Document Information

Analyzed document	UNU_AGRONOMIA_2023_T_DEIVIDRAMIREZ_V2.pdf (D160239186)
Submitted	3/6/2023 4:11:00 PM
Submitted by	Pablo Villegas
Submitter email	pablo_villegas@unu.edu.pe
Similarity	0%
Analysis address	pablo_villegas.unu@analysis.urkund.com

Sources included in the report

Entire Document

i
UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA “EFECTO
DE Bacillus subtilis Y Trichoderma spp. EN EL CONTROL DE MONILIA (Moniliophthora roreri) EN EL CULTIVO DEL CACAO (Theobroma cacao L.) EN AGUAYTÍA”
Tesis para optar el título profesional de INGENIERO AGRÓNOMO DEIVID RAMIREZ SARAVIA PUCALLPA – PERÚ 2023
ii UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMIA ANEXO 4 ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentado por
Deivid Ramírez Saravia denominado “Efecto
de Bacillus subtilis y Trichoderma spp. en el control de Monilia (Moniliophthora roreri) en el cultivo del cacao (Theobroma cacao L.) en Aguaytía”,
para cumplir con el requisito académico o título profesional de INGENIERO AGRÓNOMO. Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: .....con el calificativo (*)..... En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: (Grado Académico.....), (Título de INGENIERO AGRÓNOMO), de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del reglamento para el otorgamiento de grado académico de bachiller y título profesional de la Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Ing. M. Sc. Eliel Sánchez Marticorena
Ing. M.Sc. Jessica Madeley Ríos Guzmán Presidente Secretario Ing. M.Sc. Roger Vásquez Gómez
Ing. M.Sc. Pablo Pedro Villegas Panduro Miembro Asesor (*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.
iii Esta tesis fue aprobada por el Jurado Calificador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Ing. M.Sc. Eliel Sánchez Marticorena .....
Presidente Ing. M.Sc. Jessica Madeley Ríos Guzmán ..... Secretario Ing. M. Sc. Roger Vásquez Gómez ..... Miembro Ing. M. Sc. Pablo Pedro Villegas Panduro ..... Asesor Bach. Deivid Ramírez Saravia
Tesista ..... Tesista
iv CONSTANCIA ANTIPLAGIO
v REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI AUTORIZACIÓN DE LA PUBLICACIÓN DE TESIS Yo, Deivid Ramírez Saravia Autor de la TESIS titulado: ”

Efecto
de Bacillus subtilis y Trichoderma spp. en el control de Monilia (Moniliophthora roreri) en el cultivo del cacao (Theobroma cacao L.) en Aguaytía"
Sustentada el año : 2023 Con la asesoría : Ing. M. Sc. Pablo Pedro Villegas Panduro En la Facultad de : CIENCIAS AGROPECUARIAS Carrera de Profesional de : AGRONOMÍA Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos: Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, trasformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general de mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones. Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultada a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas. Tercero: Autorizo la publicación Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio). Parcial (significa de solo la caratula, la dedicatoria y el resumen en PDF será compartido en el repositorio). De mi tesis de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU. En señal de conformidad firmo la presente autorización. Fecha: _____ /_____ /_____ Email: Teléfono: DNI: Firma: _____ X
vi DEDICATORIA .
vii AGRADECIMIENTO A mi alma mater Universidad Nacional de Ucayali por formarme como profesional con los mejores catedráticos de la región Ucayali. A los catedráticos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por brindarme sus enseñanzas durante mi formación académica. Al Ing. M. Sc. Pablo Pedro Villegas Panduro, asesor de la tesis por sus consejos y apoyo en la ejecución
y la redacción de la tesis. A mis compañeros de estudio por su apoyo en el aspecto moral, con los que compartí alegrías y tristezas.
viii INDICE pág. Resumen..... x
Abstract..... xi Lista de Tablas..... xi Lista de Figuras..... xiv I. INTRODUCCIÓN..... 1 II. REVISION BIBLIOGRÁFICA..... 3 2.1. Antecedentes de la investigación..... 3 2.2. Bases teóricas..... 5
El
cultivo del cacao..... 5
Taxonomía del cacao..... 7 Descripción botánica..... 7 Condiciones climáticas para el cacao..... 8 Fenología del cultivo del
cacao..... 10 La Monilia (Moniliophthora roreri) ..... 12 Bacillus
subtilis..... 21 Trichoderma sp. 24
III. MATERIALES Y METODOS..... 27 3.1. Tipo de investigación..... 27 3.2. Ubicación..... 27 3.3. Duración del experimento..... 27 3.4 Ecología y clima..... 27 3.5 Materiales y equipos..... 28 3.6 Variables..... 29 3.7 Procedimientos..... 30 3.8 Población y muestra..... 35 3.9 Diseño estadístico..... 35 IV. RESULTADOS Y DISCUSION..... 37 4.1
Evaluación de mazorcas sanas
por planta..... 37
ix 4.2. Evaluación de escala de abundancia de Monilia en el campo experimental..... 39 4.3 Evaluación de incidencia de Monilia en el campo experimental... 41 4.4. Evaluación del total de mazorcas sanas, escala de abundancia y porcentaje de incidencia de Monilia en el campo experimental.... 43
V. CONCLUSIONES..... 47 VI. RECOMENDACIONES..... 48 VII. LITERATURA CONSULTADA..... 49 ANEXOS..... 64
ICONOGRAFIA..... 71
x RESUMEN La investigación tuvo como objetivo, estudiar el efecto
de Bacillus subtilis y Trichoderma spp. en el control de Monilia (Moniliophthora roreri) en el cultivo del cacao (Theobroma cacao L.) en Aguaytía, para lo cual, se seleccionó
un campo de cultivo de cacao con 5 años de instalado, correspondiente al clon CCN 51, ubicado en el caserío Centro Yurac, del distrito de Padre Abad - Aguaytía,
el

cual presenta las coordenadas UTM 18L 8997459 N - 0444106 E. Se precedió a realizar las labores agronómicas de desmalezado, podas, demarcación y designación de tratamientos y repeticiones en el área experimental. Los tratamientos estuvieron constituidos por: T1 (Testigo), T2 (Aplicación de Trichoderma sp.), T3 (Aplicación de Bacillus subtilis) y T4 (Aplicación de Trichoderma sp. + Bacillus subtilis), y fueron aplicados cada 15 días
y en horas de la tarde,
asimismo, se evaluó el numero de mazorcas sanas por planta, la escala de abundancia de Monilia por planta y el porcentaje de incidencia
por planta, concluyéndose que: La aplicación de Bacillus subtilis y Trichoderma sp. de manera independiente, generó un efecto de control sobre M. roreri eficiente en cuanto al número total de mazorcas sanas, total de escala de abundancia de mazorcas enfermas y porcentaje de incidencia total, en el cultivo del cacao en Aguaytía. Sin embargo, la aplicación combinada de Trichoderma sp + Bacillus subtilis generó un efecto de control mayor sobre M. roreri, en cuanto al número total de mazorcas sanas, total de escala de abundancia de mazorcas enfermas y porcentaje de incidencia total, superando a las aplicaciones de Trichoderma sp y Bacillus subtilis de forma independiente, en el cultivo del cacao en Aguaytía. Palabras claves: Control biológico, organismos antagónicos, control biológico, sinergismo,
cacao.

xi ABSTRACT The objective of the research was to study the effect of Bacillus subtilis and Trichoderma spp. in the control of Monilia (Moniliophthora roreri) in the cultivation of cocoa (Theobroma cacao L.) in Aguaytía, for which, a field of cocoa cultivation with 5 years of installed, corresponding to clone CCN 51, located in the
Centro Yurac farmhouse,
in the district of Padre Abad - Aguaytía, which presents the
coordinates UTM 18L 8997459 N - 0444106 E. The agronomic work of weeding, pruning, demarcation and designation of treatments and repetitions in the experimental area was carried out. The treatments consisted of: T1 (Control), T2 (Application of Trichoderma sp.), T3 (Application of Bacillus subtilis) and T4 (Application of Trichoderma sp. + Bacillus subtilis), and were applied every 15 days
and in hours of In the afternoon, the number of healthy ears per plant, the scale of abundance of Monilia per plant and the percentage of incidence per plant were also evaluated, concluding that: The application of Bacillus subtilis and Trichoderma sp. independently, it generated an efficient control effect on M. roreri in terms of the total number of healthy pods, total scale of abundance of diseased pods and percentage of total incidence, in the cocoa crop in Aguaytía. However, the combined application of Trichoderma sp + Bacillus subtilis generated a greater control effect on M. roreri, in terms of the total number of healthy pods, the total scale of abundance of diseased pods and the percentage of total incidence, exceeding the applications of Trichoderma sp and Bacillus subtilis independently, in cocoa cultivation in Aguaytía. Keywords: Biological control, antagonistic organisms, biological control, synergism, cocoa.

xii LISTA DE TABLAS En el contenido Pág. Tabla 1. Variables 29 Tabla 2. Esquema del análisis de varianza 36 Tabla 3. Tratamientos estudiados..... 36 Tabla 4. Numero de mazorcas sanas por planta..... 37 Tabla 5. Escala de abundancia de Monilia por planta ..... 39 Tabla 6. Incidencia de Monilia por planta..... 41 Tabla 7. Total de mazorcas sanas, escala de abundancia y porcentaje de incidencia de Monilia por planta..... 43
En
el anexo Pág. Tabla 8. ANVA para la primera evaluación de mazorcas sanas por planta..... 64 Tabla 9. ANVA para la segunda evaluación de mazorcas sanas por planta 64
Tabla 10. ANVA para la tercera evaluación de mazorcas sanas por planta ..... 64 Tabla 11. ANVA para la cuarta evaluación de mazorcas sanas por planta 65 Tabla 12. ANVA para la quinta evaluación de mazorcas sanas por planta 65 Tabla 13. ANVA para la sexta evaluación de mazorcas sanas por planta 65 Tabla 14. ANVA para la septima evaluación de mazorcas sanas por planta..... 65 Tabla 15. ANVA para la primera evaluación de escala de abundancia por planta..... 66 Tabla 16. ANVA para la segunda evaluación de escala de abundancia por planta..... 66 Tabla 17. ANVA para la tercera evaluación de escala de abundancia por planta..... 66 Tabla 18. ANVA para la cuarta evaluación de escala de abundancia por planta..... 66

xiii Tabla 19. ANVA para la quinta evaluación de escala de abundancia por planta..... 67
Tabla 20. ANVA para la sexta evaluación de escala de abundancia por planta..... 67
Tabla 21. ANVA para la septima evaluación de escala de abundancia por planta..... 67
Tabla 22. ANVA para la primera evaluación del porcentaje de incidencia por planta..... 67
Tabla 23. ANVA para la segunda evaluación del porcentaje de incidencia por planta.....
68 Tabla 24. ANVA para la tercera evaluación del porcentaje de incidencia por planta.....
68 Tabla 25. ANVA para la cuarta evaluación del porcentaje de incidencia por planta.....
68 Tabla 26. ANVA para la quinta evaluación del porcentaje de incidencia por planta.....
68 Tabla 27. ANVA para la sexta evaluación
del porcentaje de incidencia por planta..... 69 Tabla 28. ANVA para la septima evaluación
del porcentaje de incidencia
por planta..... 69 Tabla 29. ANVA para el total de mazorcas sanas por planta..... 69
Tabla 30. ANVA para el total de escala de abundancia por planta..... 69 Tabla 31. ANVA para
el total del porcentaje de incidencia por planta..... 70
xiv
LISTA DE FIGURAS En el contenido Pág. Figura 1. Fenología del cultivo de cacao (Fuente: Sutherland,
2009)..... 11 Figura 2. Colonias de M. roreri obtenidas a partir de mazorcas afectadas de cacao del CATIE en Turrialba: A) en agar extracto de malta; B) en agar jugo V8; C) detalles de producción de meiosporas; D) cadenas de meiosporas. (Pérez-Vicente, 2018)..... 14 Figura 3. Características macroscópicas y microscópicas de los aislados M2
de M. roreri (Lozada
et al., 2012). 15
Figura 4. Ciclo de
la moniliasis causada por Moniliophthora roreri (Cif y Par) Evans et al.
en cacao (
Sánchez
et al., 2012)..... 17
Figura 5.
Ciclo de vida de Moniliophthora roreri. A. Inicio de la infección, las esporas maduras son diseminadas por viento y agua. B. Penetración en la superficie del fruto, invadiendo las células parenquimáticas. C. Al primer mes pos-infección se observan abultamientos en frutos. D. Se generan pequeñas manchas aceitosas de color café. E. Después de 3 meses se observa un micelio blanco que luego se transforma en gris-crema debido a la esporulación (
Correa et al., 2014)..... 18 Figura 6. Muestras de mazorcas con síntomas y signos de Moniliasis encontrados en las evaluaciones en campo; a) Deformaciones; b) Mancha chocolate; c) Esporulación; d) Momificación (Villavicencio y Jiménez, 2010)..... 19
Figura 7. Secuencia de síntomas y signos presentes en frutos de cacao infectados con Moniliophthora roreri. A. Protuberancia o giba; B. Decoloración; C. Mancha chocolate; D. Estroma o tejido esporulante en forma de polvo fino; E. Esporas maduras (López-Báez, 2015)..... 20
xv
Figura 8. Síntomas internos y externos de la moniliasis: a) tejidos centrales, pulpa, almendras y cáscara formando una sola masa producto de la pudrición; b) fruto mostrando una mancha café con borde irregular donde va avanzando la enfermedad; c) fruto donde se observa el micelio del hongo; d) mazorca con infecciones ocultas (internas), con presentando hinchazones como pequeños abultamientos o gibas (protuberancias) (Sánchez
et al., 2012)..... 21
Figura 9.
Croquis de ubicación de los tratamientos..... 32 Figura 10. Diseño de la unidad
experimental..... 32 Figura 11. Numero de mazorcas sanas por planta..... 38
Figura 12. Escala de abundancia de Monilia por planta..... 40 Figura 13. Incidencia de Monilia por
planta..... 42 Figura 14. Total de frutos sanos, escala de abundancia y porcentaje de incidencia de Monilia por planta..... 45
En el anexo Pág. Figura 15. Aceite agrícola Super Oil, a base de aceite vegetal de soya .... 71 Figura 16. Producto comercial Biosafe a base de Bacillus subtilis, solución concentrada..... 71 Figura 17. Producto comercial TriSun a base de Trichoderma viride y Trichoderma harzianum, polvo mojable..... 71

1 I. INTRODUCCION El cacao es un cultivo alternativo de desarrollo y rentabilidad en la Amazonía peruana por ser una planta perenne, tener mercado nacional y mundial asegurado, múltiples usos, además por la disposición de áreas para la siembra (Municipalidad Distrital de Irasola, 2013). Por ello, el desarrollo de la cadena productiva del cacao, desde el cultivo hasta la comercialización, viene siendo apoyada a través de diversas instituciones privadas (sin fines de lucro) y públicas, que canalizan la Cooperación Técnica Internacional,
y las asociaciones generadas
por los productores organizados (Chávez, 2003). Las variedades que se encuentran instaladas y las que se vienen promocionando son los clones CCN-51, ICS-96 y criollos, este último de larga tradición y amplio uso en la zona (Municipalidad Distrital de Irasola, 2013). El rendimiento promedio es de 300kg/ha,
siendo este promedio muy reducido, debido al deficiente manejo del cultivo, a causa de una escasa asistencia técnica a los agricultores cacaoteros el cual, actualmente significa solo el 24% de los productores cacaoteros reciben capacitación del PDA, y el 45% son capacitados por otros organismos cooperantes (gobierno, cooperativas, municipalidades, etc.) y aproximadamente el 30% de productores no reciben capacitación alguna (
Municipalidad Distrital de Irasola, 2013). La producción de cacao en el Perú hasta la década de los ochenta e inicios de los noventa fue favorable para el productor cacaotero en términos de volúmenes, ampliación de áreas de cultivo y niveles comercializados. Sin embargo, esta producción se vio afectada por la aparición de diferentes enfermedades como la Moniliasis del cacao, la mazorca negra y la escoba de bruja, provocando reducciones económicas alrededor del 90% en los campos de cultivo a nivel nacional que aunadas a los problemas socio político y de narcotráfico presentes en las zonas productoras, generó un retraso en el desarrollo del cultivo del cacao (Paredes, 2003).
2 La moniliasis muestra una alta agresividad en el Perú, al observarse frutos atacados
en todas las etapas de desarrollo de la mazorca, provocando entre 16 a 80% de reducción de las cosechas (
IICA, 2006). El uso de agente biológicos dentro del control biológico de enfermedades en cacao, es una de las ultimas estrategias que se está estudiando e implementando, las cuales abarca el uso de hongos y bacterias como organismos antagonistas, produciendo metabolitos, actividades parasíticas y actividades de competencia por espacio y nutrientes contra microorganismos patógenos, más la inducción de resistencia en el árbol de cacao, dentro de los cuales se indica el uso de
Trichoderma sp., y bacterias, como el Bacillus sp., los cuales tienen la capacidad de desarrollar diferentes procesos metabólicos que les permiten ser los mejores candidatos para su empleo como agentes de control biológico
contra la Moniliasis y la Escoba de Bruja en cacao (Tirado-Gallego, 2016). Queda demostrado
que el manejo de los problemas sanitarios continúa siendo un gran desafío,
requiriéndose para enfrentar este desafió, clones
resistentes a las enfermedades, se mejore el manejo agronómico y se realice una difusión de conocimientos prácticos sobre el manejo integrado de plagas y enfermedades (Hebbar, 2007), en los cuales destaca la utilización de agentes biológicos antagónicos como Trichoderma spp. y Bacillus subtilis, que generen condiciones adversas a los patógenos del cacao, como es el caso de Moniliophthora roreri. Objetivo general. Estudiar el efecto de Bacillus subtilis y Trichoderma spp. en el control de Monilia (Moniliophthora roreri) en el cultivo del cacao (Theobroma cacao L.) en Aguaytía.
Objetivos específicos. – Determinar el efecto de Bacillus subtilis en el control de Monilia (Moniliophthora roreri) en el cultivo del cacao (Theobroma cacao L.) en Aguaytía – Determinar
el efecto de Trichoderma spp. en el control de Monilia (Moniliophthora roreri) en el cultivo del cacao (Theobroma cacao L.)
en Aguaytía.
3 II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. 2.1. Antecedentes de la investigación. Villamil et al. (2015) estudiaron la actividad antagónica de dos aislamientos autóctonos de Trichoderma sp. y uno de
Bacillus sp. contra M. roreri, en campo, estudiándose los siguientes tratamientos: T1 (hongo H5); T2 (hongo H20); T3 (bacteria B3) y T4 (testigo),
obteniéndose
disminución del daño en los frutos
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 observándose diferencias significativas con respecto al
T2, concluyéndose que, el hongo H20 (Trichoderma sp.) obtuvo el mayor potencial de control de la moniliasis del cacao en condiciones de campo. Seng et al. (2014) estudiaron el uso de Trichoderma sp. para prevenir y reducir la infección por monilia, aplicando las mezclas (control, agua, agua más suelo esterilizado, agua más Trichoderma y agua más suelo esterilizado más Trichoderma) a 80 árboles de cacao, durante 35 días, demostrándose que la aplicación de una mezcla de Trichoderma y suelo esterilizado redujo significativamente la incidencia de infección por monilia en un 11% (p >0,05) en solo 35 días, en comparación con el control. Peñaherrera et al. (2020) estudiaron las mezclas de Trichoderma spp., y el aceite de palma

y su eficiente en
el control de la moniliasis en los clones de cacao EET-19, EET-95 y EET-103, sensibles a moniliasis, aplicándose los tratamientos: aceite de palma + Trichoderma koningiopsis y T. stromaticum (T1), aceite de palma + T. ovalisporum (T2), T. koningiopsis + T. stromaticum (T3), T. ovalisporum (T4), Hidróxido de Cobre (T5) y un tratamiento control (T6), siendo los tratamientos que mostraron la mayor eficacia de control de moniliasis,
los T1 (50,27%) y T2 (41,68%), asimismo, los tratamientos T1 y T2 lograron
mayor incremento del rendimiento de granos secos, con 30,18 y 29,46 %, respectivamente, además de poseer menores intensidades de la enfermedad en el tiempo respecto al control, demostrándose que las mezclas
4 de Trichoderma spp., y aceite de palma fueron eficaces para el manejo de la moniliasis en el cacao. Ramírez (2019) evaluó el potencial de biocontrol de cepas nativas de Trichoderma spp sobre la moniliasis (Moniliophthora sp.) trabajándose con 12 cepas nativas de Trichoderma spp y 1 de Moniliophthora sp, provenientes de plantaciones de cacao de la provincia de Bagua, demostrándose valores de 100% de micoparasitismo para las cepas nativas de Trichoderma spp (CP10- 3, CP14-5, CP24-6 y CP53-2), difiriendo significativamente respecto a los demás tratamientos, asimismo, las cepas nativas de Trichoderma spp mostraron los porcentajes más altos de antibiosis sobre Moniliophthora sp., corresponden a la CP24-6, con 57.27% y 55.84% para la cepa CP38-2, siendo la cepa nativa de Trichoderma spp CP24-6 la que mostro 78.64% de antagonismo contra Moniliophthora sp, siendo este el nivel máximo de antagonismo. Mercedes-Soberanis (2009) determinó el antagonismo de ocho especies de Trichoderma spp, en el control de la moniliasis del cacao, a nivel de laboratorio y en campo, demostrándose que, en la
etapa de laboratorio, la capacidad antagonica de las ocho especies de Trichoderma spp, la cepa TH mostró mayor adaptación y agresividad contra monilia, con un desarrollo de 80.00 mm, seguido de las cepa AH29 (65.00 mm), la cepa TR4 (40.00 mm), la
cepa B1M (10.00 mm) y las cepas AH35, AH17, N1M, AH11 con 5.00 mm respectivamente.
Bajo condiciones de campo, los mejores resultados de rendimiento y mejor cosecha se obtuvieron con el tratamiento T. harzianum + M. roreri, con 420 frutos sanos, y el tratamiento T. harzianum solo, con 418 frutos sanos,
finalmente, los tratamiento con
mayor incidencia fueron M. roreri + T. harzianum y la mezcla (37.82 y 33.20 mazorcas afectadas con monilia); mientras que con los tratamientos T. harzianum + M. roreri y T. harzianum solo se obtuvieron 711.41 kg/ha
y 708.13 kg/ha de almendras.
Ruiz (2017) evaluó las dosis 150 g, 300 g, 450 g y 600 g de Trichoderma harzianum para el control de Moniliophthora rori en cacao criollo tipo
5 cundeamor en campo, observándose que, al aplicar la dosis de 300 g de T. harzianum a una frecuencia de 15 días, se obtuvo 13% de severidad externa. La aplicación de 450 g de T. harzianum durante las seis semanas de aplicación logró la mejor incidencia externa del patógeno. El mayor rendimiento de almendra de cacao se obtuvo en la aplicación de 450 g de T. harzianum, con un rendimiento de 1075.50 kg/ha, generando mayor beneficio económico. Robles (2008) estudio el efecto supresor de biopreparados Basubtil y Cepacide y el producto químico Cuprofix en mazorcas de cacao híbrido CCN 51 para el control de Moniliophthora roreri Cif y Par. Las aplicaciones se realizaron cada tres semanas, observándose que,
el tratamiento químico tuvo mayor cantidad de almendras sanas en relación a los biopreparados.
La eficacia de Cepacide fue de 70,86 % y la de Basubtil
de 69,56 %, y Cuprofix con 67,85 %. Cepacide mostró el
menor porcentaje de daño interno de almendras, con 28,31%, Basubtil alcanzó 29,94%, y Cuprofix 32,22%. Al analizar el ABCPE, Basubtil y Cepacide mostraron mejor control al efecto de M. roreri, con 143,6 y 144,7 respectivamente. Pérez y Zorrilla (2017) estudiaron
la aplicación de los biofungicidas Tricho D (Trichoderma harzianum) y el Basubtil (Bacillus subtilis)
en el
control de M. roreri en el clon de cacao EET 575, siendo
los tratamientos: T1 (Tricho D), T2 (Basubtil), T3 (Tricho D. + Basubtil) y T4 (Testigo),
realizándose 8 aplicaciones de los tratamientos, con una frecuencia de 21 días, demostrándose que el T3 (combinación de Tricho D. + Basubtil) mostró
el mejor porcentaje de frutos sanos (82,58% en el primer periodo y 66,51% en el segundo periodos de evaluación). 2.2. Bases teóricas El cultivo del cacao El cacao, es una especie vegetal originaria de América. Se considera que el centro de origen se encuentra en
la cuenca del río Amazonas y el río Orinoco.
6
El cacao esta diseminado
desde el sur de México hasta las zonas tropicales de Brasil, Bolivia y Perú (MINAG, 2010). A nivel mundial,

las mayores áreas de producción se encuentran ubicadas
entre los 10º de latitud norte y sur, esto incluye el Oeste Africano, América Latina y el Sudeste de Asia (MINAG, 2010). La producción mundial de cacao
durante el periodo 2009/2010, ascendió a 3.6
millones de toneladas de grano. África genera 2.5 millones de toneladas (68%) provenientes de Costa de Marfil (1.2 millones), Ghana (650 mil), Nigeria (260 mil) y Camerún (200 mil). Asia genera el 18%,
provenientes específicamente de Indonesia (535 mil toneladas). Finalmente, América aporta con el 14%, enfocado en la zonas productoras de
Brasil (155 mil), Ecuador (150 mil) y los demás países (ICCO, 2010). La producción peruana de cacao representa el 0.7% del total mundial, ubicándose en el puesto Nº 13 en el ranking de países productores y 6to entre los países de América del Sur y el Caribe.
El
Perú, tiene condiciones agro ecológicas ideales para la producción de cacao de alta calidad (MINAG, 2010). El principal producto de exportación es la manteca de cacao, la que llega a representar más del 34% y en menor escala chocolate, pasta de cacao, cacao en polvo y granos de cacao (MINAG, 2010). En el 2006, el valor total de las exportaciones de cacao ascendió a US$ 41.3 millones.
Los productores que poseen campos de cultivo menores a las 10 hectáreas, representan el 70% del área cacaotera nacional, el 19% del área cacaotera están constituidos por campos de cultivo de 10 y menores a 20 hectáreas, y los campos de cultivo que superan las 20 hectáreas constituyen el 11% del área cacaotera nacional (
PDA, 2010). En general, el 70% de la producción total de manteca de cacao se exporta, mientras que el 30% restante se destina al mercado local, siendo los principales mercados, en todos sus derivados, Chile, Holanda y Estados Unidos de Norteamérica y otros. Las principales zonas
cacaoteras del Perú,
7 en orden de importancia de producción total
son: Cusco (especialmente la zona de La Convención-Quillabamba) 41.8%, Ayacucho (Valles del río Apurímac-Ene) 23.6%, Junín (especialmente la zona de Satipo) 13%, Huánuco (especialmente la zona de Tingo María) 6%, Amazonas 6% (especialmente la zona de Bagua y alto Marañón), San Martín con 2.7% y Ucayali con el 2 % de la producción total (ICCO, 2010).
Taxonomía del cacao Según Miranda (2015), presenta los siguientes detalles taxonómicos: ▪ División: Fanerógamas ▪ Clase: Angiosperma ▪ Subclase: Dicotiledónea ▪ Orden: Malvales ▪ Familia: Esterculeaceae ▪ Género: Theobroma ▪ Especie: Theobroma cacao L. Descripción botánica El cacao es una planta alógama, es decir, de polinización cruzada, la cual es realizada por pequeños insectos. Tiene una raíz principal (pivotante) que llega a crecer entre 1.20 y 1.50 metros de profundidad. Las raíces secundarias y terciarias, responsables de la absorción de nutrientes y humedad se encuentran, en su mayor parte, en los primeros 20 cm de
profundidad y cubren un diámetro similar a la copa del árbol (Trinidad, 2011). El tronco crece verticalmente hasta una altura entre 80 y 100 cm, a partir de la cual, se forma la corona u horqueta
producto del desarrollo de yemas auxiliares, el cual se repite muchas veces, generando que el árbol de cacao pueda lograr alturas de hasta 10 m (
Trinidad, 2011). Las hojas son alargadas, simples, enteras, de color verde con tonalidades variables. El tiempo de vida de una hoja, en condiciones normales, es un año (Batista, 2009).
8 Las inflorescencias se ubican en la base de las hojas
y aparecen, principalmente, en las partes viejas o troncos maduros. Frecuentemente, las primeras flores aparecen después del tercer año de vida,
siendo factible que, en
algunos clones aparezcan a partir del segundo año. La mayoría de clones de cacao florece todo el año,
dependiendo de que no se registren periodos largos de sequía o variaciones drásticas de temperatura (Benito, 2010).
La mazorca del cacao (fruto)
es una drupa grande, de forma, tamaño y color variable. La pared del fruto es generalmente gruesa y dura, presentan surcos profundos y superficiales, tiene aproximadamente 25
cm de largo, 8 a 10 cm de diámetro y pesa 300 - 400 g. La cáscara carnosa de 2 cm de
grosor cubre la pulpa gelatinosa y agridulce con alto contenido de azúcar (Benito, 2010). La mazorca contiene 25 a 50 semillas (almendras), de sabor amargo y dispuestas en 5 - 8 filas oblongas, una junta a la otra. Estas almendras son de forma oval, alargadas y redondeadas,
pudiendo medir hasta 3 cm de longitud (PDA, 2010). En los trópicos,
el cacao

florece casi todo el año, especialmente en época seca, y las mazorcas maduran finalizando la época lluviosa o iniciando la época seca (Lojka, 2009).
Condiciones climáticas para el cacao. – Precipitación El cacao requiere un adecuado suministro de agua para desarrollar sus procesos
fisiológicos. En vista que la precipitación varia significativamente de una a otra región, se convierte en
el factor que determina las diferencias en el manejo del cultivo (
Somarriba y Quesada, 2011).
Los rangos de precipitación para el cacao se encuentran desde 1600
a 2500 mm distribuidos durante todo el año. Si las precipitaciones excedan los 2600 mm, afectaran la producción del cultivo (
Benito, 2010).
9 – Temperatura La temperatura es un factor de mucha importancia debido a su relación
con el crecimiento, floración y fructificación del cultivo de cacao. La temperatura media anual
optima debe estar en un rango de 25°
C (Benito, 2010). Temperaturas bajas afectan significativamente, reduciendo la velocidad de
crecimiento vegetativo, desarrollo de fruto y la intensidad de la floración. Así mismo, la
temperatura afecta el funcionamiento de las raíces y el brotamiento de
la planta (Arévalo, 2004). Arévalo (2004), indica que la temperatura para el cultivo de cacao debe estar entre los valores siguientes: ✓ Mínima: 23°C ✓ Máxima: 32°C ✓ Optima: 25°C Las temperaturas extremas
están relacionadas con la
altitud y latitud en el cultivo de cacao. La absorción del agua y de los nutrientes por las raíces
de la planta del cacao está regulada por la temperatura, por este motivo, es que, la actividad de las raíces disminuye a temperaturas menores de 15°C (INIA-ICT, 2006). – Viento Es el factor que determina
la velocidad de evapotranspiración del agua en la superficie del suelo y de la planta (Benito, 2010). En las plantaciones expuestas continuamente a vientos fuertes se produce la defoliación o caída prematura de hojas. En plantaciones donde la velocidad del viento es del orden de 4 m/s y con muy poca sombra, es frecuente observar defoliaciones fuertes. Comparativamente, en regiones con velocidades de viento del 1 a 2 m/s no se observa dicho problema (Lojka, 2009). – Altitud El cacao se desarrolla de manera óptima en
las zonas tropicales, desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud.
Sin embargo, en latitudes
10 cercanas al Ecuador, las plantaciones se desarrollan
normalmente, aun en altitudes que van del orden de los 1000 a 1400 msnm (
IICA, 2009). La altitud es un factor
secundario en comparación a los factores climáticos y edafológicos en una plantación de cacao (
Lojka, 2009). – Luminosidad La luz es un factor de importancia para la fotosíntesis y el desarrollo del cacao; en la etapa de instalación en los campos de cultivo, se recomienda la siembra de plantas
que provean sombra temporal al cacao, ya
que las plantaciones jóvenes pueden afectarse por la acción directa de los rayos solares. En plantaciones ya establecidas, una intensidad lumínica menor del 50% del total
de la luz puede reducir
los rendimientos, mientras que una intensidad superior al 50% del total
de la luz los aumenta (Robles, 2007).
Fenología del cultivo del cacao El desarrollo vegetativo y la capacidad productiva del cacao están íntimamente relacionados con las condiciones climáticas de la zona de cultivo. Por esta razón, los factores climáticos influyen en la producción de una plantación; por lo tanto,
la temperatura y la
humedad deben ser óptimas para el cultivo por ser una planta perenne y sus etapas fenológica (floración, brotamiento y cosecha) está regulado por
las condiciones climáticas, permitiendonos elaborar calendarios agroclimáticos (MINAG, 2004). Sánchez (2011), afirma que el cacao presenta 4 etapas fisiológicas bien diferenciadas, y, se da en forma simultánea entre ellas, entre las cuales tenemos: la floración, el cual dura 6 meses; el desarrollo y llenado de mazorcas, el cual tiene una duración de 6 meses; maduración de frutos dura 6 meses. Floración: Cerda (2009) cita a Mossu (1992) y Enríquez (2004) afirma que la floración se inicia a los 3 años de edad en plantas francas y al año y medio o 2 años en clones. Desde
la emergencia del
cojín floral hasta su apertura transcurren 30 días, después de su apertura,
las flores

son viables por 2 días,
11 si no son polinizadas entonces caen. Los árboles emiten gran cantidad de flores,
sin embargo, menos del 60% son polinizadas, logrando convertirse en mazorcas (frutos) solo el 0 - 5%, el cual
es muy bajo. Frutificacion: Cerda (2009), afirma que desde la polinización/fecundación hasta la maduración de la
mazorca pasan 5 a 7 meses. Figura 1. Fenología del cultivo de cacao (Fuente:
Sutherland, 2009).
Cuadro 1. Ciclo vegetativo y reproductivo del cacao. Fuente: MINAG (2011).
12 La Monilia (
Moniliophthora roreri)
M. roreri afecta únicamente a
los frutos
del cacao (Theobroma cacao) y de especies cercanas como el macambo (T. bicolor) y el copuazù (T. grandiflorum).
En cacao puede causar diferentes síntomas o combinaciones de estos. Esporádicamente aparecen frutos que aparentan
estar sanos pero que internamente están dañados, los cuales se reconocen
por ser más pesados. (
Phillips-Mora y Cerda, 2011). Sobre las manchas de color café
se desarrolla una masa algodonosa de color blanco que viene a ser el micelio. La masa algodonosa va oscureciéndose
debido a la madurez, generándose en ella
millones de esporas diminutas que son las estructuras de propagación del hongo,
las cuales se desprenden cuando están secas formando un polvillo (
Phillips-Mora y Cerda, 2011).
Las esporas son transportadas hasta
las mazorcas sanos principalmente por el viento. Otros agentes de diseminación son
la salpicadura de la lluvia, los animales y los seres humanos. La
presencia de humedad en la superficie de la mazorca, facilitan la germinación y penetración de las esporas. Las
mazorcas (menos de 3
meses de desarrollo), son los más vulnerables (Phillips- Mora y Cerda, 2011).
La duración del ciclo biológico depende
de la variedad
del cacao y de las condiciones ambientales. El ciclo
biológico es más corto en climas calientes y húmedos (Phillips-Mora y Cerda, 2011). Clasificación taxonómica
Moniliophthora roreri
es un organismo del
dominio Eukaryota, –
Reino Fungi – Phyllum Basidiomycota – Clase Basidiomycetes – Subclase Agaricomycetidae
13 – Orden Agaricales – Familia Tricholomataceae – Género Moniliophthora – Especie
M. roreri (
Jaimes y Aranzazu, 2010)
Estudios recientes
sobre la taxonomía del hongo mediante pruebas morfológicas, citológicas
y moleculares confirman que este patógeno como Basidiomicete (Evans et al., 2003),
correspondiente
al orden Agaricales (Phillips-Mora, 2003, citado por Moreira, 2006), y familia Marasmiaceae (Aime y Phillips-Mora, 2005).
Descripción morfológica
La moniliasis
también
es conocida como pudrición acuosa, helada, mancha ceniza o enfermedad de Quevedo (
PROAMAZONIA, 2003).
Se determinó que la meiosis se da en las esporas de M. roreri, por este motivo, es incorrecto referirse a estas esporas
como conidios. Parece que esto se origina del antepasado de M. roreri, el cual
perdió la capacidad de formar un basidiocarpo, pero conservo la capacidad de generar la división nuclear meiótica
(Evans et al., 2003). Todo lo mencionando anteriormente, sugiere que los propágulos de monilia
deben denominarse esporas y no conidios, estas esporas provienen de un basidio modificado, con un seudoestroma
denso y carnoso
sobre el cual el hongo produce los vestigios del pileo. Las esporas son multifuncionales,
ya que sirven para la recombinación genética, para el proceso de propagación,

infección y sobrevivencia (Evans, 2007). Las esporas de M. roreri pueden tener forma
esféricas u ovaladas, germinando
a través del poro germinativo o directamente a través de su pared (Urquillas, 2004).
Las
esporas viejas forman paredes gruesas y se vuelven oscuras, iniciando de la fase de dormancia (Evans, 2007).
El tubo
germinativo presenta en el extremo distal una estructura similar a un apresorio y la hifa infectiva.
Éste es único y en raras ocasiones doble (Urquillas, 2004).
14
Figura 2. Colonias de M. roreri obtenidas a partir de mazorcas afectadas de cacao del CATIE en Turrialba: A) en agar extracto de malta; B) en agar jugo V8; C) detalles de producción de meiosporas; D) cadenas de meiosporas. (Pérez-Vicente, 2018).
Actualidad se desconoce el estado perfecto, sexual o teleomorfo
de M. roreri,
por lo cual,
se afirma que su reproducción se realiza asexualmente por conidias, las
mismas que son capases de causar infección (Evans et al., 2003). M. roreri es un hongo mitospórico dentro de los Agaricales.,
el cual, de acurdo a estudios desarrollados en
microscopía electrónica, demostraron que
presenta una única espermatogénesis basipetal, como en Monilia (antiguo término referido al género Moniliophthora) y posee septos doliporos en el micelio, considerado como el
estado mitótico (anamorfo) de un basidiomycete (Evans et al., 2003).
Estudios citológicos revelan que las conidias sirven como meiosporas;
sugiriendo que estas esporas representan un basidum modificado que perdió la forma, espesor y carnosidad del basidiocarpio, formando solo un pileus vestigial (
Evans, 2007).
15
Figura 3. Características macroscópicas y microscópicas de los aislados M2 de M. roreri (Lozada
et al., 2012).
El ciclo de vida de M. roreri
durante el desarrollo de la enfermedad requiere más estudios,
mostrando una fase biotrófica y otra hemibiotrófica (Tiburcio et al., 2010).
Las conidias pueden ser globosas, subglobosas y elípticas, pudiendo medir de 7 - 10.5, 6.3 - 9.3, 7.5 - 11.6 µm, respectivamente (Villavicencio y Jiménez, 2010).
Kendrick (1992),
afirma que
M. roreri genera
toxinas específicas en las células del hospedero.
Se han identificado cinco grupos genéticos principales
de M. roreri:
tres endémicos localizados en la Cordillera Central (Grupo Co-central) y Oriental (Grupo Co-oriente) de Colombia y en Ecuador (Grupo Gilari), el cuarto situado en
el Oriente de Colombia (Grupo Bolívar), periferia de Ecuador, Venezuela y Perú, y el quinto ubicado en el Occidente de Colombia (
Cordillera Occidental) (Grupo Co-occidente), Centro de Ecuador y América Central (Phillips-Mora et al., 2007).
Epidemiología
y ciclo biológico Se afirma que el centro de origen
de M. roreri
se encuentra en
la región nororiental de Colombia,
capaz de afectar especies de los géneros Herrania y
16 Theobroma.
El
patógeno causante de

la moniliasis fue inicialmente llamado Monilia roreri por Ciferri, y Parodi (1933) y clasificado dentro del filum Ascomicota, caracterizándolo como un hongo anamórfico debido a la aparente ausencia de un estado meiótico o sexuales y sus similitudes morfológicas con otros fitopatógenos del género (Evans et al., 2003). Sin embargo, Evans et al. (1978), realizó estudios de microscopia electrónica, determinaron la presencia de septo doliporo (característico de hongos homobasidiomicetos) y un evento único de esporogénesis basipetal, motivó por el cual, se crea el nuevo género Moniliophthora (Evans et al., 2003; Griffith et al., 2003). La moniliasis se puede observar a una altitud entre 0 y 1520 m.s.n.m., donde existe precipitación fluvial anual de 780 - 5,500 mm y una temperatura de 18 a 28 °C (Phillips-Mora, 2006; IICA, 2006). Meléndez (1993) demuestra la existencia de una íntima relación entre la humedad relativa y el movimiento de esporas del hongo, afirmando que la esporulación se da entre el 71 y 74% de humedad relativa y las 10:00 am hasta las 14:00 pm aproximadamente. Según Phillips-Mora (2006), afirma que las condiciones secas, humedad relativa baja y temperatura mayor a 26 °C favorecen la liberación y dispersión de las conidias, asimismo, lluvias intensas y frecuentes favorecen la acumulación de agua sobre las mazorcas, favoreciendo la germinación y penetración de las conidias. La germinación de las conidias es óptima a temperaturas medias de 22 °C y humedad relativa del 93 % (Albuquerque et al., 2005). La sobrevivencia de M. roreri se da en los residuos de cosecha (mazorcas contaminadas), para luego, las conidias ser diseminadas por el viento y la lluvia, provocandose la contaminación de mazorcas con moniliasis de una plantación a otra (Navarro y Mendoza, 2006). Algo similar menciona Albuquerque et al. (2005), quien afirma que la dispersión de las conidias es realizada por el viento, asimismo, el agua de 17 lluvia tiene un importante papel en las infecciones a corta distancia en la copa del cacao. Además, las labores de cosecha provocan que las esporas pueden movilizarlas en el aire y bajo condiciones óptimas de humedad y temperatura, infectan constantemente las mazorcas que recién están formándose (Amores et al., 2009a).

Figura 4. Ciclo de la moniliasis causada por Moniliophthora roreri (Cif y Par) Evans et al. en cacao (Sánchez et al., 2012). Meléndez (1993), afirma que la mayor cantidad de esporas de M. roreri se encuentran a 1 metro de altura en las plantas de cacao. Las conidias se depositan sobre las mazorcas, germinan en presencia de agua o mueren por efecto de la radiación y/o desecación; y al germinar, pueden penetrar directamente la cáscara de la mazorca (Phillips-Mora, 2006). La penetración se da directamente a través de los estomas, creciendo entre las células del córtex, produciendo conidias dentro y en la superficie

de las mazorcas (
Albuquerque
et al., 2005).
Una de las características del patógeno es
su largo período de incubación antes
de la expresión de
los síntomas (Johnson et al., 2008).
18 El tiempo de infección se da entre 3
a 8 semanas, variando según
la edad de la mazorca, la severidad del ataque, la susceptibilidad del árbol y las condiciones
climáticas, especialmente la
presencia de lluvias,
mientras que en mazorcas tiernas, en
días lluviosos y calurosos, el período de incubación se acorta a
tres semanas (FHIA, 2003),
sin embargo, Cruz (1993) afirma que el período de incubación (latencia) fluctúa entre 30 y 70 días.
Figura 5.
Ciclo
de vida de Moniliophthora roreri.
A. Inicio de la infección, las esporas maduras son diseminadas por viento y agua. B. Penetración en la superficie del fruto, invadiendo las células parenquimáticas. C. Al primer mes pos-infección se observan abultamientos en frutos. D. Se generan pequeñas manchas aceitosas de color café. E. Después de 3 meses se observa un micelio blanco que luego se transforma en gris-crema debido a la esporulación (
Correa et al., 2014).
19 Sintomatología
Se manifiestan síntomas externos e internos en todas las fases de desarrollo de la mazorca.
El daño externo se expresa en
una
necrosis, deformación y pudrición en mazorcas, sin embargo, algunos frutos de 60 y 80 días pueden completar su desarrollo sin síntomas externos, pero con el tejido interno necrosado (
Reuck, 1997).
El
necrosamiento provoca la muerte de la mazorca, con
un color café oscuro, el cual se cubrie de
una “felpa” de color crema, que están constituidas de esporas del hongo (Johnson et al., 2008).
Figura 6. Muestras de mazorcas con síntomas y signos de Moniliasis encontrados en las evaluaciones en campo; a) Deformaciones; b) Mancha chocolate; c) Esporulación; d) Momificación (Villavicencio y Jiménez, 2010) El daño interno se caracteriza por ser más grave que el externo, pudiendo
generar la perdida de
casi todas las almendras, sin importar la edad del fruto (
FHIA, 2003). Los tejidos centrales, pulpa, semillas y algunas veces la cáscara, forman una sola masa en donde los tejidos son rodeados por una sustancia acuosa debido a la descomposición de ellos, siendo también las almendras destruidas parcial
20 o completamente, dependiendo del tiempo
de infección de la mazorca (
IICA, 2006). En mazorcas
menores de dos meses, la infección aparece inicialmente
como pequeños abultamientos o gibas (protuberancias) en la superficie de la mazorca,
los cuales pueden decolorarse. Después
que emergido la giba, se muestra una mancha café o chocolate, que se extiende progresivamente y la mazorca muere poco después, iniciándose la formación de una felpa blanca constituida por el
micelio del hongo, para luego de tres a siete días, sobre el micelio blanquecino emerger las esporas de color crema (FHIA, 2003). Un síntoma adicional es la madurez prematura,
caracterizándose por un cambio de color de la mazorca, mostrando
la apariencia de
madurez en frutos que todavía están inmaduros (

Johnson et al., 2008). Los frutos pequeños son susceptibles
hasta 10 semanas de edad (Amores et al., 2009
a). Figura 7. Secuencia de síntomas y signos presentes en frutos de cacao infectados con Moniliophthora roreri. A. Protuberancia o giba; B. Decoloración; C. Mancha chocolate; D. Estroma o tejido esporulante en forma de polvo fino; E. Esporas maduras (López-Báez, 2015).
Los frutos infectados a mitad de su desarrollo, muestra inicialmente pequeños puntos aceitosos (translúcidos), y en muy corto tiempo, esos puntos cohalescen formando una mancha café, el borde de la mancha es irregular y pueden formar un halo clorótico por donde va avanzando la enfermedad, a los pocos días, sobre la mancha café aparece el micelio
sobre el cual emergen
21 las esporas los cuales se acumulan abundantemente de
color crema, las esporas que diseminan el hongo,
son tan abundantes que en un centímetro cuadrado, pueden existir 7 a 43 millones, bastando sólo una para iniciar la enfermedad (Johnson et al., 2008). En mazorcas con más de tres meses de edad,
la necrosis se limita a la cáscara y no alcanza a llegar a las almendras que si pueden
cosecharse y beneficiarse (
Amores et al., 2009b). Figura 8. Síntomas internos y externos de la moniliasis: a) tejidos centrales, pulpa, almendras y cáscara formando una sola masa producto de la pudrición; b) fruto mostrando una mancha café con borde irregular donde va avanzando la enfermedad; c) fruto donde se observa el micelio del hongo; d) mazorca con infecciones ocultas (internas), con presentando hinchazones como pequeños abultamientos o gibas (protuberancias) (Sánchez
et al., 2012).
Bacillus subtilis Importancia de las bacterias como biocontroladores Mondino y Silvana (2006), afirma que las bacterias constituyen microorganismos que presentan características de agentes de control de biológico contra hongos y bacterias, tanto en el área foliar como en el área radicular de las plantas, asimismo, favorece el
desarrollo vegetativo de
las plantas. Asimismo, estos autores afirman que dentro de los mecanismos para
22 la estimulación del desarrollo vegetativo se puede indicar: mecanismo directos,
por los cuales,
los microorganismo actúan sobre la planta, como es el caso de los promotores de crecimiento vegetal (auxinas, giberelinas y citoquininas), y
los mecanismos indirectos, en los cuales, los microrganismo son capaces de inhibir el desarrollo de diferentes microorganismos fitopatógenos (hongos y bacterias) que afectan el crecimiento de la planta, a través de la competencia por espacio o nutrientes, y la
producción de biometabolitos. Los principales mecanismos involucrados en el control biológico de fitopatógenos con el uso de bacterias antagonistas como Bacillus sp., son la competencia por nutrientes, minerales y espacio; la síntesis de metabolitos, tales como sideróroros, antibióticos, toxinas y biosurfactantes, y la inducción de resistencia sistémica en la planta (Melnick et al., 2011; Singh et al., 2011; Acebo et al., 2012). Estos mecanismos son potenciados por alta motilidad del microorganismo y su capacidad de formar biopelículas (Acebo et al., 2012). El género Bacillus El género Bacillus pertenece a las bacterias Gram positivas, no patogénicas, con características antagonistas, las cuales tienen forma baciliar, aeróbicas estrictas o anaeróbicas facultativas, que, en condiciones de estrés, desarrollan una endoespora termoresistente a los factores físicos (desecación, radiación, ácidos desinfectantes químicos), que le permite sobrevivir y permanecer latente y biológicamente activa bajo condiciones adversas (Lisboa, 2003). Los mecanismos de acción de Bacillus como agente antagónico frente a patógenos fúngicos
y bacterianos son: competencia por espacio y nutrientes, antibiosis, inductor de resistencia y promotor del crecimiento de las plantas (Chávez et al., 2007).
El género Bacillus muestra capacidad de controlar ciertos fitopatógenos mediante la producción de
ciertos compuestos de bajo peso molecular con mucha afinidad por el hierro, inhibiendo la germinación de las esporas de los hongos patógenos de plantas. Asimismo, genera antibióticos muy efectivos contra hongos, y cuando
Bacillus se ubica en el sistema radicular o el en área foliar, estimula
a la planta a elaborar fitoalexinas que generan resistencia al
23 ataque de hongos y nemátodos patógenos, siendo esta
característica de elicitor propia de Bacillus el cual no presentan los fungicidas químicos, sumando el hecho de que Bacillus
no es tóxico para humanos, animales y plantas y no constituye un contaminante ambiental (
Camargo, 2012).
Mecanismos de acción de Bacillus sp. Géneros de

Bacillus spp. promotores de crecimiento vegetal son reconocidos también como agentes de control biológico y una
alternativa biológica
al uso de agroquímicos. Sus mecanismos de acción se divide en: producción de compuestos antimicrobianos, como son péptidos de síntesis no ribosomal (NRPs) y policétidos (PKs); producción de hormonas; capacidad de colonización; formación de biopelículas; competencia por espacio y nutrientes; síntesis de enzimas líticas como quitinasas, glucanasas, proteasas y acil homoserin lactonasas (AHSL); producción de compuestos orgánicos volátiles (VOCs); e inducción de resistencia sistémica (ISR), confirmados en diferentes estudios a nivel de in vitro. Sin embargo, son pocos los estudios que confirman la interacción entre: planta – microorganismos patógenos – Bacillus sp. (agente biocontrolador), a nivel in vivo. Es importante destacar que la actividad biocontroladora de los Bacillus es diferente cuando se estudia bajo condiciones de laboratorio,
por cuanto,
a nivel in vivo, la interacción con la planta y el patógeno juegan un papel fundamental en la expresión de dichos mecanismos de acción, siendo esta más cercana a la situación real de campo (
Pedraza et al., 2020). El género Bacillus se encuentra ampliamente distribuido en los agro-sistemas y una de sus principales aplicaciones es el control de enfermedades de cultivos agrícolas. En la presente revisión se describe y analiza al género Bacillus, y sus principales mecanismos de acción, tales como la excreción de antibióticos, toxinas, sideróforos, enzimas líticas e induciendo la resistencia sistémica, enfocado en su capacidad para ser utilizado como agente de control biológico de plagas y enfermedades en plantas; así como su uso en la formulación de bioplaguicidas, que han sido incorporados a los programas de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades. Además, se analiza el uso del
24 género Bacillus en la agricultura bajo un enfoque de bioseguridad agrícola, así como los principales criterios indispensables de selección de agentes de control biológico promisorios, considerando cepas no patogénicas para el ser humano, y que no impacten negativamente a las comunidades microbianas de los agroecosistemas, como efecto secundario por su actividad biológica no específica contra un fitopatógeno en particular (Villareal et al., 2018)
Trichoderma sp. Taxonomía
Agrios (2005) afirma que el género Trichoderma comprende un conjunto de especies sin fase sexual evidente (anamorfo). Pertenece a la subdivisión Dueteromycotina: clase Hyphomycetes: orden Hyphales (Monililes) y Familia 15 Moniliaceae. Hasta el momento no se conoce que dicho hongo sea patógeno de ninguna planta, exceptuando a la especie T. viride. Sin embargo, es capaz de controlar e hiperparasitar, muchos hongos, nemátodos y otros fitopatógenos, que atacan y destruyen los cultivos. Mecanismos de acción
de Trichoderma Entre los mecanismos de acción utilizados por Trichoderma spp. se destacan la competencia por el espacio y los nutrientes, el micoparasitismo, la producción de compuestos inhibidores, la inactivación de enzimas del agente patógeno y la inducción de resistencia en la planta (Martínez et al., 2008; Shoresh et al., 2010; Tchameni, 2011; Hernández et al., 2014). Trichoderma spp. 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 (Bernal et al., 2007; Vinale et al., 2008). El efecto de antibiosis se debe a la producción de metabolitos secundarios, los cuales pueden ser volátiles o difusibles, pero que en cualquiera de los casos, sin entrar en contacto físico con el patógeno pueden inhibir o restringir su crecimiento (Rodríguez et al., 2010). Algunas cepas de Trichoderma producen
25 trichodermina, dermadina, suzukacilina, viridina, alameticina, richotoxina, metabolitos que son responsables del mecanismo antagónico (Vinale et al., 2006). La desactivación de los factores de patogenicidad de Trichoderma contra hongos fitopatógenos constituye un mecanismo de antagonismo indirecto poco estudiado (Martínez et al., 2013). Es posible que el potencial enzimático de Trichoderma para detener el proceso infeccioso de los patógenos sea mucho mayor, pues este controlador biológico secreta más de 70 metabolitos, entre ellos: sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas (Howell, 2003). Las cepas de Trichoderma pueden activar un mecanismo nativo de defensa en las plantas contra diferentes plagas, conocido como Resistencia Sistémica Inducida (SIR- Systemic Induced Resistance) (Shoresh et al., 2010; Martínez et al., 2013). Diversas clases de compuestos pueden ser liberados por Trichoderma en la zona de la rizosfera y estar relacionados con la IRS en las plantas (Shoresh et al., 2010). Aún no se esclarecen y amplían los conocimientos acerca de Trichoderma como inductor de resistencia, pero es indiscutible su función en la defensa de las plantas (Martínez et al., 2013). Acción biocontroladora de Trichoderma
En efecto bio supresor de Trichoderma fue estudiado en base a diversos mecanismos de acción afectando el crecimiento los hongos patógenos de plantas. Los efectos más importantes
son: la competencia por espacio y nutrientes, el micoparásitismo y
la antibiosis,

quienes actúan directamente contra los hongo patógenos de plantas, además, Trichoderma expresa su capacidad de biocontrol al secretar enzimas y producir sustancias inhitorias (Infante et al., 2009). Algunas especies dentro del género Trichoderma, expresan comportamientos antagónicos frente a hongos fitopatógenos, lo cual se aprovecha como una acción de control biológico de fitopatógenos. Dentro de los cultivos de
cacao agroforestal, la pudrición negra (Phytophthora spp.,), la escoba de bruja (Moniliophthora perniciosa) y la moniliasis (Moniliophthora roreri),
vienen a ser las enfermedades más frecuentes y con un alto efecto negativo en la
26 producción de cacao. La capacidad antagónica que muestra Trichoderma spp., se basa en la
competencia, antibiosis y micoparasitismo. El micoparasitismo está relacionado con la producción de
enzimas extracelulares como quitinasas, celulasas, β-1-3-glucanasas y proteasas que destruyen las paredes de los hongos
como Moniliophthora roreri. Asimismo, Trichoderma spp. tiene la capacidad de reducir el crecimiento de otros hongos y bacterias a través de la elaboración y excreción de varios metabolitos secundarios volátiles y no volátiles. Asimismo, Trichoderma spp. puede elaborar
reguladores de crecimiento y estimular la división, diferenciación y crecimiento celular en la planta
en forma de una sustancia elicitora. Las especies de Trichoderma actualmente comercializadas como un agente de control biológico, promotor de crecimiento y biofertilizante son: T. viride, T. polysporum y T. harzianum. Las especies T. virens y T. harzianum son
ampliamente utilizados como bio controladores contra M. roreri, Phytophthora spp., y M. perniciosa en sistemas de producción de cacao, demostrándose óptimos resultados de control de dichas
enfermedades (López et al., 2017).
27
III. MATERIALES Y METODOS. 3.1. Tipo de investigación El nivel de la investigación es experimental, porque se manipuló las variables independientes (aplicaciones
de Bacillus subtilis y Trichoderma spp.),
y medir la variable dependiente (Incidencia y porcentaje de abundancia de Moniliophthora roreri, y rendimiento del cultivo) (Hernández et al., 2010). La investigación por su naturaleza es aplicada, porque existen bases teóricos relacionados (Hernández et al., 2010) 3.2. Ubicación El trabajo de tesis se desarrolló en un campo de cultivo de cacao con 5 años de instalado, el cual corresponde al clon CCN 51, ubicado en el caserío Centro Yurac, del distrito de Padre Abad - Aguaytía, el cual presenta las coordenadas UTM 18L 8997459 N - 0444106 E. 3.3. Duración del experimento La investigación tuvo una duración de cuatro meses, iniciándose en el mes de setiembre del 2022 y culminó en el mes de diciembre del 2022. 3.4. Ecología y clima
El
clima de la región Ucayali se caracteriza por ser cálido y húmedo, con una temperatura media anual de 26,9 ºC, con muy poca variación entre las máximas (30,5 ºC) y mínimas (17,4 ºC) durante el año. El promedio de horas sol varía notablemente, siendo julio, agosto y setiembre las mayores radiaciones solares registradas; los meses de mayor precipitación con menor cantidad de horas sol son octubre, noviembre, febrero y marzo. La
28 precipitación anual es de 1773 mm (promedio de 25 años), con una distribución que incluye un periodo seco en los meses de junio, julio y agosto (Aybar et al., 2017) 3.5.
Materiales y equipos 3.5.1. Materiales Material vegetal • Plantación de cacao correspondiente al clon CCN 51 de 5 años de instalado Materiales de campo • Etiquetas de metal • Jarras medidoras de plástico • Probetas de plástico • Baldes de 5 litros • Tijeras de podar Equipos • Balanza gramera • Bomba de mochila de 20 litros Reactivos • Producto a base de Trichoderma sp. • Producto a base de Bacillus subtilis • Aceite agrícola orgánico a base de aceite de soya
29 3.6. Variables 3.6.1. Identificación de las variables. Tabla 1. Variables. Variables Indicadores Instrumentos de medida Independientes Controladores biológicos Tratamientos: Bacillus subtilis Trichoderma spp. Concentraciones: 100 ml/20 litros 100 g/20 litros Dependientes Incidencia y
Porcentaje de abundancia de la moniliasis Porcentaje de incidencia de moliasis Porcentaje de abundancia de moniliasis Cálculo Cálculo Rendimiento No de mazorcas sanas por planta Conteo Intervinientes Condiciones ambientales del campo de
cultivo Temperatura máxima, mínima y media Humedad relativa Precipitación pluvial Termohidrómetro Pluviómetro
3.6.2. Operacionalización de las variables. Porcentaje de Incidencia
de Monilia (
Murrieta y Palma, S.f.) • Se evaluó 12 plantas de cacao/por repetición/tratamiento. • Se evaluaron los síntomas de acuerdo a la escala para determinar la severidad externa de la moniliasis (ver anexo 14), durante los meses de junio, julio, agosto, setiembre del 2022.

30 • En cada planta evaluada, se contó el número total de mazorcas, el número de mazorcas sanas y el número de mazorcas afectadas por la Moniliasis. • Se aplicó la siguiente fórmula: % de incidencia = (No de mazorcas afectadas/No total de mazorcas) x 100 Moniliasis: Escala de abundancia. Se contó número de mazorcas enfermas por moniliasis, por planta en cada tratamiento. 3.7. Procedimientos 3.7.1. Historia del campo El trabajo de investigación fue instalado una plantación de cacao de 5 años de establecidas, compuesto por plantas correspondientes al clon CCN 51 a un distanciamiento de 3 x 3 m. La plantación actualmente, está siendo conducida de manera tradicional (podas, remoción de frutos enfermos y control eventual de malezas, escasa o nula fertilización), en las cuales no se ha realizado la aplicación de ningún producto agroquímico par el control de las enfermedades del cacao. La plantación de cacao viene siendo manejada aplicando una tecnología media (manejo de malezas, podas, recojo de frutos afectados). 3.7.2. Limpieza y podas del área experimental Para la limpieza del área experimental, se procedió a eliminar las malezas, con la ayuda de motoguadañas. Asimismo, las podas se realizaron en los meses de agosto del 2021, teniendo en cuenta la arquitectura de la planta, la formación
31 de la copa de cada árbol de cacao, se eliminará ramas enfermas o secas, plantas parásitas y se reducirá la altura de las ramas más altas para que la copa del árbol quede a una altura promedio de 4 m. 3.7.3. Demarcación del área experimental Se demarcó la disposición de los tratamientos y sus repeticiones, de acuerdo al diseño de campo, el cual estuvo constituido por 4 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento, distribuidos en forma aleatoria (ver figura 9). 3.7.4. Designación de tratamientos y repeticiones Se asignó al azar, los tratamientos y sus repeticiones de acuerdo al croquis de campo (ver figura 9 y 10), los cuales fueron identificados a través de letreros y etiquetas de metal. Las unidades experimentales estuvieron distribuidas de acuerdo al croquis de ubicación de los tratamientos en los cuales x = plantas no evaluadas y x = plantas a evaluar.
32 Figura 9. Croquis de ubicación de los tratamientos. Figura 10. Diseño de la unidad experimental.
33 3.7.5. Aplicación de los tratamientos a estudiar
Se utilizó los siguientes productos: – TriSun® a base de Trichhoderma viride y Trichoderma harzianum, polvo mojable, a una concentración de 1 x 10 8 ufc/g, producido y distribuido por la empresa FDP S.A.C. (ver anexos). – Biosafe® a base de Bacillus subtilis, solución concentrada, a una concentración de 2.5 x 10 9 ufc/ml, producido y distribuido por la empresa PBA (Productos Biológicos para la Agricultura) (ver anexos). – Super Oil® aceite agrícola vegetal a base de soya, producido y distribuido por la empresa Coagricola Garay S.R.L. (ver anexos).
Para la preparación de los tratamientos, se aseguró que el agua no contenía cloro, ya que se utilizó agua de pozo, asimismo, el agua tuvo un pH de 5,8 a 7, el cual se midió con un pH de bolsillo. Para la aplicación de Trichoderma spp., se procedió a pesar 100 g de producto en una balanza gramera, para luego disolverlo en un balde de 5 litros con agua limpia sin cloro, al cual se le agregó 100 ml de aceite agrícola orgánico a base de soya, dejándolo hidratar por 2 horas. Luego se depositó el contenido del balde a la bomba de mochila y se completó a 20 litros de capacidad, para su aplicación en los tratamientos correspondientes.
Para la aplicación de Bacillus subtilis, se procedió a medir 100 ml de producto con la ayuda de una probeta de plástico, para luego disolverlo en un balde de 5 litros con agua limpia sin cloro, al cual se le agregó 100 ml de aceite agrícola orgánico a base de soya, dejándolo hidratar por 2 horas. Luego se depositó el contenido del balde a la bomba de mochila y se completó a 20 litros de capacidad, para su aplicación en los tratamientos correspondientes.
Para la aplicación de la combinación de Trichoderma spp. y Bacillus subtilis, se procedió a pesar 100 g de producto en una balanza gramera y a medir 100 ml de producto con la ayuda de una probeta de plástico, para luego
34 disolver los productos medidos en un balde de 5 litros con agua limpia sin cloro, al cual se le agregó 100 ml de aceite agrícola orgánico a base de soya, dejándolo hidratar por 2 horas. Luego se depositó el contenido del balde a la bomba de mochila y se completó a 20 litros de capacidad, para su aplicación en los tratamientos correspondientes.
Para la aplicación de los tratamientos se utilizó una bomba de mochila manual, de tal forma que se pueda localizar la aplicación de los tratamientos dentro de las unidades experimentales, evitando la deriva del producto. Las aplicaciones se realizaron en las tardes, a partir de las 4 pm, para que los microorganismos beneficios se adapten a la planta durante la noche y se evite el efecto del sol.
Durante la aplicación de los tratamientos, se tendrá en cuenta que la aspersión se realice hasta una altura de 1.8 m de altura, cubriendo los tallos

y
las ramas principales y los frutos que se están formando en estos puntos, los mismos que serán objeto de evaluación. 3.7.6. Frecuencia de aplicación Las aplicaciones se realizaron cada 15 días, de acuerdo a la máxima producción de frutos susceptibles, los cuales se dio en los meses
de noviembre a diciembre,
por lo cual se realizó 7 aplicaciones. 3.7.7. Evaluación de incidencia y porcentaje de abundancia Se realizó la evaluación de mazorcas sanas y mazorcas afectadas por Moniliasis planta por planta, en sus diferentes estados de desarrollo. El conteo de las mazorcas sanas y mazorcas afectadas fueron registradas en la ficha de evaluación (ver anexos). Estos datos se utilizaron para calcular los índices de incidencia y porcentaje de abundancia de la Moniliasis en el campo experimental. La frecuencia de evaluación fue de manera
semanal.
35 3.7.8. Evaluación del rendimiento del cultivo Se procedió a contar el número de mazorcas sanas por planta, para cada tratamiento en estudio. 3.8.
Población y muestra Población: La población estuvo compuesta por el total de plantas de cacao correspondiente a una hectárea, el cual constituye 1111 plantas a un distanciamiento de 3 m x 3 m Muestra: la muestra estuvo compuesta por 192 plantas que constituyen el numero total de plantas teniendo en cuenta que el estudio presenta 16 unidades experimentales y 12 plantas por unidad experimental. 3.9.
Diseño estadístico Se empleó un Diseño Estadístico Completamente al Azar, con 4 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento, en los
cuales, cada repetición estuvo conformada
por 12 plantas. Los datos se analizaron con el software SPSS, utilizando la prueba de varianza ANOVA y las diferencias entre las medias se determinarán mediante la prueba de promedios de Tukey ($P \leq 0,05$). El modelo estadístico del diseño experimental es el siguiente: Yij = U + Ti + Eij Dónde: Yij = Variable respuesta U = Media general Ti = Efecto del i – esimo tratamiento Eij = Efecto del error experimental
36 Tabla 2. Esquema del análisis de varianza F.V. G.L.
Tratamiento Error 03 12 Total 15 Tratamientos Tabla 3. Tratamientos estudiados. Tratamiento Descripción Repeticiones 1 Testigo 4 2 Aplicación de Trichoderma spp. 4 3 Aplicación de Bacillus subtilis 4 4 Aplicación de Trichoderma spp. + Bacillus subtilis 4
37 IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. 4.1. Evaluación de
mazorcas sanas por planta Al efectuar el análisis de variancia para evaluación de mazorcas sanas por planta, se determinó que existen
diferencias significativas entre los tratamientos estudiados (ver anexos). Tabla 4. Numero de mazorcas sanas por planta.
Trat Descripción Eval 1 Eval 2 Eval 3 Eval 4 Eval 5 Eval 6 Eval 7 1
Testigo 1,675
c 1,6 c 1,8 c 1,47 d 1,5
b 1,45 b 1,2 c 2 Aplic. Trichoderma sp. 2,8 b 2,725 ab 2,57 b 2,57 b 2,67 a 2,7 a 2,72 a 3 Aplic. Bacillus subtilis 2,575 b 2,5 b 2,3 b 2,02 c 2,35 ab 1,9 b 1,9 b 4 Aplic. Trichoderma sp + Bacillus subtilis 3,725
a 3,05 a 3,07 a 3,3 a 3,17 a 3 a 2,9 a *
Letras iguales no son significativamente diferentes .
La tabla 4 muestra los resultados de la prueba de promedios de Tukey, para las siete evaluaciones realizadas, en los cuales, se demuestra que
el tratamiento con aplicación de Trichoderma sp + Bacillus subtilis, logro el mayor número de mazorcas de cacao sanas por planta, mostrando diferencias significativas con respecto a los otros tratamientos, asimismo, se muestra que los tratamientos con aplicaciones de Trichoderma sp y Bacillus subtilis de forma separada, presentan respuestas similares, siendo el tratamiento testigo el que presento el menor número de mazorcas de cacao sanos por planta,
como se muestra en la siguiente figura.
38 Figura 11. Numero de mazorcas sanas por planta.

Al respecto, Illa et al. (2020) evaluó el efecto de biocontrol y promoción de crecimiento de Trichoderma harzianum CT306 y Bacillus subtilis CT104, inoculadas en maní, bajo condiciones controladas y campo, para el control de Aspergillus flavus, Fusarium sp., Sclerotinia minor y Thecaphora frezzi, observándose que en plantas de 60 días de sembrado, no se observó presencia de A. flavus y Fusarium sp. al aplicar los biológicos solos y combinados; mientras que la inoculación conjunta de T. harzianum y Bacillus generó ausencia de S. minor y baja incidencia de T. frezzi. En condiciones de campo, los tratamientos con biológicos aumentaron el porcentaje de emergencia (37%) y al final del ciclo se registró reducción del 14% de la incidencia de T. frezzi, aumento de biomasa (27%), rendimiento (46%) y tamaño de grano (34%) respecto al testigo. Segùn Larriba (2018) mencionan que Trichoderma harzianum y Bacillus subtilis se les considera como promotores del crecimiento vegetal, como estimuladores de la asimilación de 1.67 1.60 1.80 1.47 1.50 1.45 1.20 2.80 2.75 2.57 2.57 2.67 2.70 2.72 2.57 2.50 2.30 2.02 2.35 2.90 1.90 3.72 3.05 3.07 3.30 3.17 3.00 2.90 0.00 0.40 0.80 1.20 1.60 2.00 2.40 2.80 3.20 3.60 4.00 Eval 1 Eval 2 Eval 3 Eval 4 Eval 5 Eval 6 Eval 7 Testigo Aplic. Trichoderma sp. Aplic. Bacillus subtilis Aplic. Trichoderma sp + Bacillus subtilis
39 los fertilizantes presentes en el suelo, generando efectos benéficos sobre el crecimiento de las plantas, siendo estas afirmaciones concordantes con los efectos obtenidos en los tratamientos de aplicación de Trichoderma sp. y Bacillus subtilis y su combinación al obtener los mejores promedios de mazorcas sanas en comparación al testigo. 4.2. Evaluación de escala de abundancia de Monilia en el campo experimental
Al efectuar el análisis de variancia para evaluación de escala de abundancia de Monilia por planta, se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados (
ver anexos). Tabla 5. Escala de abundancia de Monilia por planta.
Trat Descripción Eval 1 Eval 2 Eval 3 Eval 4 Eval 5 Eval 6 Eval 7 1 Testigo 2,22 a 2,07 a 2,22 a 1,7 a 2 a 1,87 a 1,67 a 2 Aplic. Trichoderma sp. 1,07 b 0,95 bc 1,15 b 1,22 b 1,52 b 1,17 b 0,82 bc 3 Aplic. Bacillus subtilis 1,25 b 1,2 b 1,45 b 1,8 a 1,32 b 0,87 bc 1,27 ab 4 Aplic. Trichoderma sp + Bacillus subtilis 0,52 c 0,57 c 0,47 c 0,35 c 0,62 c 0,7 c 0,65 c * Letras iguales no son significativamente diferentes . La tabla 5 muestra los
resultados de la prueba de promedios de Tukey, para las siete evaluaciones realizadas, en los cuales, se demuestra que el tratamiento testigo, logro el mayor número de mazorcas de cacao enfermas con Monilia por planta, mostrando diferencias significativas con respecto a los otros tratamientos, asimismo, se muestra que los tratamientos con aplicaciones de Trichoderma sp y Bacillus subtilis de forma separada, presentan respuestas similares, siendo el tratamiento con aplicación de Trichoderma sp + Bacillus subtilis el que presento el menor número de mazorcas de cacao enfermas con Monilia por planta,
como se muestra en la siguiente figura.
40 Figura 12. Escala de abundancia de Monilia por planta.
Al respecto, Hidalgo (2016) menciona que la aplicación de dos controladores biológicos (Trichoderma harzianum y Bacillus subtilis) frente a un testigo químico en el cultivo de fresa (Fragaria vesca L) variedad Albión, para el control de podredumbre gris (Botrytis cinerea), se concluye que, el producto químico (Iprodione) demostró ser el más efectivo, neutralizando la incidencia de la acción patogénica de Botrytis cinerea cuyo porcentaje de incidencia fue de 0,00% a la cuarta aplicación. El tratamiento con Trichoderma harzianum al 125% demostró ser el más efectivo, neutralizando por completo la severidad de ataque de Botrytis cinerea, cuyo porcentaje de severidad fue de 0,00% a la cuarta aplicación. Asimismo, Zambrano (2021) evaluó la aplicación del Bacillus subtilis como protector de enfermedades en el cultivo de pepino (Cucumis sativus), probándose a: T1 (Bacillus subtilis 0.5 l/ha), T2 (Bacillus subtilis 1 l/ha), T3 (Bacillus subtilis 1.5 l/ha), T4 (Bacillus subtilis 2 l/ha) y T5 Testigo, demostrándose que el tratamiento 4 obtuvo un rendimiento estadísticamente alto a diferencia de los demás tratamientos kg/ha (33565,1). Villamil et al (2015) investigo la actividad antagónica de dos aislamientos autóctonos de 2.22 2.07 2.22 1.70 2.00 1.87 1.67 1.25 0.95 1.15 1.22 1.52 1.17 0.82 1.25 1.20 1.45 1.80 1.32 0.87 1.27 0.52 0.57 0.47 0.35 0.62 0.70 0.65 0.00 0.50 1.00 1.50 2.00 2.50 Eval 1 Eval 2 Eval 3 Eval 4 Eval 5 Eval 6 Eval 7 Testigo Aplic. Trichoderma sp. Aplic. Bacillus subtilis Aplic. Trichoderma sp + Bacillus subtilis
41 Trichoderma sp. y uno de Bacillus sp. contra M. roreri, en condiciones de campo, demostrándose que la 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, concluyéndose
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. Estos antecedentes concuerdan con los resultados obtenidos en la presente investigación, ya que se demuestra el efecto controlador de las aplicaciones de Trichoderma sp. y Bacillus subtilis y, sobre todo la capacidad sinérgica de la aplicación de ambos antagonistas en combinación frente al efecto de M. roreri en las mazorcas del cacao. 4.3. Evaluación de Incidencia de Monilia en el campo experimental

Al efectuar el análisis de variancia para evaluación de incidencia de Monilia por planta, se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados (ver anexos). Tabla 6. Incidencia de Monilia por planta.
Trat Descripción Eval 1 Eval 2 Eval 3 Eval 4 Eval 5 Eval 6 Eval 7 1 Testigo 55,25 a 54,6
a 55,55 a 53,7 a 56,67 a 55,92 a 56,85 a 2
Aplic. Trichoderma sp. 24,82 b 23,85 b 29,4 b 29,05 c 35,4 b 28,6 b 20,67 c 3 Aplic. Bacillus subtilis 31 b 28,4 b 34,97 b 46,65 b 41,75 b 27,5 b 41,32 b 4
Aplic. Trichoderma sp + Bacillus subtilis 10,97 c 12,425 c 10,67 c 8,17 d 14,15 c 16,15 c 16,87 c *
Letras iguales no son significativamente diferentes . La tabla 6 muestra los
resultados de la prueba de promedios de Tukey, para las siete evaluaciones realizadas, en los cuales, se demuestra que el tratamiento testigo, logro la mayor incidencia de Monilia por planta, mostrando
42 diferencias significativas con respecto a los otros tratamientos, asimismo, se muestra que los tratamientos con aplicaciones de Trichoderma sp y Bacillus subtilis de forma separada, presentan respuestas similares, siendo el tratamiento con aplicación de Trichoderma sp + Bacillus subtilis el que presento la menor incidencia de Monilia por planta,
como se muestra en la siguiente figura. Figura 13. Incidencia de Monilia por planta.
Al respecto, Villares (2020) aplico Trichoderma harzianum + Bacillus subtilis contra Fusarium y Mancha foliar en ají (Capsicum annuum), demostrándose que Trichoderma harzianum + Bacillus subtilis
mostraron resultados significativos en el control de Fusarium y Mancha foliar, elevando
el rendimiento (2467,00 kg). Cosinga (2021) evaluó el efecto de la aplicación de Bacillus subtilis, Lecanicillium lecanii y Trichoderma spp. contra Hemileia vastatrix en cultivo de café en zona de Pangoa, mostrándose que, en primera evaluación, Trichoderma spp (aérea y suelo) presentó menor incidencia (34.67%), en segunda evaluación, Lecanicillium lecanii (aérea) y Trichoderma 2.22 2.07 2.22 1.70 2.00 1.87 1.67 1.25 0.95 1.15 1.22 1.52 1.17 0.82 1.25 1.20 1.45 1.80 1.32 0.87 1.27 0.52 0.57 0.47 0.35 0.62 0.70 0.65 0.00 0.50 1.00 1.50 2.00 2.50
Eval 1 Eval 2 Eval 3 Eval 4 Eval 5 Eval 6 Eval 7 Testigo Aplic. Trichoderma sp. Aplic. Bacillus subtilis Aplic. Trichoderma sp + Bacillus subtilis
43 spp. (suelo) disminuyó la incidencia a 34.33% y en tercera evaluación incrementó ligeramente a 35%; en cuanto al grado de severidad, aplicación de Lecanicillium lecanii (aérea) y Trichoderma spp. (suelo) presentó menor grado 0.93, seguido por Lecanicillium lecanii (aérea) con 1.20 y Trichoderma spp. (aérea y suelo) que registró 1.27 grados de severidad, el testigo presentó 4.70 grados de severidad, siendo estos antecedentes concordantes con los resultados obtenidos, en las cuales se demuestra la acción supresora de los antagonistas Trichoderma sp y Bacillus subtilis contra M. roreri en mazorcas de cacao. 4.4. Evaluación del total de mazorcas sanas, escala de abundancia y porcentaje de incidencia de Monilia en el campo experimental
Al efectuar el análisis de variancia para evaluación del total de mazorcas sanas,
escala de abundancia y
porcentaje de incidencia de Monilia por planta, se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados (ver anexos). Tabla 7.
Total de mazorcas sanas, escala de abundancia y porcentaje de incidencia de Monilia por planta. Tratamientos
Descripción Total mazorcas sanas Total escala de abundancia Total porcentaje de incidencia 1 Testigo 10,65 d 13,75 a 55,47 a 2 Aplic. Trichoderma sp. 18,75 b 7,82 c 27,4 c 3 Aplic. Bacillus subtilis 15,52 c 9,17 b 35,92 b 4 Aplic. Trichoderma sp + Bacillus subtilis 22,17 a 3,87 d 12,8 d *
Letras iguales no son significativamente diferentes . La tabla 7 muestra los
resultados de la prueba de promedios de Tukey, para el total de mazorcas sanas,
escala de abundancia y porcentaje de incidencia

44 de Monilia por planta, en los cuales, se demuestra que, para el total de mazorcas sanas, el tratamiento con aplicación de Trichoderma sp + Bacillus subtilis logró el mayor número de mazorcas de cacao sanas, mostrando diferencias significativas respecto a los otros tratamientos, seguido del tratamiento con aplicación de Trichoderma sp., el mismo que mostro diferencias significativas con respecto al tratamiento con aplicación de Bacillus subtilis, el mismo que mostro diferencias significativas con respecto al tratamiento testigo, el cual logro el menor número de mazorcas sanas. Para el total de escala de abundancia, el tratamiento testigo logró el mayor número de mazorcas de cacao enfermas con Monilia, mostrando diferencias significativas respecto a los otros tratamientos, seguido del tratamiento con aplicación de Bacillus subtilis, el mismo que mostro diferencias significativas con respecto al tratamiento con aplicación de Trichoderma sp., el mismo que mostro diferencias significativas con respecto al tratamiento con aplicación de Trichoderma sp + Bacillus subtilis, el cual logro el menor número de mazorcas enfermas con Monilia. Para el total de porcentaje de incidencia, el tratamiento testigo logró el mayor porcentaje de incidencia de Monilia, mostrando diferencias significativas respecto a los otros tratamientos, seguido del tratamiento con aplicación de Bacillus subtilis, el mismo que mostro diferencias significativas con respecto al tratamiento con aplicación de Trichoderma sp., el mismo que mostro diferencias significativas con respecto al tratamiento con aplicación de Trichoderma sp + Bacillus subtilis, el cual logro
el menor porcentaje de incidencia de Monilia, como se muestra en la siguiente figura.
45 Figura 14.
Total de frutos sanos, escala de abundancia y porcentaje de incidencia de Monilia por planta. Al respecto, Castro (2022) estudio la importancia de Bacillus subtilis en el control de Phytophthora palmivora y Moniliophthora roreri en mazorcas de cacao, reconociéndose que el principal mecanismo de acción de B. subtilis contra los patógenos M. roreri y P. palmivora,
se da por la elaboración de sustancias tipo lipopéptidos contra hongos
como sulfactina, iturina y fengicinas, siendo B. subtilis quitinolítico. La aplicación de B. subtilis QST 713 (2 L/ha, 10 cc/L de agua), alternado con B. pumilus estrés QST 2808 (2 L/ha, 10 cc/L de agua), presenta la mayor eficacia de control para P. palmivora, por lo que se recomienda esta aplicación en las plantaciones de cacao. Gonzales y Soto (2021) evaluaron el efecto inhibidor de dos extractos obtenidos de plantas frescas de Zingiber officiale (T1), Aloe vera (T2) y Trichoderma sp.+ Bacillus subtilis (T3), sobre la infección por Moniliophthora roreri en el cacao, demostrándose que, los T1, T2 y T3 mostraron una incidencia de infección por monilia del 20,5%, 17,7% y 14,9% respectivamente, en comparación con el control cultural del 41,1%, siendo el tratamiento de organismos antagónicos el que presento menor incidencia de infección. 0.00 10.00 20.00 30.00 40.00 50.00 60.00 Testigo Aplic. Trichoderma sp. Aplic. Bacillus subtilis Aplic. Trichoderma sp + Bacillus subtilis 10.65 18.75 15.52 22.17 13.75 7.82 9.17 3.87 55.47 27.40 35.92 12.80 Total frutos sanos Total frutos enfermos Total porcentaje de incidencia
46 Asimismo, Gonzales et al. (2022) menciona que, la provisión de alimentos requiere, en la actualidad, de nuevas herramientas que ayuden a incrementar la productividad de los cultivos sin impactos negativos al medio ambiente. La rizósfera de las plantas, es la parte del suelo influenciada por las secreciones de las raíces, su alta actividad microbiana alberga diferentes microorganismos con importantes aplicaciones agrícolas, que pueden ser utilizados en el desarrollo de productos que contribuyan a enfrentar los retos de la agricultura actual, tal es el caso de la bacteria Bacillus subtilis y diferentes especies de hongos del género Trichoderma, los cuales han sido ampliamente estudiados y utilizados por ser benéficos para las plantas y como herramienta amigable con los agroecosistemas que ayude a lograr la producción de alimentos, sin recurrir a insumos químicos, lo cual redundará en mejores cosechas, de mayor calidad, en beneficio de los agricultores cacaoteros.
47 V. CONCLUSIONES De acuerdo a los objetivos propuestos, se concluye: – La aplicación de Bacillus subtilis generó un efecto de control sobre Monilia (Moniliophthora roreri) eficiente en cuanto al número total de mazorcas sanas, total de escala de abundancia de mazorcas enfermas y porcentaje de incidencia total, en el cultivo del cacao (Theobroma cacao L.) en Aguaytía. – La aplicación de Trichoderma spp. generó un efecto de control sobre Monilia (Moniliophthora roreri) eficiente en cuanto al número total de mazorcas sanas, total de escala de abundancia de mazorcas enfermas y porcentaje de incidencia total, en el cultivo del cacao (Theobroma cacao L.) en Aguaytía. – Sin embargo, la aplicación combinada de Trichoderma sp + Bacillus subtilis generó un efecto de control mayor sobre Monilia (Moniliophthora roreri) eficiente en cuanto al número total de mazorcas sanas, total de escala de abundancia de mazorcas enfermas y porcentaje de incidencia total, superando a las aplicaciones de Trichoderma sp y Bacillus subtilis de forma independiente, en el cultivo del cacao (Theobroma cacao L.) en Aguaytía.
48 VI. RECOMENDACIONES. De acuerdo a los resultados obtenidos, se sugiere: – Realizar aplicación combinada de Trichoderma sp + Bacillus subtilis
para el control de Monilia (Moniliophthora roreri), en el cultivo del cacao (Theobroma cacao L.)

en Aguaytía, por su efecto sinergista entre ambos. – Realizar estudios sobre la combinación de métodos de control cultural como la fertilización, podas, y limpieza del campo de cultivo y aplicación combinada de Trichoderma sp + Bacillus subtilis
para el control de Monilia (Moniliophthora roreri), en el cultivo del cacao (Theobroma cacao L.)
en Aguaytía.
49 VII. LITERATURA CONSULTADA.
Agrios, G. 2005. Plant Pathology. 5th Ed. Publishing, Elsevier Academic Press Publication. United States of America p 453-635.
Acebo, Y., Hernández, A.; Heydrich, M.; El Jaziri, M.; Hernández, A.N. 2012. Management of black pod rot in cacao (Theobroma cacao L.):
a review. Fruits 67(1): 41-48.
Aime, M.C.;
Phillips-
Mora, W. 2005. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, Theobroma cacao) form a new lineage of Marasmiaceae.
Mycologia 97(5): 1012-1022.
Albuquerque, P.S.B.; Bastos, C.N.; Luz, E.D.
M.N.; Silva, S.D.V.M. 2005. Doenças do cacaueiro (Theobroma cacao). Em: Kimati, H.; Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Bergamin Filho, A; Camargo, L.E.A. (Eds.) Manual de Fitopatologia. p. 151-163. Vol. 2 (4ta Ed.). Livroceres, Piracicaba, Brasil.
Amores, F.; Agama, J.; Suárez, C.; Quiroz, J.; Motato, N. 2009a. EET 575 y EET 576 nuevos clones de cacao nacional para la zona central de Manabí. Boletín divulgativo N 346. Estación Experimental Tropical "Pichilingue". Quevedo, Ecuador. 28 p.
Arévalo-Gardini,
E., Zúñiga-Cernales, L. 2004. Manejo integrado del cultivo de cacao y transferencia de tecnología en la Amazonía peruana
CACAO. Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), San Martín, Perú.
Batista, L. 2009. Guía técnica: en el cultivo de cacao. Santo Domingo, RD. CEDAF. 185 p.
50 Benito, J.A. 2010. Investigación en cacao en el Perú. Informe especial N° 02 INIP- CIPA XIII S.M. Tarapoto – Perú. 36 pp.
Bernal, A., C. Andreu, M. Moya, M. González y O. Fernández. 2007. Utilización de Trichoderma spp. como alternativa ecológica para control de Fusarium oxysporum Schlecht f. sp cubense (E.F. Smith) Snyd & Hans. Fitosanidad 83: 26-29.
Castro Junco, L.A. 2022. Bacillus subtilis en el control de Phytophthora palmivora y Moniliophthora roreri en mazorcas de cacao. Trabajo para optar el titulo de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Babahoyo, Los Ríos, Ecuador.
Camargo, M. 2012. Effects of Bacillus subtilis in the Dynamics of Infiltration of Immunological Cells in the Intestinal Mucosa of Chickens Challenged with Salmonella Minnesota, Mariana Camargo Lourenco and cols., International Journal of Poultry Science 11 (10): p 630-634.
Cerda, R. 2009. La planta de cacao: Distribución eco fisiología – fenología. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Colombia. FEDECACAO. 189 p.
Chávez, N; Méndez, A; Nancy, A; Alvarado, P. 2007. Utilización de bacterias y hongos endófitos para el control biológico de nematodos barrenador Radopholus similis Cobb Thorn. Tesis presentada en opcional Titilo académico de Magister Scientieae en Agricultura Ecológica. Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanzas.
51
Chávez Vargas, A. 2003.
Caracterización de las zonas productoras de cacao en el Perú y su competitividad.
Ministerio de Agricultura. Programa para el desarrollo de la Amazonía PROAMAZONIA. Lima,
Perú.
Correa Álvarez, L.; Castro
Martínez, S.; Coy, J. 2014.
Estado de la moniliasis del cacao causada por Moniliophthora roreri en Colombia.
Acta Agronómica. 63 (4) 2014,
p 388-399.
http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v63n4/v63n4a11.pdf
Cosinga Eslava, R. 2021. Efecto de Bacillus subtilis, Lecanicillium lecanii y Trichoderma spp., en control de Hemileia vastatrix en Coffea arabica en Pangoa.

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Agrarias.
Cruz, B.
S. 1993. Determinación de fuentes de resistencia de cacao de origen nacional al ataque de Monilia roreri (Cif. & Par.). Tesis
Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador. Universidad de Guayaquil. 101 p.
Evans, H.; Bastos, C. 1980. Basidiospore germination as a means of assessing resistance to Crinipellis perniciosa (Witches broom disease) in cocoa cultivars. Transactions of the British Mycological Society 74:525-536.
Evans, H.
C.; Holmes, K.A.;
Reid, A.P. 2003.
Phylogeny of the frosty pod rot pathogen of cocoa.
Plant
Pathology 52: 476-485.
Evans, H. 2007.
Cacao diseases – The trilogy revisited. Phytopathology 97:1640- 1643.
FEDECACAO (Federación Nacional de Cacaoteros). 2004. Reconocimiento y control de la Monilia del cacao. Plegable 3. Colombia. 4 p.
52 FHIA (
Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). 2003. Identificación y control de la moniliasis del cacao. Cortés, Honduras. 24 p.
Griffith, J.; Smillie, R.; Nieri, J.; Grant, B. 1992. Target sites of fungicides to control oomycetes. In W. Koller (Eds.), Target sites of fungicides. CRC Press FL. Boca Ratón, pp. 69–99.
Gonzales León, Y., Ortega Bernal, J., Anducho Reyes, M. A., Mercado Flores, Y. 2022. Bacillus subtilis y Trichoderma: Características generales y su aplicación en la agricultura. TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 25, 2. https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.520 Gonzales Avila, E., Soto Chochocca, R.R. 2021. Eficiencia de fungicidas orgánicos para el control de la Moniliasis en el Sector Ramalito de Aucayacu, Leoncio Prado (Huánuco), Perú. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Peruana Unión. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Hernández,
A.; Ruíz, Y.; Acebo, Y.;
Miguélez, Y.; Heydrich, M. 2014. Antagonistas microbianos para el manejo de la pudrición negra del fruto en Theobroma cacao L. Estado actual y perspectivas de uso en Cuba. Protección Vegetal 29(1): 11-19.
Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, M. 2010. Metodología de la investigación. Quinta edición. Mc Graw-Hill Interamericana Editores SA. México. 613 p.
Hidalgo Trejo, D. X. 2016. Evaluación de controladores Biológicos: Trichoderma harzianum y Bacillus subtilis, en el cultivo de fresa (Fragaria vesca L) variedad Albión, para el control de podredumbre gris (Botrytis cinerea) en
53 el Centro experimental San Francisco, Cantón Huaca, Provincia del Carchi (Doctoral dissertation, Universidad Politécnica Estatal Del Carchi).
Howell, C. 2003. Mechanisms employed by Trichoderma species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. Plant
Diseases 87(1): 4-10.
IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2006. Protocolo estandarizado de oferta tecnológica para el cultivo del cacao en el Perú / IICA. Lima, Perú. 73 p.
ICCO (International Cocoa Organization). 2010. Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics. Disponible en: url: http://www.icco.org.
Revisado en Diciembre 2010. IICA. 2009.
Acuerdo sectorial de la competitividad de la cadena productiva del cacao y su agroindustria. Perú.
Illa, C., Torassa, M., Pérez, M. A., & Pérez, A. A. 2020. Efecto de biocontrol y promoción del crecimiento en maní por Trichoderma harzianum y Bacillus subtilis en condiciones controladas y campo. Revista mexicana de fitopatología, 38(1), 119-131. INIA-ITC. 2006. Desarrollo y adopción de tecnologías para mejorar la competitividad de la actividad cacaotera en el Perú. In memorias de taller regional andino de aplicación tecnológica en el cultivo de cacao. Quito-Ecuador.
Infante, D.; Martínez, B.; Noyma, G. y Yusimy, R. 2009. Mecanismos de acción de Trichoderma frente a hongos fitopatógenos. La Habana, Cuba. Revista, Protección vegetal. 24(1).
p. 14-21.
54
Jaimes-Suárez, Y.;

Aranzazu-
Hernández,
F. 2010.
Manejo de las enfermedades del cacao (Theobroma cacao
L.) en Colombia, con énfasis en Monilia (Moniliophthora roreri).
Editorial Produmedios. Corpoica. 2010. 90 p.
https://
repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12699/81628 _56560.pdf?sequence=3&isAllowed=y
Johnson, J.; Bonilla, J.; Agüero, L. 2008. Manual de manejo y producción
del cacaotero.
León, Nicaragua. 40 p. Kendrick, B. 1992. The Fifth Kingdom. Second edition. Focus information Group, Ontario. 406 p.
Larriba Teodoro, J. L. 2018. Trichoderma harzianum y Bacillus Subtilis promotores del desarrollo en plántulas de caña de azúcar de cultivo de tejidos. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Veracruz, México.
Lisboa, M. 2003, Efectividad de Bacillus subtilis y de una sepa nativa Trichoderma harzianum sobre la incidencia de severidad de pudrición gris.
Tesis presentada en opcional Título Académico de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Talca, Talca, Chile.
p 38.
Lojka, B.; Quiñones, L. 2009. Manual agroforestal para ecosistemas de altura en Ucayali. Asociación Centro de Investigación y Desarrollo Rural Amazónico. Pucallpa, Perú. 197 p.
López
Ferrer, U. C.; Brito Vega, H.; López Morales, D.; Salaya Domínguez, J. M.; Gómez Méndez, E. 2017. Papel de Trichoderma en los sistemas agroforestales - cacaotal como un agente antagónico. Tropical and Subtropical Agroecosystems, vol. 20, núm. 1, enero-abril, 2017, pp. 91- 100 Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, Yucatán, México. Disponible en:
https://www.redalyc.org/
pdf/939/93950595003.pdf
55
López-Báez, O.; Ramírez-González, S.I.; Espinosa-Zaragoza, S.; Moreno-Martínez, J.L.; Ruíz-Bello, C.; Villarreal-Fuentes, J.M.; González-Mejía, O. 2015. Comportamiento de la moniliasis del cacao causada por Moniliophthora roreri (Cif. y Par.) en Tapachula, Chiapas, México. Acta Agrícola y Pecuaria, 1 (1): 16-23 Noviembre 2014-Febrero 2015.
Lozada, B.S.; Herrera, L.V.; Perea, J.A.; Stashenko, E.; Escobar, P. 2012.
Efecto in vitro de aceites esenciales de tres especies de Lippia sobre Moniliophthora roreri (Cif. y Par.) Evans et al., agente causante de la moniliasis del cacao (Theobroma cacao L.).
ACTA AGRONÓMICA. 61 (2) 2012,
p 102-110. https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/354 91/36145
MAG/IICA. 2001. Identificación de mercados y tecnología para productos agrícolas tradicionales de exportación. Quito, Ecuador. 45 p.
Ministerio de la Agricultura y Riego (MINAG). 2019. Observatorio Commodities: Cacao. http://agroaldia.
minagri.gob.pe/biblioteca/index.php/e- economiadesarrollo-y-sociologia-rural/e71-comerciointernacional/911-observatorio-de-commodities-cacaoabril-junio
Ministerio de Agricultura (MINAG). 2011. Condiciones Agroclimáticas del Cultivo del Cacao. Cartilla Nº 13. Perú. 3 p.
Ministerio de Agricultura (MINAG). 2004. Manual del Cultivo del Cacao. Perú. 5 p.
Martínez,
B.; Infante, D.; Reyes, Y. 2013.
Trichoderma spp. y su función en el control de plagas en los cultivos.
Protección
Vegetal 28(1): 1-11.
56
Martínez, B.; Reyes, Y.; D. Infante, D.; González, E.; Baños, H.; Cruz, A. 2008. Selección de aislamientos de Trichoderma spp. candidatos a biofungicidas para el control de Rhizoctonia sp. en arroz. Protección Vegetal 23(2): 118- 125.
Meléndez, L. 1993. Microambiente, cantidad de esporas en el aire e incidencia del hongo Moniliophthora roreri (Cif&Par).
Evans et al. Bajo tres sistemas de manejo de sombra leguminosa en cacao (Theobroma cacao L). Tesis de Magister Scientiae en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales. Universidad de Costa Rica. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 98 p.
Mercedes-Soberanis, L.I. 2009.
Control de la "Moniliasis del cacao" Moniliophthora roreri (Cif & Par) Evans con Trichoderma sp., bajo condiciones de campo en
Tingo María.

Tesis para optar el título de Ingeniero
Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Agronomía.
Departamento Académico de Ciencias Agrarias. Tingo María - Perú.
Disponible en: http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/83/AGR- 526.pdf?
sequence=1&isAllowed=y
MINAG. 2010. Producción de cacao en el Perú.
Melnick, R.L; Suárez, C.; Bailey, B.A.; Backman, P.A. 2011. Isolation of endophytic endospore-forming bacteria from Theobroma cacao as potential biological control agents of cacao diseases. Biological Control (57)3: 236- 245. Miranda. 2015. Proyecto mejoramiento capacidades técnico productivo del cacao.
57
Mondino, P.; Silvana, V. 2006. Control biológico de patógenos en plantas. Editorial. Facultad de Agronómica Universidad de la Republica. Montevideo, Uruguay.
p 158.
Moreira, R.F.C. 2006.
Estrutura
genética de populações de Crinipellis perniciosa e Moniliophthora roreri utilizando marcadores RAPD e SSR.
Tese Eng. Agr. São Paulo, Brasil. Universidade Estadual Paulista. 117 p.
Municipalidad distrital de Irazola. 2013. Evaluación de las principales áreas de cacao injertadas mediante apoyo por instituciones públicas y privadas en la zona de san Alejandro. DOC. Base de datos, M.D.I. Ucayali, Pucallpa, Perú.
Murrieta-Medina, E.; Palma-Moscoso, H. S.f. Manejo integrado de la monilia en el cultivo de cacao. USAID.
https://issuu.com/comunicacionesalianzacacaoperu/docs/manual_mip_
monilia
Navarro,
M.; Mendoza, I. 2006. Cultivo del cacao en sistemas agroforestales. Guía técnica para promotores.
Río San Juan, NI. 67
p.
Phillips-
Mora, W. 2006. La moniliasis del cacao: un enemigo que podemos y debemos vencer. En: Taller regional andino de aplicación tecnológica en el cultivo de cacao. Quevedo, Ecuador.
p. 21-25.
Phillips-Mora, W.; Aime, M.C.;
Wilkinson, M.J. 2007. Biodiversity and biogeography of the cacao (Theobroma cacao) pathogen Moniliophthora roreri in tropical America. Plant
Pathology 56: 911–922.
Paredes, M. 2003. Manual del cultivo del cacao.Consultado.19.jun.2017. Perú.
58 Peñaherrera Villafuerte, S.; Cedeño García, G.; Solórzano Alcívar, F.; Cedeño García, G.; Terrero Yépez, P. 2020. Eficacia de mezclas de Trichoderma spp. y aceite de palma en el manejo de Moniliophthora roreri Cif & Par en cacao. Centro Agrícola,
CIAP, UCLV, 2020 | RNPS 2153 | ISSN papel: 0253-5785 ISSN on line: 2072-2001 Centro Agrícola, CIAP, UCLV, 2020 | RNPS 2153 | ISSN papel: 0253-5785 ISSN on line: 2072-2001. Disponible en: http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v47n2/0253-5785-cag-47-02- 5.pdf
Pérez Vicente, L. 2018.
Moniliophthora roreri H.C. Evans et al. y Moniliophthora perniciosa (Stahel) Aime: impacto, síntomas, diagnóstico, epidemiología y manejo.
Rev. Protección Veg., Vol. 33, No. 1 (enero-abril 2018), ISSN: 2224-4697.
http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v33n1/rpv07118.pdf
Pedraza, L.A.; López, C.E.;
Uribe Vélez, D. 2020. Mecanismos de acción de Bacillus spp. (Bacillaceae) contra microorganismos fitopátogenos durante su interacción con plantas. Acta biol. Colomb., 25(1):112-125,
Enero - Abril 2020. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v25n1/0120-548X- abc-25-01-112.pdf Pérez Calderón, E.D.; Zorrilla Cabrera, J.C. 2017.
Biofungicidas para el control de moniliasis en el cultivo de Theobroma cacao L. clon 575 en la ESPAM MFL.
Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrícola. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta. Disponible en: http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/537/1/TA64.pdf
59
PDA. 2010. Boletín Nº 06: Cultivo de cacao: injertos, poda y fertilización. Proyecto de desarrollo Alternativo –Perú.

Phillips Mora, W. y Cerda Bustillos,
R. 2011.
Catálogo: Enfermedades del cacao en Centroamérica.
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica, 2011.
Disponible en: http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H20-10877.
PDF
PROAMAZONIA (Programa para el Desarrollo de la Amazonía). 2003. Caracterización de las zonas productoras de cacao en el Perú y su competitividad. Lima, Perú. 208 p.
Ramírez Ramírez, J. 2019. Potencial de biocontrol de cepas nativas de Trichoderma spp. sobre la moniliasis (Moniliophthora sp.) del cacao nativo fino de aroma, de la provincia de Bagua, Amazonas – 2017. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo.
Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza de Amazonas. Facultad de Ingeniería y
Ciencias Agrarias.
Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma. Chachapoyas – Perú. Disponible en:
http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1695/Ramirez %20Ramirez%20Jaime.pdf?
sequence=1&isAllowed=y
Reuck, D. 1997. Monilia del cacao. ¿Una amenaza semejante a la escoba de bruja? Revista Café & Cacao: Noticias. 2(1): 1-2.
Romero, C. A. 2016. Estudio del Cacao en el Perú y el Mundo. Ministerio de Agricultura y Riego.
Robles Párraga, B.A. 2008.
Validación de
biopesticidas en base a bacterias epífitas para el control de la moniliasis (Moniliophthora roreri Cif y Par.) en el cultivo de cacao híbrido CCN 51
en Santo Domingo, Provincia Santo
60 Domingo De Los
Tsáchilas.
Tesis para
optar el título de Ingeniero Agropecuario.
Escuela Politécnica del Ejército. Departamento de Ciencias de la Vida. Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias. Santo Domingo –
Ecuador. Disponible en: http://
repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2500/1/T-ESPE- IASA%20II-002061.pdf
Robles, R. 2007. Sistemas agroforestales en cacao. Curso de capacitación Instituto de Cultivos Tropicales. ICT. La banda de Shilcayo – Tarapoto.
Rodríguez,
J.E.; Velandia, J.; Viteri, S.E. 2010.
Evaluación de microorganismos aislados de gallinaza por su potencial para el biocontrol de fusarium (F. oxysporum) en plántulas de uchuva (Physalis peruviana).
Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín 63(2): 5499-5509
Ruiz-Solorzano, J.L. 2017. Evaluación de Trichoderma harzianum para el control de Moniliophthora roreri en cacao; El Tumbador, San Marcos. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Coatepeque. Disponible en:
http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2017/06/17/Ruiz-Jose.pdf
Sánchez Mora, F.D.; Garcés-Fiallos,
F.R. 2012.
Moniliophthora roreri (Cif y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao.
Scientia Agropecuaria 3(2012) 249 – 258.
https://www.redalyc.org/pdf/3576/357633703006.pdf Sánchez, A. 2011. Manual para la producción de un cacao de calidad. Primera edición. Ucayali – Perú. 13 p.
Seng, J.; Herrera, G.; Vaughan, Ch.S.; McCoy, M.
B. 2014.
Use of Trichoderma fungi in spray solutions to reduce Moniliophthora roreri infection of Theobroma
61 cacao fruits in Northeastern Costa Rica.
Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 62 (3): 899-907, September 2014.

Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v62n3/a06v62n3.pdf Shoresh, M., Harman, G.; Mastouri, F. 2010. Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. Phytopathology 48: 21-43. Singh, J.S.; Pandey, V.C.; Singh, D.P. 2011. Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development. Agriculture, Ecosystems and Environment 140(3-4): 339-353.
Somarriba Chavez, E., Quesada Chévere. 2011. La poda de producción del cacao: en seis pasos. Turrialba, CR. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 28 p. Sutherland, J. 2009.
Cocoa Project. Disponible en http://www.uq.edu.au/_school_Science_Lessond/cocoaproj.html. Consultado 28/11/12.
Tiburcio, R.A.; Costa, G.G.L.; Carazzolle, M.F.; Mondego, J.M.
C.; Schuster, S.C.; Carlson J.E.; Guiltinan M.J.; Bailey B.A.; Mieczkowski, P.; Meinhardt L.W.; Pereira G.A.G. 2010.
Genes Acquired by Horizontal Transfer Are Potentially Involved in the Evolution of Phytopathogenicity in Moniliophthora perniciosa and Moniliophthora roreri, Two of the Major Pathogens of Cacao.
Journal of Molecular Evolution 70(1): 85-97.
Tchameni, S.N.; Ngonkeu, M.E.; Begoude, B.A.; Wakam, L.; Fokom, R.; Owona, A.D.; Mbarga, J.B.; Tchana, T.; Tondje, P.R.; Etoa, F.X.; Kuaté, J. 2011. Effect of Trichoderma asperellum and arbuscular mycorrhizal fungi on
62 cacao growth and resistance against black pod disease. Crop Protection 30(10): 1321-1327.
Trinidad, L. 2011. Manual de manejo fisionutricional en los cultivos con énfasis en Cacao y Arroz. Promotor de Química Suiza S.A Tarapoto.
Urquillas,
L. 2004. Inducción de la germinación para mejorar la eficiencia de dos agentes antagónicos para el control de la monilia (Crinipellis roreri) del cacao (Theobroma cacao) (tesis
de Maestría)
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 72
p.
Villavicencio, M.; Jiménez,
M. 2010. Caracterización morfológica, fisiológica y patogénica de Moniliophthora roreri aislados de cinco provincias de la Costa Ecuatoriana. CICYT –ESPOL. Guayaquil, Ecuador. 10
p.
Villamil Carvajal, J.E.; Viteri Rosero, S.E.; Villegas Orozco, W.L. 2015.
Aplicación de antagonistas microbianos para el control biológico de Moniliophthora roreri Cif & Par en Theobroma cacao L. bajo condiciones de campo.
Rev.Fac.Nal.Agr.
Medellín 68(1):7441-7450. 2015. doi: http://dx.doi.org/10.15446/rfnam.v68n1.47830
Villarreal Delgado, M.F.; Villa Rodríguez, E.D.; Cira Chávez, L.A.; Estrada Alvarado, M.I.; Parra Cota, F.I.; De los Santos Villalobos, S. 2018. El género Bacillus como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. Rev. mex. fitopatol vol.36 no.1 Texcoco ene./abr. 2018. https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1706-5 Villares Ledesma, J.D. 2020. Estudio comparativo de Trichoderma harzianum mas Bacillus subtilis para el control de agentes causal en el cultivo de aji
63 (Capsicum annuum) en el canton ventanas. Tesis para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Agraria del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrarias.
Vinale, F.; Sivasithamparam, K.; Ghisalberti, E.; Marra, R.; Woo, L.;
Lorito, M. 2008. Trichoderma–plant–pathogen interactions. Soil
Biology and Biochemistry 40(1): 1-10.
Vinale, F., Marra, R.; Scala, F.; Ghisalberti, L.; Lorito, M.; K.
Sivasithamparam, K. 2006. Major secondary metabolites produced by two commercial Trichoderma strains active againt different
phytopatogens. Letters in Applied Microbiology 43(2): 143-148. Zambrano Valdiviezo, L.J. 2021. Efecto del Bacillus subtilis usado como protectante en el control de enfermedades en el cultivo de pepino (Cucumis sativus), La Troncal, Cañar. Tesis para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Agraria del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrarias. Milagro, Ecuador.
64 ANEXOS
Tabla 8. ANVA para la primera evaluación de mazorcas sanas por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 8,507 3 2,836 99,350 ,000 Error ,343 12 ,029 Total 8,849 15 Tabla 9. ANVA para la segunda evaluación de mazorcas sanas por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 4.637 3 1.546 23.855 0 Error 0.778 12 0.065 Total 5.414 15 Tabla 10. ANVA para la tercera evaluación de mazorcas sanas por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 3.403 3 1.134 20.163 0 Error 0.675 12 0.056 Total 4.078 15

65 Tabla 11. ANVA para la cuarta evaluación de mazorcas sanas por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 7.297 3 2.432 45.428 0 Error 0.643 12 0.054 Total 7.939 15 Tabla 12. ANVA para la quinta evaluación de mazorcas sanas por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 5.945 3 1.982 8.13 0.003 Error 2.925 12 0.244 Total 8.87 15 Tabla 13. ANVA para la sexta evaluación de mazorcas sanas por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 6.108 3 2.036 30.16 0 Error 0.81 12 0.068 Total 6.918 15 Tabla 14. ANVA para la septima evaluación de mazorcas sanas por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 7.417 3 2.472 38.655 0 Error 0.768 12 0.064 Total 8.184 15

66 Tabla 15. ANVA para la primera evaluación de escala de abundancia por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 6,022 3 2,007 32,884 ,000 Error ,732 12 ,061 Total 6,754 15 Tabla 16. ANVA para la segunda evaluación de escala de abundancia por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 4.875 3 1.625 22.543 0 Error 0.865 12 0.072 Total 5.74 15 Tabla 17. ANVA para la tercera evaluación de escala de abundancia por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 6.315 3 2.105 33.457 0 Error 0.755 12 0.063 Total 7.07 15 Tabla 18. ANVA para la cuarta evaluación de escala de abundancia por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 5.257 3 1.752 152.927 0 Error 0.137 12 0.011 Total 5.394 15

67 Tabla 19. ANVA para la quinta evaluación de escala de abundancia por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 3.912 3 1.304 29.947 0 Error 0.523 12 0.044 Total 4.434 15 Tabla 20. ANVA para la sexta evaluación de escala de abundancia por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 3.217 3 1.072 27.822 0 Error 0.463 12 0.039 Total 3.679 15 Tabla 21. ANVA para la septima evaluación de escala de abundancia por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 2.557 3 0.852 15.674 0 Error 0.653 12 0.054 Total 3.209 15 Tabla 22. ANVA para la primera evaluación del porcentaje de incidencia por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 4104.973 3 1368.324 73.577 0 Error 223.165 12 18.597 Total 4328.138 15

68 Tabla 23. ANVA para la segunda evaluación del porcentaje de incidencia por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 3817.167 3 1272.389 65.135 0 Error 234.418 12 19.535 Total 4051.584 15 Tabla 24. ANVA para la tercera evaluación del porcentaje de incidencia por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 4093.115 3 1364.372 51.007 0 Error 320.985 12 26.749 Total 4414.1 15 Tabla 25. ANVA para la cuarta evaluación del porcentaje de incidencia por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 4955.702 3 1651.901 286.757 0 Error 69.128 12 5.761 Total 5024.829 15 Tabla 26. ANVA para la quinta evaluación del porcentaje de incidencia por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 3737.402 3 1245.801 111.044 0 Error 134.627 12 11.219 Total 3872.029 15

69 Tabla 27. ANVA para la sexta evaluación del porcentaje de incidencia por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 3421.722 3 1140.574 45.84 0 Error 298.578 12 24.881 Total 3720.299 15 Tabla 28. ANVA para la septima evaluación del porcentaje de incidencia por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 4186.322 3 1395.441 37.304 0 Error 448.893 12 37.408 Total 4635.214 15 Tabla 29. ANVA para el total de mazorcas sanas por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 288.555 3 96.185 211.589 0 Error 5.455 12 0.455 Total 294.01 15 Tabla 30. ANVA para el total de escala de abundancia por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 199.067 3 66.356 216.819 0 Error 3.672 12 0.306 Total 202.739 15

70 Tabla 31. ANVA para el total del porcentaje de incidencia por planta. Suma de cuadrados gl Media cuadrática F Sig. Tratamientos 3812.165 3 1270.722 717.415 0 Error 21.255 12 1.771 Total 3833.42 15

71

ICONOGRAFIA Figura 15. Aceite agrícola Super Oil, a base de aceite vegetal de soya. Figura 16. Producto comercial Biosafe a base de Bacillus subtilis, solución concentrada. Figura 17. Producto comercial TriSun a base de Trichoderma viride y Trichoderma harzianum, polvo mojable.

72

Hit and source - focused comparison, Side by Side

Submitted text	As student entered the text in the submitted document.
Matching text	As the text appears in the source.