerdo con los diferentes tratamientos de los dos tipos de fungicidas, en cada una de las parcelas delimitadas en la zona de estudio.

Primera aplicación: Una vez delimitadas las parcelas, se procedió a la primera aplicación del tratamiento, este se aplicó de forma dirigida a las ramas y mazorcas de las plantas de cacao.

Segunda aplicación: Esta se realizó a los 30 días después de la primera aplicación, realizando la misma técnica en la primera aplicación.

Tercera aplicación: La tercera aplicación de los tratamientos a los 60 días después de haber hecho la primera aplicación, donde aplicaremos en las ramas y mazorcas del cultivo de cacao.

Cuarta aplicación: Se va a realizó la cuarta aplicación de los tratamientos a los 90 días después de haber hecho la primera aplicación, mediante la misma técnica de las anteriores aplicaciones.

Recolección de datos: Después de haber aplicado de los tratamientos, se procedieron a realizar las diferentes evaluaciones de la eficiencia de los fungicidas, el porcentaje de peso, rendimiento, número de almendras por mazorcas para definir el análisis económico.

3.2.7 Variables para evaluarse

3.2.7.1. Plantas a evaluarse

Del total de plantas que constituyen las unidades experimentales, se tomaron diez árboles de forma aleatoria, colectando las mazorcas con valor comercial y posteriormente coleccionar en envases adecuados para su transporte.

3.2.7.2. Incidencia en mazorcas

De cada uno de los árboles que son parte de la unidad experimental, se contabilizará el total de frutos existentes y con ellos se determinará el número de frutos enfermos. Para esta variable se aplicará la ecuación siguiente, la cual está basada en el estudio de (García y García, 2023).

$$Incidencia = \frac{\text{números de frutos enfermos}}{\text{números de frutos cosechados}} \times 100$$

Los frutos evaluados no fueron retirados de las unidades experimentales, para evitar su incidencia en los resultados de los tratamientos en cuanto a los diferentes controles.

3.2.7.3. Severidad de fitopatógenos

Para determinar la severidad externa, se aplicó la escala de Sánchez et al., (1987) tomado de (García y García, 2023); que consta de (6) grados:

Grado 0 = Fruto sano.

Grado 1 = Presencia de manchas necróticas.

Grado 2 = Presencia de tumefacciones (zona necrótica) o amarillamiento.

Grado 3 = Presencia de mancha parda o café evidente.

Grado 4 = Presencia de micelio que cubre hasta la cuarta parte de la mancha.

Grado 5 = Presencia de micelio que cubre más de la 1/4 parte de la mancha.

Escala de clasificación de síntomas para evaluar la severidad de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en los frutos de cacao.

Tabla 4. Escala de clasificación de síntomas

Grado	%	Descripción del daño en el fruto
0	0	Fruto sano
1	1 – 20	Puntos aceitosos (hidrosis)
2	21 – 40	Tumefacción y/o madurez prematura
3	41 – 60	Presencia de mancha chocolate
4	61 – 80	Micelio que cubre hasta la cuarta parte de la mancha parda
5	> 81	Micelio que cubre más de la cuarta parte de la mancha chocolate.

Jara, 2024

3.2.7.4. Eficacia de los tratamientos

Para determinar la eficacia del producto a partir de la severidad externa del patógeno en estudio, en cada una de las UE se aplicó la ecuación de Abbott, teniendo para ello las consideraciones respectivas al momento de establecer el grado de afección pertinente.

$$\% \text{ Eficacia} = ((\text{PI testigo} - \text{PI tratado}) / (\text{PI testigo})) \times 100$$

Donde:

PI TESTIGO = Porcentaje de infección en la parcela testigo después del tratamiento.

PI TRATADO= Porcentaje de infección en la parcela tratada después del tratamiento.

3.2.7.5. Determinación de la eficacia relativa

Para determinar la eficacia del silicio para moniliasis en frutos de cacao, se utilizó la fórmula de Henderson-Tilton (Mitina, Stepanycheva, Choglokova y Cherepanova 2021).

$$\%E = 100 \times [1 - ((Ta \times Cb)/(Tb \times Ca))]$$

Donde:

%E: Porcentaje de eficacia

Tb = severidad en el recuento previo al tratamiento en la parcela tratada

Ta = severidad después del tratamiento en la parcela tratada

Cb = severidad en el recuento previo en el testigo sin tratar

Ca = severidad después de los tratamientos en el testigo sin tratar

3.2.7.7. Análisis económico

Para el análisis de los costos se consideraron los valores generados en la aplicación del biocontrolador *Trichoderma harzianum* y otros productos contra la enfermedad fúngica de la moniliasis en el cultivo del cacao. Para esto se consideró el valor o el costo del insumo de acuerdo con la dosis, así como, la mano de obra o jornal necesaria en la aplicación de los tratamientos.

4. Resultados

4.1 Severidad de monialisis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao en los diferentes tratamientos en estudio.

4.1.1 Severidad preliminar de *Moniliophthora roreri* en frutos de cacao (%)

De acuerdo con los resultados obtenido en el análisis preliminar a la aplicación de los tratamientos sobre la severidad de la moniliasis en frutos de cacao, no se presentó diferencia estadística entre los diferentes tratamientos. De acuerdo con la escala utilizada, se evidencia que la severidad fue mayor en el T5 (Testigo) alcanzando un valor de 2.35, seguido por el T2 (*Trichoderma harzianum* - 1.5 l/ha) con una media en la escala de 2.25, el T4 (Tebuconazole – 0.4 l/ha) con un valor de 2.17, para el T3 (*Trichoderma harzianum* - 2 l/ha) se obtuvo un valor de 2.10 y en el T1 (*Trichoderma harzianum* - 1 l/ha) con una media en la severidad de 1.67 (Tabla 5).

Tabla 5. Severidad preliminar de moniliasis en frutos de cacao (%)

Tratamientos	N	Severidad	
T1 - <i>Trichoderma harzianum</i> (1 l/ha)	4	1.67	A a
T3 - <i>Trichoderma harzianum</i> (2 l/ha)	4	2.10	A a
T4 - Tebuconazole (0.4 l/ha)	4	2.17	A a
T2 - <i>Trichoderma harzianum</i> (1.5 l/ha)	4	2.25	A a
T5 – Testigo	4	2.35	A a

p-valor

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Jara, 2024

4.1.2 Severidad en la primera evaluación de *Moniliophthora roreri* en frutos de cacao (%)

Los resultados en la primera evaluación posterior a la aplicación de los tratamientos muestran que no existió diferencia estadística entre T4, T3 y T2, estos a su vez presentaron diferencia con los demás tratamientos, teniendo por igual diferencia entre los tratamientos T1 y T5. La mayor severidad se presentó en el T5 (Testigo) con una

media de 4.81, seguido del T1 (*Trichoderma harzianum* - 1 l/ha) con un valor de 1.17, para el T2 (*Trichoderma harzianum* - 1.5 l/ha) se presentó una severidad de 0.64, el T3 (*Trichoderma harzianum* - 2 l/ha) mostro con de 0.56 en la escala de evaluación de daño por moniliasis, teniendo con el menor grado en la severidad al para la primera evaluación al T4 (Tebuconazole – 0.4 l/ha) con un valor medio de 0.51 (Tabla 6).

Tabla 6. Severidad primer evaluación de moniliasis en frutos de cacao (%)

Tratamientos	N	Severidad	
T4 - Tebuconazole (0.4 l/ha)	4	0.51.	a A
T3 - <i>Trichoderma harzianum</i> (2 l/ha)	4	0.56.	a A
T2 - <i>Trichoderma harzianum</i> (1.5 l/ha)	4	0.64	a A
T1 - <i>Trichoderma harzianum</i> (1 l/ha)	4	1.17.	B
T5 – Testigo	4	4.81	C
p-valor		0.0001	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Jara, 2024

4.1.3 Severidad en la segunda evaluación de *Moniliophthora roreri* en frutos de cacao (%)

En el análisis del daño causado por moniliasis, la segunda evaluación posterior a la aplicación de los tratamientos no existió diferencia estadística entre T4, T3 y T2, estos a su vez presentaron diferencia con los demás tratamientos, teniendo por igual diferencia entre los tratamientos T1 y T5. La mayor severidad de presento en el T5 (Testigo) con una media de 4.95, seguido del T1 (*Trichoderma harzianum* – 1 l/ha) con un valor en la severidad de 1.49, para el T2 (*Trichoderma harzianum* - 1.5 l/ha) se presentó una severidad media de 1.00, el T3 (*Trichoderma harzianum* - 2 l/ha) mostro un valor en la severidad de 0.83, teniendo con la menor severidad en la segunda evaluación al T4 (Tebuconazole – 0.4 l/ha) con un valor medio en la escala de 0.65 en la severidad de moniliasis en frutos de cacao (Tabla 7).

Tabla 7. Severidad segunda evaluación de moniliasis en frutos de cacao (%)

Tratamientos	N	Severidad			
T4 - Tebuconazole (0.4 l/ha)	4	0.65	a	A	
T3 - <i>Trichoderma harzianum</i> (2 l/ha)	4	0.83.	a	A	
T2 - <i>Trichoderma harzianum</i> (1.5 l/ha)	4	1.0.	a	A	B b
T1 - <i>Trichoderma harzianum</i> (1 l/ha)	4	1.49		B	
T5 – Testigo	4	4.95		C	
p-valor		0.57			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Jara, 2024

4.2 Efectiva en el manejo de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao con el biofungicida *Trichogramma harzianum*.

4.2.1 Primera evaluación en la efectividad del biofungicida *Trichogramma harzianum* en el manejo de *Moniliophthora roreri* en frutos de cacao

Para determinar la eficacia de los diferentes tratamientos con el uso de hongo antagonista *Trichoderma harzianum* sobre *Moniliophthora roreri* en frutos de cacao, se utilizó la fórmula de Henderson-Tilton. Los resultados muestran que los mejores tratamientos para el manejo de la moniliasis son el T3 (*Trichoderma harzianum* - 2 l/ha) y T4 (Tebuconazole – 0.4 l/ha) compartiendo un promedio en la eficacia de 86.97%, seguido por el T2 (*Trichoderma harzianum* – 1.5 l/ha) con un valor de 86.10% de eficacia, el T1 (*Trichoderma harzianum* - 1 l/ha) mostró una eficacia media con un valor promedio de 65.77%, mientras que, para el T5 (Testigo) no alcanzó a tener nivel alguno en eficacia para el manejo de la moniliasis en cacao (Tabla 8).

Tabla 8. Primera evaluación de efectividad de *Trichogramma harzianum*.

Tratamientos	Evaluación Preliminar	Primer Evaluación	Promedio Eficacia (%)
T1 <i>Trichoderma harzianum</i> (1 l/ha)	1.67	1.17	65.77
T2 <i>Trichoderma harzianum</i> (1.5 l/ha)	2.25	0.64	86.10
T3 <i>Trichoderma harzianum</i> (2 l/ha)	2.10	0.56	86.97
T4 Tebuconazole (0.4 l/ha)	2.17	0.51	86.97
T5 Testigo	2.35	4.81	0,00

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Jara, 2024

4.2.2 Segunda evaluación en la efectividad del biofungicida *Trichogramma harzianum* en el manejo de *Moniliophthora roreri* en frutos de cacao

El análisis correspondiente a la segunda evaluación de la efectividad del hongo antagonista para el manejo de moniliasis en el cultivo del cacao, muestran que los mejores tratamientos se mantienen con la mejor eficacia al T3 (*Trichoderma harzianum* - 2 l/ha) con 81.24% y al T4 (Tebuconazole – 0.4 l/ha) con 80.69%, seguido por el T2 (*Trichoderma harzianum* – 1.5 l/ha) con una eficacia 78.90%, para el T1 (*Trichoderma harzianum* - 1 l/ha) la eficacia del hongo antagonista llegó a un 57.64%, el T5 (Testigo) no se presentó eficacia para el manejo de la moniliasis en frutos de cacao de acuerdo con la fórmula de Henderson-Tilton (Tabla 9).

Tabla 9. Segunda evaluación de efectividad de *Trichograma harzianum*

Tratamientos	Evaluación Preliminar	Segunda Evaluación	Promedio Eficacia (%)
T1 <i>Trichoderma harzianum</i> (1 l/ha)	1.67	1.49	57.64
T2 <i>Trichoderma harzianum</i> (1.5 l/ha)	2.25	1.00	78.90
T3 <i>Trichoderma harzianum</i> (2 l/ha)	2.10	0.83	81.24
T4 Tebuconazole (0.4 l/ha)	2.17	0.65	80.69
T5 Testigo	2.35	4.95	0.00

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Jara, 2024

4.3 Análisis de costos en el manejo de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo del cacao.

El análisis para el costo en el manejo del hongo fitopatógeno *Moniliophthora roreri* en el cultivo del cacao con la aplicación de *Trichoderma harzianum*, se consideraron los valores de los diferentes productos como las dosis utilizadas para cada uno de los tratamientos en el presente trabajo de investigación, así como, la mano de obra para su aplicación. Los costos están en cuanto al manejo que se realiza por hectárea de cultivo, teniendo así, el valor más elevado para el manejo de la moniliasis en frutos de cacao en el tratamiento T3 en la aplicación de *Trichoderma harzianum* en dosis de 2 l/ha con un costo de 1223.00 dólares americanos, seguido del T2 con la cantidad de 1133.00 dólares americanos, para el T4 con la aplicación de Tebuconazole el valor para el manejo de la moniliasis fue de 1113.00 dólares americanos, con la dosis de 1 l/ha de *Trichoderma harzianum* en el T1 se obtuvo un valor en el costo del manejo de moniliasis de 1083.00 dólares americanos, esto resultados sin incluir al testigo el cual no se realizó aplicación de insumo alguno (Tabla 10).

Tabla 10. Costo de manejo de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en cacao

Materiales/Actividad	Valor	Valor (\$)				
	unitario (\$)	T1	T2	T3	T4	T5
Trichoderma	50.00	100.00	150.00	200.00	0.00	0.00
Tebuconazole	45.00	0.00	0.00	0.00	90.00	0.00
Jornales	14.00	28.00	28.00	28.00	28.00	0.00
Costos Variables		128.00	178.00	228.00	118.00	0.00
Poda de cultivo		160.00	160.00	160.00	160.00	160.00
Manejo fitosanitario		210.00	210.00	180.00	180.00	180.00
Riego sub-foliar		120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
Fertilización		315.00	315.00	315.00	315.00	315.00
Otros		150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
Costos Fijos		995.00	995.00	995.00	995.00	995.00
Costo total		1083.00	1133.00	1223.00	1113.00	995.00

Jara, 2024

5. Discusión

En los sistemas de cultivos de cacao agroforestal, la pudrición negra (*Phytophthora* spp.), la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y la moniliasis (*Moniliophthora roreri*), son las enfermedades más frecuentes y con grandes pérdidas en la producción de cacao, siendo, la capacidad antagónica que muestra *Trichoderma* spp. basada en la competencia, antibiosis y mico parasitismo una opción viable de estas enfermedades (Amorim et al., 2019).

En la presente investigación con la aplicación del hongo antagonista *Trichoderma harzianum* en diferentes dosis para el manejo de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao, la severidad de la enfermedad disminuyó en todos los tratamientos donde se aplicó el hongo antagonista, teniendo la dosis de 2 l/ha con la menor severidad en la primera evaluación (0.56) solo por debajo del tratamiento con el fungicida Tebuconazole (0.51) permaneciendo ambos en el nivel 1 (Puntos aceitosos - hidrosis), mientras que el testigo (T5) con 4.81 se encuentra en el nivel 4 (micelio que cubre hasta la cuarta parte de la mancha parda). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Cadena y Poma (2022), donde se evaluó la capacidad antagonista de *T. harzianum* sobre el hongo *Moniliophthora roreri* en cacao, la evaluación muestra que el tratamiento con *T. harzianum* 300 g fue el que logró mejores resultados para el control de la enfermedad, reduciendo la incidencia en 6 % con relación al testigo y la severidad en 10.87 % con relación al testigo.

Para la segunda evaluación de la severidad y de acuerdo con la escala utilizada, el tratamiento T3 (*Trichoderma harzianum* - 2 l/ha) con 0.83 se mantuvo en el nivel 1 (Puntos aceitosos - hidrosis), a pesar de ser superado por el tratamiento con el fungicida sintético (T4 – Tebuconazole), los resultados evidencian que la aplicación

del hongo antagonista contuvo el desarrollo de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en frutos de cacao. En la investigación realizada por Pilaloa et al., (2021) con la aplicación de *Trichoderma sp.* también se evidencio que a los 60 días los niveles de severidad de la moniliasis en frutos de cacao disminuyeron de acuerdo con la escala de evaluación de 4 a 3, cuando comparado con la severidad inicial. Estos resultados tienen relación a los obtenidos por Cadena y Poma (2022), donde la acción del hongo antagonista *T. harzianum* sobre el hongo *M. roreri* en frutos de cacao, teniendo los mejores resultados en la evaluación final a los 75 días, reduciendo el avance de la enfermedad en la mazorca, evitando la esporulación y posible dispersión del hongo a frutos sanos, alcanzando con relación al testigo un descenso de la severidad del 10.87 %.

La eficacia de los diferentes tratamientos con el uso de hongo antagonista *Trichoderma harzianum* sobre *Moniliophthora roreri* en frutos de cacao, de acuerdo con la fórmula de Henderson-Tilton mostraron resultados superiores al 50%, teniendo resultado nulo en el testigo (T5). El mejor resultado en eficacia para la primera evaluación a los 30 días con la aplicación del hongo antagonista se presentó en el T3 (*T. harzianum* - 2 l/ha) con 86.97% y para la segunda (60 días) evaluación con 81.24%, considerando que los resultados en la eficacia fueron similares para el tratamiento con el fungicida sintético (T4 – Tebuconazole) en la primera evaluación y superado en la segunda evaluación teniendo para el T4 80.69% apenas por debajo del T3. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Reatigue y Antuane (2022), donde la aplicación de *T. harzianum* como biocontrolador de la monillia en cacao, el mejor resultado en la eficacia se presentó en el tratamiento con la dosis mas alta en la aplicación de hongo antagonista (100 ml/10 litro agua) reduciendo la severidad e incrementado el número de flores y producción de frutos. La capacidad antagónica del

hongo perteneciente al generó *Trichoderma* puede llegar a niveles muy alto en el control de monillia, como lo demostró en la investigación de Arrazate (2020), donde se analizó la efectividad de diferentes cepas nativas de *Trichoderma spp.*, teniendo en la mayor capacidad en la cepa *T. harzianum/H. lixii* para detener el crecimiento de *Moniliophthora roreri* en el punto de intersección de sus hifas.

Los beneficios en la aplicación de hongos antagonistas como *Trichoderma harzianum* para el manejo de *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao pueden ser beneficiosos, siendo que a mas de poder disminuir y en ciertos casos detener los daños realizados por el patógeno actúa como un microorganismo eficiente ayudando en la productividad en el cultivo de cacao (Valenzuela et al., 2023). En el presente trabajo de investigación se evidenció que la aplicación de *T. harzianum* no afecto en mayor medida los costos en el manejo de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) cuando comparada con el manejo convencional con el fungicida sintético (T4 – Tebuconazole), considerando que para la dosis más alta en el T3 (*T. harzianum* - 2 l/ha) se llevo a los 1223.00 dólares americanos de costos de manejo de la monillia, en comparación al manejo convencional (T4 – Tebuconazole) que alcanzó los 1113.00 dólares americanos, un incremento apenas del 9.88%, considerando que las dosis del T2 (*T. harzianum* – 1.5 l/ha) se incrementó en un 1.79% y para el T1 (*T. harzianum* - 1 l/ha) fue menor el costo en un 2.69% cuando comparado al manejo convencional (T4 – Tebuconazole).

6. Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación podemos determinar las siguientes conclusiones:

La aplicación del hongo antagonista *Trichoderma harzianum* en diferentes dosis para el manejo de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao disminuye la severidad del patógeno en gran medida, dependiendo de la aplicación y también del tiempo de acción del hongo antagonista sobre el organismo patógeno que actúa en este caso de la moniliasis (*M. roreri*) en frutos de cacao.

De acuerdo con la fórmula de Henderson-Tilton para la efectividad de acción del hongo antagonista *Trichoderma harzianum* en diferentes dosis para el manejo de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en frutos de cacao, todos los tratamientos estuvieron por encima del 50%, teniendo al Fungicida (*T. harzianum* - 2 l/ha) con los mejores resultados.

EL hongo antagonista *Trichoderma harzianum* resulto ser muy efectivo para el manejo de moniliasis en frutos de cacao, esto, sin incrementar de forma excesiva los costos en el manejo del patógeno en comparación al manejo convencional con fungicida sintético, por lo cual es una clara opción para el control de la moniliasis en el cultivo del cacao.

Respondiendo a la hipótesis, la aplicación del hongo antagonista *Trichoderma harzianum* en diferentes dosis para el manejo de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*), disminuyó la incidencia del hongo fitopatógeno en el cultivo de cacao.

7. Recomendaciones

Se recomienda que es importante realizar nuevas investigaciones en otras localidades, con la finalidad de ajustar los datos y emitir dominios de recomendaciones en el manejo de la moniliasis con la utilización de diferentes agentes de control biológico para el Manejo Fitosanitario del Cacao.

La aplicación del hongo antagonista *Trichoderma harzianum* para el manejo de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) obtuvo resultados positivos en la acción inhibidora en el desarrollo del hongo fitopatógeno, resultando en una menor pérdida de frutos, es importante realizar estudio sobre los costos beneficios que pueden generar el uso de este microorganismo considerado también como eficiente en la producción y el manejo de la moniliasis en el cultivo de cacao como una opción viable y amigable para el ambiente.

8. Bibliografía

- Albores, F., Gómez, R., López, G., y Grajales, C. (2022). Mechanisms of endogenous infection in cocoa fruits with *Moniliophthora roreri*. *Instituto Politécnico Nacional Núm*, 53, 197–209.
- Al-Khayri, J. M., Jain, S. M., y Johnson, D. V. (2019). *Advances in plant breeding strategies: Industrial and food crops. Advances in Plant Breeding Strategies: Industrial and Food Crops* (Vol. 6). Springer International Publishing.
- Amorim, O. A., Orlandelli, C. R., y Pamphile, A. J. (2019). Control of cocoa plant (*Theobroma cacao* L.) pathogens by fungal endophytes from genera *Trichoderma* and *Clonostachys*. *Uningá Review*, 34(1), 1–10.
- Anzules, T. V., Pazmiño, B. E., Alvarado, H. L., Borjas, V. R., Castro, C. V., y Julca, O. A. (2022). Control of cacao (*Theobroma cacao*) diseases in Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 33(1).
- Arrazate, A. V. del C. (2020). *Efectividad de cepas nativas de Trichoderma spp. en el control de la moniliasis del cacao causada por Moniliophthora roreri* (Tesis). *Colegio de Postgraduados*. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Camus Montecillo, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable. Quito, Ecuador: Asamblea Nacional del Ecuador. Año 1 Reg. Oficial No 10.
- Bailey, B. A., Evans, H. C., Phillips, M. W., Ali, S. S., y Meinhardt, L. W. (2018). *Moniliophthora roreri*, causal agent of cacao frosty pod rot. *Molecular Plant Pathology*, 19(7), 1580–1594.
- Barbosa, C. S., da Fonseca, R. R., Batista, T. M., Barreto, M. A., Argolo, C. S., de Carvalho, M. R., ... Gramacho, K. P. (2018). Genome sequence and effectorome of

Moniliophthora perniciosa and Moniliophthora roreri subpopulations. *BMC Genomics*, 19(1).

Bekele, F., y Phillips, M. W. (2019). Cacao (*Theobroma cacao* L.) breeding. *Advances in Plant Breeding Strategies: Industrial and Food Crops*, 6, 409–487.

Borja, A. L. K., Cevallos, H. V., Garzón, M. J. V., y Carvajal, R. H. (2021). Análisis de las exportaciones del cacao ecuatoriano en grano en el periodo 2008 al 2018. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(S1), 147–155.

Cadena, F. A., y Poma, L. 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), 37–43.

Chochocca, R. R. S., Avila, E. G., Fernandez, R. J. H., Suazo, J. M. A., De La Cruz, A. R. H., y Hadi Mohamed, M. M. (2022). Antifungal effect from *Zingiber officinale*, *Aloe vera* and *Trichoderma* sp. for control of *Moniliophthora roreri* in *Theobroma cacao* in Huánuco, Peru. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 75(1), 9823–9830.

Coll, E. P. C., y Dilas, J. J. O. (2022). Producción y exportación del cacao ecuatoriano y el potencial del cacao fino de aroma. *Qantu Yachay*, 2(1), 08–15.

Dos Santos, E. C., Pirovani, C. P., Correa, S. C., Micheli, F., y Gramacho, K. P. (2020). The pathogen *Moniliophthora perniciosa* promotes differential proteomic modulation of cacao genotypes with contrasting resistance to witches broom disease. *BMC Plant Biology*, 20(1).

García, C. R. L., y García, F. M. F. (2023). *Evaluar la eficiencia de Trichobon (Trichoderma spp) en tres dosis como agente de control de Moniliophthora roreri en cacao (Theobroma cacaoL) en el recinto Estero piedras –Naranjal* (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo - INEC. (2022). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Recuperado de <https://www.soberaniaalimentaria.gob.ec/>
- Joya, D. J. G., Ramírez, G. S. I., López, B. O., y Alvarado, G. Á. E. (2015). Efecto antifúngico de hidrodestilados de *Zingiber officinale* Roscoe sobre *Moniliophthora roreri* (Cif&Par). *Ciencia y Agricultura*, 12(2), 21.
- Mitina, G. V., Stepanycheva, E. A., Chogloкова, A. A., y Cherepanova, M. A. (2021). Features of behavioral reactions of the peach aphid *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera, Aphididae) to volatile organic compounds of entomopathogenic fungi of the genus *Lecanicillium*. *Entomological Review*, 101(8), 1015-1023.
- Mora, C. H. A. (2021). *Uso de diferentes dosis de extractos etanólicos de ajo para control de moniliasis (moniliophthora roreri) en el cultivo de cacao*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.
- Pilaloa, D. W., Pérez, V. D., Alvarado, A. A., y Torres, S. Si. (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), 70–85.
- Reatigue, M., y Antuane, 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 pregrado) Universidad de Huanuco. Huánuco, Perú.
- Sandoval, G. D. (2022). *Diversidad genética de cacao (Theobroma cacao)* (Tesis de pregrado). *Universidad Tecnológica Indoamericana*. Universidad Tecnológica Indoamericana, Quito, Ecuador.

- (2023). Sistema de Información Pública Agropecuaria. SIPA. Cifras Agroproductivas - Principales Cultivos 2021. Retrieved 20 May 2023, from <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- Sornoza, V. L., Valencia, C. L., Corozo, Q. L., Sánchez, M. F. D., Salas, M. C., y Peña, M. G. (2022). Recursos genéticos de cacao tipo Nacional en Ecuador: una revisión sistemática. *Revista Ciencia y Tecnología*, 15(2), 31–44.
- Tirado, G. P. A., Lopera, Á. A., y Ríos, O. L. A. (2016). Estrategias de control de *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa* en *Theobroma cacao* L.: revisión sistemática. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(3), 417–430.
- Toala, V. A., Ventura, R. B., Huamán, L. A., Castro, C. V., y Julca, O. A. (2019). Cultural, biological and chemical control of *Moniliophthora roreri* and *Phytophthora* spp in *Theobroma cacao* 'CCN-51'. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 511–520.
- Torres, de la C. M., Quevedo, D. I., Ortiz, G. C. F., Lagúnez, E. L. del C., Nieto, A. D., y Pérez, de la C. M. (2019). Control químico de *Moniliophthora roreri* en México. *Biotechnia*, 21(2), 55–61.
- Valencia, C. L., Sornoza, V. L., Corozo, Q. L., Sánchez, M. F., Peña, M. G., y Salas, M. C. (2022). Recursos genéticos de variedades de cacao tipo Nacional en Ecuador: una revisión sistemática. *Ciencia y Tecnología*, 15(2), 31–44.
- Valenzuela, C. J. D., Guevara, V. F., Vicente, G., y Galindo, V. P. (2023). Eco-Friendly Biocontrol of Moniliasis in Ecuadorian Cocoa Using Biplot Techniques. *Sustainability (Switzerland)*, 15(5).
- Vélez, B. E. T., y Almeida, V. 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.

Villamizar, G. R. A., Ortíz, R. O. O., y Escobar, J. W. (2017). Fungos simbióticos e endofíticos como biocontroles de fitopatógenos de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Summa Phytopathologica*, 43(2), 87–93.

9. Anexos

R1	R2	R3	R4
T3	T2	T1	T5
T2	T5	T3	T4
T1	T4	T2	T3
T4	T1	T5	T2
T5	T3	T4	T1

Figura 2. Distribución de los Tratamientos
Jara, 2024

Nota: T1: *Trichoderma harzianum* dosis 1.0 L/ha; T2: *Trichoderma harzianum* dosis 1.5 L/ha; T3: *Trichoderma harzianum* dosis 2.0 L/ha; T4: Testigo convencional (Tebuconazole 0.4 L/ha); T5: Testigo Absoluto



Ficha Técnica									
Nombre del producto	TRICHOGENESIS								
Características del producto	TRICHOGENESIS es un producto compuesto por <i>Trichoderma harzianum</i> , el cual es un hongo con acción antagonista que tiene efecto preventivo y control biológico de cepas de hongos patógenos de importancia agrícola. Además, promueve la estimulación del crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas. Por su alta capacidad hidrolítica acelera la descomposición de los residuos vegetales.								
Composición	<p>Contenido mínimo garantizado</p> <table border="0"> <tr> <td><i>Trichoderma harzianum</i></td> <td style="text-align: right;">1.0x10¹⁰ UFC/ml</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Composición porcentual</td> </tr> <tr> <td><i>Trichoderma harzianum</i></td> <td style="text-align: right;">1.0%</td> </tr> <tr> <td>Ingredientes inertes</td> <td style="text-align: right;">99.0%</td> </tr> </table> 	<i>Trichoderma harzianum</i>	1.0x10 ¹⁰ UFC/ml	Composición porcentual		<i>Trichoderma harzianum</i>	1.0%	Ingredientes inertes	99.0%
<i>Trichoderma harzianum</i>	1.0x10 ¹⁰ UFC/ml								
Composición porcentual									
<i>Trichoderma harzianum</i>	1.0%								
Ingredientes inertes	99.0%								
Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> Disminuye la incidencia de hongos fitopatógenos mediante tres mecanismos: 1-Micoparasitismo, 2-Antibiosis y 3. Competencia Aumenta de la productividad del cultivo mediante cuatro mecanismos: 1-Colonización de la raíz de la planta, 2-Promotor del crecimiento, 3-Inductor de resistencia, 4-Simbiosis y endofitismo. 								
Método de aplicación	Según recomendaciones técnicas. Mínimo dos a tres aplicaciones durante el cultivo, preferentemente en horario de la tarde o en segunda opción, bien temprano en la mañana, Evitar la aplicación con exceso de luz solar.								
Instrucciones de uso	<ul style="list-style-type: none"> TRICHOGENESIS posee esporas viables (más de 90%) suspendidas en solución lo que facilita su aplicación, la misma que se recomienda aplicar en drench o fertirriego. Estas deben extenderse de manera homogénea sobre el suelo para alcanzar su máximo efecto, puede aplicarse en el riego o fumigaciones con bombas que no contengan residuos de productos químicos. 								
Medidas para la protección del ambiente	El producto no es un agente contaminante del ambiente, sin embargo, se recomienda manejar adecuadamente los envases de manera que puedan reutilizarse y hacer un uso y deposición adecuado de ellos.								
Almacenamiento	Conservar a temperatura ambiente, en lugar aireado y que no le incida directamente al producto la luz solar.								

Figura 3. Ficha técnica de *Trichogenesis* (*Trichoderma harzianum*)

Jara, 2024



Ficha técnica :

Orius®

Registro N°: 71 – F 2/ NA.

TITULAR: ADAMA ANDINA B.V.



Tipo de producto:	Fungicida de uso Agrícola
Formulación:	Emulsión Aceite en Agua (EW)
Ingrediente activo:	Tebuconazole
Concentración:	250 gramos por litro
Categoría Toxicológica:	III Ligeramente Peligroso
Cultivo:	Banano
Target:	Sigatoka Negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>)
Presentación:	1 l, 4 l, 20 l y 60 l.
Grupo químico:	Triazoles. FRAC (G1) (DMI)

Modo de acción: Fungicida sistémico de rápida penetración y movimiento en el tejido vegetal en donde se distribuye uniformemente.

Mecanismo de acción: Al igual que todos los triazoles el Tebuconazole actúa como inhibidor de la síntesis del ergosterol, sin embargo, sus cualidades intrínsecas le conceden una particular efectividad y rapidez de acción evidenciando desarreglo en el metabolismo de los hongos susceptibles, frenando drásticamente las estructuras de las paredes celulares y deteniendo el crecimiento del tubo germinativo, los haustorios y demás órganos de fijación.

Recomendaciones de uso:

CULTIVO	PLAGA	DOSIS	C.P.*
Banano (<i>Musa acuminata</i> AAA)	Sigatoka Negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i> var. <i>Difformis</i>)	0.4 l/ha	1 día

*Periodo de carencia

Figura 4. Ficha técnica de Orius (Tebuconazole)

Figura 4. Ficha técnica de Orius (Tebuco 1)

Jara, 2024

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	EVALUACION PRELIMINAR SEVERIDAD	1RA EVALUACION SEVERIDAD	2DA EVALUACION SEVERIDAD
1	1	1,80	1,33	1,50
1	2	1,66	1,33	1,47
1	3	1,70	1,00	1,67
1	4	1,50	1,00	1,33
Promedios		1,67	1,17	1,49
2	1	2,20	0,67	1,33
2	2	2,35	0,33	0,50
2	3	2,25	1,21	1,85
2	4	2,20	0,33	0,33
Promedios		2,25	0,64	1,00
3	1	2,40	0,67	1,33
3	2	2,33	0,56	0,33
3	3	2,00	0,30	1,00
3	4	1,67	0,70	0,67
Promedios		2,10	0,56	0,83
4	1	1,33	0,33	0,77
4	2	2,00	0,67	0,33
4	3	3,00	0,67	0,75
4	4	2,33	0,35	0,75
Promedios		2,17	0,51	0,65
5	1	2,33	5,00	5,00
5	2	2,67	5,00	5,00
5	3	2,19	4,50	4,80
5	4	2,22	4,75	5,00
Promedios		2,35	4,81	4,95

Figura 5. Datos de las evaluaciones en campo del daño de moniliasis en cacao Jara, 2024

EVALUACION PRELIMINAR SEVERIDAD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
EVALUACION PRELIMINAR SEVE..	20	0,90	0,84	16,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,30	7	2,90	15,76	<0,0001
TRATAMIENTOS	20,10	4	5,03	27,31	<0,0001
REPETICIONES	0,20	3	0,07	0,36	0,7842
Error	2,21	12	0,18		
Total	22,51	19			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1840 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
1	1,67	4	0,21 A
3	2,10	4	0,21 A
4	2,17	4	0,21 A
2	2,25	4	0,21 A
5	2,35	4	0,21 A

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1840 gl: 12

REPETICIONES	Medias	n	E.E.
1	2,41	5	0,19 A
4	2,47	5	0,19 A
3	2,59	5	0,19 A
2	2,67	5	0,19 A

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

Figura 6. Análisis de varianza evaluación preliminar de severidad de moniliasis Jara, 2024

1RA EVALUACION SEVERIDAD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1RA EVALUACION SEVERIDAD	20	0,98	0,97	18,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	54,91	7	7,84	102,62	<0,0001
TRATAMIENTOS	54,82	4	13,71	179,30	<0,0001
REPETICIONES	0,09	3	0,03	0,39	0,7613
Error	0,92	12	0,08		
Total	55,83	19			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0764 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
4	0,51	4	0,14 A
3	0,56	4	0,14 A
2	0,64	4	0,14 A
1	1,17	4	0,14 B
5	4,81	4	0,14 C

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0764 gl: 12

REPETICIONES	Medias	n	E.E.
4	1,43	5	0,12 A
3	1,54	5	0,12 A
2	1,58	5	0,12 A
1	1,60	5	0,12 A

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

Figura 7. Análisis de varianza de primera evaluación de severidad de moniliasis Jara, 2024

2DA EVALUACION SEVERIDAD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2DA EVALUACION SEVERIDAD	20	0,97	0,96	18,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	52,58	7	7,51	65,91	<0,0001
TRATAMIENTOS	51,64	4	12,91	113,28	<0,0001
REPETICIONES	0,94	3	0,31	2,76	0,0884
Error	1,37	12	0,11		
Total	53,95	19			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1140 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
4	0,65	4	0,17	A
3	0,83	4	0,17	A
2	1,00	4	0,17	A B
1	1,49	4	0,17	B
5	4,95	4	0,17	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,1140 gl: 12

REPETICIONES	Medias	n	E.E.	
2	1,53	5	0,15	A
4	1,62	5	0,15	A
1	1,99	5	0,15	A
3	2,01	5	0,15	A

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

Figura 8. Análisis de varianza de segunda evaluación de severidad de moniliasis Jara, 2024



Figura 9. Presentación del tema Jara, 2024



Figura 10. Estaquillando y dividiendo parcelas



Figura 11. Señalizando cada unidad experimentales
Jara, 2024



Figura 12. Conteo del número de mazorcas por plantas



Figura 13. Cultivo antes del tratamiento
Jara, 2024



Figura 14. Preparación del producto para el tratamiento
Jara, 2024

