



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

**NIVEL DE DAÑOS OCASIONADOS POR LOS
PATÓGENOS EN MAZORCAS DEL CULTIVO DE CACAO
(*Theobroma cacao*), VINCES, LOS RÍOS.**

TRABAJO EXPERIMENTAL

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

AUTOR

SOLÓRZANO GUERRERO JOSÉ NICASIO

TUTOR

ING. BURGOS HERRERÍA TANY MARJORIE, MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2024



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

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **TANY BURGOS HERRERÍA**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación “**NIVEL DE DAÑOS OCASIONADOS POR LOS PATÓGENOS EN MAZORCAS DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao*), VINCES, LOS RÍOS**”, realizado por el estudiante; **SOLÓRZANO GUERRERO JOSÉ NICASIO** con cédula de identidad N° **0941727109** de la carrera de AGRONOMÍA, Unidad Académica Guayaquil, 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. TANY BURGOS HERRERÍA, MSc.
Firma del Tutor

Guayaquil, 05 de diciembre del 2023



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

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “NIVEL DE DAÑOS OCASIONADOS POR LOS PATÓGENOS EN MAZORCAS DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao*), VINCES, LOS RÍOS”, realizado por el estudiante SOLÓRZANO GUERRERO JOSÉ NICASIO, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

PhD. Paulo Centanaro Quiroz
PRESIDENTE

Ing. Juan Martillo García, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Winston Espinoza Morán, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Tany Burgos Herrería, MSc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 17 de noviembre del 2023

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a Dios, a mis padres el Sr. Nicasio Amador Solórzano Gavilanes y la Sra. Mariana de Jesús Guerrero Celorio, quienes a lo largo de toda esta travesía me han apoyado y a su vez han sido fuente de inspiración, motivación, valor y esfuerzo.

A mi tía Alicia Solórzano Gavilanes, quien estuvo brindándome su apoyo para culminar mi carrera universitaria

Dedico este logro también a la memoria de mi tía María Guerrero Celorio, la cual siempre soñó con verme culminar este ciclo de mi vida.

Agradecimiento

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por haberme brindado la oportunidad de culminar esta etapa de mi vida, de forma muy especial a mis padres por el esfuerzo, sacrificio y dedicación que ellos me brindaron, para poder culminar esta carrera universitaria que con gran dedicación y esfuerzo se logró culminar.

Mi gratitud también es para la Universidad Agraria del Ecuador, para mi tutora de tesis Ing. Tany Burgos Herrería MSc., quién no dudo en brindarme su apoyo y sus conocimientos como guía de mi tesis, para el Ing. Freddy Veliz, que me brindo su ayuda y paciencia a lo largo del transcurso de la realización de mi tesis, cada uno de los docentes que guiaron, formaron y pulieron la base fundamental para mi desenvolvimiento como profesional.

Por último, pero no menos importante, agradezco de forma muy encarecida a mis amigos Leslie Julieth Moncayo Gómez y Christian Paul Holguín Rodríguez por su amistad y apoyo, de forma muy especial a la Srta. Karoline Michell Farias Santillan, por haberme brindado su amistad, paciencia y apoyo desde el inicio de esta etapa universitaria.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo SOLÓRZANO GUERRERO JOSÉ NICASIO en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre “NIVEL DE DAÑOS OCASIONADOS POR LOS PATÓGENOS EN MAZORCAS DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao*), VINCES, 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, 05 de diciembre del 2023

.....
SOLÓRZANO GUERRERO JOSÉ NICASIO
C.I: 0941727109

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Índice general	7
Índice de tabla	11
Índice de figura.....	12
Resumen	14
Abstract.....	15
1. Introducción.....	16
1.1 Antecedentes del problema.....	16
1.2 Planteamiento y formulación del problema	16
1.2.1 Planteamiento del problema	16
1.2.2 Formulación del problema	18
1.3 Justificación de la investigación	18
1.4 Delimitación de la investigación	18
1.5 Objetivo general	18
1.6 Objetivos específicos.....	19
1.7 Hipótesis	19
2. Marco teórico.....	20
2.1 Estado del arte.....	20
2.2 Bases teóricas	22
2.2.3 Descripción botánica del cacao.....	22

2.2.4 Origen del cacao	22
2.2.5 Importancia económica	23
2.2.6 Morfología de la planta de cacao.....	24
2.2.6.1. Raíz.....	24
2.2.6.2. Planta	24
2.2.6.3. Hojas	24
2.2.6.4. Flores	25
2.2.6.5. Fruto	25
2.2.7 Variedades de cacao.....	25
2.2.7.1. Cacao fino de aroma.....	25
2.2.8 Condiciones edafo – climáticas del cultivo	26
2.2.8.1. Temperatura	26
2.2.8.2. Precipitación.....	26
2.2.8.3. Humedad relativa	26
2.2.8.4. Suelos	27
2.2.9 Enfermedades que atacan al cultivo de cacao	27
2.2.9.1. Moniliasis.....	28
2.2.9.2. Mazorca negra	28
2.2.9.3. Escoba de bruja.....	29
2.2.10 Tipo de control	30
2.2.10.1. Control biológico.....	30
2.2.10.1.1. Trichoderma	30
2.2.10.1.2. Bacillus subtilis.....	31
2.2.10.2. Control químico.....	32
2.2.10.2.1. Azoxistrobin + Tebuconazole	32

2.2.10.2.2. Oxicloruro de cobre	33
2.3 Marco legal.....	33
2.3.1 Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria	33
3. Materiales y métodos	36
3.1 Enfoque de la investigación	36
3.1.1 Tipo de investigación.....	36
3.1.2 Diseño de investigación	36
3.2 Metodología.	36
3.2.1 Variables	36
3.2.1.1. Variable independiente	36
3.2.1.2. Variable dependiente	36
3.2.1.2.1. Incidencia de las enfermedades en plantas (%).....	36
3.2.1.2.2. Grado y escala de severidad de la enfermedad en el cultivo de cacao.....	37
3.2.1.2.3. Cantidad de mazorca enfermas por tratamientos. (n)	37
3.2.1.2.4. Cantidad de mazorcas sanas por tratamiento. (n)	37
3.2.1.2.5. Análisis económico de los tratamientos (\$)	37
3.2.2 Tratamientos.....	38
3.2.3 Diseño experimental	38
3.2.4 Recolección de datos	38
3.2.4.1. Recursos.....	38
3.2.4.2. Métodos y técnicas	39
3.2.4.3. Manejo de ensayo	39
3.2.5 Análisis estadístico.....	40
3.2.5.1. Análisis funcional	40

3.2.5.2. Hipótesis estadísticas.....	40
4. Resultados	41
4.1 Porcentaje de incidencia y severidad de daño causado por los patógenos en época lluviosa en el cultivo de cacao.....	41
4.1.1 Incidencia de patógenos en el cultivo de cacao (%).....	41
4.1.2 Severidad de daños causados por patógenos en el cultivo de cacao (%).....	42
4.1.3 Eficacia de los tratamientos en estudio (%)	43
4.1.4 Cantidad de mazorcas enfermas por tratamientos (n).....	44
4.1.5 Cantidad de mazorcas sanas por tratamientos (n)	45
4.1.6 Análisis económico de los tratamientos (n)	47
4.2 Nivel de confianza entre la relación biológica y química para patógenos en mazorcas de cacao (%).....	49
4.3 Actividad biológica en nivel in vitro de los tratamientos.....	49
5. Discusiones	50
6. Conclusiones.....	52
7. Recomendaciones.....	53
8. Bibliografía.....	54
9. Anexos	60

Índice de tabla

Tabla 1. Tabla de severidad.....	37
Tabla 2. Tratamientos en estudios.....	38
Tabla 3. Delimitación experimental.....	38
Tabla 4. Recursos económicos.....	39
Tabla 5. Esquema de Andeva.....	40
Tabla 6. Porcentaje de incidencia (20/05/23) – (17/06/23) – (15/07/23).....	42
Tabla 7. Porcentaje de severidad (20/05/23) – (17/06/23) – (15/07/23).....	43
Tabla 8. Porcentaje de eficacia.....	44
Tabla 9. Número de mazorcas enfermas por tratamientos (n).....	45
Tabla 10. Número de mazorcas sanas por tratamientos (n).....	47
Tabla 11. Costo de control del manejo fitosanitario (\$).....	48
Tabla 12. Nivel de confianza entre la relación biológica y química de los tratamientos.....	49

Índice de figura

Figura 1. Imagen satelital del terreno.....	60
Figura 2. Croquis de los tratamientos y repeticiones	60
Figura 3. Descripción de la parcela de trabajo	61
Figura 4. Trichoderma.....	61
Figura 5. Certificado de registro	62
Figura 6. Bacillus subtilis.....	62
Figura 7. Azoxystrobin y Tebuconazole	63
Figura 8. Oxicloruro de Cobre	63
Figura 9. Análisis de varianza % de incidencia (20/05/23)	64
Figura 10. Porcentaje de incidencia (20/05/23).....	64
Figura 11. Análisis de varianza % de incidencia (17/06/23)	65
Figura 12. Porcentaje de incidencia (17/06/23).....	65
Figura 13. Análisis de varianza % de incidencia (15/07/23)	66
Figura 14. Porcentaje de incidencia (15/07/23).....	66
Figura 15. Análisis de varianza % de severidad (20/05/23)	67
Figura 16. Porcentaje de severidad (20/05/23)	67
Figura 17. Análisis de varianza % de severidad (15/07/23)	68
Figura 18. Porcentaje de severidad (15/07/23)	68
Figura 19. Elaboración de latillas para la delimitación del área de estudio	69
Figura 20. Delimitación del área de trabajo.....	69
Figura 21. Dosificación de los productos usados en el estudio.....	70
Figura 22. Dosificación de los productos usados en el estudio.....	70
Figura 23. Preparación del producto usado en el estudio	71
Figura 24. Aplicación de los tratamientos en estudio de forma foliar	71

Figura 25. Aplicación de los tratamientos en estudio de forma foliar	72
Figura 26. Aplicación de los tratamientos en estudio de forma foliar	72
Figura 27. Aplicación de los tratamientos en estudio de forma foliar	73
Figura 28. Toma de datos en campo	73
Figura 29. Toma de datos en campo	74
Figura 30. Toma de datos en campo	74
Figura 31. Toma de datos en campo	75
Figura 32. Toma de datos en campo	75
Figura 33. Presencia de enfermedades en la mazorca	76
Figura 34. Presencia de enfermedades en la mazorca	76
Figura 35. Presencia de enfermedades en la mazorca	77
Figura 36. Presencia de las enfermedades en la mazorca	77
Figura 37. Preparación del medio de cultivo (PDA)	78
Figura 38. Utilización de autoclave para la preparación del medio de cultivo ..	78
Figura 39. Aplicación del medio de cultivo en cajas petri	79
Figura 40. Evaluación de los tratamientos en laboratorio	79
Figura 41. Observación de la actividad microbiana en laboratorio	80
Figura 42. Actividad Microbiana de <i>Trichoderma</i> spp.	80

Resumen

El presente trabajo de investigación fue realizado durante la época lluviosa en la provincia de Los Ríos, cantón Vinces en el recinto Anchoqueta. El propósito de este estudio fue evaluar la acción antagónica de *Trichoderma spp.* y *Bacillus Subtilis*, además de disminuir la presencia y la severidad de los daños causados por los patógenos contra los diferentes patógenos que atacan al cultivo de cacao CCN51 (*Theobroma cacao L.*). El análisis estadístico indicó diferencia significativa en el % de incidencia de patógenos entre los tratamientos en estudios. El tratamiento con mayor % de incidencia de patógenos el T-E (Testigo absoluto) dando como resultado 49.20% de incidencia de patógenos, aclarando que este fue el tratamiento de testigo absoluto, mientras que el tratamiento con una menor incidencia fue T-B (*Bacillus subtilis*), dando como resultado un 13.80% de incidencia, con la aplicación de *Bacillus subtilis*. En cuanto a la severidad el análisis estadístico demostró que el tratamiento con mayor % severidad de daños fue el TE (Testigo absoluto) con un resultado del 41.40% de severidad de daño, mientras que, el tratamiento con un menor % de severidad de daños fue el TC (Oxicloruro de cobre) con un 10.00% de severidad de daños, así mismo estimar el nivel de confianza entre la relación química y biológica que existe para el control de los patógenos. Se realizó un diseño experimental de cuadrado latino. Comprendió de cinco tratamientos con cinco repeticiones, cada bloque es una repetición.

Palabras clave: Antagónica, *Bacillus subtilis*, biocontroladores, incidencia, *Trichoderma spp.*

Abstract

The aim of this research project was carried out during the rainy season in the province of Los Ríos, Vices. The intention of this study was to evaluate the antagonistic action of *Trichoderma spp.* and *Bacillus Subtilis*, as well as to reduce the presence and severity of the damage caused by the pathogens against the different pathogens that attack the CCN51 cocoa crop (*Theobroma cacao L.*). An experimental design DCL (Latin square design) with five treatments and five replications was applied. Statistical analysis indicated a significant difference in the % incidence of pathogens among the treatments under study. The highest % incidence of pathogens was T-E (Absolute control) resulting in 49.20% incidence of pathogens, clarifying that this was the absolute control treatment, while the treatment with the lowest incidence was T-B (*Bacillus subtilis*), resulting in 13.80% incidence, with the application of *Bacillus subtilis*. In regard to severity, the statistical analysis showed that the treatment with the highest % severity of damage was TE (absolute control) with a result of 41.40% severity of damage, while the treatment with the lowest % severity of damage was TC (copper oxychloride) with 10.00% severity of damage, also to estimate the level of confidence between the chemical and biological relationship that exists for the control of pathogens. An experimental design was carried out

Keywords: *Antagonistic, Bacillus subtilis, biocontrollers, incidence, Trichoderma spp.*

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta originaria de la amazonia y domesticada por los nativos que la habitaban, es considerada como un cultivo tradicional en el Ecuador. Ecuador es productor de cacao desde el año 1780. En la actualidad en Ecuador se cultivan algunos tipos de cacao, pero la variedad conocida como nacional, gracias a la calidad del grano y su fino aroma (Borja, Vite y Carvajal, 2021).

El factor biótico con mayor importancia para la producción de cacao es el ataque o la presencia de enfermedades a nivel mundial. En Centroamérica, las bacterias, los virus y los nemátodos no ocasionan muchos problemas, pero como todo cultivo el cacao sufre ataques de patógenos los cuales son los mayores responsables de grandes pérdidas en la producción (López, Sandía, Rached y Serrano, 2021).

Los factores que causan presencia de patógenos en el cultivo de cacao son los siguientes: humedad, sombras en exceso, falta de aireación, presencia de insectos plagas siendo esto un método de propagación y causales de mala nutrición del cultivo (Varela, 2022).

La forma de controlar estos ataques de patógenos en el cultivo de cacao con mayor eficacia es la química, pero también existen métodos biológicos de control combatiendo la presencia de los hongos plagas con hongos benéficos, como lo son el *Trichoderma spp.* y *Bacillus spp.* (Pérez, 2021).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El cultivo de cacao es considerado un rubro importante en Ecuador, debido a que representa un capital social a razón de su presencia en la mayoría de las

parcelas campesinas y fincas. Unos de los principales problemas que afecta al cultivo de cacao es la presencia de enfermedades causadas por patógenos, conocidas como: moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja, estas enfermedades son causadas por diversos motivos, desde la mala práctica agrícolas, cambios edafoclimáticos bruscos, hasta el ataque de insectos plagas los cuales son los causantes de que las enfermedades se propaguen (Mendoza, Boza y Manjarrez, 2021).

En la provincia de Los Ríos, la comercialización de los pequeños productores de cacao se realiza por medio de tres canales; el 73.2% vende al comerciante intermediario (de estos, el 53% al intermediario que compra en la finca y el 47% al intermediario del poblado más cercano), el 12.5% vende de forma directa al exportador y el restante 14.3% entrega su cacao a asociaciones que se encargan de forma directa del comercio (Parada y Veloz, 2021).

Mosquera (2021) detalla que el cacao (*Theobroma cacao*) es un cultivo comercial importante en los climas tropicales como los de América Latina. A lo largo de las últimas décadas la infección de cacao cultivado con *Moniliophthora roreri*, conocida de otra forma como “monilia”, ha dificultado la producción del cacao en América Latina de manera significativa. Algunos ensayos han planteado usar el hongo *Trichoderma sp.* en tratamientos para un control biológico con la finalidad de prevenir y reducir la infección por monilia. No obstante, pruebas realizadas con tratamientos por aspersión que contenían *Trichoderma* en cultivos de cacao agroforestales producen resultados diversos. Investigadores y trabajadores agrícolas han sugerido que la mejora de tierra, cenizas volantes u otras fuentes de carbón a la aspersión de *Trichoderma* podrían mejorar su eficacia en la lucha contra la monilia.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál será el mejor método de control de patógenos en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*), del cantón Vinces, provincia de Los Ríos?

1.3 Justificación de la investigación

El cultivo de cacao se ve afectado por varias enfermedades, estas enfermedades pueden aparecer en cualquier etapa de desarrollo, dependiendo del patógeno causal y puede afectar de manera directa en la mazorca provocando pérdida en la producción, también puede provocar cáncer del tronco y del cojín floral. Mediante este trabajo de investigación se dará a conocer cuáles son los métodos que existen para el control de las enfermedades causadas por los diversos patógenos que atacan el cultivo de cacao, debido a que los pequeños agricultores de la zona del recinto Anchoveta del cantón Vinces, provincia de Los Ríos no conocen los diferentes métodos de control para estas enfermedades.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Se lo realizó en el recinto Anchoveta del cantón Vinces, provincia de Los Ríos.
- **Tiempo:** Se realizó durante seis meses desde el mes de febrero del 2023 hasta agosto del 2023
- **Población:** Fue dirigida a los productores del cantón Vinces, provincia de Los Ríos, docentes y estudiantes de la Universidad Agraria del Ecuador.

1.5 Objetivo general

Estudiar el nivel de daño ocasionado por los patógenos en mazorca de cacao, Vinces, Los Ríos.

1.6 Objetivos específicos

- Evaluar el porcentaje de incidencia y severidad de daño causado por los patógenos en época lluviosa en el cultivo de cacao.
- Estimar un nivel de confianza entre la relación biológica y química para patógenos en mazorca de cacao.
- Validar la actividad biológica en nivel de laboratorio in vitro.

1.7 Hipótesis

Con los tratamientos en estudio se obtendrá una disminución de la presencia de patógenos en el cultivo de cacao.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Pilaloo, Alvarado, Pérez y Torres (2021) en su trabajo de investigación se usó diseño de Bloques completos al Azar (DBCA) y la prueba de Tukey como comparación de medias, en este trabajo se propuso medir las siguientes variables: incidencia de la enfermedad a nivel porcentual, cantidad de flores por plantas, número de mazorcas por plantas, frutos enfermos, el porcentaje de incidencia de monilia, severidad externa, peso (g), longitud y diámetro de mazorcas (cm), se obtuvo como resultados que en cuanto a la incidencia, no existió diferencia significativa, en cuanto a la severidad se mostró una mayor severidad en el testigo a diferencia de los otros tres tratamientos, en cuanto al peso se obtuvo un resultado favorecedor para el *Trichoderma* a diferencia de los otros tratamientos.

Guamán, Jaramillo y Bernal (2022) en su experimento de investigación se aplicó un diseño de bloques completo al azar (DBCA) con siete tratamientos y tres repeticiones, en dicho ensayo se midieron total de kilos cosechados, número de mazorcas sanas y número de mazorcas infectadas. Como resultados se pudo evidenciar que para el total de kilos cosechado el tratamiento con más eficacia fue el T3, mientras que el tratamiento con menos kilos cosechado fue el T5. El tratamiento con mayor de número de mazorcas sanas fue el T3, mientras que el tratamiento con menos mazorca sanas fue el T4 y en la variable de números de mazorcas infectadas, no hay una diferencia significativa entre los tratamientos T3 y T1, ya que tienen el menor número de mazorca infectadas, mientras que el T2 presentó mayor cantidad de mazorcas enfermas.

Acurio y España (2016) elaboraron un ensayo con el objetivo de aislar cepas las cuales eran nativas de *Trichoderma spp.*, en dicho ensayo se decidió extraer diez

sub-muestras de suelo proporcionado por la hacienda “La Alegría” ubicada en el cantón Pedro Moncayo. Utilizaron una barra y una pala, ambas limpias, tomando las sub muestras a una profundidad de 10 - 20 cm, una vez tomadas fueron depositadas en un recipiente plástico limpio para formar así una muestra completa. De cada muestra se procedió a tomar 100µl y se inoculó en cajas petri con medio Agar Sabouraud Dextrosa. Las cajas fueron selladas con parafilm e incubadas a 26 °C durante siete días o hasta el apareamiento de las colonias, dando como resultados que, las colonias lograron presentar un crecimiento rápido de entre cinco a ocho cm, el micelio logró cubrir la superficie de los medios de cultivo en cinco días a 26 °C en Agar papa-dextrosa.

Villamil, Viteri y Villegas (2015) aplicaron un diseño experimental completo al azar (DCA), con cuatro tratamientos, cuatro repeticiones, cuatro frutos por repetición, en el presente ensayo de estudio se decidió investigar la actividad antagónica de dos aislamientos autóctonos de *Trichoderma sp.* y uno de *Bacillus sp.* ante *M. rozeri*, en condiciones de campo, además de medir de forma semanal las siguientes variables: incidencia y severidad externa de la enfermedad, se pudo visualizar que en cuanto a la incidencia, pudieron decir que la presencia de los primeros síntomas de la enfermedad se dieron a observar en los primeros 40 días posterior a la inoculación del patógeno. Los tratamientos fueron: T1, hongo H5; T2, hongo H20; T3, bacteria B3 y T4, testigo. Los resultados de severidad externa e interna mostraron que respecto al control la disminución del daño en los frutos fue del 19,5 y 11,2% en el T1, del 28 y 19,5% en el T2 y del 13,5 y 8,5% en el T3, respectivamente con diferencias estadísticas a favor del T2. Se concluye que, entre los tres antagonistas evaluados, el hongo H20 (*Trichoderma sp.*) tiene el mayor potencial para el control de la moniliasis del cacao en condiciones de campo.

2.2 Bases teóricas

2.2.3 Descripción botánica del cacao

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
Subclase	Dicotiledonea
Orden	Malvales
Familia	Sterculiaceae.
Genero	<i>Theobroma</i>
Especie	<i>cacao</i>

2.2.4 Origen del cacao

Guerrero (2015) explica qué el cacao es una fruta tropical, los cultivos están ubicados con mayor concentración en el Litoral y en la Amazonía. Este es un árbol con flores pequeñas las cuales se pueden observar a lo largo de las ramas y parte del tronco. La producción de cacao se concentra con mayor porcentaje en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí y Sucumbíos.

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un cultivo importante a nivel económico, pero los estudios sobre su historia de domesticación y usos tempranos son limitados. Se cree que el cacao fue domesticado por primera vez en Mesoamérica. Sin embargo, la investigación genómica muestra que la mayor diversidad de *T. cacao* se encuentra en la región superior del Amazonas en el noroeste de América del Sur, lo que apunta a esta región como su centro de origen (Zarrillo et al., 2018)

Diferentes cultivos han formado parte de la cultura ecuatoriana, pero sin lugar a dudas, el cacao ocupa un lugar especial en nuestra historia. No solo por el valor económico y relevancia internacional que nos permite posicionarnos entre los principales países exportadores a nivel mundial, sino porque investigaciones

arqueológicas sugieren que su origen y domesticación se encuentra en la Amazonía del Ecuador (Maiguashca, 2015).

La Amazonía sigue siendo una continua fuente de riqueza en información sobre el desarrollo de las culturas y pueblos que aún la habitan, de allí la importancia que tiene en la identidad ecuatoriana. El cultivo de cacao se ha extendido por casi todo su territorio y es en la actualidad el de mayor área sembrada, con más de 500000 ha (PROAmazonía, 2023).

2.2.5 Importancia económica

Ecuador, gracias a sus condiciones geográficas y su riqueza en recursos biológicos, es el productor por excelencia de Cacao Arriba fino y de aroma (63% de la producción mundial), el cual proviene de la variedad conocida como Nacional, cuyo sabor ha sido reconocido durante siglos en el mercado a nivel internacional. Se ha señalado de manera histórica, como producto relevante para la economía ecuatoriana, el auge del cultivo de cacao se remonta a los años 1779. Entre los años 1825 y 1843, su nivel de exportación hacia México, América Central, España y el resto de Europa creció obteniendo un aproximado de 118%; a su vez en 1888 las exportaciones de cacao superaron los volúmenes habituales y de esta manera, el cacao se incorporó como producto primario a la economía mundial (Abad, Cuña y Naranjo, 2020).

El cacao forma parte de los cultivos cuyo rol ha sido significativo en la historia y economía ecuatoriana, siendo uno de los pocos productos de exportación que ha conseguido darle un puesto al país en el contexto internacional. Por medio de este estudio se realizó un acercamiento de manera histórica sobre la relevancia de la producción de cacao, resaltando momentos puntuales de auges y crisis que han trascendido a nivel de economía nacional. Para ello son abordados no solo

elementos del contexto económico e histórico, sino también social y político relacionados a la producción de este cultivo (Vargas, Molina y Cevallos, 2022).

2.2.6 Morfología de la planta de cacao

2.2.6.1. Raíz

El cacao tiene una raíz principal pivotante muy profunda que puede llegar a medir hasta 1 m. Si se siembran las plantas con la raíz torcida el árbol se desarrollará de manera anormal y su producción será baja y a futuro tendrá que cambiar la planta (Pérez y Zorrilla, 2017).

La raíz tiene muchas raíces secundarias, la mayoría de las cuales se encuentran en los primeros 30 cm de suelo (Compañía Nacional de Chocolates, 2021).

2.2.6.2. Planta

Árbol de tamaño mediano (cinco - ocho m) aunque puede alcanzar alturas de hasta 20 m cuando crece en un ambiente libre bajo sombra intensa. Su corona es densa, redondeada y con un diámetro de siete a nueve m. Tronco recto que se puede desarrollar en formas muy variadas, según las condiciones ambientales (Vera, 2017).

Ramírez (2023) explica que el tronco crece de forma vertical hasta a un máximo de entre 80 y 100 cm de altura, a partir de esta altura, se forma la corona u horqueta la cual es responsable del desarrollo de yemas auxiliares, este proceso se repite muchas veces, dando como resultado que el árbol de cacao pueda alcanzar alturas de hasta diez m.

2.2.6.3. Hojas

Según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2022) las hojas son simples, enteras y de color verde bastante variable (color café claro, morado o rojizo, verde pálido) y de pecíolo corto.

2.2.6.4. Flores

Sosa (2016) explica que las flores del cacao salen de forma directa del tallo, así como de las ramas conocidas como caulinares. La unión de las mismas es llamada como cojinete floral; su número varía, depende del clon y del ambiente en el que se desarrollen.

2.2.6.5. Fruto

Erazo (2016) menciona que el tamaño, color y formas variables, pero la mayoría de ocasiones tienen forma de baya, de 30 cm de largo y diez cm de diámetro, con forma elíptica y teniendo colores como rojo, amarillo, morado o hasta de color café.

2.2.7 Variedades de cacao

Los tipos de cacao que se siembran en el Ecuador son:

2.2.7.1. Cacao fino de aroma

También conocido como el cacao “Nacional” es clasificado como del tipo “forastero”, puesto que posee algunas características fenotípicas de éste. El cacao Fino de Aroma es de tipo trinitario y criollo, solo se produce el 5% de la producción anual de cacao en el mundo (Rojas, 2020).

Mata (2018) menciona que el cacao fino de aroma tiene varias cualidades distintivas entre aroma y sabor, el cacao fino de aroma es muy gustoso para los fabricantes del chocolate. Ecuador gracias a sus condiciones geográficas y riquezas en recursos biológicos, el cacao es el producto con mayor excelencia.

2.2.7.2. CCN-51

Es la variedad más popular y de calidad (aunque no posee el aroma del cacao arriba) es el cacao *ramilla* o CCN-51 (Colección Castro Naranjal 51). Esta variedad es oriunda del trinitario, presentando características las que le han permitido ganar mayor aceptación entre los productores de cacao ecuatorianos. Su productividad

es casi seis veces mayor que la de las otras variedades cultivadas en el país, es más resistente a plagas y enfermedades (Abad, Cuña y Naranjo, 2020).

2.2.8 Condiciones edafo – climáticas del cultivo

2.2.8.1. Temperatura

Sánchez (2019) detalla que la temperatura determina la formación de flores. Cuando ésta es menor de 21°C, la floración es menor que cuando ésta se encuentra a 25°C, donde la floración es normal y abundante. Esto causa que en zonas específicas la producción de mazorcas sea medida mediante estaciones y que durante semanas no se realice cosecha, mientras las temperaturas sean inferiores a 22 °C.

Las más indicadas para el cacao están alrededor de 25.5 °C, con un mínimo de 21 y máximo de 30, aunque las temperaturas altas inducen la floración, estas afectan la fecundación. Temperaturas por encima o debajo de ese umbral ocasionan problemas en su crecimiento y desarrollo normal (Nogales, 2021).

2.2.8.2. Precipitación

Según el Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura (INTAGRI 2020) el cultivo de cacao tiende a tener un buen desarrollo en lugares que van desde los cinco llegando hasta los 400 metros sobre el nivel del mar, con precipitaciones de 1.5 a 2.5 L anuales.

2.2.8.3. Humedad relativa

Arvelo, González, Maroto, Delgado y Montoya (2017) explican que el clima óptimo para la explotación del cultivo de cacao debe ser húmedo, un promedio de 70 a 80 % de humedad relativa es el más aconsejable. Los vientos fuertes son inconvenientes porque pueden destruir las ramas, volcar las plantas y dañarlas. Los sectores donde los vendavales tienen mayor intensidad y frecuencia deben ser

descartados para este cultivo y escoger sectores donde las corrientes de aire no se conviertan en problemas al cultivo.

2.2.8.4. Suelos

El cacao necesita de suelos muy ricos en materia orgánica, de mucha profundidad, con características francos arcillosos, buen drenaje y topografía regular. El factor que limita el desarrollo del cacao es la delgada capa húmica. Esta capa se degrada de manera rápida cuando la superficie del suelo es expuesta al sol, al viento y a la lluvia directa. Por ello es común la implementación de plantas leguminosas auxiliares que brinden la sombra necesaria y sean una fuente constante de sustancias nitrogenadas para el cultivo (Vera, 2017).

Los suelos con mejor recomendación para realizar la explotación del cultivo cacao deben ser planos (vegas) o poco inclinados, también deben ser un poco ondulados, los tres tipos de topografía deben ser fértiles y con muy poca erosión. El cacao se lo cultiva hasta los 1200 msnm (Barrezueta, 2019).

2.2.9 Enfermedades que atacan al cultivo de cacao

Solis, Peñaherrera y Vera (2021) detallan que en Ecuador el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) es afectado de forma grave por tres enfermedades primarias y endémicas, las cuales son escoba de bruja, monilia y mazorca negra; estas son las causantes de pérdidas de hasta el 80% en la producción cacaotera, pudiendo llegar a afectar hasta 100% en épocas donde se presenta una alta infección.

En los últimos diez años, mientras que se han incrementado nuevas plantaciones cacaoteras, se ha podido observar el brote de otras enfermedades, que desde el punto de vista económico han sido ubicadas en el segundo puesto de importancia, debido a la baja afectación en él cultivo. Entre éstas se destacan el mal de machete y la muerte regresiva, que pueden causar la pérdida de la unidad productiva.

El cacao al igual que otro cultivo contiene susceptibilidad a muchas plagas a nivel global, de forma específica las de mayor reconocimiento en Ecuador son la pudrición helada del fruto (moniliasis), la mazorca negra y la escoba de bruja, estas enfermedades son de gran forma provocadas por hongos, mientras que, con menor frecuencia, algas, bacterias, nematodos, plantas parásitas, stramenopilos y virus (Pérez et al., 2017)

2.2.9.1. Moniliasis

Compañía Nacional de Chocolates (2019) indica que su analogía con el nombre científico inicial se llamaba Monilia o Moniliasis. Se encuentran registros de esta enfermedad en Ecuador, Colombia, Venezuela, Perú, Bolivia y países del istmo de Panamá (Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Guatemala y Belice).

Hernández (2018) expresa que la propagación del hongo se puede dar a partir de frutos infectados, para lo cual se esteriliza de manera superficial con Hipoclorito de Sodio al 2.5% durante un minuto seguido de un lavado con agua esterilizada. El fruto sufre una parcial o total pudrición causada de forma exclusiva por una enfermedad nombrada como Moniliasis.

Las pérdidas ocasionadas por la enfermedad son variables y están sujetas a las condiciones climáticas, con mayor frecuencia a la temperatura y lluvia. En los climas cálidos y húmedos la incidencia de la enfermedad es mayor que en los climas cálidos o moderados y secos (Hernández e Izapa, 2018).

2.2.9.2. Mazorca negra

Ramírez (2019) Indica que la mazorca negra está presente en la mayoría de las zonas cacaoteras del mundo, es causada por el oomycete *Phytophthora sp.* A nivel mundial es una de las enfermedades más agresivas del cacao, llegando a causar pérdidas del 30% de la producción cacaotera y la muerte anual del diez por ciento

de las plantas por cánceres en el tallo, es la enfermedad que causa la mayor pérdida a nivel mundial. Sin embargo, no ha sido considerada como una enfermedad importante a nivel económico, a comparación de la escoba de bruja o monilia, debido a que su presencia suele ser ocasional.

Puig et al. (2021) explican que la *Phytophthora palmivora* es la principal causante de la pudrición negra de la vaina del cacao causando mayores pérdidas de rendimiento que cualquier otro patógeno en el cacao, con un aproximado del 20 al 30% anual.

2.2.9.3. Escoba de bruja

Según Costa et al. (2021) el hongo *M. perniciosa*, responsable de ocasionar la enfermedad conocida como Escoba de bruja del cacao, es endémico de las zonas tropicales de Sudamérica. Su forma de dispersión es por medio de tejido vegetal como semillas, varetas, frutos, brotes, y ramas. Su afección se basa en diferentes especies de los géneros *Theobroma*, *Herrania* y las pertenecientes a las familias *Solanaceae*, *Bignoniaceae* y *Malpighiaceae*, produciendo crecimientos anormales y lesiones en brotes, ramas, flores y frutos.

Villalobos (2022) menciona que la escoba de bruja está presente en Suramérica, algunos países del Caribe y al sur del canal de Panamá, donde ha causado pérdidas en la producción de cacao con reducciones en el rendimiento del 50% al 90%, debido a esto esta enfermedad constituye una amenaza potencial para el cultivo del cacao y hospedantes alternos.

Según Bauer (2019) la infección provocada por las basidiosporas, sólo ocurre en tejidos vivos en crecimiento. El ciclo de *M. perniciosa* cuenta con dos fases: en la primera, el tejido joven en crecimiento es infectado, provoca hiperplasia e hipertrofia y continua su vida de forma intracelular tomando el papel de un parásito

obligado; en la segunda fase, el tejido muere debido a la hipertrofia y el hongo crece como un saprófito cambiando sus hábitos.

2.2.10 Tipo de control

2.2.10.1. Control biológico

Los usos de microorganismo benéficos se caracterizan por la producción lipopéptidos o metabolitos secundarios como: iturina, surfactina, fengicina y bacilomicina, que presentan actividad antifúngica sobre fitopatógenos y son resistentes a presencia de fungicidas sintéticos (Murieta y Palma, 2018).

Alternativas naturales al control de *Phytophthora* se ha empleado extractos naturales de hojas de *Rosmarinus officinalis* (romero) y *Lavandula* (lavanda), que reducen la germinación de las zoosporas de *P. palmivora* y *P. megakarya*. La aplicación de hongos endófitos de *Aspergillus flavipes* disminuye la incidencia de enfermedad por *Phytophthora* (Cedeño et al., 2020).

2.2.10.1.1. Trichoderma

Este agente patógeno es un hongo anaeróbico, su habitat natural es sobrevivir en el suelo, se caracteriza por tener un comportamiento saprófito o parásito, haciendo una colaboración simbiótica con la raíz de las plantas. Entre las especies más destacadas se encuentran *T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, y *T. hamatum* (Cayotopa et al., 2021).

El éxito de las cepas de *Trichoderma* como antagonista para los patógenos que atacan el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) se debe a su alta capacidad para reproducirse, dicha habilidad les ayuda mucho para sobrevivir bajo condiciones ambientales desfavorables, aumenta la eficiencia en la utilización de nutrientes, capacidad para modificar la rizósfera, fuerte agresividad contra hongos fitopatógenos y eficiencia en promoción del crecimiento en plantas e inducción de

mecanismos de defensa (Peñaherrera, Cedeño, Solórzano, Cedeño y Terrero, 2020).

A este producto se lo conoce en el mercado como Trichoplus Power 5kg, el principal beneficio de *Trichoderma* es el antagonismo con microorganismos patógenos de las plantas. El producto tiene excelentes propiedades para el control biológico, teniendo una mayor efectividad contra *Rhizoctonia spp*, *Fusarium spp*, *Pythium spp*, *Botrytis spp*, *Alternaria spp*, *Phytophthora spp*, *Rosellinia spp*, *Armillaria spp* y *Sclerotium spp*, entre otras (López, Brito, López, Salaya y Gómez, 2017).

Se realiza aplicaciones dirigidas a la raíz, se recomienda utilizar una dosis mínima de 200-400 gr/Ha en aplicaciones quincenales, de esta manera se mantienen las poblaciones de patógenos y nematodos bajo control. En infecciones e infestaciones severas a nivel medio, se recomienda subir la dosis hasta 400-800 gr/ha (León y Rúaes, 2020).

2.2.10.1.2. *Bacillus subtilis*

Vera et al. (2018) explican que el uso de bacterias del género *Bacillus spp.*, han obtenido una notable atención durante los últimos años, debido al efectivo control de las enfermedades patógenas que atacan al cultivo de cacao, el uso de hongos antagonistas demostró que las bacterias del género *Bacillus* son capaces de colonizar hojas de cacao, teniendo características epífitas, pero también funcionan como endófitas. Su presencia logró dar como resultado una disminución significativa de la severidad de la enfermedad cuando las hojas fueron inoculadas con *Phytophthora capsici*. Además, de que, la supresión de *Phytophthora* por *Bacillus* solo mostraron efectividad en hojas no colonizadas después de las aplicaciones bacterianas y persistieron en hojas más viejas de plantas colonizadas.

A este producto se lo conoce a nivel comercial con el nombre de SERENADE®, siendo una suspensión concentrada de *Bacillus subtilis* (Cepa QST 713) 1.34% Aditivos 98.66%, contando con un gramaje de 13.4 en cuanto a su ingrediente activo por litro de producto comercial.

Es un fungicida con modo de acción de contacto preventivo y curativo, formando una barrera física por encima del área cubierta por el producto. Para el cultivo de cacao se recomienda aplicar en drench 15-30 ml/planta (Bayer, 2020).

2.2.10.2. Control químico

Para el control de forma química de las enfermedades patógenas en cacao, se utilizan productos los cuales fueron, a base de cobre, resaltando el oxiclورو de cobre, así mismo, se utilizan productos que contengan de ingrediente activo el *Azoxistrobin* dirigidos a los frutos y follajes. La frecuencia de aplicación y de la precipitación son dos puntos críticos en la efectividad del producto. También se pueden aplicar productos sistémicos adecuados, a los frutos (Anzules, Borjas, Alvarado, Castro y Julca, 2019).

2.2.10.2.1. Azoxistrobin + Tebuconazole

Isai (2023) expresa que el *Azoxystrobin + Tebuconazole* sirve como agente curativo de *M. royeri*, se realizó un proyecto, bajo la hipótesis de que el *azoxystrobin* posee efecto combatiente de *M. royeri* en infecciones tempranas (fase biotrófica) de frutos juveniles, recuperándolos de la infección y permitiendo la formación de frutos comerciales.

Este producto se lo conoce en el mercado cómo Tristar 85 es un fungicida de acción sistémica, protectante, curativo y antiesporulante, que fusiona el accionar de los ingredientes activos tales como: *Azoxystrobin + Tebuconazole*. Este producto

cuenta con una excelente eficacia contra diferentes enfermedades importantes producidas por hongos imperfectos, Ascomicetes y Ficomicetes (Rainbow, 2020).

2.2.10.2.2. Oxiclورو de cobre

Torres, Isaí, Ortiz, Lagúnez, Nieto y Pérez (2018) mencionan que las plagas y las enfermedades se pueden controlar de manera mucho más eficiente haciendo uso de diversas formas de control. Pues abusar sólo del control químico de manera monótona causa consecuencias graves como la aparición de plagas resistentes; además de causar la contaminación ambiental y del personal que realiza las aplicaciones, por ende, este es el último recurso a usar, si los demás controles empleados no han sido suficientes, de preferencia se utiliza productos poco tóxicos y selectivos.

Este producto se lo conoce en el mercado cómo Oxithane es un fungicida de acción sistémica, preventiva, que funciona al accionar del ingrediente de Oxiclورو de Cobre (Corteva Agriscience de Ecuador S.A, 2020).

2.3 Marco legal

2.3.1 Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria

Art. 1.- Objeto. - La presente Ley regula la sanidad agropecuaria, mediante la aplicación de medidas para prevenir el ingreso, diseminación y establecimiento de plagas y enfermedades; promover el bienestar animal, el control y erradicación de plagas y enfermedades que afectan a los vegetales y animales y que podrían representar riesgo fito y zoonosanitario.

Regula también el desarrollo de actividades, servicios y la aplicación de medidas fito y zoonosanitarias, con base a los principios técnico-científicos para la protección y mejoramiento de la sanidad animal y vegetal, así como para el incremento de la producción, la productividad y garantía de los derechos a la salud y a la vida; y el aseguramiento de la calidad de los productos agropecuarios, dentro de los objetivos previstos en la planificación, los instrumentos internacionales en materia de sanidad agropecuaria, que forman parte del ordenamiento jurídico nacional.

La sanidad en materia de acuicultura y pesca, así como el aseguramiento de la calidad de sus productos se regularán en la Ley correspondiente.

Art. 2.- **Ámbito de aplicación.** - Las disposiciones de esta Ley son de orden público e interés social y de cumplimiento obligatorio dentro del territorio nacional de conformidad con la Ley. La provincia de Galápagos se rige por sus propias normas especiales; en consecuencia, además de lo dispuesto en la presente Ley, se observarán las normas contenidas en la Ley Orgánica del Régimen Especial de la Provincia de Galápagos.

Art. 3.- **Principios.** - Constituyen principios de aplicación de esta Ley, los siguientes:

a) **Armonización:** Establecer medidas fito y zoonosanitarias basadas en normas nacionales e internacionales comunes de varios países, con la finalidad de proteger la salud y vida de las personas, garantizar la soberanía alimentaria, el bienestar de los animales o preservar la inocuidad de los vegetales y facilitar el comercio internacional;

b) **Diversificación:** Fortalecer la diversificación y la utilización de tecnologías limpias en la producción agropecuaria;

c) **Equivalencia:** Cuando las regulaciones de sanidad agropecuaria expedidas en virtud de esta Ley, aunque difieran de otras similares de la normativa internacional se reconocerán como válidas por su jerarquía, a las internacionales cuando se logre el nivel adecuado de protección sanitaria y fitosanitaria;

d) **Evaluación de riesgo:** Evaluación del nivel de riesgo existente para la salud de las personas y la protección de la sanidad agropecuaria;

e) **No discriminación:** Trato igualitario a los productos importados como a los de producción nacional respetando la cláusula de la nación más favorecida del sistema multilateral de comercio, salvo los casos de excepción previstos en la Ley;

f) **Precautelatorio:** Adoptar medidas fito y zoonosanitarias eficaces y oportunas ante la sospecha de un posible riesgo grave para la salud de las personas, plantas, animales o al medio ambiente, aún sin contar con evidencia científica de tal riesgo;

g) **Protección:** Establecer medidas fito y zoonosanitarias previstas legal y técnicamente que garanticen la vida y la salud de las personas, los animales y la preservación de los vegetales, así como la protección contra otros daños resultantes de la entrada, radicación o diseminación de plagas o enfermedades;

h) **Prevención:** Adoptar políticas públicas que precautelen la salud de las personas, de los animales y de las plantas, a través de medidas de prevención, control y mitigación de plagas y enfermedades;

i) **Seguridad alimentaria:** Garantizar la sostenibilidad del acceso a los alimentos para las generaciones presentes y futuras;

j) **Solidaridad:** Dotar de alimentos a las poblaciones víctimas de desastres naturales o antrópicos que pongan en riesgo el acceso a la alimentación. Los

alimentos recibidos de ayuda internacional no afectarán la salud ni la producción y comercialización de alimentos producidos localmente; y,

k) Transparencia: Notificar a nivel nacional e internacional información sobre las medidas fito y zoonosanitarias y su fundamento (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017, p 3).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

El trabajo se enfocó en disminuir la presencia de patógenos en las mazorcas del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), en el recinto Anchoveta, del cantón Vinces, provincia de Los Ríos, con la aplicación de *Trichoderma spp.* y *Bacillus subtilis* como controladores biológicos además de Azoxistrobin con Tebuconazole y Oxiclورو de cobre como controladores químicos.

3.1.1 Tipo de investigación

En el presente proyecto de investigación fue de tipo experimental.

3.1.2 Diseño de investigación

Para la presente investigación se trabajó mediante un diseño de cuadrado latino DCL con cinco tratamientos y cinco repeticiones.

3.2 Metodología.

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Aplicación de biocontroladores en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)

3.2.1.2. Variable dependiente

- Incidencia de las enfermedades causadas por los patógenos
- Severidad de las enfermedades causadas por los patógenos
- Efectividad de los tratamientos en estudio

3.2.1.2.1. Incidencia de las enfermedades en plantas (%)

Se observó la presencia de la enfermedad en las plantas, para obtener la incidencia de la enfermedad se aplicó la siguiente fórmula:

$$INCIDENCIA (\%) = \frac{\text{Total de mazorcas con síntomas}}{\text{Total de mazorcas evaluadas}} \times 100$$

3.2.1.2.2. Grado y escala de severidad de la enfermedad en el cultivo de cacao

Se tomó los datos de la cantidad en la que se presenta la enfermedad en las mazorcas del cultivo de cacao, para obtener la severidad de la enfermedad se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Severidad (\%)} = \frac{(\text{n.º de mazorca x 1}) + (\text{n.º de mazorca x 2})}{\text{Número de mazorcas evaluadas x grado mayor}} \times 100$$

Para la escala de severidad se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 1. Tabla de severidad

Cobertura por la enfermedad %	Grado de severidad
0%	0
0% - 25%	1
26% - 50%	2
51% - 75%	3
76% - 100%	4

Solórzano, 2023

3.2.1.2.3. Cantidad de mazorca enfermas por tratamientos. (n)

Se procedió a contabilizar el número de mazorcas enfermas cada uno de los tratamientos.

3.2.1.2.4. Cantidad de mazorcas sanas por tratamiento. (n)

Se procedió a contabilizar el número de mazorcas sanas en cada uno de los tratamientos.

3.2.1.2.5. Análisis económico de los tratamientos (\$)

Se llevó un registro económico para determinar los costos variables por cada tratamiento biológico.

3.2.2 Tratamientos

Tabla 2. Tratamientos en estudios

Tratamientos	Producto	Dosis/ HA	Dosis/ Parcela	Frecuencia de Aplicación
T1	<i>Trichoderma</i>	3000 cc/ha	25cc/parc	0-8-16-24
T2	<i>Bacillus subtilis</i>	1500 ml/ha	13cc/parc.	0-8-16-24
T3	<i>Oxicloruro de cobre</i>	2000 g/ha	20 g/parc	0-8-16-24
T4	<i>Azoxystrobin y Tebuconazole</i>	493cc /ha	4cc /parc.	0-8-16-24
T5	Testigo absoluto	0	0	0

Solórzano, 2023

3.2.3 Diseño experimental

Tabla 3. Delimitación experimental

Descripción	Cantidad	Unidad
Nº de tratamientos	5	---
Nº de repeticiones	5	---
Nº de parcelas	25	
Distancia entre bloques y parcela	3	m
Marco de plantación	3726	m
Largo y ancho de la parcela	9	m ²
Área total de la parcela	81	m ²
Área útil – Tratamiento	3	m ²
Nº de plantas por parcela	16	---
Nº de plantas a evaluarse	4	---
Población de plantas total	320	---

Solórzano, 2023

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

- **Materiales y equipos:** Libreta de campo, cinta, flexómetro, letreros, excavadora, bomba de mochila.

- **Recursos bibliográficos:** La información que se presentó en este proyecto se basó en sitios web, libros y artículos científicos encontrados en la biblioteca virtual de la Universidad Agraria del Ecuador.
- **Recursos humanos:** Estudiante y tutor de la Universidad Agraria del Ecuador.
- **Recursos económicos:** Este trabajo de investigación experimental fue cubierto por el estudiante.

Tabla 4. Recursos económicos

Recursos	Total (\$)
Bomba de mochila	25.00
Cinta	5.00
Flexómetro	3.50
Carteles de tratamientos	3.00
Alimentos	30.00
Transporte	50.00
Bio-controladores	250.00
Total	336.00

Solórzano, 2023

3.2.4.2. Métodos y técnicas

- **Manejo del experimento.**

Se utilizó varias dosificaciones de los tratamientos biológicos y químicos usados en el estudio, de mayor forma en la etapa fisiológica de la mazorca del cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) durante el desarrollo de la investigación.

3.2.4.3. Manejo de ensayo

- **Riego**

Se realizó el riego por semana con una duración de dos horas.

- **Controladores biológicos**

Se los compró en una empresa vendedora de productos biológicos. Se pudo observar las respectivas fichas técnicas de cada uno de los productos que se utilizó para este ensayo experimental en las figuras.

3.2.5 Análisis estadístico

3.2.5.1. Análisis funcional

Se realizó un diseño experimental de cuadrado latino. Comprendió de cinco tratamientos con cinco repeticiones, cada bloque es una repetición. Se utilizó el análisis mediante (ANDEVA) para la valoración estadística, además se utilizó la formula Abbott para dar a conocer cuál de los productos empleados en el trabajo investigativo es él más eficaz para el control de patógenos en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*). Se empleó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Tabla 5. Esquema de Andeva

Fuente de Variación	Formula	Grados de Libertad
Tratamientos	(P-1)	4
Filas	(P-1)	4
Columnas	(P-1)	4
Error	(P-2)(P-1)	12
Total	N-1	24

Solórzano, 2023

3.2.5.2. Hipótesis estadísticas

- Ho: Ninguno de los tratamientos utilizados presentó diferencia en la mazorca del cultivo de cacao (*Theobroma cacao*)
- H1: Al menos uno de los tratamientos utilizados presentó mayor eficacia en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*)

4. Resultados

4.1 Porcentaje de incidencia y severidad de daño causado por los patógenos en época lluviosa en el cultivo de cacao.

4.1.1 Incidencia de patógenos en el cultivo de cacao (%)

En la tabla 6 se detalla la variable % de incidencia, en la primera evaluación se observó que el tratamiento con mayor % de incidencia fue el TE (Testigo absoluto), con 31.60% de incidencia, seguido del TD (Azoxystrobin + Tebuconazole) con un % de incidencia del 21.00%, continuando con el TC (Oxicloruro de cobre) con 20.00% de incidencia, teniendo a continuación el TA (*Trichoderma spp*) con 16.20% de incidencia. Mientras que el menor % de incidencia fue el TB (*Bacillus subtilis*), con un % de incidencia de 9.60%. Se detalla que, si existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, no obstante, el CV es de 22.24.

En la segunda evaluación se observó que el tratamiento con mayor % de incidencia fue el TE (Testigo absoluto), con 39.80% de incidencia, seguido del TA (*Trichoderma spp*) con 30.20% de incidencia, a continuación, sigue el TC (Oxicloruro de cobre) con 27.20%, Mientras que los tratamientos con menor % de incidencia fue el TD (Azoxystrobin + Tebuconazole) con 18.80% de incidencia y el TB (*Bacillus subtilis*), con 18.80% de incidencia. Se detalla que, si existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, por otro lado, el CV es de 22.90.

En la tercera evaluación, se observó que el tratamiento con mayor % de incidencia fue el TE (Testigo absoluto), con 49.20% de incidencia, seguido del TA (*Trichoderma spp*) con 33.60% de incidencia, a continuación, está el TD (Azoxystrobin + Tebuconazole) con un 23.60% de incidencia, continuando con el TC (Oxicloruro de cobre) con 16.20% de incidencia. Mientras que el tratamiento con menor % de incidencia fue el TB (*Bacillus subtilis*), con un 13.80% de incidencia.

Se detalla que, si existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, no obstante, el CV es de 20.43.

Tabla 6. Porcentaje de incidencia (20/05/23) – (17/06/23) – (15/07/23)

Tratamiento	N	% Incidencia (20/05/23)		% Incidencia (17/06/23)		% Incidencia (15/07/23)	
TE (Testigo absoluto)	5	31.60	a	39.80	a	49.20	a
TD (Azoxystrobin + Tebuconazole)	5	21.00	a b	18.80	b	23.60	b c
TC (Oxicloruro de cobre)	5	20.00	a b	27.20	a b	16.20	c
TA (<i>Trichoderma spp</i>)	5	16.20	b	30.20	a b	33.60	b
TB (<i>Bacillus subtilis</i>)	5	9.60	b	18.80	b	13.80	c
CV% (T)		22.24		22.90		20.43	

Solórzano, 2023

4.1.2 Severidad de daños causados por patógenos en el cultivo de cacao (%)

En la tabla siete se detalla la variable % de severidad, en la primera evaluación se observó que el tratamiento con mayor % de severidad fue el TE (Testigo absoluto), con 23.40% de severidad, seguido del TD (Azoxystrobin + Tebuconazole) con 18.00% de severidad, continuando con el TA (*Trichoderma spp*) con 16.40% de severidad, el TC (Oxicloruro de cobre) con 15.00% de severidad. Mientras que el tratamiento con menor % de severidad fue el TB (*Bacillus subtilis*), con un 10.20% de severidad. Se detalla que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, no obstante, el P-valor es de 0.32.

En la segunda evaluación se logró observar que el tratamiento con mayor % de severidad fue el TE (Testigo absoluto), con 31.80% de severidad, seguido del TA (*Trichoderma spp*) con 22.40% de severidad, a continuación, sigue el TB (*Bacillus subtilis*) con 19.80% de severidad, seguido del TD (Azoxystrobin + Tebuconazole) con 15.80% de severidad. Mientras que el tratamiento con menor % de severidad

es el TC (Oxicloruro de cobre) con 15.40%. Se detalla que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, no obstante, el P-valor es de 0.1907.

En la tercera evaluación, se observó que el tratamiento con mayor % de severidad fue el TE (Testigo absoluto) con 41.40% de severidad; seguido del TA (*Trichoderma spp*) con 25.80% de severidad; a continuación, está el TD (Azoxystrobin + Tebuconazole) con un 16.60% de severidad; el TB (*Bacillus subtilis*), con un 12.60% de severidad. Mientras que el tratamiento con menor % de incidencia fue el TC (Oxicloruro de cobre) con 10.00% de severidad. Se detalla que, si existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, no obstante, el P-valor es de 0.0091.

Tabla 7. Porcentaje de severidad (20/05/23) – (17/06/23) – (15/07/23)

Tratamiento	N	% Severidad (20/05/23)		% Severidad (17/06/23)		% Severidad (15/07/23)	
TE (Testigo absoluto)	5	23.40	a	31.80	a	41.40	a
TD (Azoxystrobin + Tebuconazole)	5	18.00	a	15.80	a	16.60	b
TA (<i>Trichoderma spp</i>)	5	16.40	a	22.40	a	25.80	a b
TC (Oxicloruro de cobre)	5	15.00	a	15.40	a	10.00	b
TB (<i>Bacillus subtilis</i>)	5	10.20	a	19.80	a	12.60	b
P-Valor		0.32		0.1907		0.0091	

Solórzano, 2023

4.1.3 Eficacia de los tratamientos en estudio (%)

En la tabla 8 se detalla la variable % de eficacia, dejando claro que el tratamiento con mayor eficacia es el TB (*Baillus subtilis*) con un 54.67% de eficacia, seguido del TC (Oxicloruro de cobre) con 54.37% de eficacia, a continuación, el TD (Azoxystrobin + Tebuconazole) con un 44.49% de eficacia, culminando con el TA (*Trichoderma spp*) con 32.17% eficacia, siendo este el tratamiento menos eficaz.

Tabla 8. Porcentaje de eficacia

Tratamiento	Primera evaluación	Segunda evaluación	Tercera evaluación	Eficacia
<i>Trichoderma spp</i>	29.09	29.73	37.68	32.17
<i>Bacillus Subtilis</i>	57.28	37.15	69.57	54.67
Oxicloruro de cobre	35.02	52.25	75.85	54.37
Azoxystrobin + Tebuconazole	23.46	50.11	59.90	44.49

Solórzano, 2023

4.1.4 Cantidad de mazorcas enfermas por tratamientos (n)

En la tabla 9 se detalla la variable de cantidad de mazorcas enfermas por tratamientos, en la primera evaluación se logró observar que el tratamiento con mayor cantidad de mazorcas enfermas es el TE (Testigo Absoluto), teniendo un promedio de 25.60, seguido del TA (*Trichoderma spp*) y TD (Azoxystrobin + Tebuconazole) con un promedio de mazorcas enfermas 12.00 en ambos tratamientos, continua el TC (Oxicloruro de cobre) con 9.80 de promedio de mazorcas enfermas, mientras que, el tratamiento con menor promedio de mazorcas enfermas es el TB (*Bacillus subtilis*) con un 5.80. Se detalla que, si existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, no obstante, el CV es de 27.33.

En la segunda evaluación se observó que el tratamiento con mayor número de mazorcas enfermas es el TE (Testigo Absoluto) con un promedio de mazorcas enfermas de 45.20; seguido del TA (*Trichoderma spp*) con un promedio de mazorcas enfermas de 19.40; a continuación del TC con un promedio de 17.80; continuando con el TD (Azoxystrobin + Tebuconazole) con un promedio de 16.00; mientras que el tratamiento con menor promedio de mazorcas enfermas es el TB (*Bacillus subtilis*) con un promedio de mazorcas enfermas de 13.00. Se detalla que, si existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, no obstante, el CV es de 16.45.

En la tercera evaluación se observó que el tratamiento con mayor número de mazorcas enfermas es el TE (Testigo Absoluto) con un promedio de mazorcas enfermas de 69.60, seguido del TA (*Trichoderma spp*) con un promedio de mazorcas enfermas de 26.60, continuando con el TD (Azoxystrobin + Tebuconazole) con un promedio de 24.00, a continuación, el TB (*Bacillus subtilis*) con un promedio de mazorcas enfermas de 17.60, mientras que el tratamiento con menor promedio de mazorcas enfermas es el TC con un promedio de 17.20. Se detalla que, si existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, no obstante, el CV es de 21.10.

Tabla 9. Número de mazorcas enfermas por tratamientos (n)

Tratamiento	N	Mazorcas enfermas (20/05/23)		Mazorcas enfermas (17/06/23)		Mazorcas enfermas (15/07/23)	
TA (<i>Trichoderma sp</i>)	5	12.00	b	19.40	b	26.60	b
TB (<i>Bacillus subtilis</i>)	5	5.80	b	13.00	b	17.60	b
TC (Oxicloruro de cobre)	5	9.80	b	17.80	b	17.20	b
TD (Azoxystrobin + Tebuconazole)	5	12.00	b	16.00	b	24.00	b
TE (Testigo absoluto)	5	25.60	a	45.20	a	69.60	a
CV (T)		27.33		16.45		21.10	

Solórzano, 2023

4.1.5 Cantidad de mazorcas sanas por tratamientos (n)

En la tabla 10 se detalla la variable de cantidad de mazorcas sanas por tratamientos, en la primera evaluación se logró observar que el tratamiento con menor cantidad de mazorcas sanas es el TA (*Trichoderma spp*) con un promedio de 29.60; seguido del TD (Azoxystrobin + Tebuconazole); teniendo un promedio de mazorcas sanas del 32.80, a continuación, el TC (Oxicloruro de cobre) con un promedio de 38.00 en mazorcas sanas, seguido del TE (Testigo Absoluto) con un

promedio de mazorcas sanas de 45.20; mientras que, el tratamiento con mayor promedio de mazorcas sanas es el TB (*Bacillus subtilis*) con un promedio de 51.80. Se detalla que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, por otro lado, el CV es de 16.72.

En la segunda evaluación se observó que los tratamientos con menor cantidad de mazorcas sanas son él TC (Oxicloruro de cobre) con un promedio de 56.60 en mazorcas sanas y él TE (Testigo Absoluto) con un promedio de mazorcas sanas de 56.60, seguido del TA (*Trichoderma spp*) con un promedio de 58.00, seguido del TD (*Azoxystrobin + Tebuconazole*), teniendo un promedio de mazorcas sanas del 62.60, mientras que, el tratamiento con mayor promedio de mazorcas sanas es el TB (*Bacillus subtilis*) con un promedio de 69.40. Se detalla que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, por otro lado, el CV es de 15.33.

En la tercera evaluación se logró observar que el tratamiento con menor cantidad de mazorcas sanas es él TE (Testigo Absoluto) con un promedio de mazorcas sanas de 60.20, seguido del TA (*Trichoderma spp*) con un promedio de mazorcas sanas de 65.60, a continuación, el TC (Oxicloruro de cobre) con un promedio de 84.20 en mazorcas sanas, seguido del TD (*Azoxystrobin + Tebuconazole*), teniendo un promedio de mazorcas sanas del 86.40, mientras que, el tratamiento con mayor promedio de mazorcas sanas es el TB (*Bacillus subtilis*) con un promedio de 89.60. Se detalla que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, por otro lado, el CV es de 10.14.

Tabla 10. Número de mazorcas sanas por tratamientos (n)

Tratamiento	N	Mazorcas sanas (20/05/23)		Mazorcas sanas (17/06/23)		Mazorcas sanas (15/07/23)	
TA (<i>Trichoderma spp</i>)	5	29.60	a	58.00	a	65.60	a
TB (<i>Bacillus subtilis</i>)	5	51.80	a	69.40	a	89.60	a
TC (Oxicloruro de cobre)	5	38.00	a	56.60	a	84.20	a
TD (Azoxystrobin + Tebuconazole)	5	32.80	a	62.60	a	86.40	a
TE (Testigo absoluto)	5	45.20	a	56.60	a	60.20	a
CV (T)		16.72		15.33		10.14	

Solórzano, 2023

4.1.6 Análisis económico de los tratamientos (n)

En la tabla 11 se detalla la variable análisis económico de los tratamientos, se logra observar que el tratamiento con mayor costo es él TA (*Trichoderma spp*) con un monto de \$576.00, por otro lado, el tratamiento con menor costo es el TD (Azoxystrobin + Tebuconazole) con un monto de \$321.00

Tabla 11. Costo de control del manejo fitosanitario (\$)

COSTOS DE MANEJO AGRONÓMICO EN CACAO DE 1 HECTAREA/AÑO (\$)									
COSTOS FIJOS (JORNAL)	P.U	Cantidad/año	\$ Total/año	TA: <i>Trichoderma</i>	TB: <i>Bacillus subtilis</i>	TC: Oxicloruro de cobre	TD: <i>Azoxystrobin</i> + <i>tebuconazole</i>	TE: Testigo absoluto	
Jornal de poda	0.20	1020 plant.	204.00	204.00	204.00	204.00	204.00	204.00	
Biocontrolador foliar	12	2	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	0.00	
Control de maleza	12	2	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	0.00	
Fungicida foliar	12	2	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	0.00	
Total de costos fijos			276.00	276.00	276.00	276.00	276.00	204.00	204.00
COSTOS VARIABLE									
<i>Trichoderma</i>	55	6 lt/año	300.00	300.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Bacillus subtilis</i>	68	3lt/año	204.00	0.00	204.00	0.00	0.00	0.00	
Oxicloruro de cobre	8	4000gr/año	64.00	0.00	0.00	64.00	0.00	0.00	
<i>Azoxystrobin</i> + <i>tebuconazole</i>	22.50	2 lt/año	45.00	0.00	0.00	0.00	45.00	0.00	
Total de costos variable			613.00	300.00	204.00	64.00	45.00	0.00	0.00
TOTAL DE COSTO DE PRODUCCION			889.00	576.00	480.00	340.00	321.00	204.00	204.00

Solórzano, 2023

4.2 Nivel de confianza entre la relación biológica y química para patógenos en mazorcas de cacao (%)

En la tabla 12 se detalla la variable de nivel de confianza entre la relación biológica y química de los tratamientos, se logró observar que no existe mucha diferencia entre los tratamientos TA (*Bacillus subtilis*) con un 13.80% de nivel de confianza y TB (Oxicloruro de cobre) con un nivel de confianza de 16.20%, en relación del nivel de confianza del TC (Testigo absoluto) siendo este de 49.20%, dejando claro que si existe un buen nivel de confianza entre el TA (*Bacillus subtilis*) y TB (Oxicloruro de cobre).

Tabla 12. Nivel de confianza entre la relación biológica y química de los tratamientos

Tratamiento	N	Nivel confianza	
TC (Testigo absoluto)	5	49.20	a
TB (Oxicloruro de cobre)	5	16.20	b
TA (<i>Bacillus subtilis</i>)	5	13.80	b
CV		24.84	

Solórzano, 2023

4.3 Actividad biológica en nivel in vitro de los tratamientos.

Mediante la fase de laboratorio se logró observar un crecimiento medio del TA (*Trichoderma spp*) en un rango de siete días posteriores a la siembra en el medio de cultivo, con una temperatura de 27°C, mientras que, el TB (*Bacillus subtilis*) no demostró crecimiento alguno durante los primeros siete días posteriores a la siembra en el medio de cultivo, dejando claro que en para el *Bacillus subtilis* el tiempo y las condiciones planteadas de siete días dentro de laboratorio a una temperatura de 27°C no es el apropiado para su desarrollo.

5. Discusiones

Según los resultados reflejados en el ensayo de estudio se logró visualizar que el % de incidencia fue disminuyendo mediante cada aplicación de los tratamientos en estudios, siendo los mejores el TB (*Bacillus subtilis*) y T3 (Oxicloruro de cobre), concordando así con Pilaloo et al. (2021) los cuales mencionan que en el estudio realizado por ellos, el nivel de incidencia fue controlado desde la primera aplicación con mayor éxito por los tratamientos a base de biofungicidas, como lo es el *Bacillus subtilis*, a los sesenta días.

De acuerdo a los datos recabados de las evaluaciones de % de severidad el tratamiento con mejor resultados en cuanto al menor % de severidad fue el TC, logrando mostrar un % severidad de daños causados por los patógenos del 10%, a diferencia de los demás tratamientos, contrastando con Guamán et al. (2022), que detallan que en el proyecto realizados por ellos, el *Bacillus subtilis* es el tratamientos con menor % de severidad de daños, resaltando la efectividad de la acción antagónica contra patógenos que atacan al cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*).

Con forme a los datos obtenidos de la evaluación de la actividad microbiana a nivel de laboratorio in vitro, se detalla que si existió actividad microbiana a los siete días posterior a la siembra de *Trichoderma spp.* en el medio de cultivo, sin embargo en el caso de *Bacillus subtilis*, no se logró observar actividad microbiana a los siete días posterior a la siembra, por ende, se concuerda con lo mencionado por Acurio y España (2016) donde menciona que el crecimiento del *Trichoderma spp.*, se presenta a los siete días después de la siembra en el medio de cultivo.

Por lo tanto, si cumple con la hipótesis del estudio, en la cual se indicó que con los tratamientos en estudio se obtendrá una disminución de la presencia de

patógenos en el cultivo de cacao, ya que, dos tratamientos fueron eficaces para la disminución de la presencia de patógenos, los cuales fueron el TB (*Bacillus subtilis*) con 54.67% de eficacia y el TC (Oxicloruro de cobre) con 54.37% de eficacia.

6. Conclusiones

Una vez obtenido los resultados se logró llegar a las siguientes conclusiones:

El tratamiento con menor % incidencia de patógenos en mazorcas de cacao es el TB (*Baillus subtilis*) con 13.80%, mientras que, el tratamiento con mayor % de incidencia es de 49.20% siendo este el TE (Testigo Absoluto).

El tratamiento con menor % de severidad es el TC (Oxicloruro de cobre) con 10.00%, por otro lado, el tratamiento con mayor % de severidad es el TE (Testigo absoluto) con 41.40%.

El tratamiento con mayor % de eficacia es el TB (*Bacillus subtilis*) con 54.67%, por otro lado, el tratamiento con menor % de eficacia es el TA (*Trichoderma spp.*) con 32.17%.

El nivel de confianza de la relación biológica y química si es posible, debido a que, entre el TA (*Bacillus subtilis*) y TC (Oxicloruro de cobre), no tuvieron una diferencia tan grande en cuanto a la acción antagónica y fúngica contra los patógenos en las mazorcas del cultivo de cacao.

La actividad biológica del *Trichoderma spp* en nivel in vitro, fue como se lo esperaba, gracias a que, se presencié un crecimiento del antagonista posterior a los siete días de haber sido sembrado en el medio de cultivo, no obstante, no tuvo una eficacia significativa en cuanto al control de los patógenos, dejando claro que no es de gran utilidad el uso del *Trichoderma spp*.

7. Recomendaciones

Mediante los resultados obtenidos se recomienda que:

El uso de *Bacillus subtilis* en una cantidad 13cc en un volumen de 2Lt de agua es eficaz al momento de manejar la incidencia de los patógenos en mazorcas del cultivo de cacao en la zona de estudio ubicada en el recinto Anchoveta, Vinces, Los Ríos.

El uso de Oxiclورو de cobre con una dosificación de 20g en un volumen de 2Lt de agua, es primordial al momento de reducir la severidad de daños, en la zona de estudio ubicada en el recinto Anchoveta, Vinces, Los Ríos.

Para lograr un crecimiento y desarrollo óptimo de *Bacillus subtilis* las condiciones idóneas deben ser las siguientes: obtener y mantener un pH neutro y brindar temperaturas entre 30°C y 45°C.

Las aplicaciones de los biocontroladores deben ser según las indicaciones en cuanto a condiciones y dosificaciones favorables.

El uso de productos biológicos evitará la degradación de suelos y pérdida de la fauna y flora.

8. Bibliografía

- Abad, A., Cuña, C., y Naranjo, E. (2020). El cacao en la costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. *Estudios de La Gestión*, 59–83. <https://doi.org/>
- Acurio, R., y España, C. (2016). Aislamiento, caracterización y evaluación de trichoderma spp. como promotor de crecimiento vegetal en pasturas de raygrass (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). *La Granja*, 25(1), 53. <https://doi.org/>
- Anzules, V., Borjas, R., Alvarado, L., Castro, V., y Julca, A. (2019). Control cultural, biológico y químico de *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora* spp en *Theobroma cacao* “CCN-51”. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 511–520. <https://doi.org/>
- Arvelo, M., González, D., Maroto, S., Delgado, T., y Montoya, P. (2017). *Manual técnico del cultivo de cacao prácticas latinoamericanas*. www.iica.int.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). *Ley Organica de Sanidad Agropecuaria*. www.lexis.com.ec
- Barrezueta, S. (2019). Propiedades de algunos suelos cultivados con cacao en la provincia El Oro, Ecuador. *CienciaUAT*, 14(1), 155–166. <https://doi.org/>
- Bauer, D. (2019, abril 28). *Guía de síntomas y daños de la escoba de bruja del cacao (Moniliophthera perniciosa)*. <https://www.gob.mx/>
- Bayer. (2020, mayo 15). *Serenade bayer ficha tecnica Ecuador*. Bayer.
- Borja, K., Vite, H., Garzón, V., y Carvajal, H. (2021, junio). Análisis de las exportaciones del cacao ecuatoriano en grano en el periodo 2008 al 2018. *Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 147–155.
- Cayotopa, J., Arévalo, L., Pichis, R., Olivera, D., Rimachi, M., y Márquez, K. (2021). Nuevos agentes de biorremediación de cadmio: Especies de *Trichoderma* nativas

de la rizósfera de árboles de cacao. *Scientia Agropecuaria*, 12(2), 155–160.
<https://doi.org/>

Cedeño, Á., Romero, R., Auhing, J., Mendoza, A., Abasolo, F., y Canchignia, H. (2020). Caracterización de *Phytophthora* spp. y aplicación de rizobacterias con potencial en biocontrol de la enfermedad de la mazorca negra en *Theobroma cacao* variedad CCN-51. *Ciencia Agropecuaria*, 11(4), 503–512. <https://doi.org/>

Compañía Nacional de Chocolates. (2019). *La Moniliasis del Cacao: daños, síntomas, epidemiología y manejo*. <https://chocolates.com.co/>

Compañía Nacional de Chocolates. (2021). *Modelo productivo para el cultivo de cacao*. www.chocolates.com.co

Corteva Agriscience de Ecuador S.A. (n.d.). *Oxithane™ | Fungicida | Protección de cultivos*. Retrieved February 14, 2023, from <https://www.corteva.ec/>

Costa, J., Paschoal, D., da Silva, E., Silva, J., do Carmo, R., Carrera, E., López, I., Rossi, M., Freschi, L., Mieczkowski, P., Peres, L., Teixeira, P., y Figueira, A. (2021). *Moniliophthora perniciosa*, the causal agent of witches' broom disease of cacao, interferes with cytokinin metabolism during infection of Micro-Tom tomato and promotes symptom development. *New Phytologist*, 231(1), 365–381. <https://doi.org/>

Erazo, R. (2016, mayo 18). Manual Del Cacao. <https://ricardoerazoprocessosagroindustriales2.blogspot.com/>

Guamán, M., Jaramillo, E., y Bernal, J. (2022). Control biológico de la mazorca negra (*Phytophthora Palmivora* L.) En el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(3), 149–154. <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/539>

Guerrero, G. (2015). *El Cacao ecuatoriano Su historia empezó antes del siglo XV*. <https://www.revistalideres.ec/lideres/cacao-ecuatoriano-historia-empezo-siglo.html>

- Hernández, J. (2018, febrero 28). *Principales plagas y enfermedades en cacao*. La red cacao con el objetivo de evaluar el efecto de las principales plagas y enfermedades involucradas en la pérdida de diversidad del cacao en Chiapas y Tabasco. <https://www.gob.mx/>
- Hernández, M., y Izapa, R. (2018, febrero 28). *Principales plagas y enfermedades en cacao*. <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/principales-plagas-y-enfermedades-en-cacao>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2022). *Manual del cultivo de cacao sostenible para la amazonía ecuatoriana* Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. <https://repositorio.iniap.gob.ec/>
- Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura. (2020, agosto 15). Cultivo de Cacao En México. <https://www.intagri.com/>
- Isai, D. (2023). *Evaluación de fungicidas sistémicos y de contacto en el control de la moniliasis (Moniliophthora roreri) del cacao (Theobroma cacao)*. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/>
- León, A., y Ruáles, C. (2020). *Trichoplus power*. <https://www.e-agrizon.com/>
- López, P., Sandia, M., Rached, L., y Serrano, P. (2021, noviembre 6). *Diseño de un programa de Análisis de peligros y puntos de control crítico en el proceso productivo de cacao en polvo en una industria alimentaria*. <https://www.alanrevista.org/>
- López, U., Brito, H., López, D., Salaya, J., y Gómez, E. (2017). Papel de Trichoderma en los sistemas agroforestales cacaotal como un agente antagónico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(1), 91–100. <http://www.redalyc.org/>
- Maiguashca, J. (2015). *La incorporación del cacao ecuatoriano al mercado mundial entre 1840 y 1925, según los informes consulares*. <https://repositorio.uasb.edu.ec/>

- Mendoza, E., Boza, J., y Manjarrez, N. (2021). Impacto socioeconómico de la producción y comercialización del cacao de los pequeños productores del cantón Quevedo. *Revista Científica Ecociencia*, 8, 255–272. <https://doi.org/>
- Mosquera, B. (2021). *Importancia económica del cacao orgánico (Theobroma cacao) en el Ecuador*.
- Murieta, E., y Palma, H. (2018, octubre 10). *Manejo Integrado de la Escoba de Bruja en el cultivo de Cacao*. <https://issuu.com/>
- Nogales, J. (2021, abril 20). *El mejor lugar para tu cultivo de cacao*. <https://es.linkedin.com/>
- Parada, O., y Veloz, R. (2021). Análisis socioeconómico de productores de cacao, localidad Guabito, provincia Los Ríos, Ecuador. *Ciencias Holguín*, 27(1), 1–17. <https://www.redalyc.org/>
- Peñaherrera, S., Cedeño, G., Solórzano, F., Cedeño, G., y Terrero, P. (2020). *Eficacia de mezclas de Trichoderma spp. y aceite de palma en el manejo de Moniliophthora roreri Cif & Par en cacao*. 47(2), 5–15. <http://cagricola.uclv.edu.cu>
- Pérez, D. (2021). *Poda fitosanitaria con la aplicación de biofungicidas para el control de moniliasis en cacao CCN51*. (tesis de maestría), Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
- Pérez, E., y Zorrilla, J. (2017). *Biofungicidas para el control de moniliasis en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) clon 575 en la espam MFL*. (tesis de pregrado) Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Calceta, Ecuador.
- Pérez, S., Noceda, C., Zambrano, O., Parra, D., Córdova, L., y Sosa, D. (2017). Descripción de plagas en viveros de cacao en el cantón Milagro a partir de diferentes fuentes de información. *Revista Ciencia UNEMI*, 10(24), 19–38.

- Pilaloo, W., Alvarado, A., Pérez, D., y Torres, S. (2021). Manejo agroecológico de la Moniliasis en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) mediante la utilización de biofungicidas y podas fitosanitarias en el cantón La Troncal. *Revista Alfa*, 5(15). <https://doi.org/>
- PROAmazonía. (2023). *Orígenes del cacao ecuatoriano*. <https://www.proamazonia.org/>
- Puig, A., Quintanilla, W., Matsumoto, T., Keith, L., Gutierrez, O., y Marelli, J.-P. (2021). *Phytophthora palmivora* Causing Disease on *Theobroma cacao* in Hawaii. *Agriculture*, 1–16. <https://doi.org/>
- Rainbow. (2020). *Ficha Técnica Trustar 85*. Rainbow. <https://crystalchemical.com.ec/>
- Ramírez, D. (2023). *Efecto de Bacillus subtilis y Trichoderma spp. en el control de la moniliasis (Moniliophthora roreri) en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en Aguaytía*. (tesis de pregrado), Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú.
- Ramírez, O. (2019). Resistencia genética de cultivares de cacao a la enfermedad de mazorca negra. *Fundación Hondureña de Investigación Agrícola*, 1–26.
- Sánchez, P. (2019, abril 24). *El cultivo del cacao: clima y suelo*. El Productor. <https://elproductor.com/>
- Solis, K., Peñaherrera, S., y Vera, D. (2021). *Las enfermedades del cacao y las buenas prácticas agronómicas para su manejo*. www.iniap.gob.ec
- Sosa, F. (2016, junio 20). *Theobroma Cacao I*. Agro Blog. <http://blogdelagro.blogspot.com/>
- Torres, M., Isaí, D., Ortiz, C., Lagúnez, L., Nieto, D., y Pérez, M. (2018). *Control químico de Moniliophthora roreri en México*. <http://biotecnia.unison.mx>
- Varela, L. (2022). *Enfermedades en el cultivo del cacao*. Progreso Caribe. <https://progresacaribe.info/>

- Vargas, E., Molina, X., y Cevallos, E. (2022). Recorrido histórico de la importancia del cacao para la economía de Ecuador. *Sinergias Educativas*. <https://doi.org/>
- Vera, M., Bernal, A., Leiva, M., Vera, A., Vera, D., Peñaherrera, S., Solís, K., Terrero, P., y Jiménez, V. (2018). *Microorganismos endófitos asociados a Theobroma cacao*. <http://cagricola.uclv.edu.cu>
- Vera, R. (2017). *Guía técnica sobre cultivo de cacao*. Docplayer. <https://docplayer.es/>
- Villalobos, V. (2022). *Escoba de bruja del cacao*. <https://www.gob.mx/senasica>
- Villamil, J., Viteri, S., y Villegas, W. (2015). Aplicación de antagonistas microbianos para el control biológico de *moniliophthora roreri* cif & par en *theobroma cacao* l. bajo condiciones de campo. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 68(1), 7441–7450. <https://doi.org/>
- Zarrillo, S., Gaikwad, N., Lanaud, C., Powis, T., Viot, C., Lesur, I., Fouet, O., Argout, X., Guichoux, E., Salin, F., Solorzano, R. L., Bouchez, O., Vignes, H., Severts, P., Hurtado, J., Yopez, A., Grivetti, L., Blake, M., y Valdez, F. (2018). The use and domestication of *Theobroma cacao* during the mid-Holocene in the upper Amazon. *Nature Ecology & Evolution* 2018 2:12, 2(12), 1879–1888. <https://doi.org/>

9. Anexos



Figura 1. Imagen satelital del terreno
Google earth, 2023

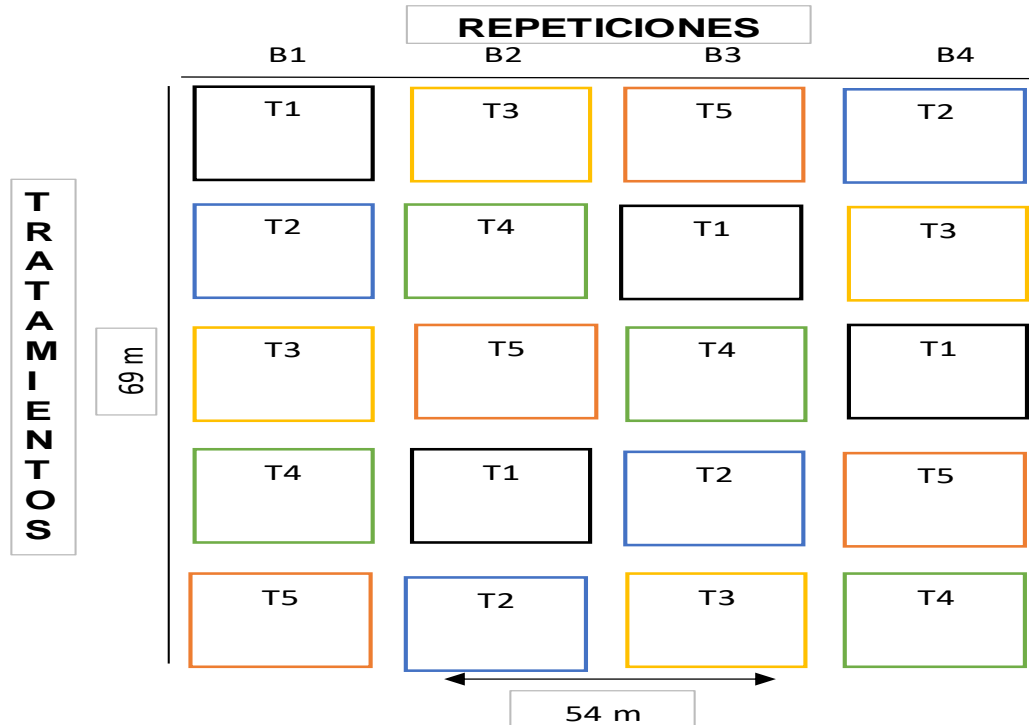


Figura 2. Croquis de los tratamientos y repeticiones
Solórzano, 2023

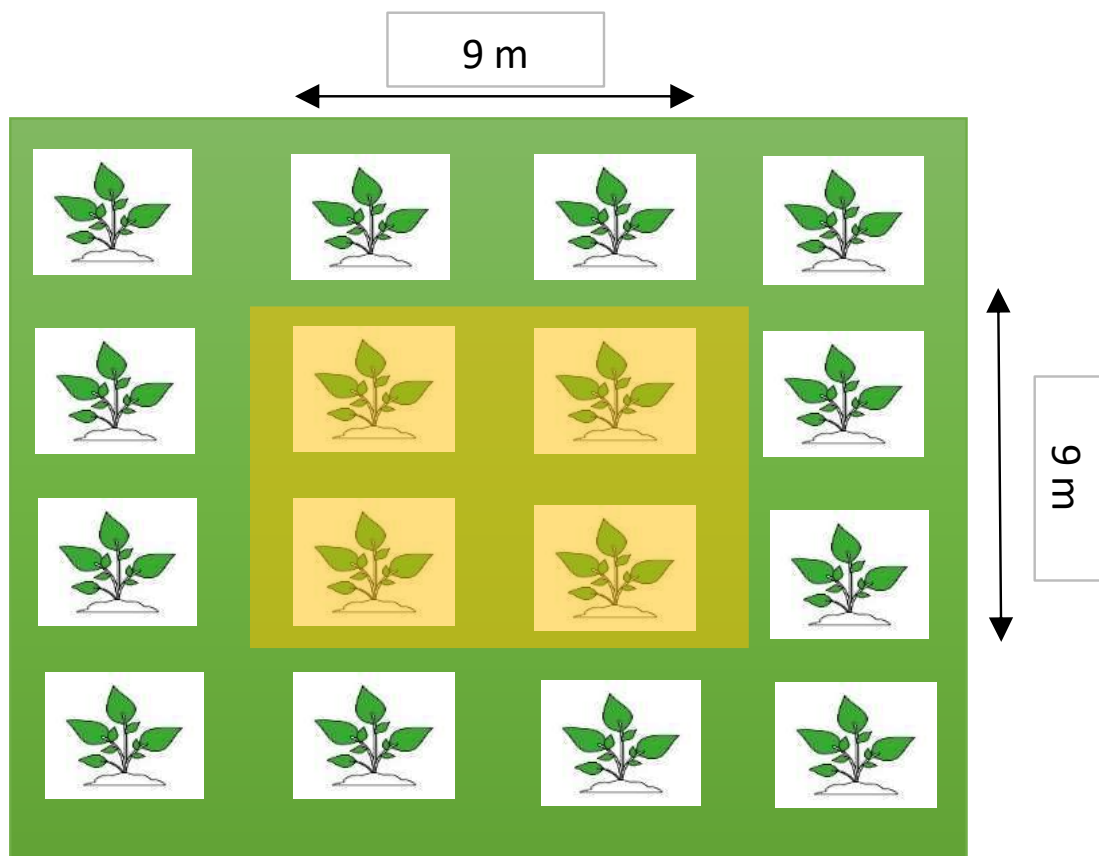


Figura 3. Descripción de la parcela de trabajo
Solórzano, 2023



Figura 4. Trichoderma
León y Rúaies, 2020


Gobierno del Ecuador
 WILSON LASSO
 PRESIDENTE

CERTIFICADO DE REGISTRO DE FERTILIZANTES, ENMIENDAS DE SUELO Y PRODUCTOS AFINES DE USO AGRÍCOLA

Nombre Comercial: TRICHOGENESIS
Composición Declarada:

Tipo de Componente	Composición	Concentración
Composición garantizada	Trichoderma sp.	8.4 X 10 ⁸ UFC/ml

Tipo de Producto: INOCULANTE BIOLÓGICO, BIOFERTILIZANTE
Subtipo de Producto: MICROORGANISMOS ESTIMULANTES DE REGULADORES DE
Nombre del Fabricante / Formulador: JCC&JCV CROP S.A.
País de Origen: Ecuador,
Tipo de Formulación: Líquido
Número de Registro: F-2023-1114
Titular del Registro: JCC & JCV CROP S.A.
Fecha de Emisión: 4 de octubre de 2023
Fecha de Registro: 4 de octubre de 2023
Fecha de Caducidad: Indefinido

Por Delegación:

Documento firmado electrónicamente
 Daniel Alejandro Suárez Tipán
COORDINADOR GENERAL DE REGISTRO DE INSUMOS AGROPECUARIOS
AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO - AGROCALIDAD

 Firmado electrónicamente con:
 DANIEL ALEJANDRO SUÁREZ TIPÁN

Agencia de Regulación y Control Fito y Zootecnario - AGROCALIDAD
 Dirección: Av. El Dorado 9227-350 y Av. Amazonas
 Código postal: 170110 y 170111 - Guayaquil
 Teléfono: +593 9 502 6880 y www.agrocalidad.gub.ec


Ministerio del Interior
 Director General

Figura 5. Certificado de registro AGROCALIDAD, 2023

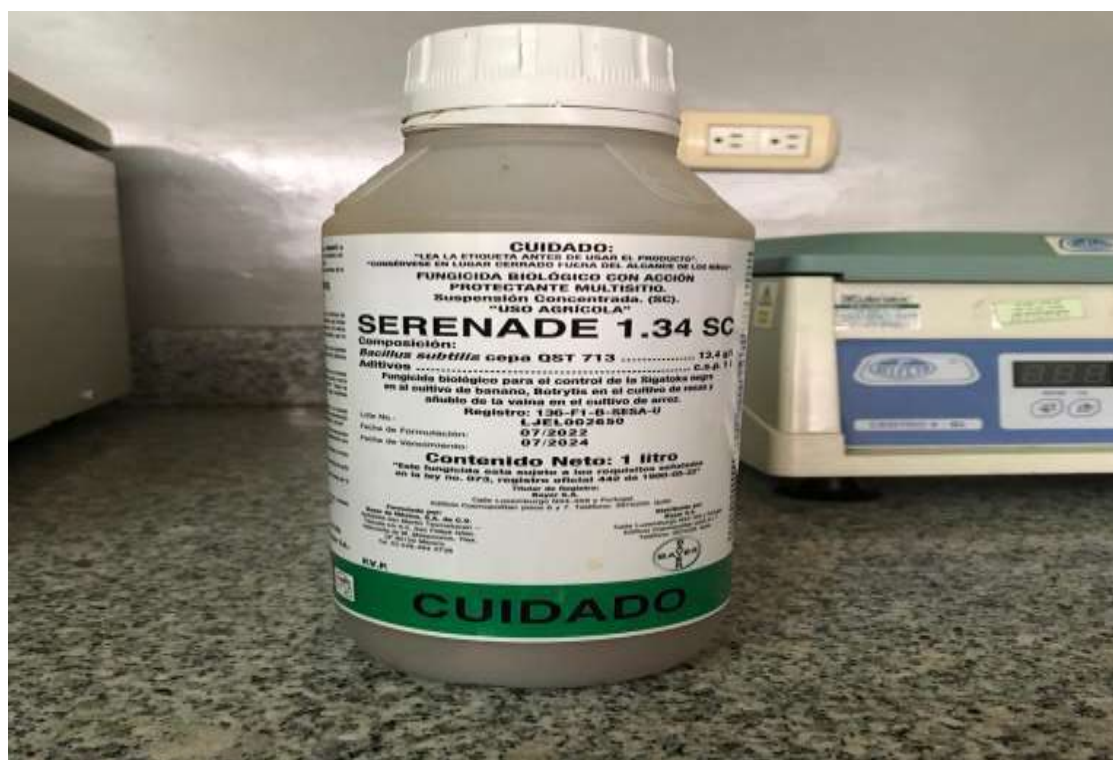


Figura 6. Bacillus subtilis Bayer, 2020

SHANDONG WEIFANG RAINBOW CHEMICAL CO., LTD.
 No. 93001 Lujiao Road, Binzhi Economic Development
 Area, Weifang, Shandong, China 261737.
 Tel.: +86 536 8217 100 / 5362 200

Rainbow
 all about growing

FICHA TECNICA

I. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO	
Nombre del Principio Activo:	Azoxystrobin 49%+ Tebuconazole 36% WG
Nombre comercial del producto:	TRUSTAR 85
Familia Química:	
Uso:	Fungicide
Presentaciones:	10G, 50G, 75G, 100G, 250G, 350G, 500G, 750G, 1KG, 10KG, 25KG
Categoría Toxicológica:	III
Registro:	
Información del proveedor	
Nombre:	SHANDONG RAINBOW INTERNATIONAL CO., LTD
Dirección:	Add: 19th & 20th floor, Hanyu Financial Centre, Building A3-4, No.7000 East Jingshi Road, Jinan, China 250101
Teléfono:	+86-531-88875222
II. FÓRMULA O COMPOSICIÓN DEL PRODUCTO	
Componentes activos:	
Ingrediente Activo	Azoxystrobin 49%+ Tebuconazole 36% WG
Inertes:	-
Otros componentes:	Excipientes

Figura 7. Azoxystrobin y Tebuconazole Rainbow, 2020

CORTEVA
 agriscience

Oxithane™

FUNGICIDA AGRÍCOLA
POLVO MOJABLE (WP)

Composición:

Mancozeb	600 g/Kg
Oxcloruro de Cobre	100 g/5g
Excipientes	25 p. 1 Kg

"MANTÉNGASE BAJO LLAVE FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS"

Registro N°: 912-F6/NA

Tiular de Registro:
CORTEVA AGRISCIENCE DE ECUADOR S.A.
 Av. 6 de diciembre 2616 y Paúl Rivet, Edificio Josueh González, Oficina 10, Quito, Ecuador.

FORMULADO POR:
CORTEVA
 agriscience
 Corteva Agriscience de Colombia S.A.S.
 Km 14 Via Nacional
 Cartagena, Bolívar - Colombia
 Consultador: (605) 693 2800

DISTRIBUIDO POR:
FarmAgro
 El compadre del agro
 FarmAgro S.A.
 Km 9.5 Via Daule, Los Vergeles 1-6-7, Junto a Sal del Pacífico, Manzana 263, Parque Industrial Los Vergeles, Guayaquil, Teléfono: 04 2590600

™ & Marcas registradas de Corteva Agriscience y de sus compañías afiliadas. © Corteva.

CUIDADO

Rev. Agri0120

Figura 8. Oxcloruro de Cobre Corteva Agriscience, 2020

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% de incidencia 20/05/23	25	0,84	0,67	38,81

Datos desbalanceados en celdas.
Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3603,52	12	300,29	5,15	0,0041
Fila	1139,44	4	284,86	4,88	0,0143
Columna	1175,84	4	293,96	5,04	0,0129
Tratamiento	1288,24	4	322,06	5,52	0,0093
Error	699,92	12	58,33		
Total	4303,44	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=15,39588

Error: 58,3267 gl: 12

Tratamiento Medias n E.E.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
E	31,60	5	3,42	A
D	21,00	5	3,42	A B
C	20,00	5	3,42	A B
A	16,20	5	3,42	B
B	9,60	5	3,42	B

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

Figura 9. Análisis de varianza % de incidencia (20/05/23)
Solórzano, 2023

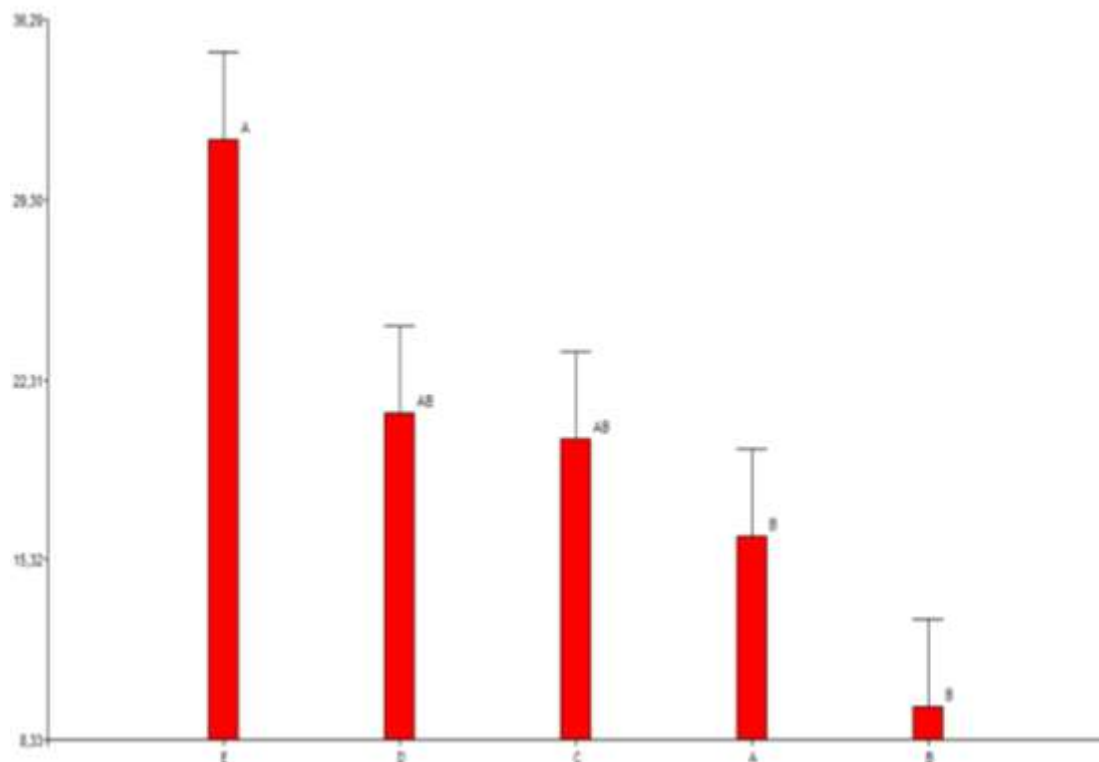


Figura 10. Porcentaje de incidencia (20/05/23)
Solórzano, 2023

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% de incidencia 17/06/23 T..	25	0,66	0,33	22,90

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,36	12	0,03	1,97	0,1266
Fila	0,12	4	0,03	1,95	0,1665
Columna	0,06	4	0,01	0,96	0,4661
Tratamiento	0,18	4	0,05	3,01	0,0618
Error	0,18	12	0,02		
Total	0,54	24			

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Error: 0,0151 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
E	0,66	5	0,05
A	0,58	5	0,05
C	0,56	5	0,05
D	0,44	5	0,05
B	0,44	5	0,05

Figura 11. Análisis de varianza % de incidencia (17/06/23)
Solórzano, 2023

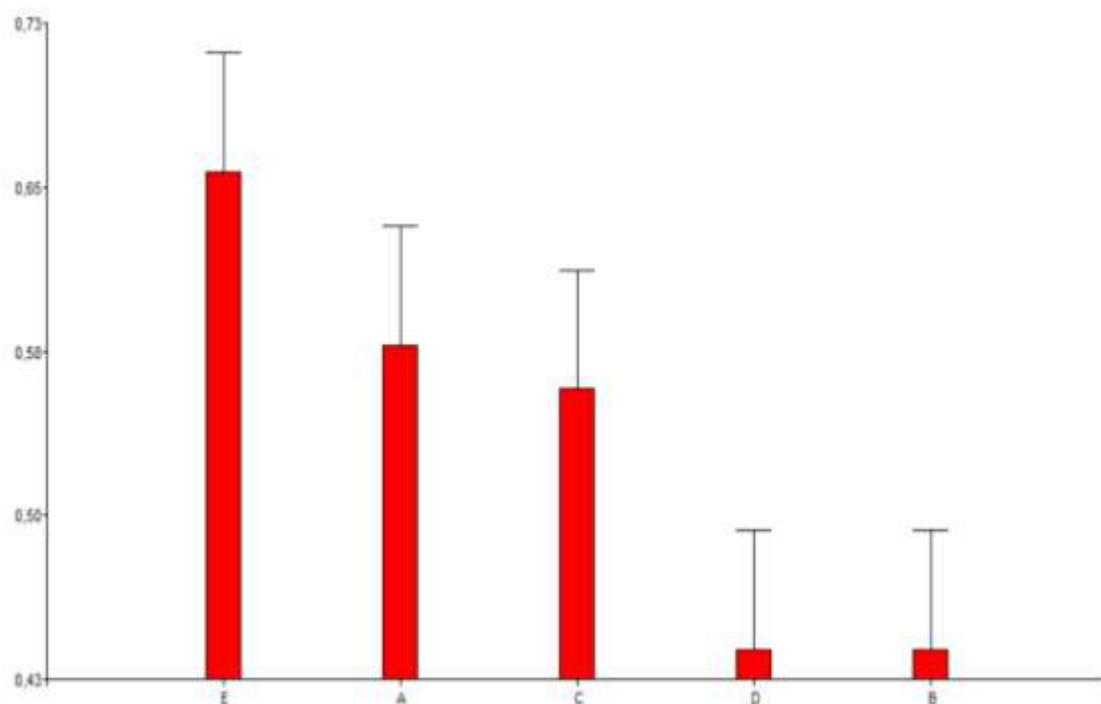


Figura 12. Porcentaje de incidencia (17/06/23)
Solórzano, 2023

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% de incidencia 15/07/23	25	0,93	0,86	20,43

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4822,32	12	401,86	12,94	<0,0001
Fila	233,04	4	58,26	1,88	0,1795
Columna	397,04	4	99,26	3,20	0,0528
Tratamiento	4192,24	4	1048,06	33,74	<0,0001
Error	372,72	12	31,06		
Total	5195,04	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,23496

Error: 31,0600 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
E	49,20	5	2,49	A
A	33,60	5	2,49	B
D	23,60	5	2,49	B C
C	16,20	5	2,49	C
B	13,80	5	2,49	C

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

Figura 13. Análisis de varianza % de incidencia (15/0723)
Solórzano, 2023

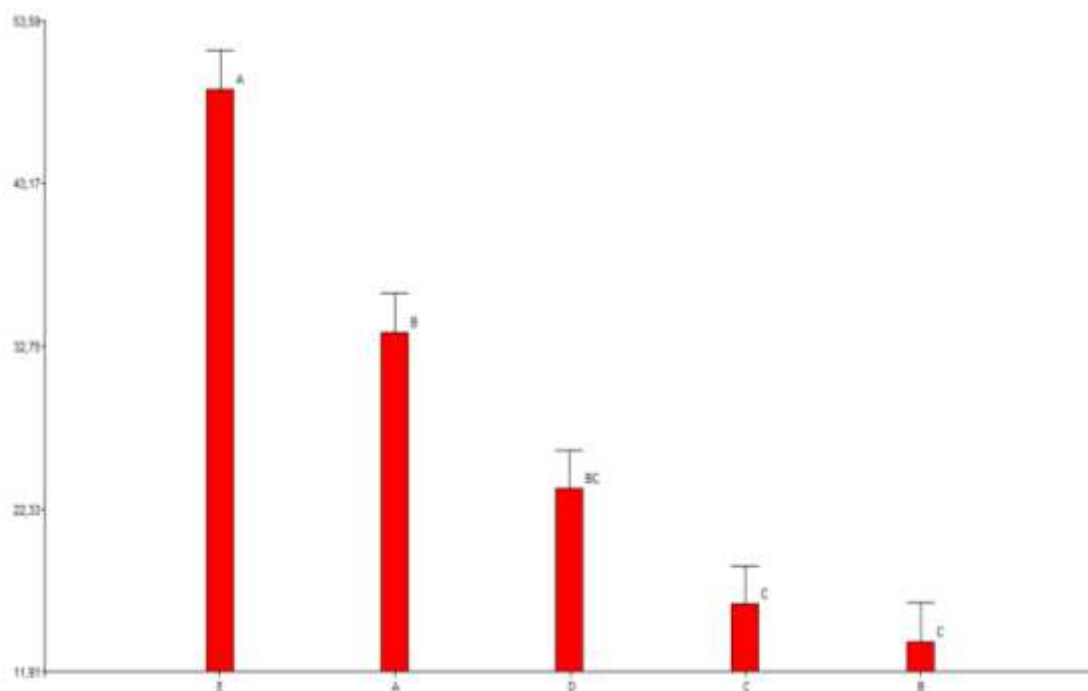


Figura 14. Porcentaje de incidencia (15/07/23)
Solórzano, 2023

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% de severidad 20/05/23	25	0,47	0,00	67,65

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1366,80	12	113,90	0,90	0,5685
Fila	501,20	4	125,30	0,99	0,4479
Columna	406,80	4	101,70	0,81	0,5443
Tratamiento	458,80	4	114,70	0,91	0,4891
Error	1513,20	12	126,10		
Total	2880,00	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=22,63750

Error: 126,1000 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
E	23,40	5	5,02	A
D	18,00	5	5,02	A
A	16,40	5	5,02	A
C	15,00	5	5,02	A
B	10,20	5	5,02	A

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

Figura 15. Análisis de varianza % de severidad (20/05/23)
Solórzano, 2023

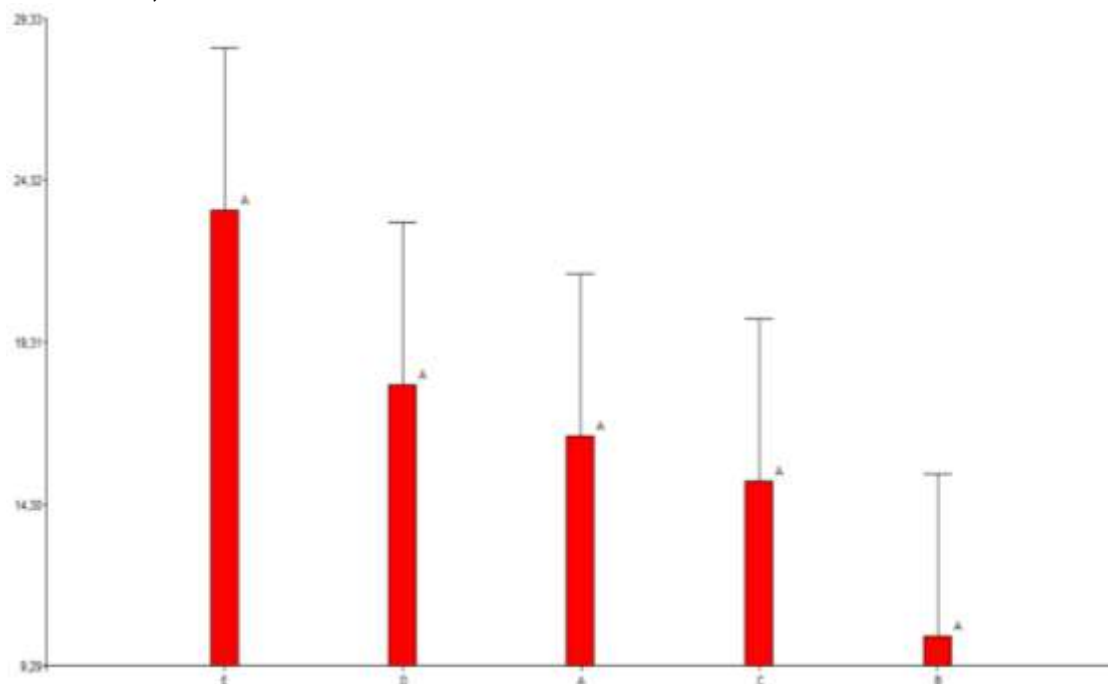


Figura 16. Porcentaje de severidad (20/05/23)
Solórzano, 2023

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% severidad (15/07/23)	25	0,64	0,57	44,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3248,64	4	812,16	9,01	0,0002
Tratamiento	3248,64	4	812,16	9,01	0,0002
Error	1802,40	20	90,12		
Total	5051,04	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=17,96621

Error: 90,1200 gl: 20

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
E	41,40	5	4,25	A
A	25,80	5	4,25	A B
D	16,60	5	4,25	B
B	12,60	5	4,25	B
C	10,00	5	4,25	B

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

Figura 17. Análisis de varianza % de severidad (15/07/23)
Solórzano, 2023

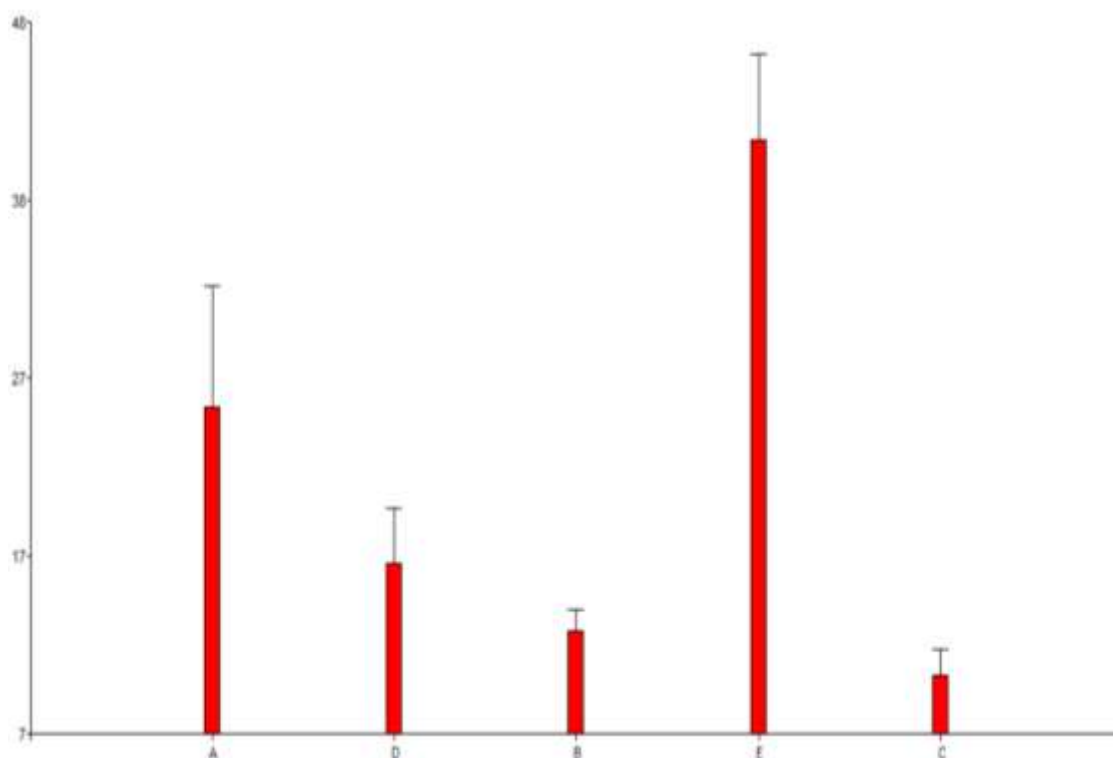


Figura 18. Porcentaje de severidad (15/07/23)
Solórzano, 2023



Figura 19. Elaboración de latillas para la delimitación del área de estudio
Solórzano, 2023



Figura 20. Delimitación del área de trabajo
Solórzano, 2023



Figura 21. Dosificación de los productos usados en el estudio Solórzano, 2023



Figura 22. Dosificación de los productos usados en el estudio Solórzano, 2023



Figura 23. Preparación del producto usado en el estudio Solórzano, 2023



Figura 24. Aplicación de los tratamientos en estudio de forma foliar Solórzano, 2023



Figura 25. Aplicación de los tratamientos en estudio de forma foliar
Solórzano, 2023



Figura 26. Aplicación de los tratamientos en estudio de forma foliar
Solórzano, 2023



Figura 27. Aplicación de los tratamientos en estudio de forma foliar
Solórzano, 2023



Figura 28. Toma de datos en campo
Solórzano, 2023



Figura 29. Toma de datos en campo
Solórzano, 2023



Figura 30. Toma de datos en campo
Solórzano, 2023



Figura 31. Toma de datos en campo
Solórzano, 2023



Figura 32. Toma de datos en campo
Solórzano, 2023



Figura 33. Presencia de enfermedades en la mazorca
Solórzano, 2023



Figura 34. Presencia de enfermedades en la mazorca
Solórzano, 2023



Figura 35. Presencia de enfermedades en la mazorca
Solórzano, 2023



Figura 36. Presencia de las enfermedades en la mazorca
Solórzano, 2023



Figura 37. Preparación del medio de cultivo (PDA)
Solórzano, 2023



Figura 38. Utilización de autoclave para la preparación del medio de cultivo
Solórzano, 2023



Figura 39. Aplicación del medio de cultivo en cajas petri
Solórzano, 2023



Figura 40. Evaluación de los tratamientos en laboratorio
Solórzano, 2023

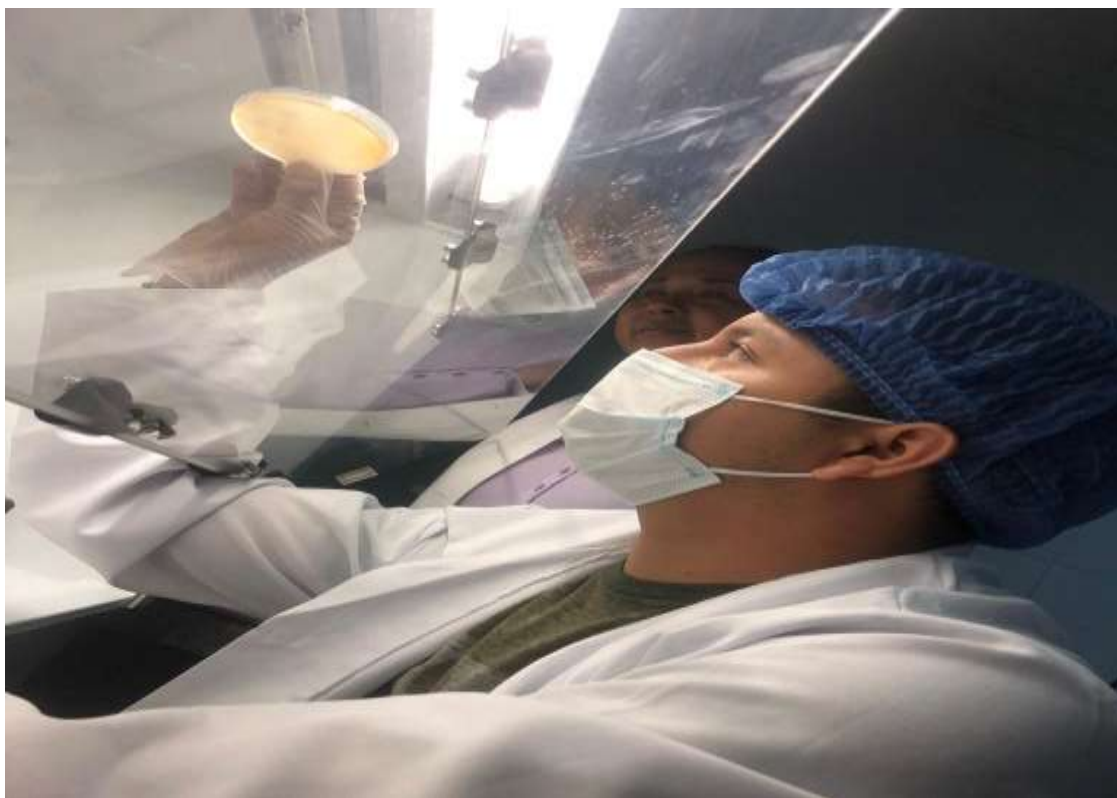


Figura 41. Observación de la actividad microbiana en laboratorio Solórzano, 2023



Figura 42. Actividad Microbiana de *Trichoderma spp.* Solórzano, 2023