



**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**RESPUESTA DE DIFERENTES DOSIS DE CEPAS DEL
GÉNERO *Trichoderma* spp. EN EL CONTROL BIOLÓGICO
DE LA MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*) DEL CACAO
NATIVO FINO DE AROMA, BAGUA - AMAZONAS - 2018**

AUTOR: Bach. Beimer Chuquibala Checan

ASESOR: Ing. MSc. Santos Triunfo Leiva Espinoza

CO-ASESOR: Ing. MSc. Segundo Manuel Oliva Cruz

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**RESPUESTA DE DIFERENTES DOSIS DE CEPAS DEL
GÉNERO *Trichoderma* spp. EN EL CONTROL BIOLÓGICO
DE LA MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*) DEL CACAO
NATIVO FINO DE AROMA, BAGUA - AMAZONAS - 2018**

AUTOR: Bach. Beimer Chuquibala Checan

ASESOR: Ing. MSc. Santos Triunfo Leiva Espinoza

CO-ASESOR: Ing. MSc. Segundo Manuel Oliva Cruz

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios quien supo guiarme por el buen camino y me otorgó siempre la fuerza y sabiduría, enseñándome a enfrentar las adversidades sin perder nunca la dignidad para cumplir mis metas y llegar a este momento tan especial.

Con todo cariño a mi padre Joel Chuquibala Guayamiz, por el apoyo constante e incondicional durante toda mi etapa universitaria y a la memoria de mi madre Clementina Checan Gaslac aunque ya no esté presente sigue siendo la mayor fuente de inspiración para seguir adelante y cumplir cada una de mis metas trazadas.

A mis hermanos Jean y Mervin por sus consejos, el cariño y apoyo moral que me brindaron, lo cual fue muy importante para llegar a esta etapa de mi vida.

Beimer Chuquibala Checan

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud sincera a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, por los conocimientos adquiridos y por ser parte de mi formación.

Un agradecimiento especial al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES- CES), medio por el cual se ejecuta el proyecto Moniliasis – Cacao.

Al laboratorio de investigación en sanidad vegetal (LABISANV) En especial al ing. Marielita Arce Inga por su apoyo durante toda la ejecución de la presente investigación de tesis.

Un sincero agradecimiento al proyecto “Aplicación de herramientas biotecnológicas para el control de la moniliasis como alternativa de la producción sostenible del cacao nativo fino de aroma en la Provincia de Bagua- Amazonas”. Moniliasis - Cacao – CONTRATO N° 004-2016-INIA-PNIA/UPMSI/IE, por el apoyo financiero.

A todos los docente que laboran en la facultad de Ingenierías y Ciencias Agrarias, y en especial al Ing. Santos Triunfo Leiva Espinoza por su apoyo como asesor y al Ing. Segundo Manuel Oliva Cruz por su apoyo como co-asesor de éste trabajo de investigación.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

RECTOR

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Ing. *MSc.* ERICK ALDO AUQUINIVÍN SILVA

DECANO DE LA FACULTAD

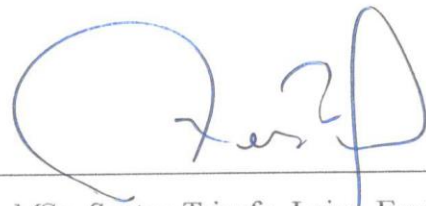
DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

VISTO BUENO DEL ASESOR

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Mg. LEIVA ESPINOZA, Santos Triunfo, profesor nombrado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada: **RESPUESTA DE DIFERENTES DOSIS DE CEPAS DEL GÉNERO *Trichoderma* spp. EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE LA MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*) DEL CACAO NATIVO FINO DE AROMA, BAGUA - AMAZONAS – 2018** del tesista Bach. CHUQUIBALA CHECAN, Beimer, egresado de la carrera profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM.

El docente de la UNTRM que suscribe da su visto bueno para que la tesis mencionada sea presentada al jurado evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

Chachapoyas, 11 de setiembre de 2019.



Ing. MSc. Santos Triunfo Leiva Espinoza.

Asesor

VISTO BUENO DEL CO-ASESOR

Ingeniero Mg. OLIVA CRUZ, Segundo Manuel, Director del Instituto de Investigación para Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES), hace constar que ha asesorado la tesis titulada: **RESPUESTA DE DIFERENTES DOSIS DE CEPAS DEL GÉNERO *Trichoderma* spp. EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE LA MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*) DEL CACAO NATIVO FINO DE AROMA, BAGUA - AMAZONAS – 2018** del tesista Bach. CHUQUIBALA CHECAN, Beimer, egresado de la carrera profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM.

El Director del Instituto de Investigación para Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES), que suscribe da su visto bueno para que la tesis mencionada sea presentada al jurado evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

Chachapoyas, 11 de setiembre de 2019.



Co-Asesor

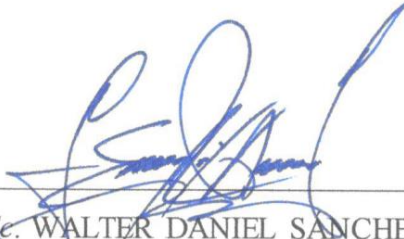
Ing. MSc. Segundo Manuel Oliva Cruz.

JURADO EVALUADOR DE TESIS



Ph.D. LIGIA MAGALI GARCÍA ROSERO

PRESIDENTA



Ing. MSc. WALTER DANIEL SANCHEZ AGUILAR

SECRETARIO



Ing. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ

VOCAL

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO



UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS

Secretaría General
OFICINA DE GRADOS Y TÍTULOS

ANEXO 3-K

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Yo Beimer Chuquibala Checan
identificado con DNI N° 76050636 Estudiante()/Egresado (X) de la Escuela Profesional de
Ingeniería Agrónoma de la Facultad de:
Ingeniería y Ciencias Agrarias
de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

1. Soy autor de la Tesis titulada: RESPUESTA DE DIFERENTES DOSIS DE CCPAS DEL GÉNERO Trichoderma spp EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE LA MONILIASIS (Moniliophthora roreri) DEL CACAO NATIVO FINO DE AROMA BACUA - AMAZONAS 2018 que presento para obtener el Título Profesional de: INGENIERO AGRÓNOMO
2. La Tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, y para su realización se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La Tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La Tesis presentada no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. La información presentada es real y no ha sido falsificada, ni duplicada, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la Tesis para obtener el Título Profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la Tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la Tesis para obtener el Título Profesional haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 09 de agosto de 2019

Firma del(a) tesista



ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



Secretaría General
OFICINA DE GRADOS Y TÍTULOS

ANEXO 2-N

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 11 de Septiembre del año 2019, siendo las 11:00 horas, el aspirante: BEIMER CHURQUIBALA CHECÁN defiende públicamente la Tesis titulada: Respuesta de diferentes dosis de cepas del género Trichoderma s.p.p. en el control biológico de la moniliasis (Moniliophthora roreri) del cacao nativo fino de cacao, Bagua Amazonas -2018. para optar el Título Profesional en INGENIERÍA AGRÓNOMA otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado, constituido por:
Presidente : Ligia Magali García Rosero
Secretario : Walter Daniel Sánchez Aguilar
Vocal : Guillermo Idiaga Vásquez



Procedió el (los) aspirante (s) a hacer la exposición de los antecedentes, contenido de la tesis y conclusiones obtenidas de la misma, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la tesis presentada, los miembros del jurado pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones u objeciones consideran oportunas, las cuales fueron contestadas por el (los) aspirante (s).

Tras la intervención de los miembros del jurado y las oportunas contestaciones del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los miembros del jurado presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el jurado determinará la calificación global concedida a la tesis, en términos de:

Notable o sobresaliente () Aprobado () No apto ()

Otorgada la calificación el presidente del Jurado comunica, en sesión pública, la calificación concedida. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las horas 12:40 del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación del Trabajo de Investigación.

[Signature]
PRESIDENTE

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
VOCAL

OBSERVACIONES:

.....

.....

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	vi
VISTO BUENO DEL CO-ASESOR.....	vii
JURADO EVALUADOR DE TESIS	viii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO	ix
ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS	x
ÍNDICE GENERAL	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RSUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN	17
II. MATERIAL Y MÉTODOS	20
2.1. Lugar de ejecución.....	20
2.1.1. Ubicación geográfica de la investigación	20
2.2. Metodología	22
2.2.1. Diseño de la investigación	22
2.2.2. Población, muestra y muestreo	23
2.3. Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos y procedimiento. 24	
2.3.1. Instrumentos de recolección de datos	24
2.3.2. Unidad experimental.....	24
2.3.3. Características del experimento	25
2.3.4. Descripción de los tratamientos	26

2.3.5.	Tratamiento control (testigo)	26
2.3.6.	Croquis de distribución de tratamientos	27
2.4.	Actividades realizadas	28
2.4.1.	Conteo de conidios	28
2.4.2.	Propagación de cepas nativas de <i>Trichoderma</i> spp.	29
2.4.3.	Ubicación de la parcela experimental.....	30
2.4.4.	Control de malezas y purga	30
2.4.5.	Delimitación del área estudiada y ubicación de letreros	30
2.4.6.	Etiquetado de plantas y frutos.....	31
2.4.7.	Prueba en blanco	31
2.4.8.	Formulación y aplicación de la cepas nativas de <i>Trichoderma</i> spp.	32
2.5.	Variables de estudio	34
2.5.1.	Porcentaje de incidencia	34
2.5.2.	Grado de severidad externa	34
2.5.3.	Eficacia del control biológico	35
2.5.4.	Rendimiento.....	35
III.	RESULTADOS	37
3.1.	Porcentaje de incidencia de la moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>).....	37
3.2.	Grado severidad externa de la moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>).....	40
3.3.	Eficacia del control biológico	41
3.4.	Rendimiento en Kg/Ha.....	43
IV.	DISCUSIÓN	45
V.	CONCLUSIONES	49
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
	ANEXO 1. Resumen de datos.	54
	ANEXO 2. Panel fotográfico.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro ANVA	23
Tabla 2. Características generales del experimento.	25
Tabla 3. Descripción de los tratamientos con códigos de cepas nativa de <i>Trichoderma</i> spp.	26
Tabla 4. Cantidad en gramos preparados de cada una de las cepas, formuladas en sustrato sólido a base de arroz precosido, para la dosis 1.	33
Tabla 5. Cantidad en gramos preparados de todas las cepas de <i>Trichoderma</i> spp., formuladas en sustrato sólido a base de arroz precosido, para la dosis 2.	33
Tabla 6. Cantidad de aceite en ml a utilizar por el total de las cepas conservadas en arroz en gramos, por cada dosis y tratamiento.	33
Tabla 7. Escala de porcentaje y grados de severidad externa.	35
Tabla 8. Análisis de varianza (ANVA) para el porcentaje de incidencia de la moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>).	37
Tabla 9. Análisis de varianza (ANVA) para la variable grado de severidad externa de la moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>).	40
Tabla 10. Análisis de varianza (ANVA) para la variable eficacia del control biológico de las cuatro cepas del género <i>Trichoderma</i> spp. sobre la moniliasis.	42
Tabla 11. Análisis de varianza (ANVA) para la variable de rendimiento del cultivo de CNFA en kg/ha	43
Tabla 12. Matriz general de base de datos para el porcentaje de incidencia de la moniliasis (<i>Moniophthora roreri</i>) del CNFA.	54
Tabla 13. Matriz general de base de datos para el grado de severidad externa con relación al área de tejido afectado por la moniliasis.	55
Tabla 14. Matriz general de base de datos para el porcentaje de eficacia del control biológico de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. a diferentes dosis.	56
Tabla 15. Matriz general de base de datos para el análisis estadístico del rendimiento en kg/ha.	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la parcela experimental en el caserío La Tranquilla, distrito de La Peca, provincia de Bagua, región Amazonas.	21
Figura 2. Esquema de una unidad experimental, mostrando las 16 plantas centrales que fueron evaluadas	25
Figura 3. Croquis de la distribución de los tratamientos del proyecto de investigación en campo definitivo.	27
Figura 4. Porcentaje de incidencia de moniliasis del CNFA. Las barras con letras diferentes, difieren estadísticamente entre sí (Tukey $p < 0,05$).	38
Figura 5. Fluctuación de la incidencia de moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el cultivo de CNFA, con relación al periodo de evaluación en días.	39
Figura 6. Grado de severidad externa de moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) en el CNFA. Las barras con letras diferentes difieren estadísticamente entre sí (Tukey $p < 0.05$).	41
Figura 7. Eficacia de las cuatro cepas del género <i>Trichoderma</i> spp. sobre las moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) del CNFA (Tukey $p > 0.05$).	42
Figura 8. Rendimiento del cultivo de CNFA en Kg/ Ha. Las barras con letras diferentes difieren estadísticamente entre sí. (Tukey $p < 0.05$).	44
Figura 9. Proceso de instalación del proyecto de investigación.	58
Figura 10. Etiquetado de plantas y frutos en la parcela experimental	59
Figura 11. Conteo de esporas de las cuatro cepas de <i>Tichoderma</i> spp. en laboratorio .	59
Figura 12. Proceso de preparación y aplicación de las cuatro cepas a diferentes dosis	60
Figura 13. Evaluación del efecto del hongo antagonista	61
Figura 14. Proceso de cosecha de frutos de cacao	61
Figura 15. Determinación del rendimiento a través del índice de mazorca (IM)	62

RESUMEN

La moniliasis (*Moniliophthora roreri*) es una de las enfermedades más importantes del cacao nativo fino de aroma, en la provincia de Bagua, región Amazonas. Especies del género *Trichoderma* se presentan como una alternativa limpia de control biológico. Las variables evaluadas bajo condiciones de campo fueron: porcentaje de incidencia, grado de severidad, porcentaje de eficacia en el control biológico de cuatro cepas de *Trichoderma* spp. sobre la moniliasis y rendimiento en kg/ha del cultivo; para lo cual se utilizó un Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial: 2A (1.1×10^9 conidios/ml y 1.4×10^9 conidios/ml) x 4B (cepas nativas de *Trichoderma* spp.), se instalaron 8 tratamientos de la combinación de los factores más 1 tratamiento testigo absoluto con tres repeticiones cada uno. El porcentaje de incidencia de la enfermedad fue estadísticamente menor en los tratamientos T6 (CP 53-2 + dosis 2) y T4 (CP 10-3 + dosis 1) con 9.94% y 9.97% con respecto al testigo T0 con 20.32%. El grado de severidad más bajo 28.63%, grado dos (G2), se registró en el T7 (CP 38-2 + dosis 2), comportándose como el mejor. En cuanto al porcentaje de eficacia del control biológico, todos los tratamientos mostraron resultados similares, sin embargo en el tratamiento T6 (CP 53-2 + dosis 2) mostró la mayor efectividad con 51.16% y el más bajo con 45.88% en el T7 (CP 38-2 + dosis 2). El mayor rendimiento de cacao se obtuvo con el tratamiento T6 (CP 53-2 + dosis 2) con 873 kg/ha, superando al testigo T0 por 424 kg. El control biológico con *Trichoderma* spp., es una medida de bajo impacto ambiental, que resulta determinante para mitigar la moniliasis en el cultivo de cacao nativo fino de aroma (CNFA).

Palabras claves: Cepas de *Trichoderma* spp., dosis, cacao nativo, control biológico.

ABSTRACT

Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) is one of the most important diseases of fine native aroma cocoa, in the province of Bagua, Amazonas region. Species of the genus *Trichoderma* are presented as a clean alternative of biological control. The variables evaluated under field conditions were: percentage of incidence, degree of severity, percentage of efficacy in the biological control of four strains of *Trichoderma* spp. on moniliasis and yield in kg / ha of the crop; for which a Randomized Complete Blocks Design (DBC) was used with factorial arrangement: 2A (1.1×10^9 conidia / ml and 1.4×10^9 conidia / ml) x 4B (native strains of *Trichoderma* spp.), 8 treatments of the combination of the factors plus 1 absolute control treatment with three repetitions each. The percentage of disease incidence was statistically lower in treatments T6 (CP 53-2 + dose 2) and T4 (CP 10-3 + dose 1) with 9.94% and 9.97% with respect to the T0 control with 20.32%. The lowest degree of severity 28.63%, grade two (G2), was recorded in T7 (CP 38-2 + dose 2), behaving as the best. Regarding the percentage of effectiveness of the biological control, all the treatments showed similar results, however in the T6 treatment (CP 53-2 + dose 2) the highest effectiveness was shown with 51.16% and the lowest with 45.88% in the T7 (CP 38-2 + dose 2). The highest cocoa yield was obtained with the T6 treatment (CP 53-2 + dose 2) with 873 kg / ha, surpassing the T0 control by 424 kg. Biological control with *Trichoderma* spp., Is a measure of low environmental impact, which is decisive to mitigate moniliasis in the cultivation of fine native aroma cocoa (CNFA).

Key words: *Trichoderma* spp. Strains, dose, native cocoa, biological control.

I. INTRODUCCIÓN

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 y niveles comercializados. Sin embargo, esta producción se vio afectado por la aparición de la enfermedad denominada moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri*) del cacao que trajo como consecuencia pérdidas económicas en más del 90% en áreas cacaoteras a nivel nacional que aunadas a los problemas socio político y de narcotráfico presentes en las zonas productoras de cacao por esos tiempos, trajo como consecuencia el abandono de las plantaciones (Paredes, 2003).

Actualmente, los cultivos de cacao en el Perú se ubican como el segundo cultivo permanente con mayor superficie agrícola, ocupando un total de 144,200 hectáreas, de las cuales la provincia de Bagua, es una de las zonas con mayor área de producción de cacao nativo fino de aroma, en la región Amazonas con 2.124 hectáreas de acuerdo al censo agropecuario del (INEI, 2012).

La Región Amazonas reúne muchas de las condiciones naturales que favorecen el cultivo de cacao como: precipitación entre 1,600 a 2,500 mm distribuidos todo el año, temperatura entre 23 y 32 grados, altura entre 200 y 600 metros, etc. En tal sentido, las principales zonas de producción de cacao son Bagua, Uctubamba y Condorcanqui, todas ellas a menos de 1,000 metros sobre el nivel del mar (PERX, 2007).

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta ancestral que ha llegado a tener gran importancia cultural, ecológica y económica (Ramírez, 2008). Sin embargo se ha vuelto susceptible a sufrir daños fitosanitarios considerables a causa de insectos y hongos (Cerrón, 2012). Este cultivo es afectado por numerosas enfermedades, siendo una de las principales la "Moniliasis" causada por el hongo *Moniliophthora roreri* (Cif. & Par Evans), enfermedad que afecta exclusivamente a los frutos en sus diferentes estados de desarrollo, ocasionando cuantiosas pérdidas económicas que afectan al agricultor llegando a pérdidas anuales de 20 a 90% (Soberanis, 2009). A su vez, la intensidad de la moniliasis, varía según la zona y época del año, de acuerdo a las condiciones climáticas (Sánchez y Garcés, 2012).

Durante muchos años se dijo que la moniliasis se detectó en el año de 1914 en Ecuador, pero recientes estudios mencionan que el origen de esta grave enfermedad se dio en Colombia hacia el año 1800; desde entonces se ha dispersado a 11 diferentes países sur y centroamericanos productores de cacao (Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Venezuela, Panamá, Costa Rica, Honduras, Guatemala, Belice y México), ocasionando pérdidas superiores al 90% de la producción y el abandono del cultivo por miles de productores a lo largo del continente americano (Ramírez, 2008).

El control de enfermedades en diversos cultivos se hace en su mayoría por métodos de origen químico, los cuales para productores con cultivos de pequeña escala comercial resultan muy costosos y por ende poco asequibles (Acosta y Villa, 2016). El control biológico como manejo integrado de plagas (MIP) es una de las técnicas que se ha venido desarrollando satisfactoriamente; además, es una de las soluciones más sostenibles, de la cual se ha encontrado una alta eficiencia para el control de enfermedades del cacao, mediante el empleo de hongos parasíticos (Mejía *et al.*, 2018). Uno de los géneros sobre el cual se han reportado estudios de los efectos en moniliasis y escoba de bruja es *Trichoderma* spp., del que se ha documentado su antagonismo frente a algunos hongos Fitopatógenos, ya que tiene la capacidad de suprimir las enfermedades causadas por estos (Tirado *et al.*, 2016).

El hongo *Trichoderma* es uno de los agentes de mayor uso en programas de control biológico como reguladores de fitopatógenos (Vinale *et al.*, 2008). Se ha reportado el uso de *Trichoderma* en una diversidad de cultivos de importancia agrícola, como el cacao (*Theobroma cacao* L.) utilizado como un biocida para el biocontrol de *Crinipellis pernicioso* y *M. roreri* que causan enfermedades del cacao (Cuervo *et al.*, 2014). *Trichoderma* produce tres tipos de propágulos: hifas, clamidosporas y conidios, las cuales son activas contra fitopatógenos en diferentes fases de ciclo de vida, desde la germinación de la espora hasta la esporulación, además ésta reúne una serie de características en su interacción directa con el patógeno, que hace de este organismo un buen agente antagonista de hongos causantes de enfermedades en los cultivos (López *et al.*, 2017). Todo organismo que se opone de alguna manera a la acción, presencia o supervivencia de otro, se considera que es un organismo antagonista (Infante *et al.*, 2009).

En este contexto, como una alternativa para mitigar la moniliasis del cacao de la provincia de Bagua, Región Amazonas, se evaluó la respuesta de diferentes dosis de cepas del género *Trichoderma* spp. en el control biológico de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del cacao nativo fino de aroma. Observando además que el uso de estos microorganismo en la agricultura, como propuesta de control biológico, es la más amigable con el medio ambiente, debido a que no deja residuos tóxicos en el suelo, frutos y plantas que puedan afectar a la salud humana y a la contaminación del medio ambiente. Por consiguiente, se busca mejorar el índice de producción a través de la presente investigación y disminuir los daños causados por la moniliasis, contribuyendo así a mejorar el nivel de ingresos económicos de las familias cacaoteras de la región Amazonas.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

2.1.1. Ubicación geográfica de la investigación

El proceso de ejecución y evaluación del presente proyecto de investigación sobre la “respuesta de diferentes dosis de cepas del género *Trichoderma* spp. en el control biológico de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del cacao nativo fino de aroma” se llevó a cabo durante los meses de setiembre del año 2018 hasta el mes de mayo del 2019, en el caserío La Tranquilla perteneciente al distrito de La Peca de la provincia de Bagua, región Amazonas a una altura de 1060 m.s.n.m. geográficamente las coordenadas de la finca son:

- Latitud este: 786024
- Latitud norte: 9377170



Figura 1. Mapa de ubicación de la parcela experimental en el caserío La Tranquilla, distrito de La Peca, provincia de Bagua, región Amazonas.

2.2. Metodología

2.2.1. Diseño de la investigación

La presente investigación fue de tipo experimental, para la cual se utilizó un diseño estadístico en Bloques Completo al Azar (DBCA) de arreglo factorial: 2A (dosis de *Trichoderma* spp.) x 4B (cepas nativas de *Trichoderma* spp.) se instaló 9 tratamientos (8 tratamientos de la combinación de los factores más 1 tratamiento testigo) con 3 repeticiones (bloques) cada uno, haciendo un total de 27 unidades experimentales (cada unidad experimental estuvo representado por 64 plantas). Para el análisis estadístico se utilizó el software infostat.

Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varphi_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Representa la respuesta obtenida en la unidad experimental correspondiente al k-ésimo bloque a la cual se le aplicó el i-ésimo nivel del factor A, con el j-ésimo nivel del factor B.

μ = Representa a la media poblacional a estimar a partir de los datos del experimento

α_i = Es el efecto del i-ésimo nivel del factor A.

β_j = Es el efecto del j-ésimo nivel del factor B.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Es el efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor A con j-ésimo nivel del factor.

φ_k = Es el efecto del k-ésimo bloque.

ϵ_{ijk} = Es el efecto aleatorio de variación.

Para $i= 1, 2$, niveles del factor A (dosis de *Trichoderma* spp.), $j= 1, 2, 3, 4$ niveles del factor B (cepas nativas de *Trichoderma* spp.), $k=1, 2, 3$ bloques.

Tabla 1. Cuadro ANVA

F de V	Gl	SC	CM	F
Tratamientos	ab-1	T_{yy}	T	T/E
A	a-1	A_{yy}	A	A/E
B	b-1	B_{yy}	B	B/E
AB	(a-1)(b-1)	AB_{yy}	AB	AB/E
Bloques	r-1	R_{yy}	R	R/E
Error	(ab-1)(r-1)	E_{yy}	E	
Total	abr-1	W_{yy}	W	

Fuente: Cuadro ANVA (Torres, 2013)

2.2.2. Población, muestra y muestreo

Población

La población estudiada estuvo conformada por un total de 1728 plantas con un promedio de 30 años de edad, para evaluar la respuesta de diferentes dosis de cepas del género *Trichoderma* spp. en el control biológico de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del CNFA, en el presente trabajo de investigación.

Muestra

La muestra estuvo conformado por 432 plantas de cacao nativo fino de aroma, tomando 16 plantas centrales de todos los tratamientos, como se muestra en la Figura 2.

Muestreo

El muestreo fue de tipo estratificado.

2.3. Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos y procedimiento.

2.3.1. Instrumentos de recolección de datos

El instrumento se utilizó para la recolección de datos fue la cartilla de evaluación, el cual estuvo conformado por una serie de parámetros de evaluación, orientados a determinar el porcentaje de incidencia y severidad externa de la mazorca del CNFA.

Procedimiento

Se ha realizado un control de malezas a toda la parcela experimental y una poda fitosanitaria antes de la ejecución del proyecto como habitualmente suelen trabajar los propietarios en su parcela de cacao correspondiente; posteriormente se realizó la eliminación de todos los frutos enfermos, frutos que no cumplieron con el requerimiento para realizar la investigación o frutos pertenecientes a la campaña anterior. Posteriormente se indentificó a todos los frutos con una dimensión longitudinal de 8 a 12 cm y fueron etiquetados (a lo que denominamos generación), luego fueron tratados a través de la aplicación de la cepas nativas de *Trichoderma* spp. a diferentes dosis periódicamente cada 15 días durante todo el ciclo productivo del cultivo.

2.3.2. Unidad experimental

La unidad experimental estuvo constituida por una parcela bruta y una parcela neta. La parcela bruta fue representada por 64 plantas, de los cuales se tomaron las 16 centrales (parcela neta) en los cuales se realizó todas las evaluaciones propuestas en la investigación. La unidad experimental abarcó un área de 576 m².

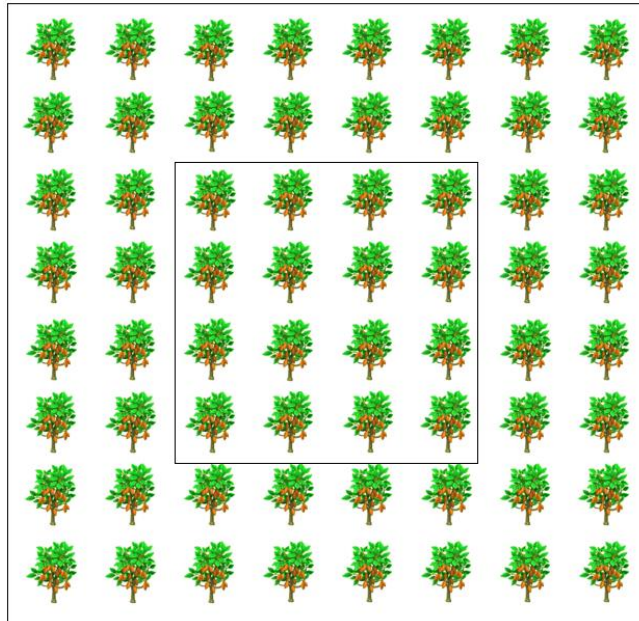


Figura 2. Esquema de una unidad experimental, mostrando las 16 plantas centrales que fueron evaluadas

2.3.3. Características del experimento

Tabla 2. Características generales del experimento.

Diseño en bloques completos al azar con arreglo factorial	
Bloques	3
Tratamientos por bloque	9
N° total de unidades experimentales	27
Área de la unidad experimental	576 m ²
Plantas por bloque	576
Número total de plantas a evaluar	432
Factores	Dosis
	Cepas de <i>Trichoderma</i> spp.

Fuente: Elaboración propia

2.3.4. Descripción de los tratamientos

Tabla 3. Descripción de los tratamientos con códigos de cepas nativa de *Trichoderma* spp.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T0	Testigo absoluto
T1	CP 10-3 + dosis 1
T2	CP 53-2 + dosis 1
T3	CP 24-6 + dosis 1
T4	CP 38-2 + dosis 1
T5	CP 10-3 + dosis 2
T6	CP 53-2 + dosis 2
T7	CP 24-6 + dosis 2
T8	CP 38-2 + dosis 2

Fuente: Elaboración propia

2.3.5. Tratamiento control (testigo)

En cuanto al tratamiento control testigo, no se aplicó ningún tipo de control y estuvo distribuido en cada uno de los bloques. El testigo determinó la existencia de efectos entre los tratamiento

2.3.6. Croquis de distribución de tratamientos

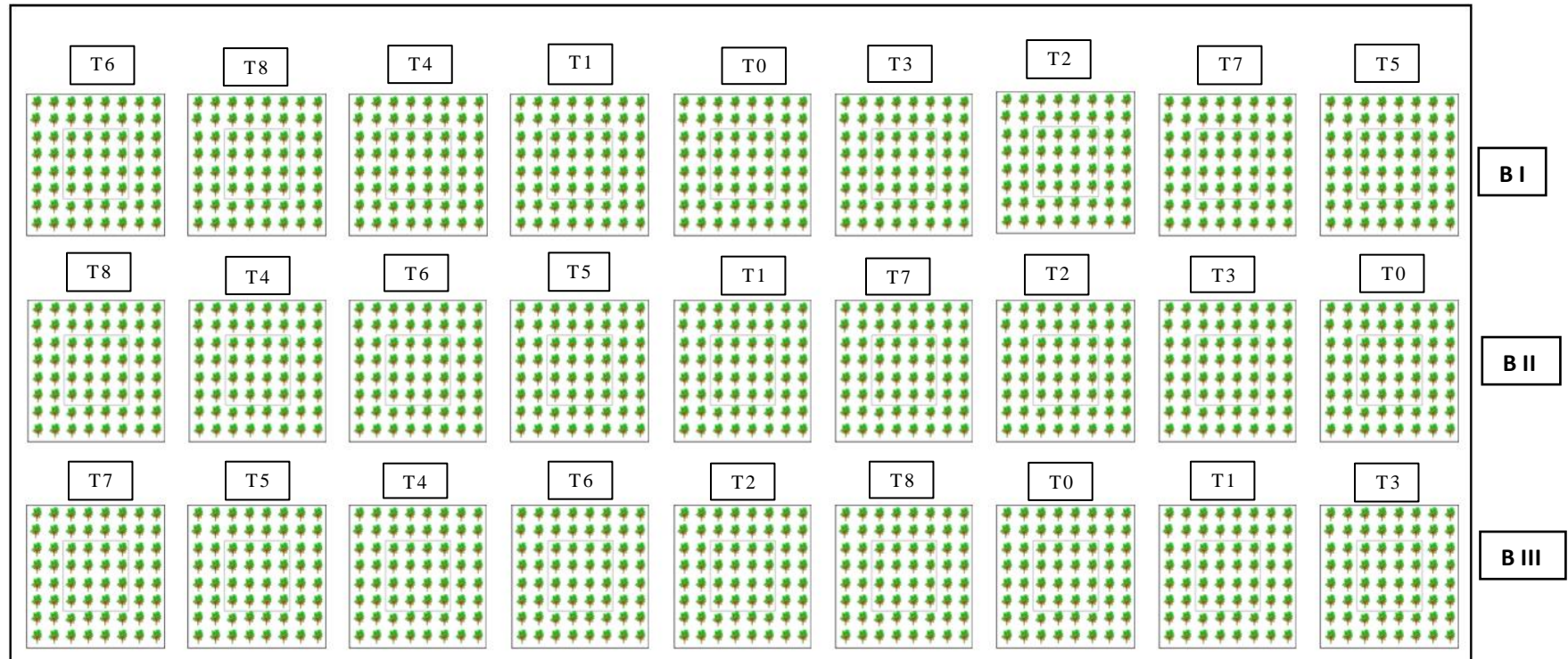


Figura 3. Croquis de la distribución de los tratamientos del proyecto de investigación en campo definitivo.

2.4. Actividades realizadas

2.4.1. Conteo de conidios

El conteo de conidios fue realizado a nivel de laboratorio previa ejecución de la investigación, con la finalidad de conocer y establecer las dos concentraciones de conidios, las cuales representaron las dos dosis. Cabe mencionar que el conteo de conidios se ha realizado cuando las cepas del hongo *Trichoderma* spp. se encontraba en medio de cultivo sólido a base de arroz, lo cual se ha realizado teniendo en cuenta la siguiente metodología:

- Se preparó la solución madre, la cual estuvo formada por 1 gramo de arroz (contenido en el arroz el hongo de interés) más 1 ml de Twin 80 al 0.1 % y se aforó a 100 ml con agua destilada estéril en el matraz Erlenmeyer.
- Una vez obtenida los 100 ml de solución madre, se procedió a desprender las esporas utilizando un vortex.
- Con una pipeta Pasteur se pasó 1 ml de la solución madre al tubo de ensayo que pertenecía a la dilución 10^{-1} . de la misma forma se ha pasado 1 ml de la solución madre hasta llegar al tubo de ensayo que pertenecía a la dilución 10^{-4} .
- Posteriormente haciendo uso de una pipeta Pasteur, hemos tomado una alícuota de la dilución para cargar la cámara de Neubauer.
- Hemos dejado que las esporas se precipiten durante 2 minutos, luego hemos realizado el conteo de los conidios en el microscopio.

Se ha observado todas las diluciones para trabajar con la dilución que presenta una mayor homogeneidad en cantidad de conidios en los 5 cuadrantes de la cámara de Neubauer. Este proceso se ha realizado para todas las cepas con las que hemos trabajado en la investigación, determinando así en número de conidios contenidos en un gramo de arroz disuelto en 100 ml de solución (agua destilada estéril + Twin).

La concentración de conidios en ml^{-1} se determinó mediante la siguiente fórmula propuesta por Reyes *et al.* (2016)

$$C = (Cc) (4 \times 10^6) (Fd / 80)$$

Dónde:

C = Concentración (conidios. MI^{-1})

Cc = Promedio de conidios contados en la cámara de Neubauer

Fd = Factor de dilución

De tal forma hemos determinado las 2 dosis que se ha utilizado en el presente trabajo, las cuales son: 1.1×10^9 y 1.4×10^9 conidios contenidos en 100 ml de solución madre, detallado con antelación.

2.4.2. Propagación de cepas nativas de *Trichoderma* spp.

Todo el procedimiento para la propagación de las cuatro cepas nativas del hongo antagonista pertenecientes al género *Trichoderma* spp. se realizó en el laboratorio de investigación en sanidad vegetal (LABISANV) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Método de preparación para 300 g.

- Se pesó 300 g de arroz y se colocó en 2 bandejas de plástico de tamaño módico (150 g de arroz en cada bandeja)
- Se vertió a las bandejas de plástico, agua en estado de ebullición y se dejó reposar por un tiempo de 4 horas.
- Luego se extrajo toda el agua de los recipientes, obteniendo así 2 bandejas arroz precosido, los cuales fueron colocados en 2 matraz Erlenmeyer y fueron autoclavados a $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ por un lapso de tiempo de 25 minutos.
- En la cámara de flujo laminar se colocó los 2 matraz luego se aplicó rayos ultra violeta (uv) por 25 minutos.
- Teniendo el hongo *Trichoderma* spp. previamente reactivado en placas con PDA (papa dextrosa agar) de 90 milímetros de diámetro, se procedió a cortar el medio de la placa haciendo uso de un sacabocado para colocar en un matraz 3 discos de PDA y en otro matraz 6 discos, para obtener las dos concentraciones que representaron las dos dosis.

- Finalmente se cerraron los matrazes y se colocaron en la microonda a una temperatura de 28 ° C por 15 días. Luego se sellaron en bolsas de polietileno de acuerdo a las cantidades requeridas por cada cepa y dosis para la aplicación.

2.4.3. Ubicación de la parcela experimental

El presente proyecto de investigación sobre “respuesta de diferentes dosis de cepas del género *Trichoderma* spp. en el control biológico de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del cacao nativo fino de aroma” estuvo ubicado en la parcela del señor Roberto Paisic, en el caserío La Tranquilla, distrito La Peca, provincia de Bagua de la región Amazonas; la parcela fue seleccionada debido que cumplía con los parámetros necesarios para la ejecución de la investigación, estos parámetros fueron: Área, densidad de planta, edad del cultivo, altura de la planta y topografía del terreno.

2.4.4. Control de malezas y purga

El control de malezas se realizó a todo el área que abarcan todas las unidades experimentales, previa ejecución de la presente investigación; mencionada actividad se ha realizado de forma manual haciendo uso de machetes, pala, etc.

La purga se realizó de forma manual, haciendo la recolección de todos los frutos enfermos, maduros o cualquier fruto perteneciente a la campaña anterior, en toda el área experimental.

2.4.5. Delimitación del área estudiada y ubicación de letreos

Luego de ubicar la parcela experimental y realizar las actividades de purga y control de malezas, se procedió a delimitar las 27 unidades experimentales (tratamiento) distribuidas en 3 bloques, esta actividad se llevó a cabo circulando con cinta peligro 64 plantas de cacao por cada tratamiento (tratando de obtener una parcela de forma cuadrada que conformaron 8 plantas por cada lado), en las cuales se ha evaluado la respuesta de diferentes dosis de cepas del género *Trichoderma* spp. en el control biológico de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del CNFA. Para realizar correctamente

la delimitación de toda el área que abarca el experimento nos hemos basado en el croquis de distribución de los tratamientos diseñado con anticipación (Ver figura 2).

Se ubicó los letreros de los 9 tratamientos (T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8), en los tres bloques correspondientes; de la misma forma se instaló los letreros de los tres bloques (BI, BII, BIII) y el letrero general de la parcela experimental.

2.4.6. Etiquetado de plantas y frutos

a) Etiquetados de plantas

El etiquetado de se realizó a las 16 plantas centrales de cada una de las unidades experimentales, para lo cual se utilizaron etiquetas elaboradas de plástico de tamaño considerable (20 cm x 10 cm), estas etiquetas fueron enumeradas del 1 al 16, luego perforadas y sujetadas con hilo a las 16 plantas de interés.

b) Etiquetado de frutos

Para esta actividad se utilizó etiquetas de plástico de 4 x 8 cm, estas fueron de diferentes colores para etiquetar las 6 generaciones evaluadas. Haciendo uso de un hilo, las etiquetas fueron atadas en el pedúnculo de cada fruto perteneciente a cada generación. Cabe mencionar que los requerimientos para que un fruto fuera etiquetado fue contar con medidas longitudinales entre 8 a 12 cm y estar completamente sano. Esta actividad se ha realizado periódicamente cada 15 días.

2.4.7. Prueba en blanco

Para dosis 2

Para realizar la prueba en blanco, hemos aforado con agua una mochila fumigadora manual de 20 litros de capacidad con boquilla de cono hueco, luego se aplicó (asperjó) a 30 plantas, teniendo en cuenta el tronco, los frutos etiquetados y toda la copa; se anotó el volumen de agua gastado para dividirla entre el número de plantas aplicadas, de esta forma se obtuvo el volumen gastado por planta. Este proceso fue repetido tres veces; los promedios de las tres veces fueron sumados y promediados, de tal forma se obtuvo la dosis 2 (350 ml/planta).

Para dosis 1

Para realizar la prueba en blanco, hemos aforado con agua una mochila fumigadora manual de 20 litros de capacidad con boquilla de cono hueco, luego se aplicó (asperjó) a 30 plantas de la misma forma que se aplicó en la dosis 2 más la proyección de la copa; se anotó el volumen de agua gastado para dividirla entre el número de plantas aplicadas, de esta forma se obtuvo el volumen gastado por planta. Este proceso fue repetido tres veces; los promedios de las tres veces fueron sumados y promediados, de tal forma se obtuvo la dosis 1 (400 ml/planta).

2.4.8. Formulación y aplicación de la cepas nativas de *Trichoderma* spp.

Formulación

Todas las cepas nativas del género *Trichoderma* spp. fueron propagadas en el laboratorio de investigación en sanidad vegetal (LABISANV) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, así mismo fueron empaquetadas y selladas en bolsas de polietileno de acuerdo a la cantidad requerida por cada cepa y dosis; luego se trasladó en coolers hasta el lugar de aplicación.

La formulación del biopreparado se realizó teniendo en cuenta la metodología de SENASA (2014).

- En un balde transparente se vertió agua y se corrigió el pH con un ablandador de agua, hasta obtener un pH de 6 a 7, debido a que es el óptimo para la preparación del caldo antagonista.
- Luego se abrió la bolsa de arroz que contenía las cepas nativas de *Trichoderma* spp., y se vertió aceite agrícola vegetal y se frotó con la mano por encima de la bolsa para desprender los conidios adheridas al arroz (la cantidad de aceite se muestra en las tablas siguientes, por cepa y dosis).
- Posteriormente se vertió en la bolsa 1 litro de agua con pH corregido y se frotó con las manos para lavar y desprender los conidios y luego se filtró a un recipiente con la ayuda de un colador; este proceso se ha repetido 3 veces con finalidad de lavar bien el arroz.

- El biopreparado se dejó reposar como mínimo 6 horas a temperatura ambiente para su posterior aplicación.

Tabla 4. Cantidad en gramos preparados de cada una de las cepas, formuladas en sustrato sólido a base de arroz precosido, para la dosis 1.

CODIGO	DOSIS 1	g de arroz/ para 100 ml	g de arroz/ para 400 ml	gr de arroz / 192 plantas o cepa	L/ 192 plantas
CP10-3	1.1x10 ⁹ conidios en 100 ml.	2.7	10.8	2073.6	76.8
CP53-2		2.5	10	1920	76.8
CP24-6		1	4	768	76.8
CP38-2		1.7	6.8	1305.6	76.8

Tabla 5. Cantidad en gramos preparados de todas la cepas de *Trichoderma* spp., formuladas en sustrato sólido a base de arroz precosido, para la dosis 2.

CODIGO	DOSIS 2	g de arroz/ para 100 ml	g de arroz/ para 350 ml	gr de arroz / 192 plantas o cepa	Lts/ 192 plantas
CP10-3	1.4x10 ⁹ conidios/ 100 ml.	2.7	9.45	1814.4	67.2
CP53-2		2.5	8.75	1680	67.2
CP24-6		1	3.5	672	67.2
CP38-2		1.7	5.95	1142.4	67.2

Tabla 6. Cantidad de aceite en ml a utilizar por el total de las cepas conservadas en arroz en gramos, por cada dosis y tratamiento.

Dosis	Cepas	Litros/cepa	Gramos de arroz/cepa	Aceite/cepa en ml
Dosis 2	CP10-3	67.2	1814.4	113.4
	CP53-2	67.2	1680	105
	CP24-6	67.2	672	42
	CP38-2	67.2	1142.4	71.4
Dosis 1	CP10-3	76.8	2073.6	129.6
	CP53-2	76.8	1920	120
	CP24-6	76.8	768	48
	CP38-2	76.8	1305.6	81.6

Aplicación de cepas nativas de *Trichoderma* spp.

La aplicación de *Trichoderma* spp., en las unidades experimentales correspondientes se realizaron cada 15 días de acuerdo a la calendarización ya establecida, se utilizó una asperjadora manual (boquilla de cono hueco) de 20 litros de capacidad.

Para la dosis 1 se aplicó 400 ml por planta (la aplicación se realizó a todo el árbol), a una concentración de 1.1×10^9 conidios/ml mientras que para la dosis 2 se aplicó 350 ml por planta, la aplicación se realizó de la misma forma que en la dosis 1 más a la proyección de la copa, a una concentración de 1.4×10^9 conidios/ml.

2.5. Variables de estudio

2.5.1. Porcentaje de incidencia

La presente variable de incidencia se evaluó periódicamente cada 15 días luego de cada aplicación del biopreparado a base de *Trichoderma* spp., para lo cual nos hemos basado en la calendarización establecida con anticipación. La evaluación se realizó a los frutos etiquetados de las 16 plantas centrales de cada unidad experimental, esta actividad se realizó quincenalmente por un periodo de dos meses y medio cada generación, haciendo un total de 5 evaluaciones por generación de frutos etiquetados.

Para determinar el porcentaje de incidencia de cada uno de los tratamientos tratados con las cepas de *Trichoderma* spp. a diferentes dosis, nos hemos basado en la fórmula de Cárdenas *et al.* (2017)

$$\text{INCIDENCIA} = \frac{\text{Número de frutos enfermos}}{\text{Total de frutos evaluados}} \times 100$$

2.5.2. Grado de severidad externa

La severidad externa se evaluó en las 16 plantas centrales, cuando todos los frutos etiquetados de cada generación alcanzaron su madurez de cosecha (última evaluación), se evaluó primero en base al porcentaje de tejido afectado en el fruto y luego mediante la sumatoria de los grados de daño en porcentaje sobre el número total de datos sumados. Realizado todo el

proceso mencionado se obtuvo los datos y fueron catalogados en grado de acuerdo al porcentaje obtenido.

Para otorgar el grado de severidad nos hemos basado en los grados de severidad establecidos por Cárdenas y Giraldo (1986).

Tabla 7. Escala de porcentaje y grados de severidad externa.

Porcentaje de tejido afectado	Grado de daño
0%	0
1-25%	1
26- 50%	2
51-75%	3
76-100 %	4

2.5.3. Eficacia del control biológico

La eficacia del control biológico de la presente investigación se obtuvo a través de la incidencia de moniliasis de acuerdo a los tratamientos en relación al tratamiento control testigo en cada uno de los bloques. Para lo cual se determinó utilizando la fórmula del porcentaje de eficacia de control biológico adaptada de Abbott (1925).

$$E = (\% \text{ IFSAT} - \% \text{ IFCAT} / \text{ IFSAT}) \times 100$$

Donde:

E= eficacia (%)

% IFSAT= % de incidencia final sin aplicación de *Trichoderma* spp.

IFCAT= % de incidencia final con aplicación de *Trichoderma* spp.

2.5.4. Rendimiento.

Para determinar el rendimiento del cultivo de cacao nativo fino de aroma se utilizó en índice de mazorca propuesto por Sánchez *et al.* (2014).

Índice de mazorca.

Índice de mazorcas (IM). Se refiere al número de mazorcas necesarias para obtener un kg de cacao seco al 7% de humedad. Se determinó aplicando la fórmula: $IM = (N^{\circ} \text{ mazorcas} \times 1000) / (\text{Peso en gramos de las almendras secas de } N^{\circ} \text{ mazorcas})$. Para obtener este parámetro, se cosechó al azar una muestra de diez mazorcas maduras y totalmente sanas por cada una de las unidades experimentales incluyendo el testigo, cuyas almendras fueron sometidas al proceso de fermentación, luego fue secado hasta obtener una humedad de 7 % para ser pesados.

Los resultados fueron extrapolados para obtener el rendimiento por hectárea de CNFA.

III. RESULTADOS

3.1. Porcentaje de incidencia de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*)

En la tabla 8, se muestra el análisis de varianza (ANVA) al 5% de significancia, para la variable porcentaje de incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), donde se observa diferencia significativa entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 13.86 %.

Tabla 8. Análisis de varianza (ANVA) para el porcentaje de incidencia de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*).

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	4,312	2	2,156	0,849	0,446
Tratamientos	265,901	8	33,238	13,095	0,000
A	0,090	1	0,090	0,035	0,853
B	0,268	3	0,089	0,035	0,991
A*B	2,707	3	0,902	0,356	0,786
Error	40,610	16	2,538		
Total	310,822	26			

C.V = 13.86 %

En la figura 4, se muestra la diferencia entre tratamientos en el porcentaje de incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), formando 2 grupos estadísticos; donde el tratamiento testigo absoluto (T0) obtuvo el mayor porcentaje de incidencia de moniliasis con 20.32 %, con respecto a los demás tratamientos, el cual forma el grupo A. Por el contrario el tratamiento T6 (CP 53-2 + dosis 2) fue el que mostró la mayor reducción del porcentaje de incidencia de moniliasis en el cultivo de cacao nativo fino de aroma con relación al testigo absoluto, formando un solo grupo homogéneo (grupo B) con los tratamientos T4 (CP 38-2 + dosis 1), T3 (CP 24-6 + dosis 1), T5 (CP 10-3 + dosis 2), T8 (CP 38-2 + dosis 2), T2 (CP 53-2 + dosis 1), T1 (CP 10-3 + dosis 1) Y T7 (CP 24-6 + dosis 2).

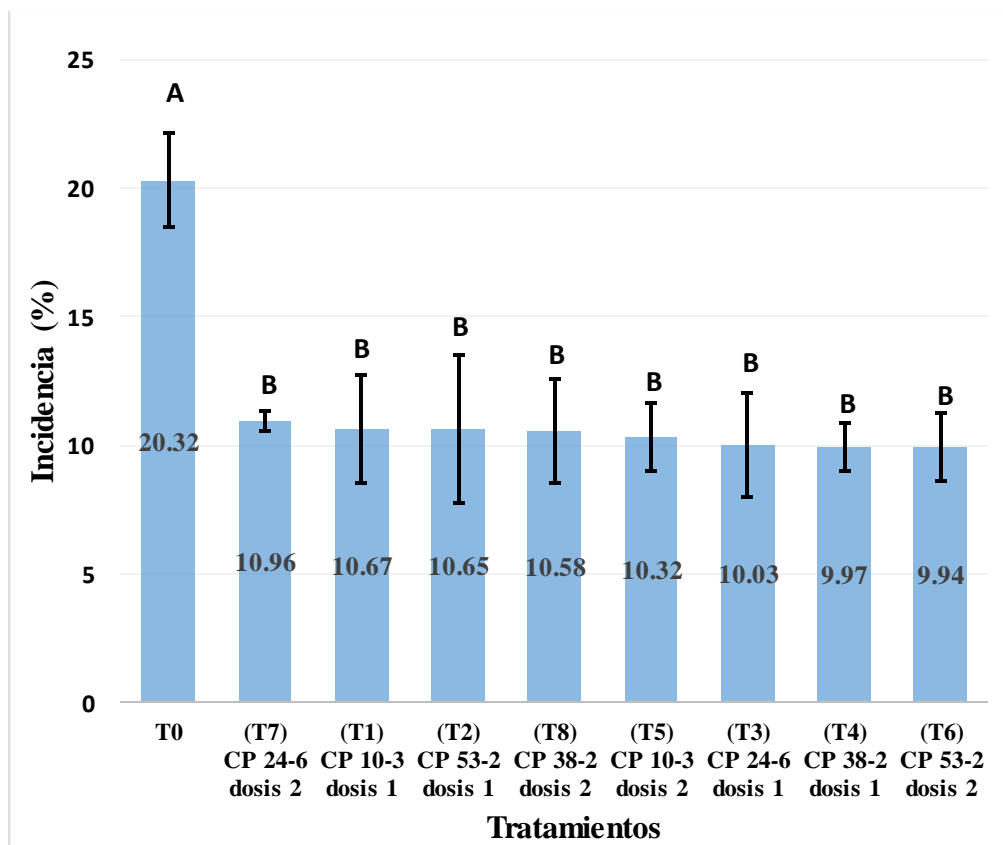


Figura 4. Porcentaje de incidencia de moniliasis del CNFA. Las barras con letras diferentes, difieren estadísticamente entre sí (Tukey $p < 0,05$).

En la Figura 5, se muestra la fluctuación de la moniliasis que se observó durante el periodo de evaluación (días), donde el tratamiento testigo absoluto T0 presentó el mayor porcentaje de incidencia entre el día 90 y el día 105, con un porcentaje de 9.33, mostrándose como la fluctuación más alta con respecto a los demás tratamientos, el T1 (CP 10-3 + dosis 1) y el T8 (CP 38-2 + dosis 2) mostraron su pico más alto entre los días 75 y 90 alcanzando un 6.67% respectivamente, el T2 (CP 53-2 + dosis 1), T3 (CP 24-6 + dosis 1), T5 (CP 10-3 + dosis 2) y el T7 (CP 24-6 + dosis 2) obtuvieron la mayor incidencia en los días 75 y 105 donde alcanzó un 6.00% para los cuatro tratamientos, el T6 (CP 53-2 + dosis 2) indica la mayor incidencia en el día 90 y el día 105 con 5.67% y el T4 (CP 38-2 + dosis 1) muestra mayor incidencia entre los días 90 y 105 con un 5%, el cual indica una menor fluctuación de moniliasis con respecto a todos los demás tratamientos.

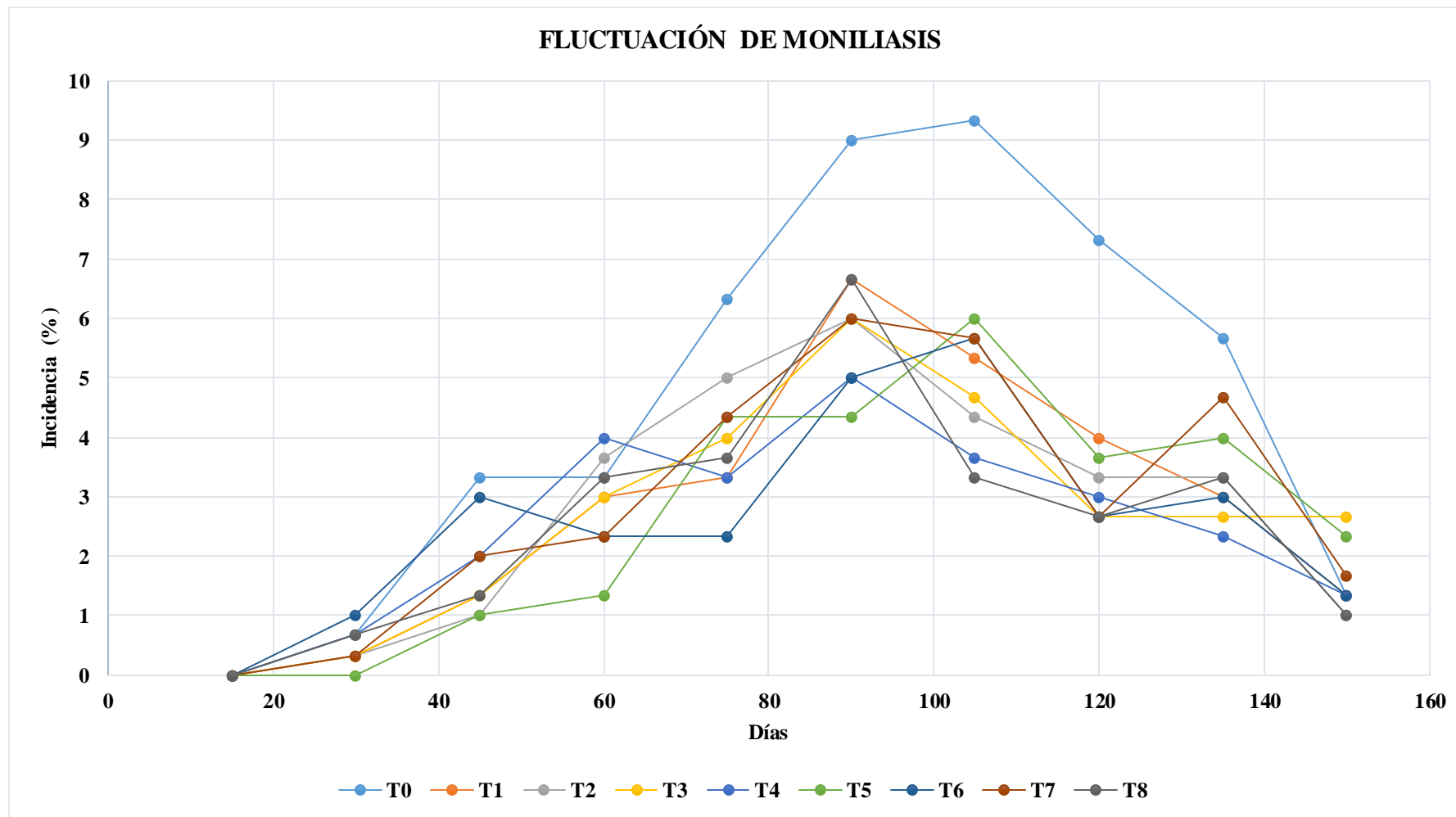


Figura 5. Fluctuación de la incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de CNFA, con relación al periodo de evaluación en días.

3.2. Grado severidad externa de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*)

En la tabla 9, se muestra el análisis de varianza (ANVA) al 5% de significancia, para la variable grado de severidad externa de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), donde se evidencia que existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue de 6.85 %.

Tabla 9. Análisis de varianza (ANVA) para la variable grado de severidad externa de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*).

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	30,516	2	15,258	2,598	0,105
Tratamientos	1065,744	8	133,218	22,681	0,000
A	41,791	1	41,791	7,115	0,017
B	100,698	3	33,566	5,715	0,007
A*B	52,160	3	17,387	2,960	0,064
Error	93,977	16	5,874		
Total	1190,237	26			

C.V = 6.85 %

Con respecto al grado de severidad externa de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), en la figura 6 se muestra la diferencia entre tratamientos, formando 3 grupos estadísticamente homogéneos; donde el tratamiento testigo absoluto (T0) obtuvo el mayor porcentaje de severidad externa de moniliasis con 51.43 %, con respecto a los demás tratamientos, el cual forma el grupo A. En segundo lugar se encontraron los tratamientos T4 (CP 38-2 + dosis 1), T3 (CP 24-6 + dosis 1), T8 (CP 38-2 + dosis 2), T6 (CP 53-2 + dosis 2), T2 (CP 53-2 + dosis 1), sin diferencias significativas entre si y formando el grupo AB, seguidos por los tratamientos T5 (CP 10-3 + dosis 2) Y T1 (CP 10-3 + dosis 1). Por el contrario el tratamiento T7 (CP 24-6 + dosis 2) fue el que mostró el menor porcentaje de severidad externa con 28.63 % en el CNFA, denominando así al presente tratamiento como el mejor.

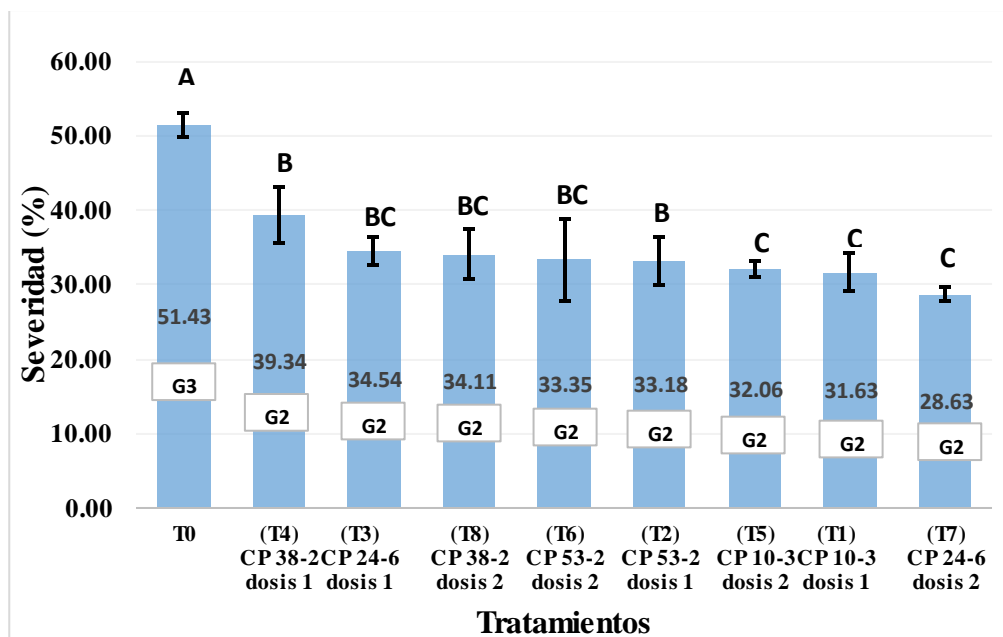


Figura 6. Grado de severidad externa de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de CNFA. Las barras con letras diferentes difieren estadísticamente entre sí (Tukey $p < 0.05$).

3.3. Eficacia del control biológico

En la tabla 10, se muestra el análisis de varianza (ANVA) al 5% de significancia, para la variable eficacia del control biológico realizado por las cuatro cepas del género *Trichoderma* spp., donde se evidencia que no existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue de 16.78 %.

No obstante se puede evidenciar en la figura 7 que a nivel de todas las medias de los tratamientos, el tratamiento que presentó el mayor porcentaje de eficacia sobre la moniliasis fue el T6 (CP 53-2 + dosis 2) con un total de 51.16 %. El tratamiento que obtuvo la menor eficacia sobre la moniliasis fue el tratamiento T7 (CP 24-6 + dosis 2) con un valor de 45.88% y los tratamientos T4 (CP 38-2 + dosis 1), T3 (CP 24-6 + dosis 1), T5 (CP 10-3 + dosis 2), T8 (CP 38-2 + dosis 2), T2 (CP 53-2 + dosis 1) y T1 (CP 10-3 + dosis 1) mostraron los valores intermedios. Cabe resaltar que entre los tratamientos no existieron diferencias significativas por lo que fueron agrupados en un solo grupo homogéneo.

Tabla 10. Análisis de varianza (ANVA) para la variable eficacia del control biológico de las cuatro cepas del género *Trichoderma* spp. sobre la moniliasis.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	137,992	2	68,996	1,031	0,382
Tratamientos	80,627	7	11,518	0,172	0,987
A	1,175	1	1,175	0,018	0,896
B	7,948	3	2,649	0,040	0,989
A*B	71,504	3	23,835	0,356	0,785
Error	936,494	14	66,892		
Total	1155,113	23			

C.V = 16.78%

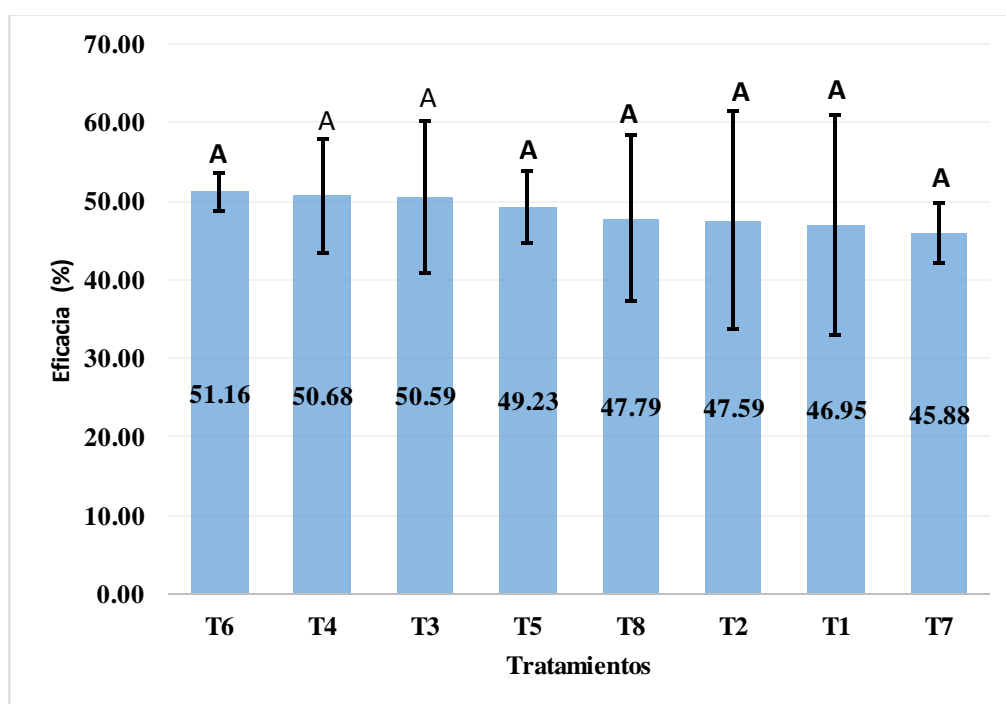


Figura 7. Eficacia de las cuatro cepas del género *Trichoderma* spp. sobre las moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del CNFA (Tukey $p > 0.05$).

3.4. Rendimiento en Kg/Ha

Según la prueba de análisis de varianza (ANVA) al 5 % de significancia, para la variable de rendimiento de cacao nativo fino de aroma en kg/ha, presenta diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 15.51 %.

Tabla 11. Análisis de varianza (ANVA) para la variable de rendimiento del cultivo de CNFA en kg/ha.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	6773,852	2	3386,926	0,270	0,767
Tratamientos	429646,741	8	53705,843	4,279	0,006
A	158275,042	1	158275,042	12,611	0,003
B	2054,792	3	684,931	0,055	0,983
A*B	18054,458	3	6018,153	0,480	0,701
Error	200813,481	16	12550,843		
Total	637234,074	26			

C.V = 15.51%

Asimismo en la figura 8 se muestra la diferencia entre tratamientos, formando 3 grupos estadísticamente homogéneos; donde el tratamiento T6 (CP 53-2 + dosis 2) alcanzó el mayor rendimiento con un total de 873 Kg/Ha, con respecto a los demás tratamientos, formando un solo grupo homogéneo (grupo A) con los tratamientos T5 (CP 10-3 + dosis 2), T8 (CP 38-2 + dosis 2) Y T7 (CP 24-6 + dosis 2) con valores de 866 Kg/Ha, 824 Kg/Ha y 787 Kg/Ha respectivamente. En segundo lugar se encontraron los tratamientos T3 (CP 24-6 + dosis 1), T4 (CP 38-2 + dosis 1), T2 (CP 53-2 + dosis 1) y T1 (CP 10-3 + dosis 1), sin diferencias significativas entre si y formando el grupo AB. Por el contrario el tratamiento testigo absoluto T0 fue el que mostró el menor rendimiento con relación a los demás tratamientos, con un valor de 449 Kg/Ha, el cual a formado un grupo homogéneo (grupo B).

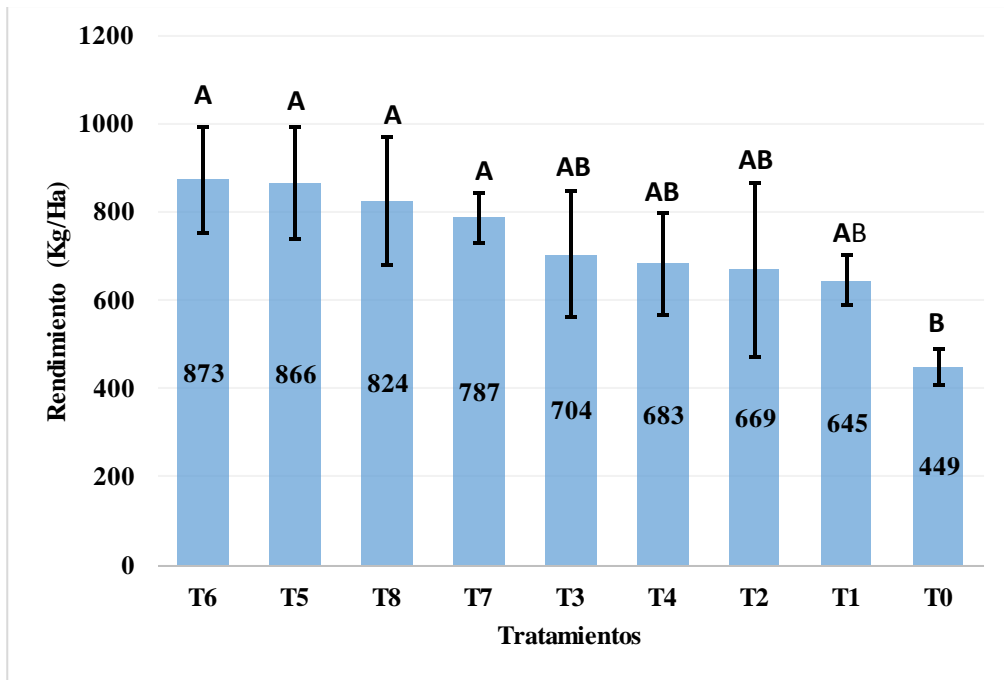


Figura 8. Rendimiento del cultivo de CNFA en kg/ha. Las barras con letras diferentes difieren estadísticamente entre sí (Tukey $p < 0.05$).

IV. DISCUSIÓN

Con respecto al porcentaje de incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del CNFA Ruiz (2017) en su trabajo de investigación “Evaluación de *Trichoderma harzianum* para el control de *Moniliophthora roreri* en cacao; el Tumbador San Marcos” realizado en Coatepeque – Guatemala, evaluó cuatro dosis de *Trichoderma harzianum* 150gr, 300gr, 450gr y 600gr para el control de *Moniliophthora roreri* en cacao (*Theobroma cacao* L.). Las variables de estudio fueron: daño de la enfermedad (% incidencia y % severidad) y producción (número de frutos/planta y rendimiento Kg/Ha). Los resultados obtenidos mostraron que las dosis con las mayores reducciones de *Moniliophthora roreri* fueron las dosis 450 y 600 gramos con 4.5×10^{14} UFC/Ha y 6.0×10^{14} UFC/Ha del hongo *Trichoderma harzianum* a una frecuencia de aplicación a cada 15 días, estas dosis tuvieron porcentajes de incidencia similares con 7.88 % y 8.36% respectivamente, siendo las que tuvieron un mejor porcentaje en cuanto a la reducción de la enfermedad. Los resultados se muestran semejantes a los que se muestra en el presente trabajo en la cual se probaron cuatro cepas de *Trichoderma* spp. a dos dosis, en donde todos los tratamientos presentaron una menor incidencia de moniliasis con relación al testigo, sin embargo el tratamiento que obtuvo la mayor reducción de la enfermedad fue el T6 (CP 53-2 + dosis 2) con un valor de 9.94 % de incidencia.

Por otro lado Ortíz *et al.* (2015), en su trabajo de investigación respecto a “Comparación de dos sistemas de manejo del cultivo de cacao, en presencia de *Moniliophthora roreri*, en México” comparó un manejo integrado de cultivo (MIC) del cacao con un manejo tradicional (MT) a fin de proponer la adopción del sistema más viable. Los resultados luego de comparar los dos sistemas se menciona que se mostró el menor porcentaje de incidencia de *Moniliophthora roreri* haciendo uso del MIC con 19 %. Este resultado es superior a los obtenidos en el presente trabajo de investigación, donde se probaron cuatro cepas de *Trichoderma* spp. a diferentes dosis, en el cual se obtuvo como resultado que el tratamiento que mostró la mayor reducción de incidencia de la moniliasis fue el T6 (CP 53-2 + dosis 2) con 9.96 %.

Villamil *et al.* (2015); en su trabajo de investigación de “Aplicación de Antagonistas Microbianos para el Control Biológico de *Moniliophthora roreri* Cif & Par en *Theobroma cacao* L. Bajo Condiciones de Campo”, realizado en Boyacá – Colombia; estudió la actividad antagónica de dos aislamientos autóctonos de *Trichoderma* sp. y uno de *Bacillus* sp. ante *Moniliophthora roreri*, en condiciones de campo. Los tratamientos fueron: T1, hongo H5; T2, hongo H20; T3, bacteria B3 y T4, testigo. Se evaluó incidencia y severidad externa e interna en los frutos. Los resultados en cuanto a la severidad externa de los frutos de cacao evaluados en la semana 6 muestra que al comparar la reducción del daño externo en todos los tratamientos que fueron tratados con aislamientos descritos anteriormente, se obtuvo una reducción de severidad de 19,5% en el T1 (H5) y 28% en el T2 (H20). Estos resultados se muestran similares a los obtenidos en el presente trabajo de investigación por lo que se evaluó el porcentaje de severidad externa en todos frutos etiquetados de todas las generaciones y en toda la parcela experimental en la semana 10 y se encontró que el tratamiento en el que se redujo con mayor efectividad la severidad de la moniliasis fue en el T7 (CP 24-6 + dosis 2) con 28.63 % de severidad externa.

Al respecto, Ruiz (2017) en su investigación “Evaluación de *Trichoderma harzianum* para el control de *Moniliophthora roreri* en cacao; el Tumbador San Marcos” realizado en Coatepeque – Guatemala, evaluó cuatro dosis de *Trichoderma harzianum* 150gr, 300gr, 450gr y 600gr para el control de *Moniliophthora roreri* en cacao (*Theobroma cacao* L.). Las variables de estudio fueron: daño de la enfermedad (% incidencia y % severidad) y producción (número de frutos/planta y rendimiento Kg/Ha). Los resultados obtenidos con relación al porcentaje de severidad fueron únicamente de 21.1 % que representa el grado 1 (G1), según la tabla de grados de severidad que se muestra en la misma investigación. Estos resultados difieren a los resultados que se tienen en el presente trabajo probando cuatro cepas de *Trichoderma* spp. a diferentes dosis, donde todos los tratamientos presentaron un menor porcentaje de severidad externa respecto al testigo, sin embargo el tratamiento que obtuvo la mayor reducción de la enfermedad fue el T7 (CP 24-6 + dosis 2) con 28.63 % de severidad externa, el cual pertenece al grado 2 (G2) de acuerdo a la tabla de grados de severidad ya establecidos.

Bolaños *et al.* (2016), en su trabajo investigación respecto al “Comportamiento agroproductivo de 31 clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) con aplicación de un biocontrolador para moniliasis (*Moniliophthora roreri*), en donde se evaluó la adaptación y el efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* sobre el desempeño productivo de 31 clones de cacao nacional en las condiciones agroecológicas de la zona de Colon Eloy, Cantón Eloy y Alfaro, Provincia de Esmeraldas. Se observó que *T. harzianum* actuó como un agente antagonista de monilla, estimulando diferencialmente (dependiendo del clon) la producción del cacao, mejorando la nutrición y fisiología de las plantas, obteniéndose como resultados mayores rendimientos (peso seco en kg/ha) que se ven reflejados en un incremento en la cosecha. El mayor rendimiento se mostró en tratamiento T8 (3161,6) y el más bajo en el T23 (646). Estos resultados se muestran diferentes al de la presente investigación, mostrando resultados inferiores de rendimiento en kg/ha, tal es el caso que se obtuvo el mayor rendimiento en el tratamiento T6 (CP 53-2 + dosis 2) con 873 kg/ha y el menor en el tratamiento testigo absoluto T0 con 449 kg/ha, el cual no recibió ningún tipo de tratamiento.

La investigación realizada por, Ortíz *et al.* (2015); sobre “Comparación de dos sistemas de manejo del cultivo de cacao, en presencia de *Moniliophthora roreri*, en México”; el objetivo de este trabajo fue comparar un sistema de manejo integrado del cultivo (MIC) del cacao, con un manejo tradicional (MT) en Tabasco, México, a fin de proponer la adopción del sistema más viable. Esta comparación incluyó el efecto del manejo sobre la producción de cacao comercial y la epidemiología de la moniliasis del cacao (MC). Los resultados luego de comparar los dos sistemas se menciona, que se obtuvo el mayor rendimiento haciendo uso del sistema MIC con 1082 kg/ha de cacao seco, todo lo contrario el rendimiento más bajo se obtuvo con el sistema MT con 228 kg/ha. Los resultados mostrados difieren con los obtenidos en el presente trabajo debido a que el tratamiento que mostró el rendimiento más elevado fue el T6 (CP 53-2 + dosis 2) con 873 kg/a y el más bajo fue el tratamiento testigo absoluto T0 con 449 kg/ha.

Respecto a la eficacia que muestran las cepas de *Trichoderma* spp. contra la enfermedad de la moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri*), Seng *et al.* (2014) reafirma mencionando que algunos estudios han propuesto el uso del hongo *Trichoderma* spp. en tratamientos de control biológico para prevenir y reducir la infección por monilia. No obstante investigadores y trabajadores agrícolas, han sugerido que la adición de tierra, cenizas volantes u otras fuentes de carbón a la aspersión de *Trichoderma* podría mejorar su eficacia en la lucha contra la monilia.

Tuquerres (2016), en su trabajo de investigación sobre la “Evaluación de cepas de *Trichoderma* spp. en el control de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), en cacao (*Theobroma cacao*) *In Vitro* y en campo en la provincia de Napo-Ecuador” donde utilizaron tres cepas nativas de *Trichoderma* de la amazonia ecuatoriana y se evaluó su capacidad antagonica frente a *Moniliophthora roreri*, *in vitro*, junto a dos bioformulados comerciales Trichotic (*T. harzianun*, *T. koningii* y *T. viride*) y Rhapsody (*Bacillus subtilis*). Los resultados evidenciaron que los tratamientos presentaron una efectividad técnica considerable sobre el fitopatógeno *M. roreri*. En los que se destacan el Oxido cuproso (Cobre Nordox 50) con más de 82 % de eficacia, seguido de UEA-T3 (Aisl. *Trichoderma*) y UEA-T2 + UEA-T3 (Aisl. *Trichoderma*) que tuvieron una efectividad mayor a 70%. Estos resultados de eficacia se muestran superiores y validan los resultados del presente trabajo en donde se mostró que el resultado con mayor porcentaje de eficacia fue el T6 con 51.16%. Comparando las dos investigaciones se confirma la efectividad de las cepas de *Trichoderma* spp. para hacer frente a la enfermedad de moniliasis.

V. CONCLUSIONES

- Realizando la interacción de los dos factores (dosis x cepa) en la parcela experimental, se concluyó que el tratamiento T6 (CP 53-2 + dosis 2) fue el que mostró el menor porcentaje de incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) con 9.94%. Por el contrario el tratamiento que mostró el mayor porcentaje de incidencia de moniliasis fue el testigo absoluto T0 con 20.32 %.
- Respecto al porcentaje de severidad externa con relación al área de tejido afectado por moniliasis (*Moniliophthora roreri*), se determinó que el tratamiento T7 (CP 24-6 + dosis 2) fue el que obtuvo un mejor comportamiento, dado que mostró solamente el 28.63 % de severidad externa en la parcela, el mismo que representa el grado 2 (G2) de acuerdo a la tabla de grados de severidad ya establecida en este mismo trabajo, destacando una diferencia respecto a los demás tratamientos.
- Para determinar el porcentaje de eficacia del control biológico, se probó la efectividad de cuatro cepas de *Trichoderma* spp. a dos dosis, para mitigar la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en campo definitivo, del cual el tratamiento T6 (CP 53-2 + dosis 2) se mostró como el más eficaz con 51.16 %.
- En cuanto al rendimiento, el tratamiento que mostró un mejor comportamiento fue el tratamiento T6 (CP 53-2 + dosis 2) con 873 kg/ha. Sin embargo el tratamiento que mostró el menor rendimiento fue el testigo absoluto T0 con un total de 449 kg/ha.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott, W. (1925). A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2), 265 - 267.
- Acosta, S., & Villa, J. (2016). Evaluación de *Trichoderma* como control Biológico en una Plantación a pequeña escala de cacao. *Journal of Agriculture and Animal Sciences*, 5(2), 8-18. doi:10.22507/jals.v5n2a1
- Bolaños, M., Vasco, A., Mercado, A., Caicedo, J., Castro, S., Morales, D., . . . Tezara, W. (2016). Comportamiento agroproductivo de 31 clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) con la aplicación de un biocontrolador para moniliasis (*Moniliophthora roreri*). *Investigación y Saberes*, 5(1), 39 - 54.
- Cárdenas, C. E., & Giraldo, J. D. (1986). Evaluación de la respuesta de algunos cultivares de cacao (*Theobroma cacao*) a *Moniliophthora roreri* mediante dos métodos de inoculación en frutos y en semillas en estado radicular. tesis de grado, Santafé de Bogota.
- Cárdenas, N. J., Darghan, q., Sosa, M. D., & Rodríguez, A. (2017). Análisis espacial de la incidencia de enfermedades en diferentes genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en El Yopal (Casanare), Colombia. *Acta biol. Colomb.*, 22(2), 209 - 220.
- Cerrón, G. (2012). Asistencia técnica dirigida en manejo del cultivo de cacao. Agrobanco, Satipo-Junín.
- Cuervo, J., Sánchez, V., Romero, T., & Ramírez, M. (2014). *Hypocrea/Trichoderma viridescens* ITV43 with potential for biocontrol of *Moniliophthora roreri* Cif & Par. *Phytophthora megasperma* and *Phytophthora capsici*. *African Journal of Microbiology Research*, 8(16), 1704-1712. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.5897/ajmr2013.6279>
- INEI, I. N. (2012). IV Censo Nacional Agropecuario. Recuperado el 04 de Julio de 2019, de <https://proyectos.inei.gob.pe/CenagroWeb/#>

- Infante , D., Martínez, B., Gonzáles, N., & Reyes, Y. (2009). Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. *Revista de protección vegetal*, 24(1), 14-21.
- López, U. d., Brito, H., López, D., Salaya, J. M., & Gómez, E. (2017). Papel de *Trichoderma* en los sistemas agroforestales-cacaotal como un agente antagonico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(1), 91-100.
- Mejía, L., Rojas, E., Maynard, Z., Van, S., Arnold, A., Hebbar, P., . . . Allen, E. (20018). Endophytic fungi as biocontrol agents of *Theobroma cacao* pathogens. *Biological control*, 46(1), 4-14.
- Ortíz, C., Torres, M., & Hernández, S. (2015). Comparación de dos sistemas de manejo del cultivo de cacao, en presencia de *Moniliophthora roreri*, en México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(2), 191 - 196.
- Paredes, M. (2003). Manual del Cultivo de Cacao. MINISTERIO DE AGRICULTURA - PROGRAMA PARA EL DESARROLLO DE LA AMAZONIA (PROAMAZONIA), Lima.
- PERX. (2007). Plan Operativo de Cacao Región Amazonas. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo .
- Ramírez, S. I. (2008). La moniliasis un desafío para lograr la sostenibilidad del sistema cacao en México. *Tecnología en marcha*, 21(1), 97-110.
- Reyes, O., Ortiz, C., Torres, M., Lagunes, L., & Valdovinos, G. (2016). Especies de *Trichoderma* del agroecosistema cacao con potencial de biocontrol sobre *Moniliphthora roreri*. *Revista Chapingo Serte Ciencias Forestales y del Ambiente*, 22(2), 149 - 163.
- Ruiz, J. L. (2017). Evaluación de *Trichoderma harzianum* para el control de *Moniliophthora roreri* en cacao, el tumbador, san marcos. tesis de grado, universidad rafael landívar, ciencias ambientales y agricolas, Guatemala de la Asunción.
- Sánchez , F. D., & Garcés, F. R. (2012). *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans *et al.* en el cultivo de cacao. *Scientia Agropecuaria*, 3(3), 249-258.

- Sánchez, F., Zambrano, J., Vera, J., Ramos, R., Gárce, F., & Vásconez, G. (2014). Productividad de clones de cacao tipo nacional en una zona del bosque húmedo tropical de la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(1), 33 - 41.
- Seng, J., Herrera, G., Vaughan, C., & McCoy, M. (2014). Uso de aspersión fungicida de *Trichoderma* para reducir infección de frutos de *Theobroma cacao* por *Moniliophthora roreri* en el noreste de Costa Rica. *Biología Tropical*, 62(3), 900 - 907.
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria [SENASA]. (2014). *Trichoderma harzianum* Rifai Cepa CCB-LA101. Recuperado en julio de 2019, de http://repositorio.senasa.gob.pe/bitstream/SENASA/258/1/2014_Gomez_Ficha_tecnica-10-Trichoderma-harzianum.pdf.
- 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 de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Departamento Académico de Ciencias Agrarias, Tingo María - Perú.
- Tirado, P. A., Lopera, A., & Ríos, L. A. (2016). Estrategias de control de *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa* en *Theobroma cacao* L. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, 17(3), 417-430.
- Torres, E. A. (2013). Métodos Estadísticos Para la Investigación Experimental. Chachapoyas, Amazonas, Perú: Compugraf S.R.L.
- Tuquerres, H. L. (2016). Evaluación de cepas de *Trichoderma* spp. en el control de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), en cacao (*Theobroma cacao*) *In Vitro* y en campo en la provincia de Napo-Ecuador. Tesis de posgrado, Universidad de las Fuerzas Armadas, Departamento de Ciencias de la Vida y Agricultura, Sangolquí.
- Villamil, J. E., Viterio, S. E., & Villegas, W. L. (2015). Aplicación de antagonistas microbianos para el control biológico de *Moniliophthora roreri* Cif & Par en *Theobroma cacao* L. bajo condiciones de campo. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 68(1), 7441 - 7450.

Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E., Marra, R., Woo, S., & Lorito, M. (January de 2008). *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(1), 1-10.

ANEXO 1. Resumen de datos.

Tabla 12. Matriz general de base de datos para el porcentaje de incidencia de la moniliasis (*Moniophthora roreri*) del CNFA.

Factor A	Factor B	Bloques	Tratamiento	% Incidencia
0	0	1	0	19.66
0	0	2	0	19.12
0	0	3	0	22.17
1	1	1	1	12.46
1	1	2	1	10.80
1	1	3	1	8.75
1	2	1	2	7.71
1	2	2	2	12.17
1	2	3	2	12.05
1	3	1	3	11.60
1	3	2	3	8.12
1	3	3	3	10.37
1	4	1	4	10.92
1	4	2	4	9.47
1	4	3	4	9.51
2	1	1	5	9.12
2	1	2	5	10.34
2	1	3	5	11.49
2	2	1	6	9.21
2	2	2	6	9.33
2	2	3	6	11.28
2	3	1	7	11.15
2	3	2	7	10.58
2	3	3	7	11.15
2	4	1	8	12.36
2	4	2	8	8.76
2	4	3	8	10.63

Tabla 13. Matriz general de base de datos para el grado de severidad externa con relación al área de tejido afectado por la moniliasis.

Factor A	Factor B	Bloques	Tratamiento	% Severidad
0	0	1	0	52.27
0	0	2	0	49.76
0	0	3	0	52.25
1	1	1	1	33.68
1	1	2	1	29.28
1	1	3	1	31.93
1	2	1	2	35.45
1	2	2	2	34.10
1	2	3	2	29.98
1	3	1	3	36.45
1	3	2	3	33.90
1	3	3	3	33.27
1	4	1	4	42.63
1	4	2	4	39.32
1	4	3	4	36.08
2	1	1	5	32.88
2	1	2	5	32.25
2	1	3	5	31.03
2	2	1	6	34.25
2	2	2	6	28.12
2	2	3	6	37.68
2	3	1	7	28.27
2	3	2	7	28.03
2	3	3	7	29.58
2	4	1	8	35.85
2	4	2	8	35.73
2	4	3	8	30.73

Tabla 14. Matriz general de base de datos para el porcentaje de eficacia del control biológico de las cepas de *Trichoderma* spp. a diferentes dosis.

Factor A	Factor B	Bloques	Tratamiento	% Eficacia
1	1	1	1	36.63
1	1	2	1	43.53
1	1	3	1	60.71
1	2	1	2	60.76
1	2	2	2	36.38
1	2	3	2	45.64
1	3	1	3	40.99
1	3	2	3	57.54
1	3	3	3	53.25
1	4	1	4	44.43
1	4	2	4	50.51
1	4	3	4	57.12
2	1	1	5	53.60
2	1	2	5	45.91
2	1	3	5	48.18
2	2	1	6	53.17
2	2	2	6	51.19
2	2	3	6	49.11
2	3	1	7	43.26
2	3	2	7	44.67
2	3	3	7	49.71
2	4	1	8	37.11
2	4	2	8	54.20
2	4	3	8	52.07

Tabla 15. Matriz general de base de datos para el análisis estadístico del rendimiento en kg/ha.

Factor A	Factor B	Bloques	Tratamiento	Rendimiento en Kg/Ha
0	0	1	0	450
0	0	2	0	486
0	0	3	0	412
1	1	1	1	694
1	1	2	1	596
1	1	3	1	644
1	2	1	2	863
1	2	2	2	617
1	2	3	2	526
1	3	1	3	639
1	3	2	3	622
1	3	3	3	851
1	4	1	4	613
1	4	2	4	637
1	4	3	4	799
2	1	1	5	983
2	1	2	5	855
2	1	3	5	760
2	2	1	6	793
2	2	2	6	994
2	2	3	6	833
2	3	1	7	729
2	3	2	7	827
2	3	3	7	805
2	4	1	8	881
2	4	2	8	914
2	4	3	8	676

ANEXO 2. Panel fotográfico

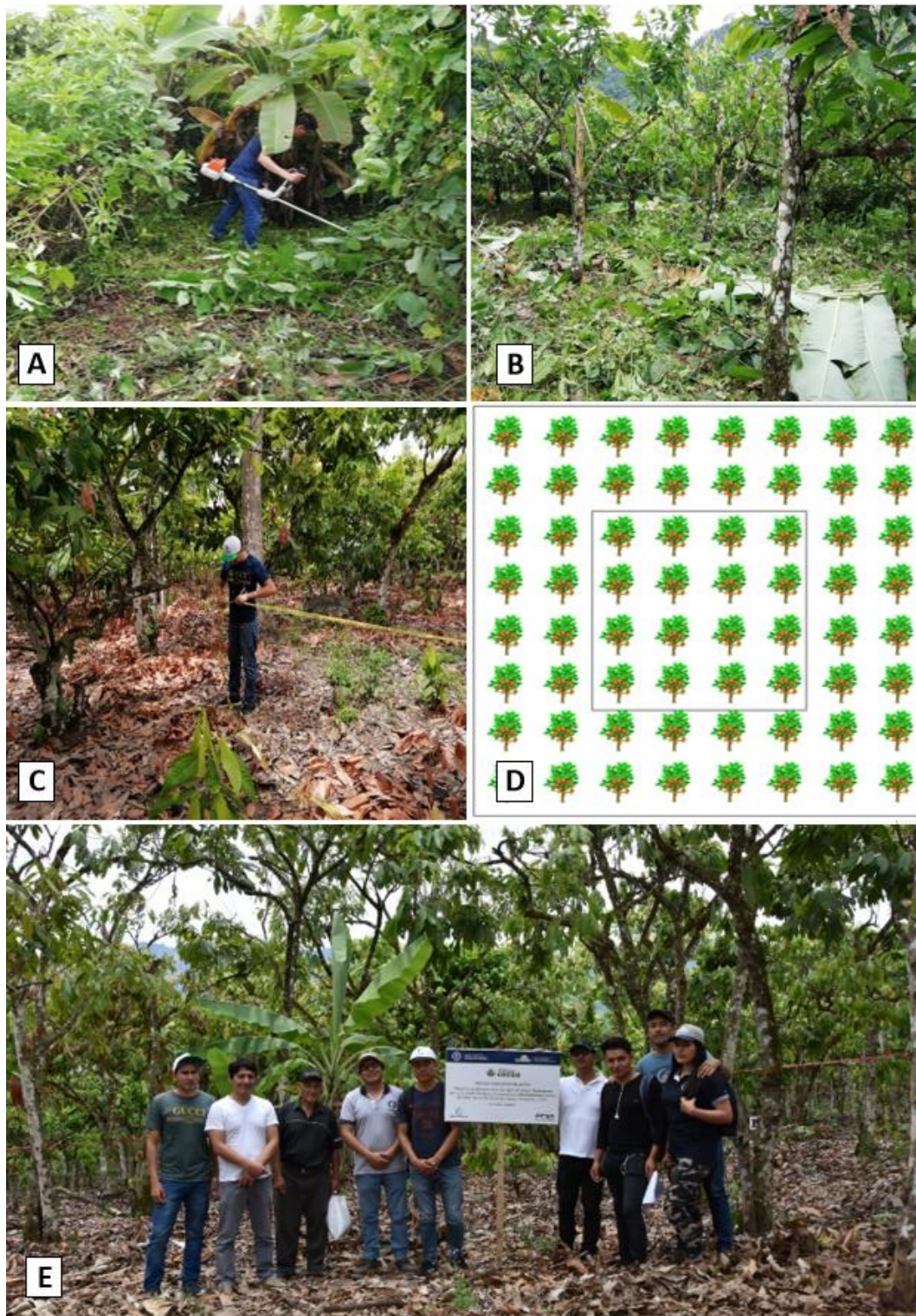


Figura 9. Proceso de instalación del proyecto de investigación. A: Eliminación de malezas en toda la parcela experimental. B: Parcela acondicionada. C: Delimitación de las unidades experimentales con cinta peligro. D: Diseño de una unidad experimental. E: Ubicación del nombre del trabajo de investigación.



Figura 10. Etiquetado de plantas y frutos en la parcela experimental. A: Etiquetado de plantas. B: Etiquetado de frutos.



Figura 11. Conteo de esporas de las cuatro cepas de *Tichoderma* spp. en laboratorio. A: Microscopio de inflorescencia invertido. B: Conteo de esporas en los 5 cuadrantes. C: Cámara de Neubauer.



Figura 12. Proceso de preparación y aplicación de las cuatro cepas a diferentes dosis. A: Cepas de *Trichoderma* spp. B: Adición de aceite agrícola vegetal. C: Desprendimiento de esporas. D: Filtración del biopreparado. E: Aplicación en plantaciones de CNFA.



Figura 13. Evaluación del efecto del hongo antagonista. A: Registro de datos. B: Fruto infestado.



Figura 14. Proceso de cosecha de frutos de cacao. A: Cosecha por bloques. B: Frutos del tratamiento testigo absoluto. C: Extracción de almendras de cacao.



Figura 15. Determinación del rendimiento a través del índice de mazorca (IM). A: Secado de las almendras del cacao por tratamiento y repetición. B: Determinador de humedad. C: Pesado de las almendras al 7% de humedad.