



**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**

EFICACIA DEL CONTROL DE MONILIASIS

(*Moniliophthora roreri*) POR CUATRO CEPAS DE

***Trichoderma* sp. EN CACAO FINO DE AROMA EN BAGUA-**

AMAZONAS.

Autor: Bach. Elgar Hernandez Diaz

Asesor: Ms. Santos Triunfo Leiva Espinoza

Coasesor: Mg. Sc. 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**

EFICACIA DEL CONTROL DE MONILIASIS

(*Moniliophthora roreri*) POR CUATRO CEPAS DE

***Trichoderma* sp. EN CACAO FINO DE AROMA EN BAGUA-
AMAZONAS.**

Autor: Bach. Elgar Hernandez Diaz

Asesor: Ms. Santos Triunfo Leiva Espinoza

Coasesor: Mg. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mis padres y a todos los que me apoyaron, con mucho amor y cariño les dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de esta tesis.

Elgar Hernandez Diaz

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza particularmente a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, por los conocimientos técnicos y la formación profesional brindada.

Al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES- CES). Donde se viene ejecutando el proyecto de “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” el cual enmarca esta investigación.

Al Ing. Rolando Salas López, coordinador del proyecto, por el apoyo brindado durante todo el desarrollo de esta investigación en las diferentes actividades realizadas.

Al Mg. Santos Triunfo Leiva Espinoza. Por brindar su apoyo como asesor y al Mg.Sc. Segundo Manuel Oliva cruz por su apoyo como co-asesor de la presente investigación.

A todo el personal del laboratorio de investigación en sanidad vegetal (LABISANV). Por su apoyo constante durante la ejecución de la presente investigación.

Elgar Hernandez Diaz

**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**

**Mg. Sc. ERICK ALDO AUQUIÑIVÍN SILVA
Decano (e) 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: **EFICACIA DEL CONTROL DE MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*) POR CUATRO CEPAS DE *Trichoderma* sp. EN CACAO FINO DE AROMA EN BAGUA-AMAZONAS.** Del tesista Bach. HERNANDEZ DIAZ, Elgar 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, 08 de Agosto de 2019.



Ms. Santos Triunfo Leiva Espinoza
Asesor

VISTO BUENO DEL COASESOR

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Mg. Sc. OLIVA CRUZ, Segundo Manuel, profesor nombrado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada: **EFICACIA DEL CONTROL DE MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*) POR CUATRO CEPAS DE *Trichoderma* sp. EN CACAO FINO DE AROMA EN BAGUA-AMAZONAS.** Del tesista Bach. HERNANDEZ DIAZ, Elgar egresado de la carrera profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM.

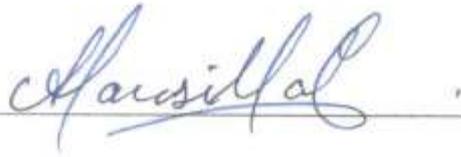
El docente de la UNTRM que suscribe da su visto bueno para que la tesis mencionada sea presentada al jurado evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

Chachapoyas, 08 de Agosto de 2019.



Mg. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz
Asesor

JURADO EVALUADOR DE TESIS



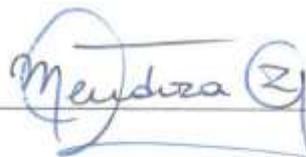
D. Sc. PEDRO JAVIER MANSILLA CÓRDOVA

PRESIDENTE



Ph. D. LIGIA MAGALI GARCÍA ROSERO

SECRETARIA



Ing. Ms. JANNIE CAROLL MENDOZA ZUTA

VOCAL

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO



UNIVERSIDAD NACIONAL
TONIBIO 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

Nº ELCAR HERNANDEZ SUAZ
Identificado con DNI N° 8795755 Estudiante () / Egresado () de la Escuela Profesional de INGENIERIA AERONAUTICA de la Facultad de INGENIERIA Y CIENCIAS AERONAUTICAS de la Universidad Nacional Tonibio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

1. Soy autor de la tesis titulada: PATERNIDAD DE GENES ANTIGUAS DEL GUSANO TIRICIDANTE SOBRE LA MONILIASIS (Medicaphthia rufus) EN CACAO MODULO FINO DE ADOCHA EN CAENA.

que presento para obtener el Título Profesional de INGENIERO AERONAUTA

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 a 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 pudiere derivarse por la autenticidad, 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 pecuniaras que pudieran derivarse para la UNTAM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que en cualquier caso se causen en el contenido de la Tesis.

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

Chachapoyas, 08 de Agosto de 2019


Firma del(a) testado

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS

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 12 de Septiembre del año 2019, siendo las 17:00 horas, el aspirante: Elgar Hernández Díaz defiende públicamente la Tesis titulada: Eficacia del control de Moniliasis (*Monilophthora rotui*) por cuatro cepas de *Trichoderma* sp. en cacao fino de Aroma en Bagua - Amazonas para optar el Título Profesional en Ingeniería Agronoma otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado, constituido por:
Presidente: Pedro Fourn Mansilla Córdova
Secretario: Ligia Magali García Resero
Vocal: Tamiré Carall Mendoza Zoto



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 consideraran 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 19:00 del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación del Trabajo de Investigación.

Pedro Fourn Mansilla Córdova
PRESIDENTE

Ligia Magali García Resero
SECRETARIO

Tamiré Carall Mendoza Zoto
VOCAL

OBSERVACIONES: el título fue modificado tal como consta en la parte superior

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 COASESOR.....	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
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN	17
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	19
2.1. Lugar de ejecución	19
2.2. Metodología utilizada.....	20
2.2.1. Diseño de la investigación.....	20
2.2.2. Población, muestra y muestro.....	20
2.3. Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos y procedimiento.	20
2.3.1. Características del experimento.....	21
2.3.2. Descripción de los tratamientos.....	21
2.3.3. Tratamiento control (testigo).....	21
2.3.4. Croquis de distribución de bloques y tratamientos en campo	22
2.4. Actividades realizadas de antemano a la evaluación de las variables	23
2.4.1. Conteo de esporas.....	23
2.4.2. Instalación de letreros.....	23
2.4.3. Etiquetado de plantas y frutos de cacao nativo fino de aroma	23
2.4.4. Etiquetados de plantas	23
2.4.5. Formulación y aplicación del biopreparado de <i>Trichoderma</i> spp.....	24
2.4.6. Aplicación de <i>Trichoderma</i> spp.	25
2.5. Variables de estudio	25
2.5.1. Incidencia.....	25
2.5.2. Severidad.....	26

2.5.3. Eficacia de las cepas nativas de <i>Trichoderma</i> spp.	26
2.5.4. Rendimiento en kilogramos por hectárea de cacao nativo de aroma.	27
III. RESULTADOS	28
3.1. Porcentaje de incidencia de moniliasis en cacao nativo fino de aroma.....	28
3.2. Severidad externa de la moniliasis del cacao nativo fino de aroma.	30
3.3. Eficacia del control biológico.....	30
3.4. Rendimiento del cacao nativo fino de aroma	32
IV. DISCUSIONES	33
V. CONCLUSIONES	36
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
VII. ANEXOS	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características generales del experimento.....	21
Tabla 2. Descripción de los tratamientos con códigos de las cepas.....	21
Tabla 3. Cantidad de arroz de acuerdo al tratamiento.....	25
Tabla 4. Cantidad de aceite agrícola acuerdo a la cantidad de arroz.	25
Tabla 5. Escala de escala de porcentaje y grados de severidad externa.	26
Tabla 6. Matriz de base de datos de % de incidencia, severidad y rendimiento (kg/ha)....	43
Tabla 7. Matriz de base de datos de % de eficacia.	43
Tabla 8. Tabla de medias reales de las variables estudiadas.....	44
Tabla 9. Análisis de la varianza del porcentaje de incidencia de la moniliasis del cacao nativo fino de aroma (SC tipo I).....	44
Tabla 10. Test de Tukey para los tratamientos de la variable porcentaje de incidencia de la moniliasis del cacao nativo fino de aroma (SC tipo I).....	44
Tabla 11. Análisis de la varianza de la severidad externa de la moniliasis del cacao nativo fino de aroma (SC tipo I).....	44
Tabla 12. Test de Tukey para los tratamientos de la variable Análisis de la varianza Severidad externa de la moniliasis del cacao nativo fino de aroma (SC tipo I).....	45
Tabla 13. Análisis de la Varianza de la eficacia de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. sobre la moniliasis del cacao nativo fino de aroma (SC tipo I).....	45
Tabla 14. Test de Tukey para los tratamientos de la variable eficacia de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. sobre la moniliasis del cacao nativo fino de aroma (SC tipo I).....	45
Tabla 15. Análisis de la varianza del rendimiento (kg/ha) de cacao fino de aroma (SC tipo I).....	45
Tabla 16. Test de Tukey para los tratamientos rendimiento (kg/ha) del cacao nativo fino de aroma (SC tipo I).	46
Tabla 17. Base de datos de incidencia de moniliasis en cacao, ciclo productivo enero–junio.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la parcela en estudio.....	19
Figura 2. Distribución de los bloques y tratamientos dentro de la parcela experimental..	22
Figura 3. Porcentaje acumulado de incidencia de la moniliasis del cacao nativo fino de aroma.	28
Figura 4. Fluctuación de incidencia de moniliasis del cacao nativo fino de aroma.	29
Figura 5. Grados de severidad externa de la moniliasis del cacao nativo fino de aroma, evaluados a los 75 días después de la primera aplicación de <i>Trichoderma</i> spp.....	30
Figura 6. Eficacia de las cepas nativas de <i>Trichoderma</i> spp. sobre la moniliasis del cacao nativo fino de aroma.	31
Figura 7. Rendimiento en kg/ha de cacao nativo fino de aroma	32
Figura 8. Acondicionamiento de la parcela de estudio. A poda de mantenimiento, B parcela después de la poda.	39
Figura 9. Señalización perimétrica de la parcela en estudio.	39
Figura 10. Proceso de conteo de esporas de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. A: Matriz (100 ml). B: Diluciones seriadas C: Microscopio. D: Cámara de Neubauer. E: Cuadrantes de contabilización.....	40
Figura 11. Etiquetado de plantas y frutos. A: Unidad experimental. B: Plantas etiquetadas y C: Frutos etiquetados.	41
Figura 12 Proceso de preparación y aplicación de <i>Trichoderma</i> spp. A: Cepas para preparación. B: Desprendimiento de esporas del arroz C: Lavado de cepas y D: Aplicando a las plantas de cacao.	41
Figura 13. Proceso de cosecha de cacao. A: Corte del fruto. B: Cacao del T4. C: Frutos de todo el área de estudio. D: Quiebre y E: Resultado final de la cosecha.	42
Figura 14. Cálculo del índice de mazorca. A: Secado. B: Calculando H° (7%). C: Pesado D: Formula con la que se calculó el índice de mazorcas.....	42

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el control de cuatro cepas nativas de *Trichoderma* spp sobre la moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans *et al*, bajo condiciones de campo, en la provincia de Bagua- Amazonas. Las variables evaluadas fueron: Porcentaje de incidencia, grado de severidad, porcentaje de eficacia de las cepas de *Trichoderma* spp y rendimiento de almendras en kg/ha. Se empleó un diseño en DBCA, con 4 tratamientos y 1 testigo absoluto, con 3 repeticiones por cada tratamiento. Los resultados obtenidos se evaluaron con el test de Tukey ($\alpha \leq 5\%$). Se registraron valores de incidencia de moniliasis de 4.05 % y 5.62 % en los tratamientos T3 CP 10-3 y T1 CP 24-6 difiriendo significativamente respecto a los demás tratamientos. En cuanto a la severidad los cuatro tratamientos mostraron el mismo grado (G2). El tratamiento que recibió aplicación con la cepa CP10-3 mostró mayor eficacia con 71.90 %. Con respecto al rendimiento se logró obtener 1115 kg/ha con la cepa CP24-6. Esta investigación pone en evidencia la existencia de cepas de *Trichoderma* spp. con facultad de controlar significativamente la moniliasis, en el cultivo de cacao nativo fino de aroma.

Palabras claves: Antagonista, fitopatógeno; *Theobroma cacao* L.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the control of four native strains of *Trichoderma* spp on the moniliasis of cocoa caused by *Moniliophthora roreri* (Cif and Par) Evans et al, under field conditions, in the province of Bagua-Amazonas. The variables evaluated were: Percentage of incidence, degree of severity, percentage of effectiveness of *Trichoderma* spp strains and almond yield in kg / ha. A design was used in DBCA, with 4 treatments and 1 absolute control, with 3 repetitions for each treatment. The results obtained were evaluated with the Tukey test ($\alpha \leq 5\%$). Moniliasis incidence values of 4.05% and 5.62% were recorded in treatments T3 CP 10-3 and T1 CP 24-6, differing significantly from the other treatments. In terms of severity, the four treatments showed the same grade (G2). The treatment that received application with strain CP10-3 showed greater efficacy with 71.90%. With respect to yield, 1115 kg / ha was obtained with strain CP24-6. This research shows the existence of *Trichoderma* spp. with the ability to control moniliasis significantly, in the cultivation of fine native aroma cocoa.

Key words: Antagonist, phytopathogen, *Theobroma cacao* L.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del cacao, *Theobroma cacao* L., es considerado económicamente muy importante a nivel mundial. Los campos de cacao prosperan en más de 60 países y alcanzan los mayores niveles de producción en Costa de Marfil, Indonesia, Ghana, Nigeria y Brasil, seguida por Ecuador, Colombia, República Dominicana, Venezuela, Perú, Bolivia y otros (Unodoc, 2014). En el Perú las zonas de mayor producción se encuentran en los departamentos de San Martín, Cusco, Ayacucho, Huánuco y Amazonas ubicándose como el segundo cultivo permanente con mayor superficie agrícola, ocupando un total de 144,200 ha. Convirtiendo así al sector cacaotero peruano en uno de los más dinámicos del agro nacional. Amazonas cuenta con 2.124 hectáreas de cacao nativo concentrándose la mayor cantidad en la provincia de Bagua según el censo agropecuario del INEI, (2012).

El cacao nativo tiene determinadas características distintivas de aroma y sabor que es característico y lo diferencia de los demás cacaos (Barrientos, 2015). Es un tipo de cacao exclusivo y demandado en los mercados más exigentes del mundo representando solo del 5 al 8 % de la producción con el 76 % concentrado en Guatemala, Colombia, Ecuador, Venezuela y Perú (MINAGRI, 2016).

De acuerdo a Aime y Mora (2005), una de las limitaciones que más incide en la producción de cacao en todo el mundo son las plagas y enfermedades ocasionadas principalmente por hongos fitopatógenos del género *Moniliophthora* especialmente, *Moniliophthora roreri* Cif. y Par. (Evans *et al.* 1978). Según Aneja *et al.* (2006), a nivel mundial se estiman pérdidas cerca del 30 % del rendimiento de cacao generando un desequilibrio económico para los países exportadores. Entre tanto en Perú, se calculan pérdidas entre 16 a 80 % de la producción anual, debido a que *M. roreri* ataca los frutos en cualquier estado de desarrollo. La intensidad de la enfermedad varía según la zona y época del año de acuerdo con las condiciones climáticas (Sánchez y Garcés, 2012).

Entre los diferentes métodos de control empleados para la represión de estas enfermedades se encuentra el uso de productos químicos. Estos resultan ser eficaces en la mayoría de casos, pero causan graves daños al suelo y a los seres humanos (Deberdt *et al.* 2008). El control biológico dentro del manejo integrado de plagas (MIP), es una de las técnicas que se ha venido desarrollando satisfactoriamente; así mismo es una de las soluciones más sostenibles,

con una alta eficiencia para el control de enfermedades del cacao mediante el empleo de hongos parasíticos (Mejía *et al.*, 2008).

Trichoderma spp., es uno de los géneros más estudiados por su efecto contra algunos hongos fitopatógenos, utilizando varios mecanismos de control biológico como parasitismo, antibiosis y competencia por espacio y nutrientes; así mismo es capaz de promover el crecimiento y desarrollo de la planta e inducir la respuesta de defensa frente a patógenos. Varias especies de *Trichoderma* spp. han sido estudiadas ampliamente por su potencial de control biológico en enfermedades de diferentes cultivos (Cuervo-Parra *et al.*, 2011).

En tal sentido, como una alternativa de solución para contribuir con la represión de la moniliasis del cacao nativo fino de aroma en las plantaciones asentadas en la provincia de Bagua, se evaluó el control de cepas nativas de *Trichoderma* spp. sobre *M. roreri* en campo como forma de control que no altera el ecosistema y garantizando una producción de calidad.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

El estudio se realizó en una parcela de cacao, localizada en el caserío de la Lluhuana, del distrito de Copallín de la provincia de Bagua, región Amazonas a una altura de 835 msnm. Geográficamente se sitúan en las coordenadas siguientes: Latitud este: 787662, Longitud norte: 9370405.



Figura 1. Ubicación de la parcela en estudio

2.2. Metodología utilizada

2.2.1. Diseño de la investigación

Se trabajó en un diseño de bloques completos al azar, se instaló 5 tratamientos (4 tratamientos representados por las cepas nativas de *Trichoderma* spp. más 1 tratamiento testigo absoluto) con 3 repeticiones por cada tratamiento, haciendo un total de 15 unidades experimentales.

2.2.2. Población, muestra y muestro

Población

La población a estudiar estuvo conformada por un total de 960 plantas de cacao procedentes de semilla con un promedio de 25 años de edad, para evaluar el control de las cepas nativas de *Trichoderma* spp. sobre la moniliasis propuestas en el presente trabajo de investigación.

Muestra

Se evaluó 15 unidades experimentales de 64 plantas cada unidad experimental 8x8 árboles, se tomó 16 plantas centrales para la evaluación conformando un total de 240 plantas, para el presente estudio.

Muestreo

Se realizó de manera probabilística.

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

Las plantaciones tuvieron un control de malezas y podas durante toda la ejecución del proyecto como una parcela normal (manejo tradicional de la zona). Luego se realizó una purga o eliminación de los frutos cuajados o maduros de la campaña anterior. Posteriormente se identificaron frutos con una dimensión de 8 a 12 cm, se realizó con un vernier digital y fueron etiquetados. Las cepas de *Trichoderma* spp fueron aplicadas con intervalos de 15 días durante todo el ciclo productivo.

2.3.1. Características del experimento

Tabla 1. Características generales del experimento.

Descripción	indicador
Bloques	3
Tratamientos	5
N° de unidades experimentales	15
Área de la unidad experimental	784 m ²
Plantas por los tres bloques	960
Número de plantas a evaluar	240

2.3.2. Descripción de los tratamientos

Tabla 2. Descripción de los tratamientos con códigos de las cepas

Tratamientos	Descripción/cepas nativas
T0	Testigo absoluto
T1	CP24-6
T2	CP38-2
T3	CP10-3
T4	CP53-2

2.3.3. Tratamiento control (testigo)

En cuanto al testigo no se aplicó ningún tipo de control y estuvo distribuido en cada uno de los tres bloques. El testigo determinó si existe o no efecto entre los tratamientos.

2.3.4. Croquis de distribución de bloques y tratamientos en campo

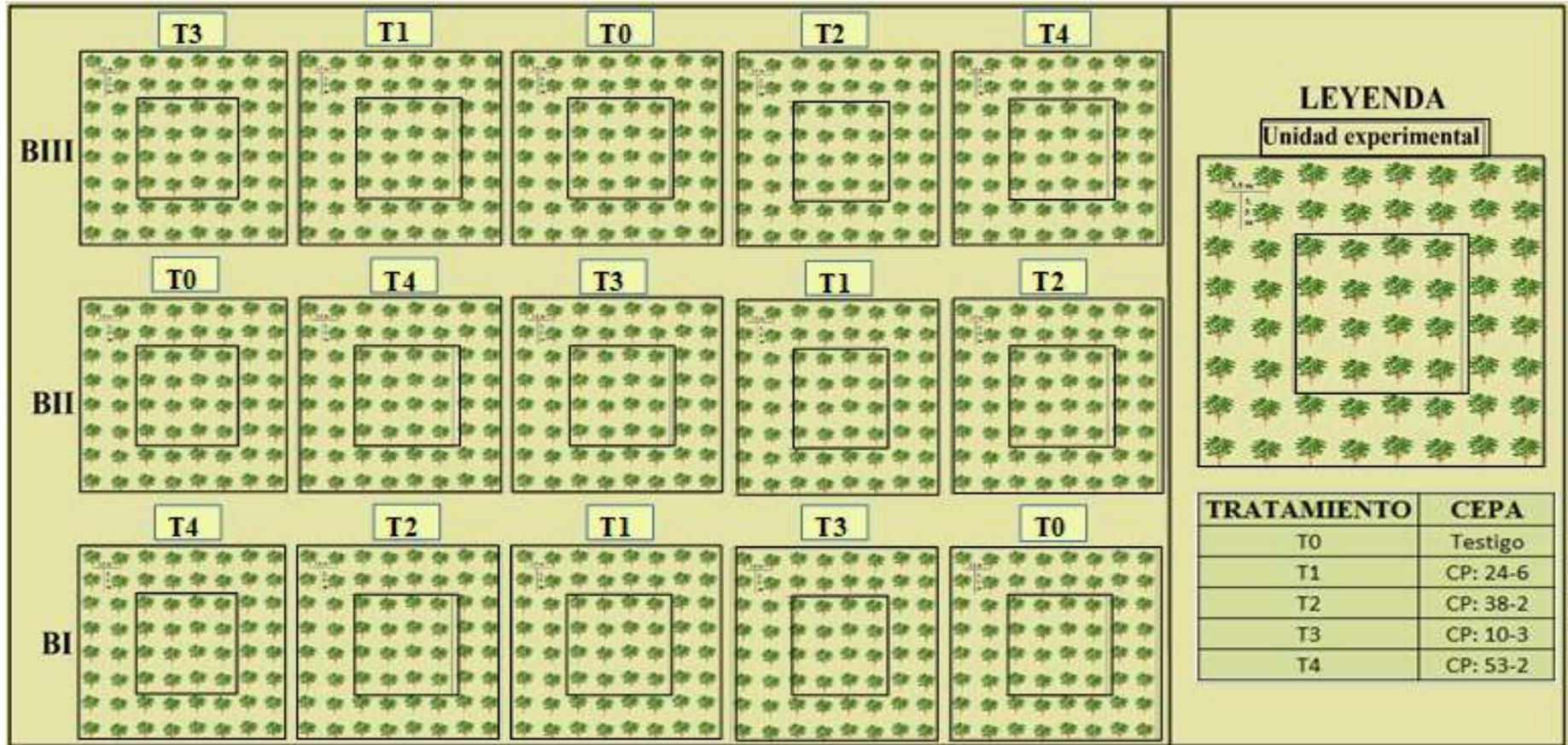


Figura 2. Distribución de los bloques y tratamientos dentro de la parcela experimental.

2.4. Actividades realizadas de antemano a la evaluación de las variables

2.4.1. Conteo de conidios

Se realizó a los 15 días del repique de las cepas de *Trichoderma* spp, que se encontraban en medio de cultivo sólido a base de arroz, para ello se siguió la siguiente metodología:

Primero se preparó la solución madre que consistió de un gramo de arroz puesto en un matraz más 1 ml de tween 20 y se aforó a 100 ml con agua destilada estéril. Se desprendió las esporas en un vortex. Luego con una pipeta se pasó 1 ml de la solución madre al tubo de ensayo que pertenecía la dilución 10^{-1} y así sucesivamente hasta llegar a la 10^{-4} . Se realizó un conteo de esporas en las diluciones y se trabajó con la dilución que presentó las esporas más homogéneas en los 5 cuadrantes de la cámara de Neubauer. Este proceso se realizó para las 4 cepas de *Trichoderma* spp. Se estimó el total de conidios producidos por mililitro de un gramo de arroz contenido en 100 ml de solución.

2.4.2. Instalación de letreros

Se instalaron los letreros de los 5 tratamientos en los tres bloques, así mismo los letreros de los tres bloques, y el letrero general de la investigación. Esta actividad se realizó con la ayuda del croquis de la distribución de los tratamientos.

2.4.3. Etiquetado de plantas y frutos de cacao nativo fino de aroma

2.4.4. Etiquetados de plantas

Se etiquetaron las 16 plantas centrales de cada una de las unidades experimentales, de acuerdo a la muestra se consideró el efecto de borde. Cada etiquetada se realizó con cinta plástica de 25 cm de largo y 10 cm de ancho en las 16 plantas centrales de cacao. Cada etiqueta estuvo rotulada con el número de plantas desde el 1 al 16.

Etiquetado de frutos

Se utilizó etiquetas de diferentes colores elaboradas de plástico con un tamaño de 5 x 8 cm, cada color indica una generación la misma que evita tener confusiones al momento de evaluar, fueron perforadas para que permita ser amarradas en el pedúnculo del fruto con las medidas requeridas que fueron de 8 a 12 cm de largo esto se realizó para las 6 generaciones con intervalos de 15 días.

2.4.5. Formulación y aplicación del biopreparado de *Trichoderma* spp.

Se realizó con la siguiente metodología de SENASA (2014).

- Las cepas nativas de *Trichoderma* spp, fueron adquiridas del laboratorio de investigación en sanidad vegetal (LABISANV) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, cepas que anteriormente han sido trabajadas en condiciones de laboratorio mostrando un control significativo sobre moniliasis.
- En un balde transparente de capacidad de 20 l se vertió 20 l de agua y se corrigió el pH, con un corrector de pH (BEST PH), hasta obtener un pH de 6 a 7.
- A las bolsas que contenían las cepas nativas de *Trichoderma* spp, propagadas en arroz, se agregó aceite agrícola vegetal el cual se especificará en la siguiente tabla 3 y 4, donde se describe la cantidad de cepas nativas *Trichoderma* spp. por dosis y la cantidad de aceite con la que se desprenden los conidios de la cepa nativa de *Trichoderma* spp.
- Después se lavó 3 veces, cada una con 1 litro de agua que previamente fue corregido el pH, el concentrado se filtró con un colador y se depositó en un envase para así dejarle reposar como mínimo 6 horas.

Tabla 3. Descripción de los tratamientos con códigos de las cepas

Cepas	ml/planta	g de arroz /300 ml	g de arroz/60 lt
CP24-6		3	576
CP38-2		4.2	806
CP10-3	300	7	1344
CP53-2		3.8	733

Tabla 4. Descripción de los tratamientos con códigos de las cepas

Cepas	Dosis ml/ Planta	Arroz/ 60 lt	Aceite ml/Cepa
CP24-6		576	36
CP38-2	300	806	50.4
CP10-3		1344	84
CP53-2		733	45.8

2.4.6. Aplicación de *Trichoderma* spp.

La aplicación se realizó con bomba mecánica a una concentración de 1.4×10^9 conidios. ml^{-1} . Se consideró la misma concentración para todas las cepas, se aplicó 300 ml por cada planta de cacao. Cada aplicación tuvo intervalos de 15 días. Previo a esto se realizó una prueba en blanco para determinar la cantidad de solución que se requiere por planta de cacao, este proceso se repitió durante todo el ciclo productivo del cacao.

2.5. Variables de estudio

2.5.1. Incidencia

La incidencia se evaluó después de los 15 días de cada aplicación del biopreparado a base de *Trichoderma* spp. Se evaluaron por un periodo de dos meses y medio a cada generación con intervalos de 15 días. Para calcular el porcentaje se utilizó la siguiente fórmula (Cárdenas y Giraldo, 1986).

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

2.5.2. Severidad externa

Después de 2.5 meses de haber realizado la primera aplicación la severidad externa se evaluó utilizando la siguiente escala modificada de Cárdenas y Giraldo (1986).

Tabla 5. Descripción de los tratamientos con códigos de las cepas

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

2.5.3. Eficacia de las cepas nativas de *Trichoderma* spp.

La eficacia del control se obtuvo a partir de los valores de incidencia de moniliasis alcanzados en los tratamientos en relación al testigo. Para esto se utilizó la fórmula del porcentaje de eficacia de control adaptada de Abbott (1925).

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

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 en kilogramos por hectárea de cacao nativo de aroma.

Esta variable se realizó con el método de índice de mazorca (IM), que consiste en determinar el número de mazorcas para obtener un kg de cacao seco. Para obtener este parámetro, se tomó al azar una muestra de diez mazorcas maduras y sanas por unidad experimental, cuyas almendras se sometieron al respectivo proceso de fermentación y secado. Cuando las muestras obtuvieron el 7 % de humedad se pesó en una balanza analítica para determinar el rendimiento en kilogramos (Sánchez *et al.*, 2014).

Se aplicó la siguiente fórmula:

$$IM = \frac{N^{\circ} \text{ mazorcas} \times 1000}{\text{peso en g de almendras secas de } N^{\circ} \text{ de mazorcas}} \times 100$$

III. RESULTADOS

3.1. Porcentaje de incidencia de moniliasis en cacao nativo fino de aroma

Al realizar un análisis de varianza (ANVA) al 5 % de significancia para la variable de porcentaje acumulado de incidencia de moniliasis del cacao nativo fino de aroma; tanto para bloques y tratamientos, se obtuvieron diferencias estadísticas significativas, por lo que nos conllevó a realizar un análisis de comparaciones múltiples de los tratamientos usando la prueba estadística Tukey ($p < 0.05$).

En la figura N° 3; se muestra la diferencia estadística significativa entre tratamientos, formando 5 grupos homogéneos, según Tukey ($p < 0.05$). Donde el tratamiento testigo absoluto presenta la mayor incidencia de moniliasis con un total de 15.20 % con respecto a los demás tratamientos y conforma el grupo A. Los tratamientos que obtuvieron menor incidencia de moniliasis en cacao nativo fino de aroma en relación al testigo absoluto fue el tratamiento CP10-3 con un valor de 4.05 % y CP24-6 5.62 %.

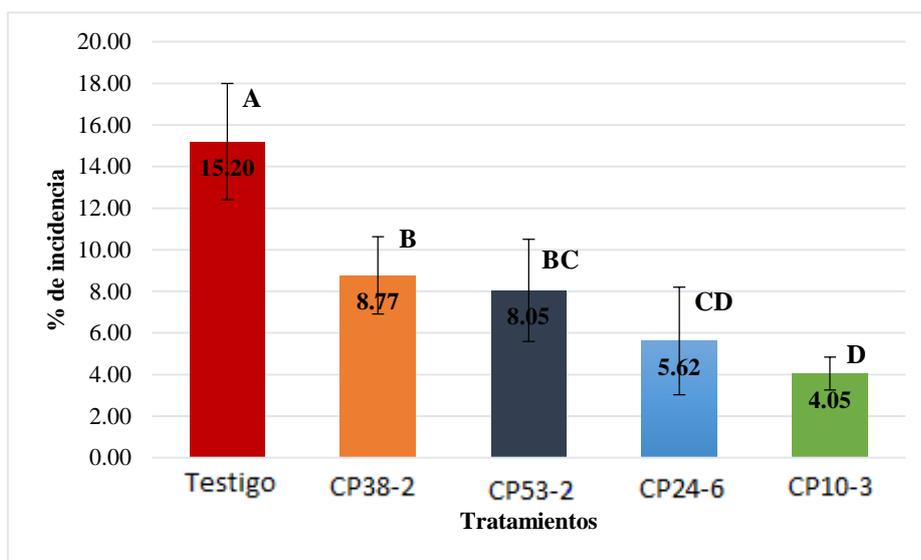


Figura 3. Porcentaje acumulado de incidencia de la moniliasis del cacao nativo fino de aroma.

La figura 4; muestra la fluctuación de la incidencia de moniliasis durante el periodo de evaluación. El testigo absoluto T0 nos indica que la mayor incidencia se obtuvo entre los 75 a 90 días con un porcentaje de 12.67 mostrándose la más alta con respecto a los demás tratamientos, la cepa CP38-2 muestra el pico más alto entre los días 75 y 90 alcanzando un 8.67%, la cepa CP53-2 muestra que la mayor incidencia se manifestó en los días 60 y 90 donde alcanzó un 7.33%, la cepa CP24-6 indica la mayor incidencia en el día 75 y a los 120 días con 5 % respectivamente y la cepa CP10-3 muestra mayor incidencia entre los días 75 -90 con un 4.3 % mostrando la menor incidencia con respecto a todos los tratamientos.

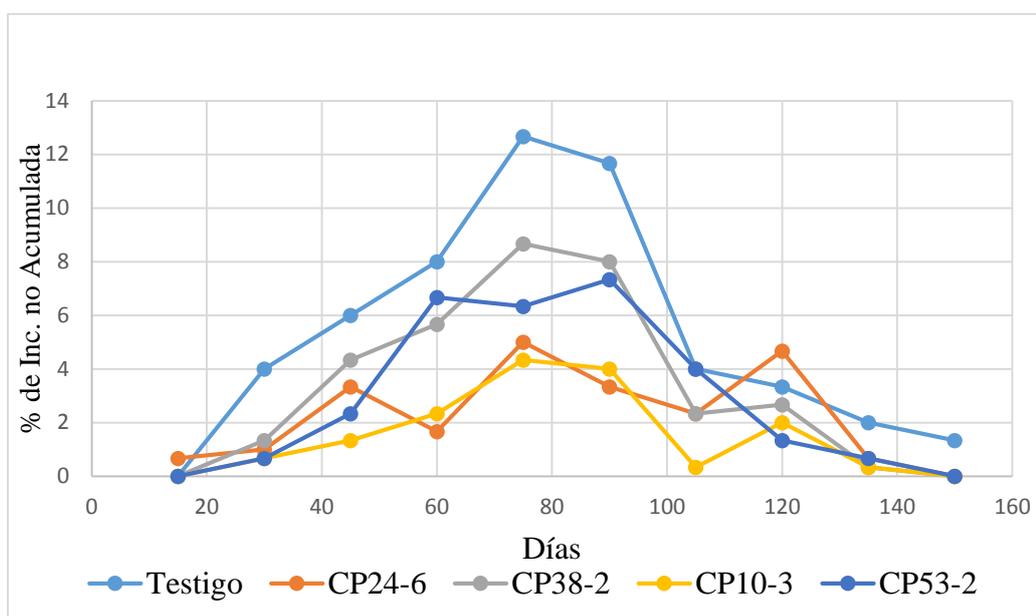


Figura 4: Fluctuación de incidencia de moniliasis del cacao nativo fino de aroma.

3.2. Severidad externa de la moniliasis del cacao nativo fino de aroma.

Para determinar el grado de severidad externa a los 75 días de evaluación causada por la moniliasis se realizó el análisis ANVA al 5 % de significancia, presentado diferencias estadísticas significativas para los tratamientos evaluados con un p – valor de 0.0039.

En la figura 5; según la prueba Tukey ($p < 0.05$), nos muestran dos grupos homogéneos A y B, el primer grupo conformado por el T0 (testigo absoluto) y el segundo grupo conformado por los demás tratamientos.

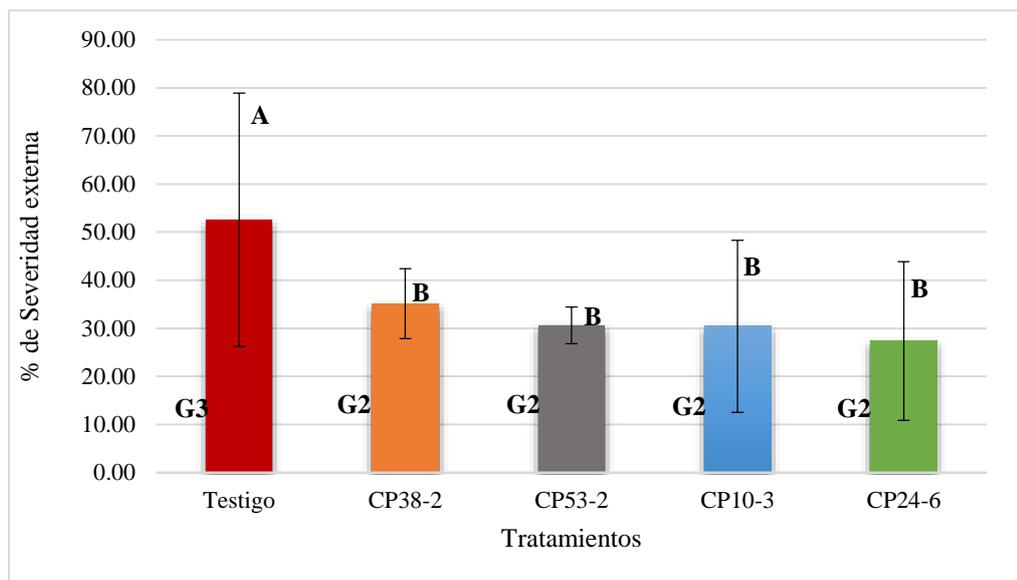


Figura 5: Grados de severidad externa de la moniliasis del cacao nativo fino de aroma, evaluados a los 75 días después de la primera aplicación de *Trichoderma* spp.

3.3. Eficacia del control biológico.

Para determinar la eficacia de las cepas nativas de *Trichoderma* spp. sobre la moniliasis del cacao nativo fino de aroma, se realizó el análisis (ANVA) al 5 % de significancia, presentado diferencias estadísticas significativas para los tratamientos evaluados con un p – valor de 0.0033.

Realizando comparaciones múltiples de los tratamientos, usando la prueba estadística Tukey ($p < 0.05$), se observa en la figura 6; las diferencia estadística entre tratamientos, formando 4 grupos homogéneos, donde el tratamiento T3 cepa CP10-3 conforma el grupo A; presenta la mayor eficacia sobre moniliasis con un total de 71.90 % de eficacia con respecto a los demás tratamientos, el tratamiento que

obtuvo la menor eficacia sobre moniliasis fue el tratamiento T2 CP38-2 conforma el grupo C con un valor de 38.99 % de eficacia y los tratamientos T4 CP53-2 y T1 CP24-6 con 44.53 % y 61.42% de eficacia; respectivamente fueron los valores intermedios.

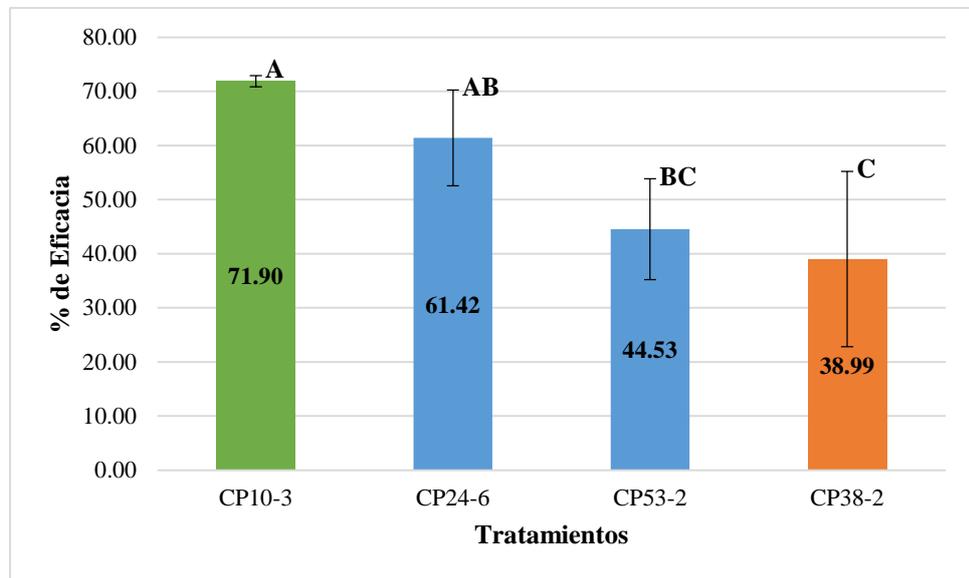


Figura 6. Eficacia de las cepas nativas de *Trichoderma* spp. sobre la moniliasis del cacao nativo fino de aroma.

3.4. Rendimiento del cacao nativo fino de aroma

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, no presenta diferencias estadísticas significativas. Pero a nivel de medias se puede observar en la figura 7 que el tratamiento T1 CP24-6 y T3 CP 10-3 presentan los mayores valores, con un total de 1115 y 1095 Kg/ha respectivamente.

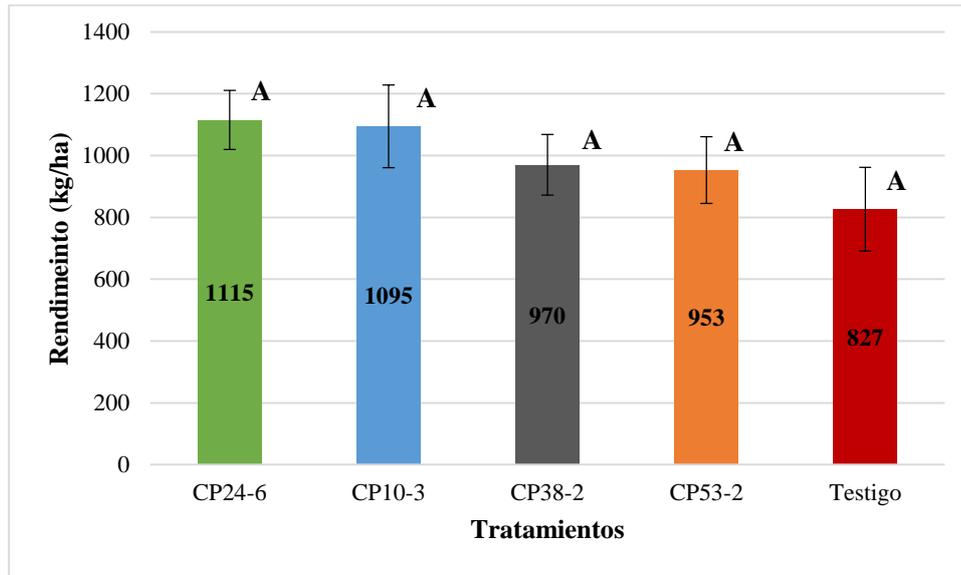


Figura 7. Rendimiento en kg/ha de cacao nativo fino de aroma

IV. DISCUSIONES

Villamil *et al*, (2015), al aplicar antagonistas microbianos para el control biológico de *Moniliophthora roreri* Cif & Par en *Theobroma cacao* L. bajo condiciones de campo encontró que los menores porcentajes de incidencia de moniliasis se obtuvieron en los tratamientos con los antagonistas durante los primeros 14 días después de la aplicación, destacándose el antagonista H20, sin embargo a partir de los 64 días después de la aplicación la incidencia de moniliasis fue del 100% en todos los tratamientos, independientemente de la presencia del antagonista. Estos resultados obtenidos difieren con la presente investigación donde la incidencia se mostró menor durante los primeros 30 días después de la aplicación en todos los tratamientos, así mismo muestra que la mayor fluctuación de incidencia se observó desde 60 a los 90 días encontrándose la menor incidencia el antagonista (CP10-3) con 4.05 %.

Del mismo modo, Ruiz (2017); al evaluar *Trichoderma harzianum* para el control de *Moniliophthora roreri* manifiesta que en concentraciones de $4.5 \times 10^{14} \cdot \text{ha}^{-1}$ conidios y $6.5 \times 10^{14} \cdot \text{ha}^{-1}$ la incidencia de moniliasis en cacao fue de 7.88 % y 8.36 %. Estos resultados presentan mayor porcentaje de incidencia a los obtenidos en el presente estudio, realizado a una concentración de $1.4 \times 10^9 \text{ cc} \cdot \text{ml}^{-1}$ donde muestra resultados de 5.62 % y 4.05 % de incidencia de moniliasis en cacao, los intervalos de aplicación fueron de 15 días en ambos estudios. Esto pudo deberse a que las especies de *Trichoderma* utilizadas sean diferentes, como también a la mejor adaptación de los hongos a condiciones de campo, debido que las cepas utilizadas en nuestro ensayo fueron aislados de los mismos agroecosistemas de cacao.

Villamil *et al*, (2015); al evaluar severidad en resultados registrados en la semana 6 al comparar el porcentaje en la disminución del daño externo en los tratamientos con aislamientos antagonistas obtuvo una reducción de severidad de 19,5 % en el aislado H5 y 28 % en el aislado H20. En la cual los resultados de reducción de severidad se asemejan a los porcentajes alcanzados en el presente trabajo donde se probó 4 cepas nativas de *Trichoderma* spp sobre *Moniliophthora roreri*, se registró los datos de la semana 10 que fueron de 25.2 % y 22.1 % para las cepas CP10-3 y CP24-6. Considerando lo anterior *Trichoderma* spp muestra así su eficiencia en el control de moniliasis, tal como lo manifiesta Rios (2003).

Así mismo, Ruiz (2017), señala que el menor porcentaje de severidad de moniliasis se obtuvo con una concentración de 4.5×10^{14} cc/ha-1 de *Trichoderma harzianum* a una frecuencia de 15 días de aplicación, permitiendo únicamente el 21.1 % (G1) de severidad externa de moniliasis. Estos resultados difieren con esta investigación donde se manifiesta un 27.36 % de severidad de moniliasis que representa el (G2), en general, el incremento de la severidad de la moniliasis en este estudio podría estar relacionada con el aumento progresivo de la precipitación pluvial y la variación de temperatura durante el desarrollo del experimento, que generó ambientes de condiciones diferentes, tal como lo expresa Phillips *et al.* (2007) quienes afirmaron que el conidio necesita de la presencia de agua para germinar, por lo que la moniliasis se incrementa en los meses de lluvia.

Con respecto a la eficacia en la presente investigación se logró un resultado en el T3 (CP10-3) de 71.90 % de eficacia mostrando ser una alternativa para el control de la moniliasis del cacao en condiciones de campo. Así mismo Tuquerres (2016); presenta resultados similares con aislados de *Trichoderma spp* UEA-T3 y UEA-T2 + UEA-T3 mostrando una eficacia mayor a 70%. Según Howell (2003) el potencial enzimático de *Trichoderma* puede detener el proceso infeccioso de los patógenos, secreta más de 70 metabolitos, entre ellos: sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas. Afirmando de esta manera que aislados de *Trichoderma spp.* compone un elemento notable a tomar en consideración para utilizar a estos hongos como agentes de control biológico en moniliasis de cacao.

Bolaños *et al.*, (2016); manifiesta que *T. harzianum* actúa como un agente antagonista de moniliasis, estimulando diferencialmente la producción de cacao, obteniéndose rendimientos de 3161,6 kg.ha⁻¹ de cacao seco, concluyendo que uso del hongo *T. harzianum* mejoró la producción de una gran cantidad de clones de cacao y permite obtener mejor desempeño sanitario. Martínez *et al.*, (2013) afirma que *Trichoderma spp.* puede activar un mecanismo nativo de defensa en las plantas contra diferentes plagas, conocido como Resistencia Sistémica Inducida (SIR- Systemic Induced Resistance). Este resultado difiere de la presente investigación donde se logró un mayor rendimiento de 1115 kg/ha; Estos resultados probablemente se deben a la diferencia de genotipos utilizados en ambas investigaciones.

Sánchez *et al.*, (2014); encontró que los clones de cacao tipo nacional alcanzaron un máximo rendimiento de 1154 y 1820 kg.ha⁻¹. Estos resultados son superiores a los obtenidos en la presente investigación alcanzando los máximos resultados con la (CP24-6) y (CP10-3) con rendimientos de 1115 y 1095 kg.ha⁻¹. Estos resultados podría estar influenciado a las diferencias altitudinales y al tiempo de evaluación que en nuestra investigación fue en un periodo de 6 meses.

Estos resultados evidencian que el uso de agentes biológicos es un elemento importante para el manejo de enfermedades, dado el potencial benéfico representan una fuente importante a estudiar con la finalidad de elaborar biopreparados para uso en cultivos de importancia económica como el *T. cacao*. Sin embargo, para obtener un producto eficiente, se deben realizar estudios de selección de cepas, realizar evaluaciones en condiciones de campo, y aclarar los mecanismos a través de los cuales ejercen su acción.

V. CONCLUSIONES

De las cuatro cepas de *Trichoderma* spp. aplicadas en campo se obtuvo una mayor reducción de incidencia en el tratamiento T3 con la cepa CP10-3 con 4.05% con relación al testigo que alcanzó 15.20 % de incidencia de moniliasis en cacao nativo fino de aroma.

Con relación al grado de severidad las cuatro cepas evaluadas alcanzaron el mismo grado, sin embargo, en menor porcentaje de tejido afectado por moniliasis del cacao se presentó en el T1 cepa CP 24-6 con 27.36 % equivalente al grado 2(G2).

De las cuatro cepas de *Trichoderma* spp aplicadas, el tratamiento T3 cepa CP 10-3 resultó más eficaz con un 71.90% mostrándose superior con respecto a los más tratamientos.

Finalmente, el mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento T1 cepa CP 24-6 alcanzando un promedio de 1115 kg/ha seguido por el T3 cepa CP 10-3 con 1095 kg/ha.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2), 265–267.
- Aime MC, 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.
- Aneja M, Gianfana TJ, Hebbar PK. 2005. *Trichoderma harzianum* produces nonanoic acid, an inhibitor of spore germination and mycelial growth of two cacao pathogens. *Physiol Mol Plant Pathol*. 67(6):304-307.
- Barrientos, P. (2015). La cadena de valor del cacao en el Perú y su oportunidad de mercado mundial. *Semestre Económico*, 18(37), 129-155.
- Bolaños, M., Vasco, A., Mercado, A., Caicedo Corozo, J., Castro Arroyo, 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*, v(1), 39-54.
- Cárdenas, C y J. Giraldo. 1986. *Evaluación de la respuesta de algunos cultivares del cacao (Theobroma cacao L.) a Moniliophthora roreri* mediante dos métodos de inoculación en frutos y en semilla en estado radicular. Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad de Caldas. Manizales, Colombia. 107 p.
- Cuervo-Parra JA, Ramírez-Suero M, Sánchez-López V, Ramírez-Lepe M. 2011. Antagonistic effect of *Trichoderma harzianum* VSL291 on phytopathogenic fungi isolated from cocoa (*Theobroma cacao* L.) fruits. *Afr J Biotechnol*. 10(52):1065763.
- Deberdt P, Mfegue CV, Tondje PR, Bon MC, Ducamp M, Hurard C, Begoude D, Ndoumbé Nkeng M, Hebbar PK, Cilas C. 2008. Impact of environmental factors, chemical fungicide and biological control on cacao pod production dynamics and black pod disease (*Phytophthora megakarya*) in Cameroon. *Biological Control*. 44(2):149-159.
- 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.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2012). IV Censo Nacional Agropecuario. Recuperado el 07 de agosto de 2017, de <http://proyectos.inei.gob.pe/CenagroWeb/#>.

- Martínez, B., D. Infante y Y. Reyes. 2013. *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Protección Vegetal* 28(1): 1-11.
- Mejía LC, Rojas EI, Maynard Z, Van Bael S, Arnold AE, Hebbar P, Samuels GJ, Robbins N, Herre EA. 2008. Endophytic fungi as biocontrol agents of *Theobroma cacao* pathogens. *Biol Control*. 46(1):4-14.
- 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.
- Rios, R.R. 2003. Control de la principales enfermedades de cacao (*Theobroma cacao* L.) con tres especies de *Trichoderma* y oxido cuproso. Tesis Ing. Agr. UNAS. Tingo María, Perú. 97 p.
- 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 Landivar, ciencias ambientales y agrícolas. Guatemala de la Asunción.
- Sánchez, F. D. y 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., Gárces, 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.
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria [SENASA]. (2014). *Trichoderma harzianum* Rifai Cepa CCB-LA101. Recuperado en agosto de 2019, de http://repositorio.senasa.gob.pe/bitstream/SENASA/258/1/2014_Gomez_Ficha-tecnica-10-Trichoderma-harzianum.pdf.6
- Tuquerres, H. L. (2016). *Evaluación de cepas de Trichoderma spp. en el control de monilla (Moniliophthora roreri), en cacao (Theobroma cacao) in vitro y en campo en la provincia de Napo-Ecuador*. Tesis de pregrado. Departamento de Ciencias de la Vida y Agricultura, Universidad de las Fuerzas Armadas. Sangolquí, Ecuador. 82 pp.
- Unodoc. (2014). Paquete tecnológico del cacao fino de aroma. Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito para el Perú y el Ecuador. Lima.
- Villamil, J. E., Viteri, S. E. y 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. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín*, 68(1), 7441-7450.

VII. ANEXOS

ANEXOS 1. Panel fotográfico



Figura 8: Acondicionamiento de la parcela de estudio. A poda de mantenimiento, B parcela después de la poda.



Figura 9. Señalización perimétrica de la parcela en estudio.

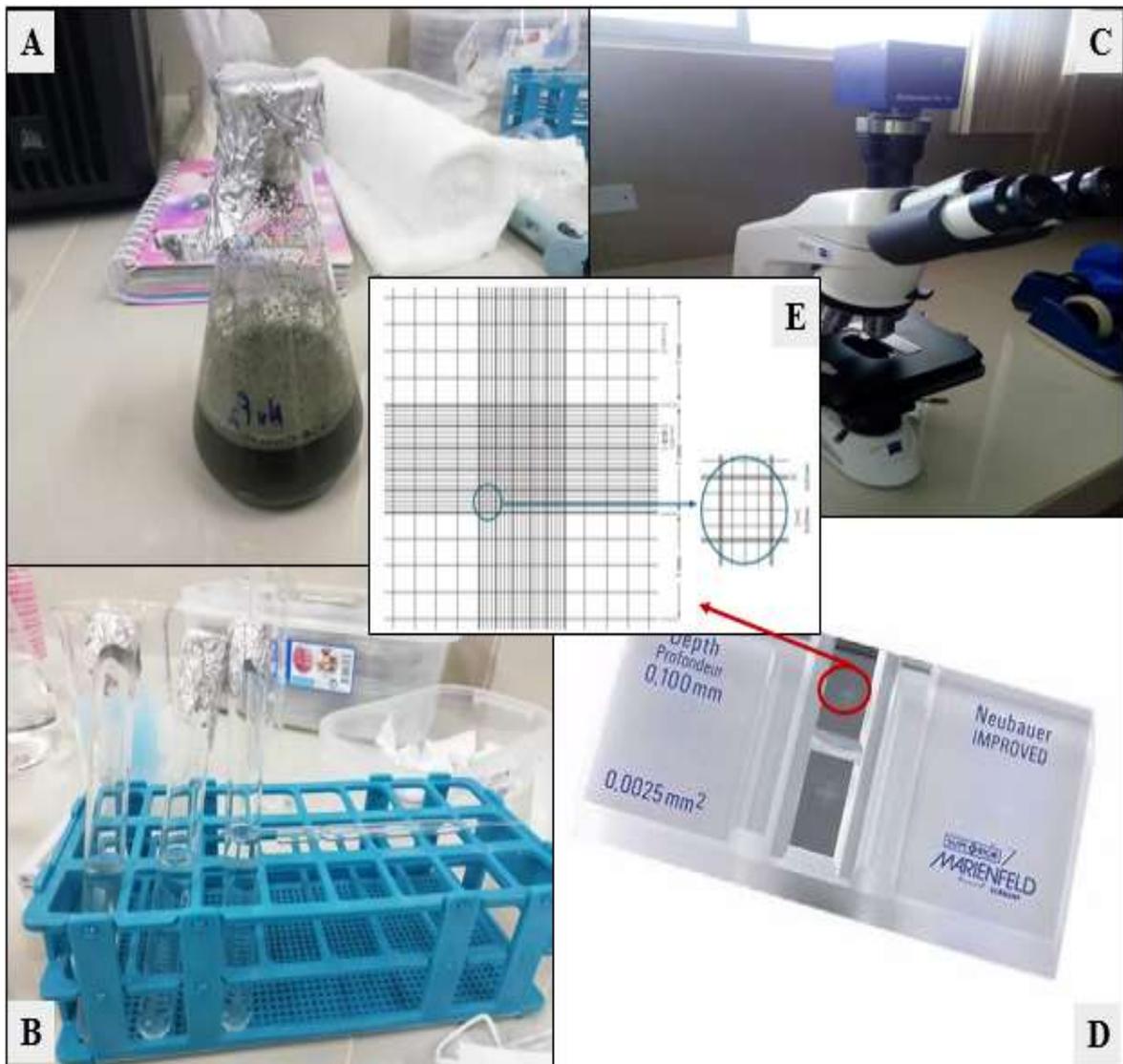


Figura 10. Proceso de conteo de esporas de las cepas de *Trichoderma* spp. A: Matriz (100 ml). B: Diluciones seriadas C: Microscopio. D: Cámara de Neubauer. E: Cuadrantes de contabilización.



Figura 11. Etiquetado de plantas y frutos. A: Unidad experimental. B: Plantas etiquetadas y C: Frutos etiquetados.



Figura 12. Proceso de preparación y aplicación de *Trichoderma* spp. A: Cepas para preparación. B: Desprendimiento de esporas del arroz C: Lavado de cepas y D: Aplicando a las plantas de cacao.

7.3. Evaluación del rendimiento de cacao nativo fino de aroma.



Figura 13. Proceso de cosecha de cacao. A: Corte del fruto. B: Cacao del T4. C: Frutos de todo el área de estudio. D: Quiebre y E: Resultado final de la cosecha.

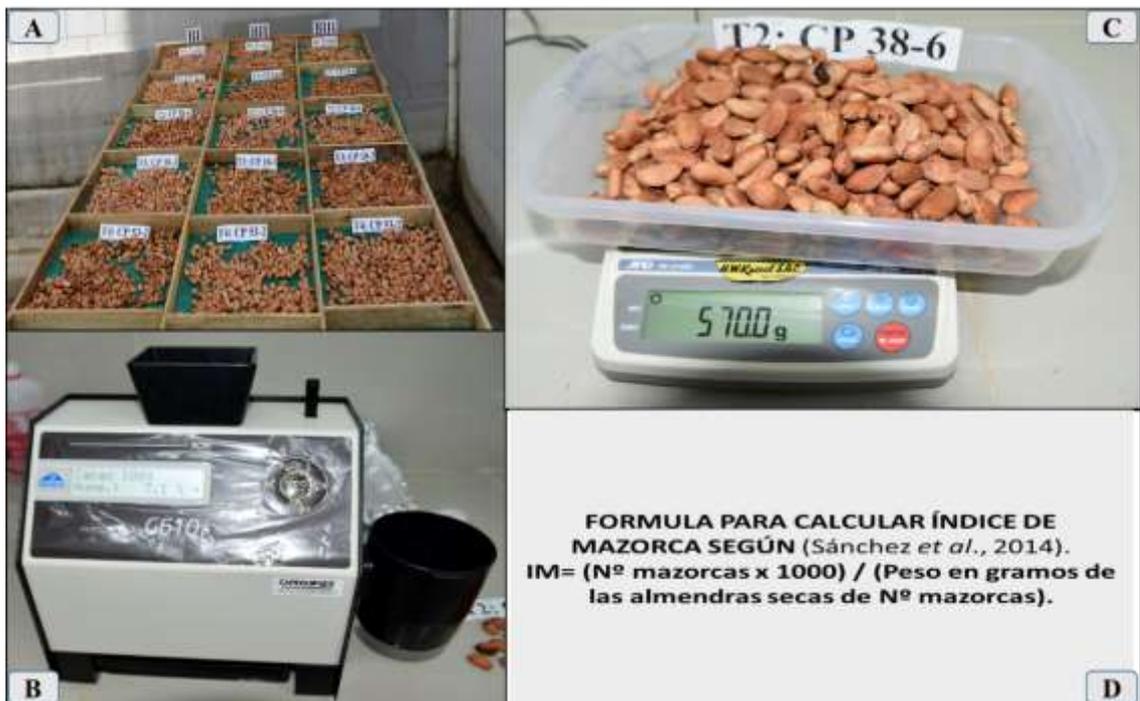


Figura 14. Cálculo del índice de mazorca. A: Secado. B: Calculando H° (7%). C: Pesado. D: Formula de índice de mazorca.

ANEXO 2. Resumen de datos

Tabla 6. Descripción de los tratamientos con códigos de las cepas

Bloque	Tratamiento	% Incidencia	Aseo. Inc.	% Severidad	Aseo. Sev.	Rendimiento
1	0	17.85	0.43619367	54.46	0.8300408	958
1	1	8.21	0.29060402	36.92	0.6530584	1107
1	2	10.24	0.32572949	35.88	0.6422333	1068
1	3	4.85	0.22204734	27.01	0.5465507	1059
1	4	10.29	0.32655321	26.08	0.5359633	864
2	0	14.77	0.39446852	51.75	0.8029017	799
2	1	4.75	0.2197083	24.51	0.5179608	1203
2	2	7.00	0.26776333	36.18	0.6453751	904
2	3	3.76	0.19514338	35.00	0.6330518	999
2	4	5.95	0.24641231	29.75	0.5769087	941
3	0	12.97	0.36841674	51.41	0.79945	723
3	1	3.89	0.19853246	20.65	0.4717652	1035
3	2	9.07	0.30591352	33.25	0.6145955	938
3	3	3.54	0.18927702	29.27	0.5716649	1227
3	4	7.92	0.28527875	35.96	0.643067	1054

*Inc=incidencia;

*Sev= severidad

Tabla N° 7. Matriz de base de datos de % de eficacia

Bloque	Tratamiento	% Eficacia	Aseo
1	1	52.71	0.8125294
1	2	41.02	0.6951367
1	3	72.05	1.0137675
1	4	40.70	0.6918542
2	1	63.67	0.9238706
2	2	45.86	0.7439095
2	3	70.93	1.0013083
2	4	53.97	0.8250999
3	1	67.87	0.9681695
3	2	30.10	0.5806963
3	3	72.72	1.0212721
3	4	38.93	0.6737376

ANEXO 3. Análisis de varianza

Tabla 8. Tabla de medias reales de las variables estudiadas

Tratamientos	Medias reales		Rendimiento	%Eficacia
	% Incidencia	% Severidad		
T0	15.20	52.54	827	0.00
T1	5.62	27.36	1115	61.42
T2	8.77	35.10	970	38.99
T3	4.05	30.43	1095	71.90
T4	8.05	30.60	953	44.53

Tabla 9. Análisis de la varianza del porcentaje de incidencia de la moniliasis del cacao nativo fino de aroma (SC tipo I).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	28.67	2	14.35	11.73	0.0042
Tratamiento	219.30	4	54.83	44.86	<0.0001
Error	9.78	8	1.22		
Total	257.76	14			

CV= 13.26

Tabla 10. Test de Tukey para los tratamientos de la variable porcentaje de incidencia de la moniliasis del cacao nativo fino de aroma (SC tipo I).

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Sig.
0	15.20	3	0.64	A
2	8.77	3	0.64	B
4	8.05	3	0.64	BC
1	5.62	3	0.64	CD
3	4.05	3	0.64	D

Tabla 11. Análisis de la varianza de la severidad externa de la moniliasis del cacao nativo fino de aroma (SC tipo I).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	10.03	2	5.01	0.18	0.8425
Tratamiento	1218.38	4	304.59	10.64	0.0027
Error	229.10	8	28.64		
Total	1457.51	14			

CV=15.20

Tabla 12. Test de Tukey para los tratamientos de la variable severidad externa de la moniliasis del cacao nativo fino de aroma (SC tipo I).

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Sig.
0	52.54	3	0.09	A
2	35.10	3	0.09	B
4	30.60	3	0.09	B
3	30.43	3	0.09	B
1	27.36	3	0.09	B

Tabla 13. Análisis de la Varianza de la eficacia de las cepas de *Trichoderma* spp. sobre la moniliasis del cacao nativo fino de aroma (SC tipo I).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	117.19	2	58.60	1.29	0.3419
Tratamiento	2070.11	3	690.04	15.20	0.0033
Error	272.44	6	45.41		
Total	2459.75	11			

CV= 12.43

Tabla 14. Test de Tukey para los tratamientos de la variable eficacia de las cepas de *Trichoderma* spp. sobre la moniliasis del cacao nativo fino de aroma (SC tipo I).

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Sig.
3	71.90	3	0.89	A
1	61.42	3	0.89	AB
4	44.53	3	0.89	BC
2	38.99	3	0.89	C

Tabla 15. Análisis de la varianza del rendimiento (kg/ha) del cacao nativo fino de aroma (SC tipo I).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	4500.13	2	2250.07	0.18	0.8381
Tratamiento	165234.27	4	41308.57	3.32	0.0700
Error	99654.53	8	12456.82		
Total	269388.93	14			

CV= 11.25

Tabla 16. Test de Tukey para los tratamientos rendimiento (kg/ha) del cacao nativo fino de aroma (SC tipo I).

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Sig.
1	1115	3	64.44	A
3	1095	3	64.44	A
2	970	3	64.44	A
4	953	3	64.44	A
0	826.67	3	64.44	A

Tabla 17. Base de datos de incidencia de moniliasis en cacao, ciclo productivo enero–junio.

EVALUACIÓN DE INCIDENCIA DE MONILIASIS EN CACAO										
Tratamientos	N° planta	frutos evaluados	frutos infestados por generación						total de frutos infestados	% de incidencia/planta
			G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6		
T0	1	27	2	1	2	1	1	1	8	29.6
	2	30	0	0	2	4	0	1	7	23.3
	3	29	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	4	39	0	0	1	1	1	0	3	7.7
	5	32	0	5	0	0	0	0	5	15.6
	6	46	2	4	0	2	0	0	8	17.4
	7	28	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	8	36	1	0	5	0	0	0	6	16.7
	9	30	0	2	0	0	0	0	2	6.7
	10	39	0	1	0	0	1	0	2	5.1
	11	36	0	0	0	1	1	1	3	8.3
	12	37	3	2	1	0	0	0	6	16.2
	13	36	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	14	30	0	0	2	1	4	1	8	26.7
	15	29	3	0	2	3	0	0	8	27.6
	16	41	0	4	1	0	0	0	5	12.2
T1	1	23	2	4	0	0	0	0	6	26.1
	2	29	0	0	3	0	0	0	3	10.3
	3	33	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	4	26	0	0	0	0	1	0	1	3.8
	5	34	0	5	0	0	0	0	5	14.7
	6	32	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	7	31	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	8	30	0	0	4	1	0	0	5	16.7
	9	32	0	0	0	0	0	2	2	6.3
	10	28	1	0	0	0	0	0	1	3.6
	11	27	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	12	19	2	0	0	0	0	0	2	10.5

	13	25	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	14	22	3	0	0	0	0	0	3	13.6
	15	24	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	16	16	0	0	0	1	0	0	1	6.3
T2	1	24	3	0	0	0	0	0	3	12.5
	2	30	0	0	4	0	1	0	5	16.7
	3	22	2	2	0	0	0	0	4	18.2
	4	35	4	1	1	0	0	0	6	17.1
	5	14	2	0	0	0	0	0	2	14.3
	6	20	3	0	0	0	0	0	3	15.0
	7	19	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	8	25	0	1	0	0	0	0	1	4.0
	9	20	2	2	0	3	1	0	8	40.0
	10	11	1	3	0	0	0	0	4	36.4
	11	32	1	0	0	0	0	0	1	3.1
	12	38	1	0	2	0	0	0	3	7.9
	13	30	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	14	50	0	0	0	0	0	2	2	4.0
	15	26	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	16	24	0	0	1	0	0	0	1	4.2
T3	1	20	0	5	0	0	0	0	5	25.0
	2	26	1	0	0	1	0	0	2	7.7
	3	35	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	4	36	1	0	0	0	0	0	1	2.8
	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	6	17	0	0	0	0	0	2	2	11.8
	7	18	0	0	2	0	0	0	2	11.1
	8	21	0	0	0	1	0	0	1	4.8
	9	14	0	0	0	0	1	0	1	7.1
	10	28	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	11	21	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	13	22	0	0	0	1	0	1	2	9.1
	14	27	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	15	25	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	16	40	0	2	0	0	0	0	2	5.0
T4	1	27	0	2	1	1	0	0	4	14.8
	2	36	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	3	25	0	1	0	0	0	0	1	4.0
	4	33	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	5	13	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	6	22	1	0	0	0	0	0	1	4.5
	7	11	0	1	1	1	0	0	3	27.3
	8	15	2	0	0	0	1	0	3	20.0
	9	20	1	0	0	1	0	0	2	10.0

	10	17	3	1	1	1	0	0	6	35.3
	11	26	0	4	2	0	1	0	7	26.9
	12	18	0	1	0	0	1	0	2	11.1
	13	30	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	14	12	0	0	2	0	0	0	2	16.7
	15	14	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	16	21	2	0	0	1	1	0	4	19.0
T0	1	31	3	1	0	0	0	0	4	12.9
	2	26	0	0	1	0	0	0	1	3.8
	3	12	0	0	0	1	0	0	1	8.3
	4	19	1	2	0	0	0	0	3	15.8
	5	16	0	0	4	0	0	0	4	25.0
	6	22	0	6	1	0	0	0	7	31.8
	7	19	0	0	0	1	0	0	1	5.3
	8	33	5	0	0	0	3	2	10	30.3
	9	28	0	0	6	0	0	0	6	21.4
	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	11	27	1	0	0	0	0	0	1	3.7
	12	23	1	0	0	0	0	0	1	4.3
	13	12	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	14	6	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	15	23	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	16	20	2	0	1	0	1	0	4	20.0
T1	1	24	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	2	16	0	1	0	2	0	0	3	18.8
	3	28	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	4	30	0	5	0	0	0	0	5	16.7
	5	31	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	6	21	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	7	26	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	8	23	1	0	0	0	0	0	1	4.3
	9	11	0	0	0	1	0	0	1	9.1
	10	38	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	11	28	1	0	0	0	0	0	1	3.6
	12	38	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	13	24	0	1	0	0	0	0	1	4.2
	14	18	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	15	30	0	0	0	1	1	0	2	6.7
	16	35	0	3	3	0	0	0	6	17.1
T2	1	19	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	2	24	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	3	27	1	0	1	0	0	0	2	7.4
	4	15	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	5	25	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	6	23	2	2	0	0	0	0	4	17.4

	7	19	1	0	0	0	0	0	1	5.3
	8	24	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	9	29	0	6	0	0	2	0	8	27.6
	10	23	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	11	14	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	12	18	0	1	0	0	0	0	1	5.6
	13	23	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	14	17	0	0	0	3	0	0	3	17.6
	15	19	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	16	24	0	2	3	0	0	0	5	20.8
T3	1	23	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	2	31	0	2	0	0	0	0	2	6.5
	3	17	0	0	0	0	1	0	1	5.9
	4	21	1	0	0	0	0	0	1	4.8
	5	35	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	6	17	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	7	18	1	0	0	0	0	0	1	5.6
	8	18	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	9	12	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	10	28	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	11	15	0	2	1	0	0	0	3	20.0
	12	26	0	0	0	1	0	1	2	7.7
	13	21	0	1	0	1	0	0	2	9.5
	14	23	0	0	0	1	0	0	1	4.3
	15	25	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	16	16	0	0	0	0	0	0	0	0.0
T4	1	27	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	2	21	0	1	2	0	0	0	3	14.3
	3	29	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	4	25	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	5	21	2	0	0	0	1	0	3	14.3
	6	27	1	0	0	0	0	0	1	3.7
	7	22	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	8	9	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	9	24	0	2	3	0	0	0	5	20.8
	10	28	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	11	14	2	0	0	0	0	0	2	14.3
	12	20	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	13	26	0	0	0	5	0	0	5	19.2
	14	27	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	15	22	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	16	11	0	2	0	0	0	0	2	18.2
T0	1	18	5	0	0	0	0	0	5	27.8
	2	19	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	3	21	0	0	0	2	0	0	2	9.5

	4	36	1	6	0	4	0	0	11	30.6
	5	20	0	0	0	0	1	0	1	5.0
	6	12	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	7	37	0	0	0	0	1	0	1	2.7
	8	12	0	0	0	0	2	0	2	16.7
	9	16	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	10	10	1	2	3	0	0	0	6	60.0
	11	20	0	3	0	0	0	0	3	15.0
	12	18	0	0	0	0	0	1	1	5.6
	13	13	0	2	0	0	0	0	2	15.4
	14	9	0	0	1	0	0	0	1	11.1
	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	16	17	0	1	0	0	2	0	3	17.6
T1	1	22	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	2	16	0	0	0	1	0	0	1	6.3
	3	19	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	4	10	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	5	31	0	0	0	1	0	0	1	3.2
	6	42	0	4	0	0	0	0	4	9.5
	7	37	1	0	0	1	0	0	2	5.4
	8	16	1	0	0	1	3	0	5	31.3
	9	16	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	10	21	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	11	18	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	12	29	0	0	0	1	0	0	1	3.4
	13	25	0	1	0	0	0	0	1	4.0
	14	17	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	15	28	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	16	13	0	0	0	0	0	0	0	0.0
T2	1	45	0	4	0	0	0	0	4	8.9
	2	30	0	0	2	0	0	0	2	6.7
	3	22	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	4	12	0	1	0	0	0	0	1	8.3
	5	31	0	0	1	0	0	0	1	3.2
	6	23	0	0	0	2	2	0	4	17.4
	7	19	1	0	0	0	0	0	1	5.3
	8	24	0	0	4	0	0	1	5	20.8
	9	16	0	0	0	4	0	0	4	25.0
	10	20	2	0	0	0	1	0	3	15.0
	11	14	0	0	0	1	0	0	1	7.1
	12	22	0	0	3	0	1	0	4	18.2
	13	12	1	0	0	0	0	0	1	8.3
	14	25	0	0	0	0	2	0	2	8.0
	15	21	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	16	15	0	0	0	0	0	0	0	0.0

T3	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	3	40	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	4	12	1	0	0	0	0	1	2	16.7
	5	19	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	6	27	1	0	0	0	0	0	1	3.7
	7	20	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	8	16	0	2	0	0	0	0	2	12.5
	9	17	0	0	1	0	0	0	1	5.9
	10	25	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	11	19	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	12	33	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	13	66	0	6	0	0	0	0	6	9.1
	14	27	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	15	56	0	0	0	0	1	0	1	1.8
	16	22	0	0	0	3	0	0	3	13.6
T4	1	24	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	2	28	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	3	32	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	4	17	0	0	0	0	0	1	1	5.9
	5	25	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	6	34	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	7	44	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	8	16	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	9	24	2	2	0	0	1	0	5	20.8
	10	24	0	2	0	0	0	0	2	8.3
	11	20	0	0	4	0	0	0	4	20.0
	12	22	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	13	17	2	0	0	0	0	0	2	11.8
	14	23	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	15	23	0	0	5	3	0	0	8	34.8
	16	31	0	1	5	3	1	0	10	32.3