

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“TRATAMIENTO DE LA MONILIASIS EN PLANTACIONES DE CACAO (*Theobroma cacao*) UTILIZANDO UN BIOCONTROLADOR *Trichoderma harzianum* EN EL CENTRO POBLADO DE MACUYA, DISTRITO DE TOURNAVISTA, PROVINCIA DE PUERTO INCA – HUÁNUCO, 2019 – 2020”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA: Reatigue Medina, Antuane Andrea

ASESORA: Valdivia Martel, Perfecta Sofía

HUÁNUCO – PERÚ

2022

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Modelación, análisis y control de la contaminación

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2018-2019)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Biotecnología ambiental

Disciplina: Biotecnología ambiental

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DE LA AUTORA:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70756120

DATOS DE LA ASESORA:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 43616954

Grado/Título: Maestro en ingeniería con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0002-7194-3714

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Zacarías Ventura, Héctor Raúl	Doctor en ciencias de la educación	22515329	0000-0002-7210-5675
2	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
3	Torres Marquina, Marco Antonio	Ingeniero metalurgista	22514557	0000-0003-4006-7683

D

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 19:00 horas del día 27 del mes de julio del año 2022, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** mediante la plataforma Google Meet integrado por los docentes:

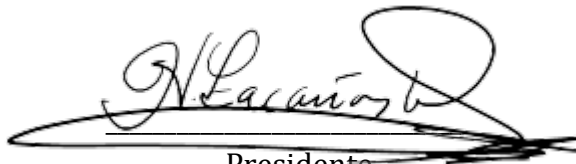
- Dr. Héctor Raúl Zacarias Ventura (Presidente)
- Mg. Frank Erick Cámara Llanos (Secretario)
- Ing. Marco Antonio Torres Marquina (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N°1429-2022-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **“TRATAMIENTO DE LA MONILIASIS EN PLANTACIONES DE CACAO (*Theobroma cacao*) UTILIZANDO UN BIOCONTROLADOR *Trichoderma harzianum* EN EL CENTRO POBLADO DE MACUYA, DISTRITO DE TOURNAVISTA, PROVINCIA DE PUERTO INCA – HUÁNUCO, 2019 – 2020.”**, presentado por la Bach. **Antuane Andrea REATIGUE MEDINA**, para optar el Título Profesional de Ingeniera Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas, procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándola **APROBADA** por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **17** y cualitativo de **MUY BUENO** (Art. 47)

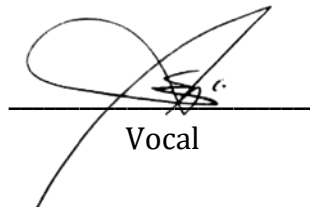
Siendo las 19:58 horas del día 27 del mes de julio del año 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Presidente



Secretario



Vocal

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada en primer lugar a Dios y a la Virgen de Guadalupe por darme la vida y por todas las oportunidades brindadas, a mi madre y abuela quienes con su apoyo incondicional cuidaron por mi bienestar y educación, quienes dieron lo mejor de sí para que mi educación llegara a este nivel, y por todo el cariño y cuidado que me han dado.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por protegerme, iluminar mi camino, darme sabiduría y permitirme dedicar a esta hermosa profesión con mucho ahínco y persistencia.

A mi madre y a mi abuela por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo incondicional e impulsándome a alcanzar un logro más en mi vida.

A la Universidad de Huánuco en especial al Programa Académico de Ingeniería Ambiental que me abrió sus puertas para brindarme una formación integral y lograr este objetivo, y a los docentes de este programa académico que estuvieron a cargo de la enseñanza, que colaboraron en mi superación académica y profesional.

A mi asesora la Mg. Perfecta Sofía Valdivia Martel, al biólogo Alejandro Rolando Duran Nieva, quienes, con su acertada dirección y apoyo continuo encaminaron en la terminación de mi tesis.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPÍTULO I.....	14
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2.1. Problema General.....	16
1.2.2. Problema Específicos.....	16
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	18
CAPÍTULO II.....	19
2. MARCO TEORICO.....	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1.1. Antecedentes internacionales	19
2.1.2. Antecedentes nacionales	21

2.1.3. Antecedentes Locales	22
2.2. BASES TEÓRICAS	22
2.2.1. Cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	22
2.2.2. Moniliasis.....	31
2.2.3. Formas de control de la Moniliasis.....	37
2.2.4. Principales controladores biológicos de Monilia.....	38
2.2.5. Características del hongo Trichoderma.....	38
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	42
2.4. HIPÓTESIS	43
2.4.1. Hipótesis General	43
2.5. VARIABLES.....	44
2.5.1. Variable Dependiente	44
2.5.2. Variable Independiente.....	44
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	45
CAPÍTULO III.....	46
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	46
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	46
3.1.1. Enfoque	46
3.1.2. Alcance o Nivel.....	47
3.1.3. Diseño	47
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	48
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	49
3.3.1. PARA LA RECOLECCION DE DATOS	49
3.3.2. Para la presentación de datos	51
3.3.3. Para el análisis e interpretación de los datos	51
CAPÍTULO IV	52
4. RESULTADOS	52

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	52
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y/O PRUEBA DE HIPÓTESIS...	56
CAPÍTULO V	60
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	60
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
ANEXOS	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación del área del proyecto de estudio.....	18
Tabla 2 Operacionalización de variables	45
Tabla 3 Esquema de diseño experimental	47
Tabla 4 Tamaño muestral para la población en el área de estudio	48
Tabla 5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	51
Tabla 6 Resultados de los frutos con moniliasis antes y después de la utilización del biocontrolador <i>Trichoderma harzianum</i> en las plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	52
Tabla 7 Resultados de la cantidad de flores antes y después de la utilización del biocontrolador <i>Trichoderma harzianum</i> en las plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i>).	53
Tabla 8 Descriptivos de la diferencia de frutos con moniliasis y de la cantidad de flores tras la utilización del biocontrolador <i>Trichoderma harzianum</i> en las plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i>).	54
Tabla 9 Resultados de la prueba de normalidad de los datos.....	55
Tabla 10 Prueba de Kruskal Wallis para evaluar las diferencias en los grupos en cuanto a la sanidad de las plantas (presencia de la moniliasis en los frutos)	56
Tabla 11 Prueba de Kruskal Wallis para evaluar las diferencias en los grupos en cuanto a la sanidad de las plantas (cantidad de flores).....	58
Tabla 12 Matriz de Consistencia.....	74

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Secuencia de síntomas y signos de la Moniliasis presentes en plantaciones de cacao	34
Gráfico 2 Ciclo de vida de la monilia en las plantaciones de cacao	35
Gráfico 3 Síntomas internos de la Moniliasis en mazorcas de cacao (A) y (B) puntos necróticos; (C) pudrición acuosa de la mazorca	37
Gráfico 4 Etapas fenológicas de la plantación del cacao	42
Gráfico 5 Resultados de los frutos con moniliasis antes y después de la utilización del biocontrolador <i>Trichoderma harzianum</i> en las plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	52
Figura 6 Resultados de la cantidad de flores antes y después de la utilización del biocontrolador <i>Trichoderma harzianum</i> en las plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	53
Gráfico 7 Gráfico de medias para evaluar las diferencias en los grupos en cuanto a la sanidad de las plantas (presencia de la moniliasis en los frutos)	57
Gráfico 8 Gráfico de medias para evaluar las diferencias en los grupos en cuanto a la sanidad de las plantas (cantidad de flores)	59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Matriz de Consistencia.....	74
Anexo 2 Instrumento de Investigación	75
Anexo 3 Árbol de Causas y Efectos.....	83
Anexo 4 Árbol de Medios y Fines	84
Anexo 5 Plano de Ubicación.....	85
Anexo 6 Panel Fotográfico.....	86

RESUMEN

La presente tesis titulada: “*Tratamiento de la Moniliasis en plantaciones de cacao (Theobroma cacao) utilizando un biocontrolador Trichoderma harzianum en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020.*” que tuvo como **objetivo** intervenir en la sanidad de las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) a través del tratamiento de la Moniliasis utilizando un biocontrolador *Trichoderma harzianum* en dicho lugar. La **metodología** del presente proyecto está desarrollada en el tipo aplicativo, de enfoque cuantitativo y de diseño experimental, con muestreo probabilístico, ya que se trabajó con un grupo conformado por 96 plantaciones de cacao (en estado de floración), divididos en 3 grupos de 32 plantaciones y un especialista en plantaciones de cacao; se utilizó un cuaderno de campo y un inventario para la recolección de datos. El tratamiento se desarrolló durante 4 meses; con 3 dosis diferentes de 25ml, 50ml y 100ml para 3 grupos de plantaciones y 1 grupo de plantación que es el testigo (control) que no recibió ningún tratamiento, cada tratamiento se realizó en intervalo de 10 días. Los **resultados** del tratamiento con el biocontrolador efectuado a las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) con moniliasis, se relacionan en la cantidad de frutos infectados con moniliasis y en la cantidad de flores, de manera que, en la cantidad de frutos infectados se determinó que existe un mayor decremento del 0.32% con el tratamiento de 100 ml., por otra parte, en la cantidad de flores se determinó que existe un mayor incremento del 9.47% con el tratamiento de 50 ml. Se **Concluye** que la dosis de mayor efectividad de *Trichoderma harzianum* para el control de la moniliasis es de 50 ml dado que a mayor número de flores mayor número de frutos.

Palabras claves: *Trichoderma harzianum, moniliasis, sanidad, biocontrolador.*

ABSTRACT

This thesis entitled: "Treatment of Moniliasis in cocoa plantations (*Theobroma cacao*) using a *Trichoderma harzianum* biocontroller in the town of Macuya, Tournavista district, Puerto Inca province – Huánuco, period December 2019 – March 2020" which had with the **objective** of intervening in the health of cocoa plantations (*Theobroma cacao*) through the treatment of Moniliasis using a *Trichoderma harzianum* biocontroller in that place. The **methodology** of this project es developed in the application type, with a quantitative approach and experimental design, with probabilistic sampling, since we worked with a group made up of 96 cocoa plantations (in the flowering stage), divided into 3 groups of 32 plantations and a cocoa plantation specialist; a field notebook and an inventory were used for data collection. The treatment was carried out for 4 months; with 3 different doses of 25 ml, 50 ml and 100ml for 3 plantation groups and 1 plantation group that is the witness (control) that did not receive any treatment, each treatment was carried out at an interval of 10 days. The **results** of the treatment with the biocontroller carried out on cocoa plantations (*Theobroma cacao*) with moniliasis, are related to the number of fruits infected with moniliasis and the number of flowers, so that, in the number of infected fruits, it was determined the there is a greater decrease of 0.32% with the 100 ml treatment, on the other hand, in the number of flowers it was determined that there is a greater increase of 9.47% with the 50 ml treatment. It is **concluded** that the most effective dose of *Trichoderma harzianum* for the control of moniliasis is 50 ml since the greater the number of flowers, the greater the number of fruits.

Keywords: *Trichoderma harzianum*, moniliasis, health, biocontroller

INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: “*Tratamiento de la Moniliasis en plantaciones de cacao (Theobroma cacao) utilizando un biocontrolador Trichoderma harzianum en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020.*”, se realizó con la finalidad de reducir la contaminación ambiental producto de los insecticidas que se utilizan para combatir las enfermedades que atacan a las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*), dado que uno de las principales fuentes de ingreso en el centro poblado de Macuya es la venta de cacao.

En esta investigación se planteó como objetivo intervenir en la sanidad de las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) a través del tratamiento de la Moniliasis utilizando un biocontrolador *Trichoderma harzianum*, brindando una mejora en los cultivos de cacao y reduciendo la contaminación ambiental, para el cumplimiento de esta investigación, se realizó el inventario (Pre Test) de cada plantación, contabilizando las flores que posee cada planta, posteriormente se pasó a realizar el tratamiento de la moniliasis aplicándolo el biocontrolador *Trichoderma harzianum* cada 10 días durante 4 meses, para luego culminar con el inventario final (Pos Test).

La importancia del presente proyecto en primer lugar es disminuir o tratar de erradicar el uso indiscriminado de los productos químicos en especial los fertilizantes, fungicidas, pesticidas, entre otros, los mismo que son perjudiciales para el medio ambiente originando un impacto negativo con consecuencias ecológicas; en segundo lugar, es brindar una posible solución frente al problema de contaminación ambiental por el uso de fertilizantes, optando por una medida sostenible para el medio ambiente, que no solo genera un impacto positivo sino que también reduce costos de producción a favor del productor; y en tercer lugar, es generar conciencia ambiental a la población, para que estos implementen el uso de tecnologías ambientales, que en este caso optar por tratamientos con controladores biológicos.

El presente informe consta de cinco capítulos, de los cuales en el capítulo I, se estableció del problema de la investigación, así como también la formulación del problema, los objetivos, finalizando con la justificación,

limitaciones y la viabilidad que se presentaron durante la ejecución del presente proyecto; en el capítulo II, se presentan los antecedentes de la investigación que guardan relación con este proyecto, así como las bases teóricas y definiciones conceptuales, para mayor realce y entendimiento de este proyecto, de igual manera se presenta las hipótesis, las variables y el cuadro de operacionalización de variables que sirvieron para evaluar los indicadores de este proyecto; en el capítulo de III, se presenta la metodología donde se establece el tipo de investigación, su enfoque, el alcance y diseño, así como también la población y muestra y las técnicas e instrumentos de recolección de datos, que sirvieron para describir el paso a paso de la ejecución del proyecto; en el capítulo IV se presentan los resultados mediante la utilización del software estadístico SPSS versión 25, presentando tablas y gráficos que permite el contraste de la hipótesis; y en el capítulo V, se presentan las discusiones y análisis de los resultados obtenidos. Posteriormente se finaliza presentando las conclusiones y recomendaciones, así como la bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El cacao (*Theobroma cacao*) es una planta de origen amazónico, donde se estima que casi 3 millones de toneladas se consume al año y 20 millones de personas depende directamente de este cultivo (CropLife Latín América, 2021).

A nivel mundial, en los últimos años, en diversos estudios realizados, han determinado que el cacao posee propiedades saludables principalmente en el sistema cardiovascular (Cuídate plus, 2021), sin embargo, otras investigaciones afirman que:

En los últimos tiempos, la producción disminuyó por los cambios de temperatura y por la aparición de las diversas enfermedades (plagas) que afectan directamente en las plantaciones de cacao; como consecuencia se ve afectado en cuanto a los ingresos de más de 4.5 millones de familia a nivel mundial. (González, 2021).

Una de esas enfermedades en las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*), es la monilia que es considerada como una de las enfermedades más severas y mortíferas existentes en las plantaciones de cacao.

La Moniliasis es una enfermedad del cacao que según CropLife Latín América, (2021), es:

Más conocida con los nombres de Monilia, pudrición acuosa, helada, mancha ceniza o enfermedad de quevedo; esta enfermedad es causada por el hongo *Moniliophthera roreri* sp., donde se originó por primera vez en el Ecuador, y que de ahí pasó a Colombia, Perú, Bolivia, Venezuela y en Panamá donde se ha encontrado recientemente al sur de Canal. (s.p.).

Dicha enfermedad ataca principalmente a las mazorcas (frutos) del cacao a cualquier edad en que se encuentre, causando así la pudrición de los granos; la severidad de esta enfermedad varía según la zona y época del año de acorde a las condiciones del clima como las temperaturas altas. (Barrera y Hurtado, 2011)

Según Sierra Exportadora, (2021). En el Perú es uno de los principales productores y exportadores del cacao de buena calidad, considerado como el segundo productor mundial del cacao orgánico, siendo así este uno de los ingredientes que forma parte de la gastronomía peruana; dado que posee el 60% de las variedades del cacao del mundo; pero todo esto se ve afectado por la presencia de plagas que consume al cacao.

En Huánuco, las instituciones públicas y productores de Huánuco, Ucayali y San Martín, buscan soluciones para enfrentar a las plagas que afectan a los cultivos de cacao, teniendo como alta incidencia la plaga del mazorquero y seguidas de las otras plagas.

La Moniliasis es una enfermedad que ataca principalmente a las plantaciones de cacao del centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, por lo que me motivaron a buscar una solución frente a este problema, ya que los agricultores utilizan muchos productos químicos agrícolas para eliminar esta enfermedad, teniendo así un impacto negativo para el medio ambiente.

Una de las soluciones para enfrentar esta problemática es realizar el tratamiento de la Moniliasis a través de un biocontrolador *Trichoderma harzianum*, que es un hongo que puede inhibir en el desarrollo de otros hongos patógenos de las plantas, realizando así buenas prácticas agrícolas con un impacto ambiental favorable y obteniendo un producto de mejor calidad.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿De qué manera intervendrá en la sanidad de las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) el tratamiento de la Moniliasis utilizando un biocontrolador *Trichoderma harzianum* en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca - Huánuco, período diciembre 2019 – marzo 2020?

1.2.2. Problema Específicos.

¿Cuáles son las características de sanidad de las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) antes y después de utilizar un biocontrolador *Trichoderma harzianum* en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020?

¿Cuál será la dosis de *Trichoderma harzianum* más efectivo para el control de la Moniliasis en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, período diciembre 2019 – marzo 2020?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Intervenir en la sanidad de las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) a través del tratamiento de la Moniliasis utilizando un biocontrolador *Trichoderma harzianum* en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir las características de sanidad de las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) antes y después de utilizar un biocontrolador *Trichoderma harzianum* en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020.

Determinar la dosis de mayor efectividad de *Trichoderma harzianum* para el control de la Moniliasis en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Una de las principales economías de la población del centro poblado de Macuya está siendo afectado por la baja productividad del cacao debido a las enfermedades existentes en las plantaciones de cacao, teniendo como principal enfermedad a la Moniliasis, debido a que este hongo ataca solo a los frutos de cacao, causando así pérdidas económicas a los productores, agricultores y a la misma población del centro poblado.

Frente a este problema en las plantaciones de cacao, los agricultores optan por contrarrestar el efecto que tiene esta enfermedad utilizando herbicidas, plaguicidas y/o fertilizantes, trayendo consigo impactos ambientales negativos tales como disminución de la fertilidad natural del suelo, contaminación atmosférica, contaminación de aguas superficiales, entre otros.

Por lo que he visto por conveniente realizar el tratamiento de esta enfermedad utilizando un biocontrolador *Trichoderma harzianum* que actúa como un controlador biológico de patógenos dado que según el género *Trichoderma* posee una “alta plasticidad ecológica y vale como inductor de resistencia sistemática en las plantas a diferentes patógenos” (Infante et al., 2009).

La finalidad de esta investigación es contribuir con el cuidado del medio ambiente, buscando soluciones y tecnologías ambientales para así evitar el uso de productos químicos (uso de herbicidas) y disminuir los impactos ambientales negativos.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En la ejecución de la investigación se obtuvo las siguientes limitaciones:

- Limitación geográfica: Dado por la ubicación y la forma del terreno objeto de estudio, una de las limitaciones fue el transporte de los materiales y alimentos.
- Limitaciones climatológicas: Debido a las constantes lluvias en el centro poblado retrasó la investigación.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación fue viable, dado que se contó con media hectárea de plantaciones de cacao que fueron accesibles para la investigación, de la misma forma, se contó con recursos humanos, materiales y financieros para el desarrollo, así como la disponibilidad de tiempo de acuerdo a lo programado.

La ubicación del proyecto “Tratamiento de la Moniliasis en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) utilizando un biocontrolador *Trichoderma harzianum* en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020.” se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM WGS – 84 tal como se describe en la tabla 1.

Tabla 1

Ubicación del área del proyecto de estudio

Norte	Este	Altitud
9009690	495996	209 m.s.n.m.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes internacionales

Acosta y Villa, (2016). Colombia, en su trabajo de investigación titulado: “*Evaluación de Trichoderma spp como control biológico en una plantación a pequeña escala de cacao*”, donde el **objetivo** de la investigación fue evaluar la fracción sana de los frutos y el rendimiento posterior a la aplicación de dos tratamientos biológicos y químicos, teniendo como **metodología** la remoción de los frutos enfermos y la aplicación en 3 lotes de 17 árboles, realizando tratamientos biológicos con el hongo Trichoderma spp, y químicos con el inductor de resistencia (K_3PO_3), y un control sin aplicación; teniendo como **resultado** que no presenta diferencia significativa entre la fracción sana de los frutos y el rendimiento, sin embargo mostró en cuanto al control biológico un alto nivel de mejora en cuanto al control de esta enfermedad, por lo que se **concluye** que es una potencial alternativa de bajo costo para las plantaciones de cacao.

Tirado, et al. (2016). Colombia, en su trabajo de investigación titulado: “*Estrategias de control de Moniliophthora roreri y Moniliophthora perniciosa en Theobroma cacao L.: Revisión sistemática*”, donde el **objetivo** fue realizar una descripción de todas las estrategias de control implementadas para el adecuado manejo dichas enfermedades; teniendo como **metodología** realizar búsquedas sistemáticas de literatura en las bases de datos ScienceDirect, Springer Link y Scopus; donde obtuvieron como **resultado** que de los 518 artículos publicados, solo 23 artículos fueron seleccionados dado que cumplen con los protocolos de búsqueda en las tres bases de datos según la revisión sistemática; donde se **concluye** que para que exista un control eficaz de estas enfermedades se aplique la remoción completa de mazorcas con signos de enfermedad, así como también la

aplicación de fungicidas a base de cobre y controladores biológicos como *Trichoderma* sp. y *Bacillus* sp., como una estrategia adecuada.

Carrera, et al. (2016). Ecuador, en su trabajo de investigación titulado: "*Micobiota asociada a frutos de cacao con síntomas de Moniliasis en la Amazonía Ecuatoriana*", donde el **objetivo** fue caracterizar la micobiota de los frutos de cacao con síntomas de moniliasis sobre los caracteres morfológicos del lugar, tomando como **metodología** la recolección de flores y frutos con síntomas de moniliasis, para luego proceder mediante métodos de laboratorio la extracción de fragmentos de micelio observando así las estructuras reproductivas de los hongos con realce en la morfología de los conidios y conidióforos; teniendo como **resultado** diferentes géneros de hongos anamorfos entre ellos a la *Moniliophthora* con características de conidióforos ramificados formando cadenas madura de conidios, por lo que se **concluye** que los diferentes géneros de hongos encontrados entre ellos a la *Moniliophthora* pertenecen a los agentes causales de las principales enfermedades del cacao en la amazonia.

Ruiz, (2017). Coatepeque, en su trabajo de investigación titulado: "*Evaluación de Trichoderma harzianum para el control de Moniliophthora roreri en cacao, el Tumbador, San Marcos*", donde el **objetivo** fue evaluar la dosis de 150 gr, 300 gr, 450 gr y 600 gr. de *Trichoderma harzianum* para el control de *Moniliophthora roreri* en cacao (*Theobroma cacao* L.). teniendo como variables el daño de la enfermedad (% incidencia y % severidad) y la producción (número de frutos/planta y rendimiento hg/ha). La **metodología** que se aplicó fue realizar aplicaciones de *Trichoderma harzianum* en las dosis de 150 gr, 300 gr, 450 gr y 600 gr por hectárea cada 15 días de acuerdo a la calendarización en una esperjadora manual de 16 litros de capacidad aplicando en todo el árbol hasta punto de goteo; donde se obtuvieron como **resultado** que según la severidad, la dosis adecuada para el control de la *M. roreri* fue la de 450 gr/ha de *Trichoderma harzianum* dado que posee un 21.0740% de severidad externa; sin embargo según la incidencia, las dosis adecuadas para el control de la *M. roreri*

fueron la de 450 y 600 gr/ha de *Trichoderma harzianum* dado que ambos muestran porcentajes menores de incidencia con respecto a los tratamientos de 150 y 300 gr/ha; con respecto a la producción, la dosis adecuada que disminuyó la incidencia, incrementó la producción y mejoró el rendimiento fue con la dosis de 450 gr/ha; por lo que la investigación **concluye** que la dosis adecuada para el tratamiento de la *M. roleri* es la de 450 gr/ha.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Silva, (2015). Piura, en su trabajo de investigación titulado: “*Control cultural inductores de resistencia y compuestos antiesporulantes en el manejo de la moniliasis (Moniliophthora roleri Cip y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao orgánico – Morropón*”, donde uno de los **objetivos** fue evaluar el efecto de los inductores de resistencia (IR) y fungicidas contra la moniliasis en los frutos, teniendo como **metodología** optar por tratamientos de IR tales como: Regalia Maxx, Foska, Agro Mos y Feno Cu, y fungicidas tales como: Antracol, Benlate, Manganeb y Cupravit, cada uno en diferentes concentraciones contra la moniliasis, teniendo como **resultados** que todos los tratamientos de fungicidas frenaron al 100% el desarrollo micelial del *M. roleri*, así como también los IR tales como Regalia Maxx y Foska donde se **concluye** que estos tratamientos tanto los fungicidas y los IR inhibieron en su totalidad el crecimiento micelial de la *M. roleri*.

Ramírez, (2019). Bagua, en su trabajo de investigación titulado: “*Potencial de biocontrol de cepas nativas de Trichoderma spp sobre moniliasis (Moniliophthora sp) del cacao nativo fino de aroma, de la provincia de Bagua, Amazonas – 2017*”, donde el **objetivo** fue evaluar la potencialidad del biocontrol de las cepas nativas de *Trichoderma spp* sobre la moniliasis (*Moniliophthora sp*) del cacao; donde los **resultados** fueron que las cepas nativas de *Trichoderma spp* cepa-parcela 10-3, 14-5, 24-6 y 53-2 son eficientes como biocontrolador de la moniliasis, sin embargo las cepas cepa-parcela 24-6 y 38-2 son las que poseen mayor nivel de antibiosis, no obstante de ello la cepa cepa-parcela 24-

6 posee el mejor nivel antagónico; por lo que se **concluye** que este último posee el mejor potencial biocontrolador de la moniliasis.

2.1.3. Antecedentes Locales

Perdomo, (2014). Tingo María, en su trabajo de investigación titulado: “*Control químico y biológico de las principales enfermedades en el cultivo de cacao (theobroma cacao l.) en el sector Jacintillo, provincia de Leoncio Prado*”, en donde el **objetivo** fue evaluar el control de dos fungicidas, así como la aplicación del *Trichoderma harzianum* a las principales enfermedades del cacao, teniendo como **metodología** la aplicación en 4 bloques de cultivo, realizando 5 tratamientos y evaluando a 16 unidades de 36 plantas por tratamiento, aplicando mensualmente el *Trichoderma harzianum*, Óxido cuproso, Tebuconazol, Óxido Cu/T *harzianum* y testigo; teniendo como **resultado** al tratamiento Tebuconazol (fungicida) como la más óptima según al número de frutos cosechados sin embargo no existe diferencia estadística respecto al tratamiento de *Trichoderma harzianum*, por lo que se **concluye** que tanto el Tebuconazol considerada como la más óptima así como el Óxido cuproso tiene mayor grado de efectividad con relación al biocontrolador *Trichoderma harzianum*.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Cacao (*Theobroma cacao*)

2.2.1.1. Origen.

El cacao es una planta de procedencia amazónica, que fueron dispersadas por los roedores, monos y murciélagos, o como cultivo, dado que se encuentran en estado silvestre. (Vela, 2021).

Por ello, que la palabra cacao “proviene de los lenguajes de la familia mixezoque, quienes han sido los pioneros en la Mesoamérica en cultivar dicha planta” (*Theobroma cacao*, 2021).

Raffino, (2021). manifiesta que el cacao “es un árbol de hoja perenne, que está en constante en floración, y que por lo general

requiere de climas tropicales (húmedos y calurosos), dicho árbol puede llegar a medir 7 metros si es cultivado, y por encima de 20 metros en naturaleza”.

El cacao o cacaotero debido a su valor se ha caracterizado por ser un factor de influencia, por lo que en su lengua original se pronuncia kakawa, que significa “jugo amargo” o “agua ácida” (González, 2021).

Es considerado como un fruto de origen tropical, cuyo nombre científico es *Theobroma cacao* que en griego significa alimento de los dioses; para poder tener mayor número de producción de este fruto es fundamental tener en cuenta las condiciones ambientales. (Observatorio del cacao, 2021).

2.2.1.2. Descripción taxonómica:

Según Cabuya (2021), la siguiente taxonomía pertenece al cacao:

Se ubica en el reino Plantae, pertenece al subreino Tracheobionta, su división es Magnoliophyta, de clase Magnoliopsida, clasificado en la subclase Dilleniidae, de orden Malvales, perteneciente a la familia Malvaceae I, clasificado en la subfamilia Byttherioideae, ubicado en la tribu Theobromeae, de género *Theobroma*, de la especie *T. cacao*, representado con el nombre científico *Theobroma cacao*.

2.2.1.3. Características botánicas:

Según Cabuya (2021), el cacao tiene las siguientes características:

- **El cacao:** Por lo general pueden alcanzar una altura de 6 a 8 metros, a través de su sistema radicular (pivotante) busca las capas inferiores del suelo hacia los mantos freáticos; posee a la vez raíces tanto primarias y secundarias que crecen de forma horizontal.

- **El tallo:** Pueden alcanzar hasta 2 metros de altura, el tallo principal, a la edad de 12 a 18 meses, por consiguiente, la yema apical detiene su crecimiento, brotando así de 3 a 5 ramas laterales llamados también verticilo u horqueta.
- **Las hojas:** Son hojas grandes, alternas, colgantes, elípticas, de lámina simple, que al alcanzar su madures cambian de color; sin embargo, cuanto más jóvenes son sus hojas son más delicadas y a la vez son apetecidas por los insectos; la forma de sus hojas va desde lanceoladas o casi ovaladas, con una nervadura pinnada y ambas superficies glabras.
- **La flor:** Es hermafrodita ya que cuenta con ambos sexos, debido a que su polinización es entomófila; la flor inicia su proceso de apertura a través del agrietamiento del botón floral en horas de la tarde para que al día siguiente ya esté abierta en su totalidad.

Theobroma cacao L, precisa que “en lo largo del tronco y de las ramas presentan flores en forma de racimos que son sostenidas por un pedicelo de 1 a 3 cm” (1753).

- **El fruto:** Comúnmente conocida también como mazorca, sus características dependen de la genética de la planta, así como el manejo de las plantaciones (Cabuya, 2021).
Theobroma cacao L, añade que “el fruto es carnosa, oblonga a ovada, y generalmente cada fruto contiene entre 30 y 40 semillas incrustadas en una pulpa desarrollada de las capas externas de la testa” (1753).

2.2.1.4. Características edafoclimaticos:

Según Agroalimentación (2006), poseen las siguientes características:

- **Características del suelo:** Para el adecuado desarrollo del cacao, se requieren suelos con altos niveles en materia orgánica, con francos arcillosos, con una buena capa húmica, para aquello se puede emplear las plantas leguminosas auxiliares que proporcionen la sombra

necesaria, y que sea una Nota constante de sustancias nitrogenadas para el cultivo.

- **Características del clima:** Se requiere una temperatura promedio de 21°C a 25°C dado que estas temperaturas determinan la formación de flores, así mismo requieren suelos con un buen drenaje de agua, así como también la implementación de cortavientos en zonas costeras.

2.2.1.5. Tipos de cacao:

Según Dani (2013), las plantaciones de cacao requieren de una atención constante para la buena producción de granos de cacao dado que cada plantación da entre 15 y 20 frutos (vainas), y estas a su vez contienen entre 20 y 60 semillas de cacao. Actualmente se conoce tres tipos de variedades en donde se pueden agrupar al menos diez familias modernas del cacao y son las siguientes:

- **Forastero:** Este tipo de cacao poseen una alta resistencia a las enfermedades por lo que requieren un mínimo de mantenimiento; este tipo de planta de cacao representa el 95% de la producción mundial porque proporciona un sabor consistente al chocolate.
- **Criollo:** Conocido también como cacao fino o de aroma por presentar mejor y compleja composición en aroma y sabor, es por ello que este tipo de cacao es más complicado de cultivar y mantener dado que posee poca resistencia a las enfermedades, es por ello que el costo de su valor está en aumento.
- **Trinitario:** Este tipo de planta es un híbrido, surge producto de la combinación del cacao forastero y del cacao criollo, debido a que se buscaba crear un tipo de cacao que sea resistente a las enfermedades, y que posea el sabor y aroma que posee respectivamente cada tipo de cacao.

2.2.1.6. Cosecha y procesamiento del cacao:

Guevara, (2018), clasifica la cosecha en 3 ítems:

- **Revisión de la maduración:** En esta etapa, las vainas del cacao pocas veces maduran todas al mismo tiempo, es por ello que se realiza la revisión constante de cada plantación de cacao para proceder a la recolección.
- **Recolección:** En esta etapa, se comienza a recolectar las vainas de forma manual, para realizar esta acción mayormente se utiliza un machete o un cuchillo especializado.
- **Las vainas y separación de los granos:** Una vez que el recolector recoge las vainas, las inserta en una canasta para que, con un pequeño machete sin filo, rompen la vaina del cacao para así separar los de alta calidad y de los que están sobre maduros.

En la etapa de procesamiento del cacao Guevara (2018), los realiza en cuatro etapas:

- **Fermentación:** Es una etapa considerada clave, dado que los azúcares y los almidones se descomponen en ácidos o alcohol, ya que el cacao se fermenta en cajas de madera el mismo día en que ocurre la cosecha, por lo que los azúcares comienzan a concentrarse y la temperatura comienza a aumentar (puede alcanzar los 58° C). en esta etapa realiza el proceso de rotación, seguido de ello, se cierran las cajas cubriendo que el aire no ingrese para que los granos no se oxiden, dejando reposando por 48 horas, pasado este tiempo volver a rotarlos cada 24 horas por 6 días.
- **Secado:** A continuación, se realiza el proceso de secado periódica y uniformemente dando giros, para así reducir la humedad hasta el 7%.
- **Añejamiento:** Posteriormente los granos de cacao están listos para ser añejados (guardados un determinado tiempo

hasta coger las cualidades organolépticas). Este procedimiento puede tardar desde 30 días hasta un año.

- **Almacenamiento:** Finalmente es almacenado hasta que el comprador pase a recogerlos.

2.2.1.7. Comercialización del cacao:

Considerado como las partes más importantes dentro del valor del cultivo del cacao, en donde abarca todas las etapas de comercialización empezando desde transporte, la distribución, la negociación y la venta (Cacao Móvil, 2021).

2.2.1.8. Plagas y enfermedades del cacao:

Según Porras et al. (2017), poseen las siguientes plagas principales:

- **Pulgones:** Es una de las plagas considerado como vectores de enfermedades virales, dado que absorben la savia de las hojas jóvenes y pueden estar presentes en todas partes de las plantaciones de cacao; para contrarrestar esta plaga se deben aplicar tratamientos anticipados antes que la población de pulgones alcance niveles altos, así mismo proceder a la eliminación de malezas indeseables.
- **Hormigas arrieras:** Son aquellas plagas que atacan principalmente a las nervaduras de las hojas jóvenes y a los cojinetes florales; para contrarrestar esta plaga se sugiere utilizar productos químicos aplicando a una determinada distancia antes de la boca del hormiguero, así mismo se sugiere aplicar sobre los caminos por donde transita la hormiga.
- **Ardillas:** Considerados como un tipo de plaga inofensivos pero que pueden llevar a causar grandes perjuicios económicos dado que se alimentan de los frutos de cacao; para poder ahuyentar a este tipo de plaga es realizar podas para dar más luminosidad, espantarlas con ruido, y en época de cosecha realizar una mayor vigilancia.

- **Chinches del cacao:** Mayormente este tipo de plagas afecta la corteza externa de las nervaduras en la parte inferior las mismas que no se encuentran expuestas a la luz solar, generalmente son plagas estacionarias; para contrarrestar este tipo de plaga se requiere realizar cultivos con frecuencia.
- **Cochinillas:** Este tipo de plagas puede afectar a toda la planta en sí ya sea en los frutos, brotes y cojinetes florales, ocasionando deformación o retraso en la maduración; para contrarrestar este tipo de plagas se recomienda realizar limpiezas con alcohol o con agua y jabón y en los peores casos recurrir a la fumigación con productos químicos.
- **Monalonium:** Son insectos que atacan mayormente a los frutos en cualquier edad, produciendo en estas manchas de color café oscuro, generalmente son plagas estacionarias; para contrarrestar este tipo de plaga se requiere realizar cultivos con frecuencia.

Enfermedades del cacao:

- **Antracnosis:** Según Cedeño y Carrero, (2018), la Antracnosis “es ocasionado por el hongo *Colletotrichum gloeosporoides* penza. Este hongo infecta a las hojas, ramas y mazorcas ocasionando pérdidas apreciables en la cosecha”.

Sintomatología: Cedeño y Carrero, describe que la sintomatología que representa la Antracnosis es “el secamiento de hojas desde el borde hacia adentro y en los frutos se manifiesta manchas de color café con apariencia hundida, sin embargo, las semillas pocas veces se llegan a afectar”.

Control de la enfermedad: Para Cedeño y Carrero, esta enfermedad “requieren de sombra permanente para que no estén expuestos a los rayos directos del sol, así como la

erradicación de los frutos enfermos y el cultivo con frecuencia”.

Según Osorio, (2010), las principales enfermedades del cacao son las siguientes:

- **La mazorca negra:** “Es la enfermedad más importante del cacao ocasionado por hongos de complejo Phytophthora, que ataca principalmente a las plántulas y en diferentes partes del árbol; está considerada como la más letal en cuanto a enfermedades de cacao se refiere”.

Sintomatología: Osorio, refiere que “el principal daño lo sufren las mazorcas, ya que presentan manchas pardas, oscuras y de forma circulares, que con el tiempo se extiende en todo el fruto”.

Control de la enfermedad: Para el control de esta enfermedad, Osorio propone combatir mediante la mezcla de tres métodos: la cultural, así como el uso de fungicidas y cultivos resistentes, también sugiere la reducción de sombra de una plantación, ya que sirve como una medida eficaz para contrarrestar la incidencia de la enfermedad. (2010).

- **Mal del machete:** “Es provocado por el hongo Ceratocystis fimbriata, causadas de forma natural, causando la destrucción de árboles enteros, por medio de lesiones en los troncos y ramas principales”.

Para Osorio, (2010), el Mal del Machete presentan las sintomatologías de:

Marchitamiento, amarillamiento y secamiento de las hojas, y de la copa entera, presentando así hojas secas adheridas al árbol. Esta enfermedad en la mayoría de los casos es producida por las ramas de los árboles de sombra, al caer, o pueden ser ocasionadas por el trabajador con instrumentos cortantes al momento de cultivar en zonas donde existe la enfermedad.

Control de la enfermedad: Para el control de esta enfermedad Osorio propone “desinfectar las herramientas al pasar de un árbol a otro, y evitando en lo menor posible dañar a los árboles durante la limpieza, cultivo y remoción de chupones. (2010).

- **Las bubas o llagas del cacao:** Osorio, (2010), para esta enfermedad describe lo siguiente:

Se caracterizan por presentar abultamiento (causada por el hongo *Calonectria rigidiuscula* o por la floral) y por el crecimiento anormal de los cojines florales.

Sintomatología: Se presentan por que no forman flores ni frutos, causando así una lenta y persistente declinación en la producción.

Control de la enfermedad: Radica principalmente en “realizar buenas prácticas de manejo, mediante mantenimiento de sombra adecuada, fertilización y riego”.

- **Escoba de bruja:** “Esta enfermedad origina brotes deformados, así como la proliferación en ramas laterales, que afecta a los brotes vegetativos, cojinetes florales y frutos jóvenes” (Osorio, 2010).

Sintomatología: Según Osorio, presenta “deformación en los brotes terminales, provocando que se ramifican, alargan y se muestren en hojas sin desarrollarse y se pueden presentar en diferentes formas que se presentan en hinchazones”.

Control de la enfermedad: Para el control de esta enfermedad Osorio, propone lo siguiente:

La búsqueda de materiales genéticos resistentes descubriendo un genotipo de alta resistencia a la cual denominó SCA-6; así mismo la remoción de escobas mediante cultivos frecuentes dependiendo de las condiciones climáticas y de la incidencia de la enfermedad, y mediante la polinización artificial durante la época de cosecha. (2010).

- **La Moniliasis:** Porras, (2017), define a la Moniliasis como:
Una enfermedad provocada por el hongo *Moniliophthora roreri*, que ataca únicamente a los frutos del cacao causando en esta la pudrición de los granos; la severidad de esta enfermedad depende las condiciones del climatológicas y de alta temperaturas que son favorables para su propagación.

Dostert et al. (2011) concluye que:

Los tipos fino de cacao, son sensible a una gran variedad de daños y enfermedades, ya que estas pueden acabar con plantaciones completas; dado así que las enfermedades presentes y las más importantes en el Perú son la escoba de bruja, la pudrición negra y la moniliasis; y para poder controlar y prevenir estas enfermedades es optar por la aplicación de buenas prácticas agrícolas (...) dado así que la protección de los organismos benéficos en el área del cacao es un aspecto adicional importante en el Manejo Integrado de Plagas (MIP).

Por lo tanto, para reducir el impacto negativo que tienen estas enfermedades y obtener productos de calidad es buscar alternativas eco amigables con el medio ambiente, minimizando así el uso de pesticidas, que de una y otra manera ocasionan daños al medio ambiente, así como en la salud.

2.2.2. Moniliasis

“Es una enfermedad provocada por el hongo *Moniliophthora roreri* (nombre científico), que se origina tras el paso del Huracán Mitch en fincas cacaoteras de los países” (Rivera, 2017).

“Es especie de un hongo Basidiomycota; por lo que la moniliasis para Latinoamérica representa como uno de los problemas más graves del cacao” (*Moniliophthora roreri*, 2020).

La Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, describe que “el microorganismo causante de la moniliasis es producido por el

hongo *Moniliophthora roreri*; se cree que su reproducción es asexual por conidios por ser como única estructura conocida capaces de causar infección” (2003).

“El principal alimento de la Moniliasis son los frutos de cacao, por lo que provoca en estas un daño. Los daños causados por esta enfermedad varían de acuerdo a las condiciones ambientales” (Grupo Técnico Procaucho, 2012).

Según la CropLife Latín América, (2021), describe que *Moniliophthora roreri*:

Es un hongo hemibiotrófico por lo que el proceso de infección empieza cuando los conidios reproductivos del hongo de manera que llegan a la superficie de los frutos y debido a las condiciones ambientales germinan y penetran el fruto, ocasionando así daños internos en el fruto.

2.2.2.1. Taxonomía de la Moniliasis

Según el trabajo de investigación de Osorio (2010), la taxonomía de la Moniliasis se ubica en la clase Deteromycetes, de orden Hyphales, perteneciente a la familia Moniliaceae, de género *Monilia* y de especie *roreri*.

2.2.2.2. Características morfológicas

Jaimes y Aranzazu, (2010), describen las siguientes características de la Moniliasis:

Son esporas provenientes de un basidio modificado, con un pseudoestroma denso y carnoso, sobre el cual se produce los vestigios del píleo; estas poseen múltiples funciones, de manera que sirven para el intercambio genético, así como la dispersión, la infección y la supervivencia; posee una morfología esférica u ovalada que germinan a través de sus poros o su pared.

2.2.2.3. Síntomas de la Moniliasis en las plantaciones de cacao.

Según López et al. (2015), la Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) presentan los siguientes síntomas:

- **Primer síntoma: Aparición de deformaciones o protuberancias o gibas.** “Se presentan en los dos primeros meses, sin embargo, en frutos de edad mayor no se puede apreciar este síntoma”. (ilustración 1 – A).
- **Segundo síntoma: Decoloración.** “Este síntoma es perceptible en frutos de dos meses en adelante”. (ilustración 1 – B).
- **Tercer síntoma: Mancha chocolate.** En este síntoma “la mancha se va extendiendo, de forma irregular hasta cubrir totalmente el fruto. Al progresar la mancha, el fruto se pone más pesado y comienza a secarse”. (ilustración 1 – C). Cabe recalcar que aquellos “frutos infectados dejadas en el suelo pueden llegar a infectar a otros frutos hasta por 20 días a otros frutos mediante la producción de esporas” (Barrera y Hurtado, 2011).
- **Cuarto síntoma: Estroma o tejido esporulante en forma de polvo fino.** En este síntoma se da “el proceso de producción de un polvo blanquecino (esporas) que posteriormente se convertirá en cremoso, que aparece dentro de 10 días después del tercer síntoma” (Barrera y Hurtado, 2011). (ilustración 1 – D).

Ruiz, afirma que “en los frutos infectados a la mitad de su desarrollo, el primer síntoma que se presenta son pequeños puntos aceitosos que luego pasaran en convertirse en manchas de café” (2017).

Barrera y Hurtado (2011), describe otro síntoma referido a la “madurez prematura, que viene hacer un síntoma engañoso, dado que, al observar un fruto, se cree que ha madurado pero que, al

abrir las semillas, las semillas están completamente podridas; este síntoma se puede identificar porque sus frutos son pesados”.

Gráfico 1

Secuencia de síntomas y signos de la Moniliasis presentes en plantaciones de cacao



Fuente: López et al., (2015).

2.2.2.4. Ciclo de vida de la Moniliasis en las plantaciones de cacao.

Correa et al., (2014), describe que el ciclo de vida de la moniliasis se inicia en:

El momento donde la humedad ambiental es baja (época seca) se produce millones de esporas. (Ilustración 2 – A). De manera que estas conidioesporas son diseminadas (por factores de viento y lluvia), depositándose en las hojas y frutos de las plantaciones de cacao (hospedero). Por consiguiente, estos conidios germinen, para ello, es necesario que exista condiciones de humedad porque solo así pueden germinarse, teniendo en cuenta la mayor temperatura a acerca de los 24° C entre 6 y 8h. aproximadamente. (Ilustración 2 – B).

“La hifa infecta el hongo y penetra la epidermis del fruto, propagándose así inter e intracelularmente a los tejidos subepidermales y el exocarpo” (González y Roble, 2014).

En ese estado la infección presenta puntos aceitosos de pequeños diámetros (<2mm), por lo que va aumentando su tamaño en el transcurso que pasan los días (Correa et al., 2014).

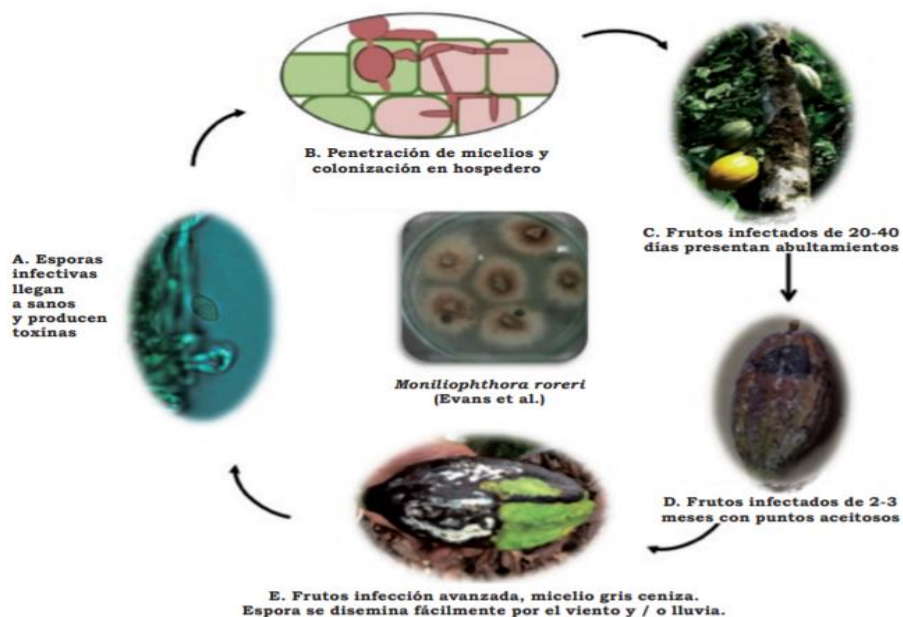
En lo posterior de este ciclo, “se pueden presenciar protuberancias en los frutos” (Correa et al., 2014) (Ilustración 2 – C); en donde la “infección se prolonga hacia los tejidos centrales, incluyendo las semillas, iniciando el desarrollo de la necrosis desde la parte interna hacia la epidermis” (González y Roble, 2014).

A continuación de proceso de infección, en un plazo de 2 a 3 meses, se observa la aparición de manchas aceitosas, con coloración café oscuro sobre las lesiones generadas (Ilustración 2 – D) y finalmente se conforma un micelio blanco con esporas infectivas, causando el cambio de pigmentación del fruto. (Ilustración 2 – E). (Correa et al., 2014).

Siendo así, que este último punto “infecte a los frutos en cualquier estado de desarrollo” (Jaimes y Aranzazu, 2010), es por eso que se convierte en un ciclo de vida de dicho hongo.

Gráfico 2

Ciclo de vida de la monilia en las plantaciones de cacao



Fuente: Correa et al., (2014).

Esta enfermedad es causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, aunque en los últimos años, algunos científicos la han identificado como *Crynipelis roreri*, (hongo que ataca a los frutos de cacao a cualquier edad, causando pudrición de los granos; las altas temperaturas favorecen a la diseminación de la monilia. (Barrera y Hurtado, 2011).

2.2.2.5. Epidemiología de la Moniliasis en las plantaciones de cacao.

Osorio, describe que la epidemiología de la Moniliasis se da porque:

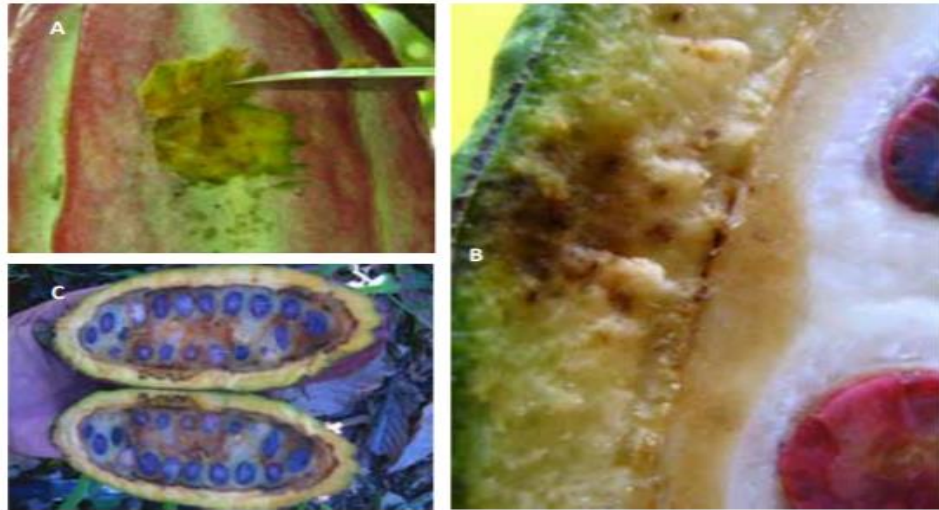
La liberación de las esporas se da durante los dos primeros meses de esporulación de los frutos infectados en su mayoría, ya que estas se pueden diseminar hasta una distancia mínima de 375 m. por lo que un fruto de cacao puede producir hasta 5.72×10^7 conidias/cm², y para que estas germinen e infecten los frutos, requieren la presencia de agua en la superficie del ambiente; saturado por 2 a 6 horas como mínimo. Posteriormente de la infección superficial, el tubo germinativo ingresa por las estomas a través de la epidermis y desarrolla micelio intracelular e intercelular hasta su total destrucción de los tejidos, reseca progresivamente hasta su momificación. (2010).

Es por ello que “a mayor cantidad de inóculo, ocurre una mayor incidencia y mayor severidad del daño” (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, 2003).

Un fruto esporulado, ubicada a una altura aproximada de dos metros tiene una capacidad de infección de 40% (por dispersión) de hasta una distancia de 20m., teniendo como correlación significativa positiva entre la población de conidios en el aire y la temperatura, y negativa con respecto a la humedad relativa. (Jaimes y Aranzazu, 2010).

Gráfico 3

Síntomas internos de la Moniliasis en mazorcas de cacao (A) y (B) puntos necróticos; (C) pudrición acuosa de la mazorca



Fuente: Jaimes y Aranzazu, (2010).

2.2.3. Formas de control de la Moniliasis

Según Correa et al. (2014), existen diversas técnicas para realizar un control de la enfermedad y así poder eliminarlo, sin embargo, solo se llevan a reducir los daños. Según el modo de aplicación del hombre los métodos usados varían en el proceso.

- **Control Cultural:** Para un control satisfactorio de la enfermedad se recomienda realizar cultivos frecuentes y suaves a los árboles (dos veces al año, de preferencia después de la cosecha), controlando la sombra del cultivo y removiendo los frutos con síntomas (cada siete días) para luego incinerarlos.
- **Control químico:** Se emplea productos protectantes tales como el sulfato de cobre de 2 kg/ha y protectantes orgánicos; debiéndoles de aplicar en los cultivos, en un periodo de tres meses, iniciándose en los picos más altos de floración, no obstante, de ello, la aplicación de los fungicidas puede mejorar la eficiencia en el control, sin embargo, incrementan los costos de producción.

- **Control genético:** Para este control se utiliza clones resistentes, que son una alternativa más atractiva para los agricultores porque reducen los costos de producción y que así mismo favorecen al medio ambiente. Sin embargo, hasta la actualidad, se han desarrollado muy pocos genotipos altamente resistentes a las infecciones.
- **Control biológico:** Para este control se realiza la implementación de organismos vivos que sirven para erradicar y reducir el inóculo de un patógeno; dado que interfiere en el ciclo biológico del patógeno y favorece iniciando la creación de barreras de todo tipo.
Por otra parte, “la aplicación de un controlador biológico ayuda a reducir los niveles de infección dado que estas no tienen efectos negativos o perjudiciales para la planta más sin embargo ayuda protegiéndolas al atacar al patógeno reduciendo los niveles de resistencia” (Osorio, 2010).

2.2.4. Principales controladores biológicos de Monilia.

Osorio, describe que, gracias a investigaciones realizadas, se han encontrado que aplicaciones orgánicas, llamadas también biocontrol, con microorganismos, pueden controlar la germinación y el crecimiento del hongo causante de la moniliasis. Resaltando así que el hongo *Trichoderma* spp. posee un buen desempeño antagónico, dado que de las 5 especies evaluadas 2 causan un mayor control – *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* – disminuyendo notoriamente las colonias. (2010).

2.2.5. Características del hongo Trichoderma.

CropLife Latín América, (2021), describe que el *Trichoderma* actúa como:

Un agente biocontrolador debido a que posee la capacidad para modificar la rizósfera, teniendo una mayor capacidad

reproductiva, con habilidades para sobrevivir bajo condiciones ambientales desfavorables, siendo eficientes en el uso de nutrientes, actuando y reforzando el mecanismo de defensa y favoreciendo positivamente en el crecimiento de las plantas. Las características que posee este hongo es un crecimiento micelial rápido, alta producción de esporas ayudando así a la colonización de diversos sustratos y del suelo.

Así como también describe sus tres principales mecanismos de control son:

- **Competencia directa (espacio y nutrientes):** Considerado como un mecanismo de rápida acción al colonizar la rizósfera, debido a que posee una elevada tasa de desarrollo en el espacio de esta, así como también movilizarse con mayor capacidad tomando los nutrientes del suelo, para luego utilizar los sustratos como fuente de nitrógeno y carbono; permitiendo así la colonización rápido en un medio.
- **Producción de metabolitos (antibiosis):** Considerado con un mecanismo de producción de compuestos orgánicos volátiles y no volátiles, que funcionan como inhibidores del crecimiento y desarrollo de microorganismo patógenos, involucrando enzimas líticas extracelulares, antibióticos y compuestos de bajo peso molecular o de esporas, que ayuda a la colonización de diversos sustratos y del suelo.
- **Micoparasitismo:** Es un proceso complejo debido a la interacción antagonista – patógeno; normalmente ocurre en cuatro etapas: crecimiento quimiotrófico, reconocimiento, adhesión y enrollamiento, y la actividad lítica. La actividad lítica consiste en la producción de enzimas líticas extracelulares (quitinasas, glucanasas y proteasas) que degradan las paredes celulares del patógeno posibilitando la penetración de las hifas de *Trichoderma*. El *Trichoderma harzianum* tiene el potencial de aumentar el crecimiento y desarrollo de las plantas, inhibiendo los patógenos menores,

de modo que aumenta la producción de factores estimulantes para el crecimiento de la planta favoreciendo la toma de nutrientes.

2.2.5.1. Método de acción Biocontroladora de Trichoderma sobre hongos fitopatógenos:

Osorio, (2010), describe que a través de los estudios realizados el mecanismo que utiliza el Trichoderma para el control de hongos fitopatógenos es mediante competencia y predación, dado que secreta enzimas (celulasas, gluconasas, lipasas, proteasas y quitinasas), ayudando así a la disolución de la pared celular de las hifas del huésped, facilitando la inserción de estructuras especializadas y el micelio de Trichoderma, que adsorbe los nutrientes del interior del hongo huésped. Por consiguiente, el hongo parasitado queda vacío y con perforaciones provocadas por las estructuras especializadas de Trichoderma.

Así mismo, sugiere que, para lograr una competencia efectiva, se requiere que el Trichoderma colonice primero el sustrato al mismo tiempo que el patógeno, por lo tanto, mediante acciones de aspersión en campo, deben partir el retiro total del fruto o planta con síntomas de la infección provocadas por agentes fungosos.

Según López et al., (2017), el Trichoderma harzianum produce y secreta ácido noanoico (pelargónico) dentro de un medio de cultivo líquido. Este ácido cumple la función de inhibir la germinación de esporas y el crecimiento micelial de patógenos del cacao, principalmente para Crinipellis pernicioso y Moniliophthora roreri, reportando así un aumento en la producción de biomasa vegetal, así como en la resistencia bajo condiciones de estrés, productividad e

incremento en la absorción de nutrientes en el cultivo de cacao y especies forestales.

2.2.5.2. Dosificación del Trichoderma

Murrieta et al. (2018), recomienda utilizar hongos antagónicos para que estos se multipliquen a nivel de esporas y se mantengan en diversos sustratos; la dosis que propone Murrieta et al., para la aplicación puede ser:

Entre 1.5 a 3.0 kg/ha y dependiendo la incidencia y severidad de la enfermedad. Ellos recomiendan suministrar cada 10 días, tres aplicaciones por campaña (aproximadamente 6 meses cada campaña). Teniendo como procedimiento de preparación del Trichoderma harzianum lo siguiente:

- En primer lugar, se realiza la medición y calibración del pH de 200 litros de agua que se empleará en la mezcla, para ello, el agua debe estar entre 5,5 y 6.5 pH recomendado. En caso tuviese un pH mayor a 7, se recomienda echar el jugo de 2 limones; en cambio si el pH es menor a 5.5, se recomienda echar soda cáustica (4 a 5 gramos por cilindro de 200 litros de agua).
- Posteriormente, en el cilindro de 200 litros, echar 300 ml de aceite agrícola, para la dosis de 1.5 kg/ha (la proporción será de 100 ml por cada 0.5 kg de producto).

“La forma de aplicación es dirigir la aspersion mojando bien la planta, en especial las mazorcas e incluso en las partes de suelo al contorno del tallo” (Murrieta et al., 2018).

Murrieta et al. (2018), propone que los momentos de aplicación pueden ser:

Al inicio de cuajado de frutos (ver ilustración 4. Etapas Fenológicas). De preferencia realizar la aplicación en horas de la tarde, en caso no se use aceite agrícola, así se

aprovechará que la humedad o rocío de las noches favorezcan el desarrollo del *Trichoderma* sp.

Gráfico 4

Etapas fenológicas de la plantación del cacao



Fuente: Murrieta et al., (2018).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Cacao: Es una planta de tierras cálidas y húmedas, que siempre está en estado de floración y es considerada como un fruto alto en nutrientes.

Sanidad: “Engloba factores ambientales que podrían incidir en la salud y se basa en la prevención de las enfermedades y en la creación de ambientes propicios para la salud” (Organismo Panamericana de la Salud, 2021).

Fertilidad: “Cualidad resultante de la interacción entre las características fisicoquímicas y biológicas que consiste en la suministración de las condiciones óptimas y necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas” (Sánchez, s.f.).

Plasticidad ecológica: “Amplitud en la que un organismo puede soportar variaciones de los factores limitativos que definen la tolerancia ambiental” (Plasticidad ecológica, 2017).

Pivotante: “Raíz de una planta que se hunde verticalmente en la tierra, como una prolongación del tronco” (Gran Diccionario de la Lengua Española, 2016).

Nervadura: “Distribución de los nervios que componen el tejido vascular de la hoja de una planta” (Nervadura, 2020).

Pinnado: “Órgano vegetal que tiene la nerviación constituida por un nervio principal del que salen otros secundarios” (Diccionario Enciclopédico, 2009).

Polinización: Proceso de transferencia del polen desde los estambres (órgano floral masculino) hasta el estigma (órgano floral femenino). (Paisajes multifuncionales, 2021).

Forastero: Planta principal de Cacao, son fáciles de cuidar porque requieren mínimo mantenimiento. (Dani, 2013).

Criollo: También conocido como cacao fino o de aroma porque presenta mejor composición de aroma y sabor. (Dani, 2013).

Trinitario: Es la combinación de las plantas de cacao forastero o criollo. (Dani, 2013).

Moniliasis: Es un hongo que afecta a las plantaciones de cacao, especialmente el fruto de estos; es considerado como una de las enfermedades letales del cacao.

Trichoderma harzianum: Es un hongo que es utilizado como un biocontrolador que ayuda a combatir las enfermedades y/o plagas existentes en las plantaciones de cacao.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis General

Ha. El tratamiento de la Moniliasis interviene en la sanidad de las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) utilizando un biocontrolador *Trichoderma harzianum* en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco,

periodo diciembre 2019 – marzo 2020.

Ho. El tratamiento de la Moniliasis no interviene en la sanidad de las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) utilizando un biocontrolador *Trichoderma harzianum* en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020.

2.5. VARIABLES

2.5.1. Variable Dependiente

Tratamiento de las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*).

2.5.2. Variable Independiente

Biocontrolador *Trichoderma harzianum*.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: “Tratamiento de la Moniliasis en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) utilizando un biocontrolador *Trichoderma harzianum* en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020.”

Tesista: Bach. Reatigue Medina, Antuane Andrea

Tabla 2

Operacionalización de variables

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión de la variable	Indicadores	Unidad de medida	Instrumento de investigación
Tratamiento de las plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	El cacao es una planta procedente de tierras cálidas y húmedas, que tiene un alto nivel de nutrientes, que favorecen en la producción de endorfinas, generando un estado que permite combatir el estrés físico y mental. (Cacao).	El fruto del árbol de cacao es susceptible a las enfermedades y/o plagas una de ellas es la moniliasis que es un hongo que se produce en consecuencia de las condiciones de alta humedad y temperatura.	Sanidad de la planta	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de frutos • Cantidad de flores 	Conteo (cantidad)	Observacional
Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión de la variable	Indicadores	Valor final	
Biocontrolador <i>Trichoderma harzianum</i>	El <i>Trichoderma</i> es un hongo que en su mayoría de veces es utilizado como un biocontrolador porque ayuda a combatir las enfermedades y/o plagas por sus numerosos mecanismos de atacar a otros hongos.	Las cepas del <i>Trichoderma</i> serán diseminadas en los frutos, flores y hojas, con la finalidad de que sean adsorbidos por las plantas, para que estas plantas transmitan y protejan al fruto.	Dosificación <ul style="list-style-type: none"> • 3 dosis 	<ul style="list-style-type: none"> • 25ml • 50ml • 100ml 	<ul style="list-style-type: none"> • Mililitros/10lt 	

CAPÍTULO III

3. MÉTODOLÓGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto de investigación fue de tipo aplicada dado que se realiza el tratamiento a la Moniliasis en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) utilizando un biocontrolador *Trichoderma harzianum* en el centro poblado de Macuya. (Ander – Egg, 2011).

Según la planificación de las mediciones de las variables de estudio, ha sido prospectivo porque se manejó datos primarios obtenidos por cada plantación de cacao (*Theobroma cacao*). (Supo, 2013).

Según el número de variables analíticas; fue analítica porque posee dos variables analíticas: variable dependiente y variable independiente. (Supo, 2013).

Según el número de mediciones de la variable de estudio, fue longitudinal, porque se evaluó un antes y después del tratamiento de la Moniliasis en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*). (Supo, 2013).

Según la intervención del investigador, fue con intervención porque mejoró las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*). (Peña y Bolaños, 2009).

3.1.1. Enfoque

Este proyecto estuvo basado en un enfoque cuantitativo, porque, para el análisis de la información que se recolecto, y se la estadística, tanto a nivel descriptivo como para la contrastación de hipótesis. (Sampieri, et al., 2010).

3.1.2. Alcance o Nivel

La investigación fue de nivel aplicativo, ya que se realizó un tratamiento a la Moniliasis en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) utilizando un biocontrolador *Trichoderma harzianum* (Ander – Egg, 2011).

3.1.3. Diseño

El diseño del proyecto fue prospectivo, analítico, longitudinal y cuantitativo.

Según la investigación fue experimental, porque el grupo experimental lo conforma 500 plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) equivalentes a media hectárea de terreno. (Sampieri, et al., 2010).

El esquema del diseño experimental fue el siguiente:

Tabla 3

Esquema de diseño experimental

Grupo Experim.	Pre Test.	Tratamiento	Pos Test.
G _A	O ₁	X ₀	O ₂
G _B	O ₁	X ₁	O ₂
G _C	O ₁	X ₂	O ₂
G _D	O ₁	X ₃	O ₂

Donde:

G = Grupo Experimental.

O₁ = Observación 1 (Pre Test o muestreo previo).

O₂ = Observación 2 (Post Test o muestreo final).

X = Tratamiento.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de estudio estuvo conformada por 500 plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*), que se encuentra en estado de floración en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, Huánuco.

Muestra:

La muestra de estudio estuvo conformada por 98 plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) del centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, Periodo diciembre 2019 – marzo 2020.

Tipo de muestreo: Para el desarrollo de la investigación, se tomó en cuenta el tipo de muestreo probabilístico, la fórmula para muestras finitas (Pita, 2010) a continuación presento:

$$n = \frac{(N)(Z_{1-\alpha})^2(p)(q)}{(N-1)(d)^2 + (Z_{1-\alpha})^2(p)(q)}$$

Tabla 4

Tamaño muestral para la población en el área de estudio

Población total	N	500
Error alfa	α	0.05
Nivel de confianza	$1 - \alpha$	0.95
Z de (1- α)	Z (1- α)	1.96
probabilidad	p	0.50
Complemento de p	q	0.50
Precisión	d	0.05
Tamaño de la muestra	n	98

$$n = \frac{(N)(z)^2(p)(q)}{(N)(d)^2 + (z)^2(p)(q)}$$

$$n = \frac{(500)(1.96)^2(0.5)(0.5)}{(500)(0.089)^2 + (1.96)^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = \frac{(500)(3.8416)(0.25)}{(500)(0.007921) + (3.8416)(0.25)}$$

$$n = \frac{(500)(0.9604)}{(3.9605) + (0.9604)}$$

$$n = \frac{(480.2)}{(4.9209)}$$

$$n = 97.58$$

$$n = 98$$

Conclusión: La muestra estadística de la investigación fue de 98 plantaciones de cacao, de estas 98 plantaciones de cacao se eligió 96 plantaciones cacao para dar el equilibrio a este trabajo de investigación, de los cuales como son 3 dosis de 25ml, 50ml, 100ml de *Trichoderma harzianum* se trabajó con 32 plantaciones de cacao para cada dosis; estas dosis se aplicaron a todos los frutos por planta.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCION DE DATOS

La técnica de recolección de datos aplicada en esta investigación es el método de observación acompañado con el cuaderno de campo, dado que permitió registrar y evaluar el estado actual de cada plantación de cacao.

El instrumento de recolección de datos fue un documento llamado inventario que posee 6 criterios valorativos.

Para la ejecución de esta investigación, la cepa de *Trichoderma harzianum* se adquirió del Instituto de Cultivos Tropicales de Tarapoto, para luego realizar la reproducción de la cepa en laboratorio.

Procedimiento en Laboratorio

Para la reproducción de la cepa se realizó el siguiente:

- Se procedió con la preparación del medio de cultivo Agar

Sabouraud.

- Se inóculo en el medio de cultivo las esporas del hongo, esperándose así 3 días a una temperatura de 37°C.
- Posteriormente, se preparó el sustrato para el hongo, por lo que se utilizó arroz pre cosido por 5 minutos a la cantidad de 500 gr. por cada bolsa zyploc mediana.
- Luego de colocar el arroz pre cosido de 500 gr. se procedió a inocular las esporas del hongo en el medio de cultivo.
- Se esperó 10 días hasta que en las bolsas tenían un color verdoso, que era indicativo de la aparición de las esporas del hongo *Trichoderma harzianum*.

Procedimiento en Campo

Posteriormente al procedimiento de laboratorio, se procedió a la implementación en campo por lo que se identificó las 96 plantaciones de cacao, para luego clasificarlas en 3 grupos de 32 plantaciones poniéndolas cintas adhesivas de colores: azul, amarillo, rojo para las dosis de 25ml, 50ml, 100ml respectivamente y 32 plantaciones de cacao adicionales con cinta de color verde que sirvieron como testigo (no se aplicó ningún tratamiento); una vez realizada esta actividad, se realizó el inventario (Pre Test) de cada plantación contabilizando los frutos con moniliasis y la cantidad de flores que posee cada planta.

El siguiente paso fue el preparado del *Trichoderma harzianum* en campo, para ello se necesitó una mochila fumigadora (de preferencia nueva), 10 litros de agua para disolver el biocontrolador *Trichoderma harzianum*, filtrándose en esta, solo para que queden las esporas, adicionalmente se le agrega 2 cucharadas de aceite de olivo (esto para que se adhiere a la planta); el mismo procedimiento se realizó para cada dosificación, dado que, para cada cinta adhesiva fue de 25ml, 50ml, 100ml y testigo respectivamente. La aplicación de este tratamiento se realizó en las tardes.

El tratamiento de la moniliasis en las plantaciones de cacao

(*Theobroma cacao*) se realizó cada 10 días durante 4 meses. Una vez cumplido el tiempo de ejecución de la investigación, se pasó a realizar el inventario final (Pos Test).

Tabla 5

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Variable	Indicadores	Técnica de recolección de datos	Instrumento y/o recursos de recolección de datos
Tratamiento de las plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de frutos • Cantidad de flores 	Observación	Cintas adhesivas de colores. Inventario. Rotulador. Cuaderno de campo.
<i>Trichoderma harzianum</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 25ml • 50ml • 100ml 	Observación	Mochila fumigadora. Baldes. Balanza. Aceite de Oliva.

3.3.2. Para la presentación de datos

Para la presentación de los datos y gráficos fueron elaborados a través del software SPSS versión 25 y en el Excel, para poder encontrar el grado de significancia de correlación entre las variables.

3.3.3. Para el análisis e interpretación de los datos

Para el análisis e interpretación de los datos se llevó a cabo usando el software SPSS versión 25, que ayudo en el análisis y procesamiento de la información de la investigación, este software ha sido de mucha utilidad para procesar la información a nivel descriptivo y para la contrastación de hipótesis planteada.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 6

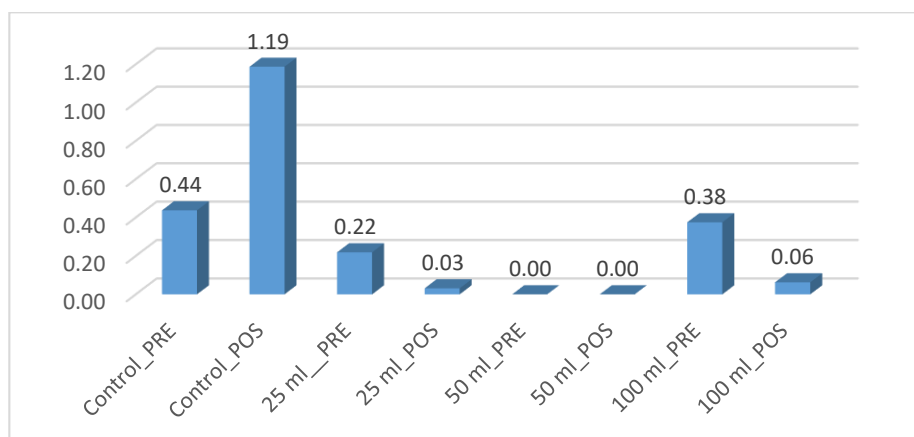
Resultados de los frutos con moniliasis antes y después de la utilización del biocontrolador *Trichoderma harzianum* en las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*)

	Control PRE	Control POS	25 ml PRE	25 ml POS	50 ml PRE	50 ml POS	100 ml PRE	100 ml POS
Media	0.44	1.19	0.22	0.03	0.00	0.00	0.38	0.06
Error estándar	0.21	0.37	0.12	0.03	0.00	0.00	0.20	0.06
Límite inferior	0.02	0.44	-0.04	-0.03	0.00	0.00	-0.03	-0.06
Límite superior	0.86	1.94	0.47	0.09	0.00	0.00	0.78	0.19

Fuente: Elaboración propia con base a datos del instrumento de investigación.

Gráfico 5

Resultados de los frutos con moniliasis antes y después de la utilización del biocontrolador *Trichoderma harzianum* en las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*)



Fuente: Elaboración propia con base a datos del instrumento de investigación.

Los resultados que se muestran en la tabla 6 y figura 5, son valores cuantificables de los frutos con moniliasis, obtenidos del instrumento de campo antes y después de la utilización del biocontrolador tanto en el grupo de control como en los grupos con las dosis de 25 ml, 50 ml y 100 ml de *Trichoderma harzianum*. Se aprecia un mayor decremento de los frutos con moniliasis con el tratamiento de 100 ml. Del biocontrolador *Trichoderma harzianum*.

Tabla 7

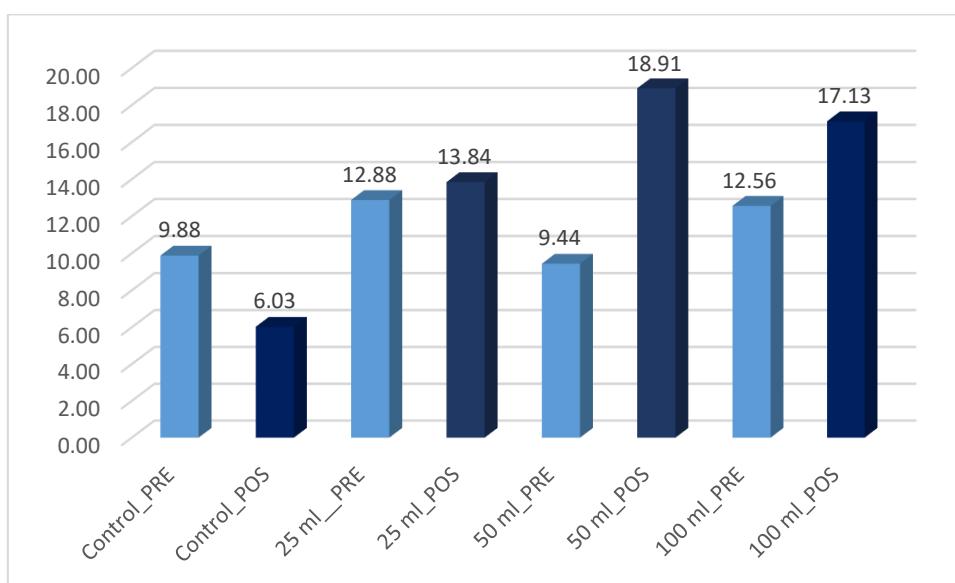
Resultados de la cantidad de flores antes y después de la utilización del biocontrolador Trichoderma harzianum en las plantaciones de cacao (Theobroma cacao)

	Control PRE	Control POS	25 ml PRE	25 ml POS	50 ml PRE	50 ml POS	100 ml PRE	100 ml POS
Media	9.88	6.03	12.88	13.84	9.44	18.91	12.56	17.13
Error estándar	1.05	0.82	2.21	2.74	1.92	3.32	2.68	3.00
Límite inferior	7.74	4.36	8.37	8.26	5.52	12.13	7.09	11.01
Límite superior	12.01	7.70	17.38	19.43	13.36	25.68	18.04	23.24

Fuente: Elaboración propia con base a datos del instrumento de investigación.

Figura 6

Resultados de la cantidad de flores antes y después de la utilización del biocontrolador Trichoderma harzianum en las plantaciones de cacao (Theobroma cacao)



Fuente: Elaboración propia con base a datos del instrumento de investigación.

Los resultados que se muestran en la tabla 7 y figura 6, son valores cuantificables de flores de las plantaciones de cacao, obtenidos del instrumento de campo antes y después de la utilización de biocontrolador tanto en el grupo control como en los grupos con la dosis de 25 ml, 50 ml y 100 ml de *Trichoderma harzianum*. Se aprecia que con cada una de las dosis hubo un incremento de la cantidad de flores, sobresaliendo la dosis de 50 ml, seguido de la dosis de 100 ml. En el grupo control hubo un decremento de la cantidad de flores.

Tabla 8

Descriptivos de la diferencia de frutos con moniliasis y de la cantidad de flores tras la utilización del biocontrolador Trichoderma harzianum en las plantaciones de cacao (Theobroma cacao)

		N	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
					Límite inferior	Límite superior
Dif Frutos	,00	32	,7500	,33900	,0586	1,4414
malos	1,00	32	-,1875	,13043	-,4535	,0785
	2,00	32	,0000	,00000	,0000	,0000
	3,00	32	-,3125	,21269	-,7463	,1213
Dif Flores	,00	32	-3,8438	,76479	-5,4035	-2,2840
	1,00	32	,9688	2,22454	-3,5682	5,5057
	2,00	32	9,4688	3,01508	3,3195	15,6180
	3,00	32	4,5625	1,07100	2,3782	6,7468

Fuente: Elaboración propia con base a datos del instrumento de investigación.

La tabla evalúa las diferencias obtenidas en el postest versus el pretest.

Para el caso de la diferencia de los frutos con moniliasis en las plantaciones de cacao, se entiende que la diferencia deseable es el mayor valor negativo, ya que eso indicaría un decremento de los casos de frutos con moniliasis. Por lo anterior, encontramos que se tuvo el mejor resultado de sanidad del fruto con la dosis de 100 ml, seguido de la dosis de 25 ml. Sin ninguna dosis, es decir, en el grupo control, se tuvo un incremento de casos de moniliasis en los frutos.

Para el caso de la diferencia de flores, se entiende que la diferencia deseable es el mayor valor positivo. Por lo anterior, se aprecia que se tuvo el mejor resultado de sanidad con la dosis de 50 ml, seguido de la dosis de 100 ml. Sin ninguna dosis, es decir, en el grupo control, se tuvo un decremento de la cantidad de flores.

Tabla 9*Resultados de la prueba de normalidad de los datos*

	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dif_Frutos	,00	,371	32	,000	,699	32	,000
	1,00	,507	32	,000	,439	32	,000
	3,00	,446	32	,000	,491	32	,000
Dif_Flores	,00	,147	32	,074	,957	32	,222
	1,00	,132	32	,169	,878	32	,002
	2,00	,285	32	,000	,629	32	,000
	3,00	,098	32	,200*	,969	32	,462

Fuente: Elaboración propia con base a datos del instrumento de investigación.

La prueba de normalidad de los datos, realizada con el test de Kolmogoroy-Smirnov corregida por Liliefors, nos indica que la mayoría de los datos de los grupos de estudio no superan el nivel de significancia de 5% (0.05).

Por lo anterior, podemos deducir que la prueba estadística para la contrastación de la hipótesis debe ser efectuada por un procedimiento estadístico no paramétrico.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y/O PRUEBA DE HIPÓTESIS

En primer lugar, se evaluará la sanidad de las plantas, por medio de la presencia de la moniliasis en los frutos, luego la sanidad será evaluada por la cantidad de las flores.

Ha. El tratamiento de la Moniliasis interviene en la sanidad de las plantas (presencia de la moniliasis en los frutos) utilizando un biocontrolador *Trichoderma harzianum* en las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020.

Ho. El tratamiento de la Moniliasis no interviene en la sanidad de las plantas (presencia de la moniliasis en los frutos) utilizando un biocontrolador *Trichoderma harzianum* en las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020.

Nivel de significancia: 5%

Estadístico de prueba: H de Kruskal Wallis

Tabla 10

Prueba de Kruskal Wallis para evaluar las diferencias en los grupos en cuanto a la sanidad de las plantas (presencia de la moniliasis en los frutos)

	Dif_F_malos
Chi-cuadrado	10,532
gl	3
Sig. asintótica	0,015

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Tratamiento

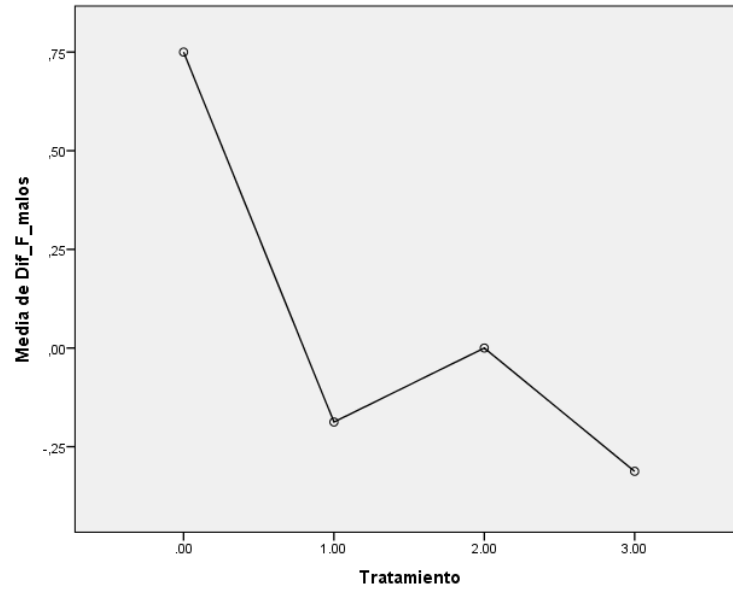
Fuente: Elaboración propia con base a datos del instrumento de investigación.

La prueba de hipótesis nos indica que existe diferencia en cuanto a los resultados que se obtuvo en al menos uno de los grupos. Aceptamos la hipótesis alterna, para distinguir como es que se dan

esas diferencias y saber cuál fue el grupo de dio el resultado más favorable, recurriremos a la siguiente gráfica.

Gráfico 7

Gráfico de medias para evaluar las diferencias en los grupos en cuanto a la sanidad de las plantas (presencia de la moniliasis en los frutos)



Fuente: Elaboración propia con base a datos del instrumento de investigación.

Mediante el gráfico podemos encontrar que la dosis de 100 ml es el que tuvo un mejor resultado para el tratamiento de la moniliasis en los frutos de las plantaciones de cacao.

Ha. El tratamiento de la Moniliasis interviene en la sanidad de las plantas (cantidad de flores) utilizando un biocontrolador *Trichoderma harzianum* en las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020.

Ho. El tratamiento de la Moniliasis no interviene en la sanidad de las plantas (cantidad de flores) utilizando un biocontrolador *Trichoderma harzianum* en las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020.

Nivel de significancia: 5%

Estadístico de prueba: H de Kruskal Wallis

Tabla 11

Prueba de Kruskal Wallis para evaluar las diferencias en los grupos en cuanto a la sanidad de las plantas (cantidad de flores)

	Dif_flores
Chi-cuadrado	37,160
gl	3
Sig. asintótica	0,000

a. Prueba de Kruskal Wallis

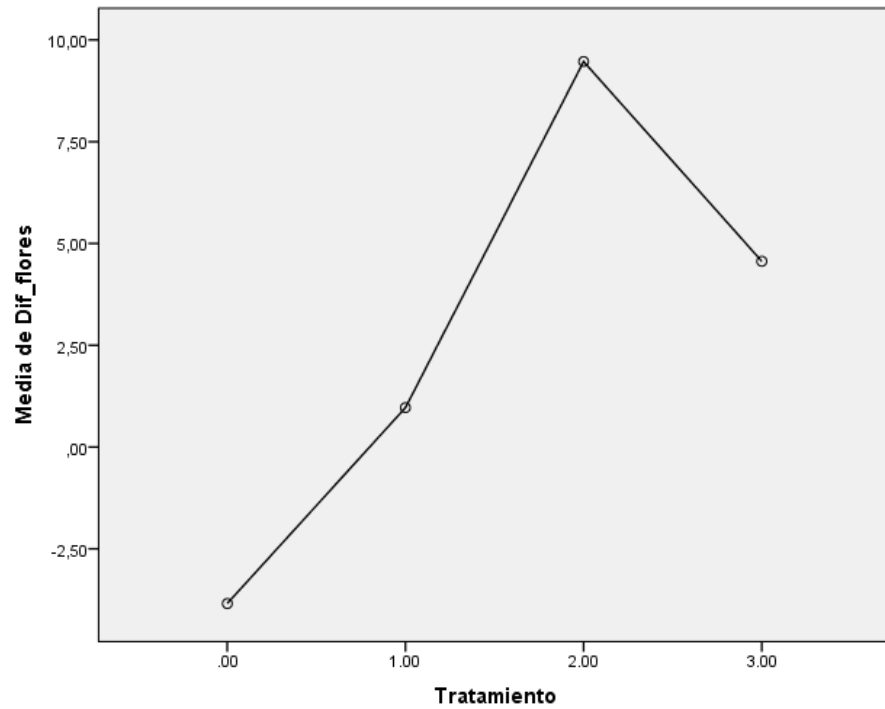
b. Variable de agrupación: Tratamiento

Fuente: Elaboración propia con base a datos del instrumento de investigación.

La prueba de hipótesis nos indica que existe diferencia en cuanto a los resultados que se obtuvo en al menos uno de los grupos. Aceptamos la hipótesis alterna, para distinguir como es que se dan esas diferencias y saber cuál fue el grupo que dio el resultado más favorable, recurriremos a la siguiente gráfica.

Gráfico 8

Gráfico de medias para evaluar las diferencias en los grupos en cuanto a la sanidad de las plantas (cantidad de flores)



Fuente: Elaboración propia con base a datos del instrumento de investigación.

Mediante el gráfico podemos encontrar que la dosis de 50 ml es el que tuvo un mejor resultado para el tratamiento de la moniliasis incrementando la cantidad de flores de las plantaciones de cacao.

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo al objetivo general: Intervenir en la sanidad de las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) a través del tratamiento de la Moniliasis utilizando un biocontrolador *Trichoderma harzianum* en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020.

En esta investigación se evaluó la intervención del biocontrolador *Trichoderma harzianum* en la sanidad de las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) infectadas con moniliasis tanto en los frutos como en las flores; donde se han obtenido que mediante el procedimiento estadístico no paramétrico (Kruskal Wallis), con un nivel de significancia del 0.05 (5%), que la sanidad de las plantaciones en cuanto a la presencia de la moniliasis tanto en los frutos como en las flores, arrojan resultados de p valores de 0.015 y 0.000 (valores menores de 0.05) de manera que nos indica que si hay diferencia en cuanto resultados respecto a las dosis aplicadas en cada tratamiento, por lo que se acepta la hipótesis de esta investigación. Una investigación realizada en Colombia por Acosta y Villa, sobre la evaluación de *Trichoderma* spp. como controlador biológico en plantaciones a pequeña escala de cacao, mostró que existe una mejora en cuanto al control de esta enfermedad mediante el control biológico; así mismo, en una investigación realizada en Colombia por Tirado et al., sobre las estrategias de control de *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa*, mostró que la remoción completa de las mazorcas con signos de enfermedad y la aplicación de controladores biológicos como el *Trichoderma* es una estrategia adecuada; así como, en una investigación realizada en Ecuador por Carrera et al., mostró que la *Moniliophthora* poseen características conidióforos que forman cadenas de conidios; por otro lado, una investigación realizada en Coatepeque por Ruiz, sobre la evaluación de *Trichoderma harzianum* como controlador de la *Moniliophthora roreri*, mostró que el *Trichoderma harzianum* posee un 21.0740% de severidad externa contra la *M. roreri*, con una dosis de 450 gr/ha; de la misma forma, en una investigación realizada en Bagua por

Ramírez, sobre la potencialidad del biocontrolador de cepas nativas de *Trichoderma* spp. sobre la moniliasis en el cacao, mostró que el *Trichoderma* posee el mejor potencial biocontrolador de la moniliasis del cacao nativo fino de aroma. En estas seis investigaciones realizadas en similares condiciones, se demostraron que el biocontrolador *Trichoderma* tiene efecto en el control biológico en la Moniliasis presente en las plantaciones de cacao.

De acuerdo al objetivo específico 1: Describir las características de sanidad de las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) antes y después de utilizar un biocontrolador *Trichoderma harzianum* en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020.

En la presente investigación mediante la tabla 6 y 7 (tablas de resultados de los frutos con moniliasis y de la cantidad de flores respectivamente), se determinaron que en cuanto al tratamiento que se realizó a los frutos con moniliasis, existen variaciones entre el pretest y el postest, para el testigo de 0.44 a 1.19, para el de 25 ml de 0.22 a 0.03, para el de 100 ml de 0.38 a 0.06 y para el de 50 ml se determinó que no existe variación actuando así como un método preventivo en comparación con el grupo control (testigo), por lo que existe un mayor decremento del 0.32 puntos con el tratamiento de 100 ml del biocontrolador *Trichoderma harzianum*, y en cuanto a la cantidad de flores, se determinó que existen variaciones entre el pretest y el postest, para el testigo de 9.88 a 6.03, para el de 25 ml de 12.88 a 13.84, para el de 50 ml de 9.44 a 18.91 y para el de 100ml de 12.56 a 17.13, por lo que se determinó que existe un mayor incremento del 9.47 puntos con el tratamiento de 50 ml del biocontrolador *Trichoderma harzianum*. Una investigación realizada en Coatepeque por Ruiz, sobre la evaluación de *Trichoderma harzianum* como controlador de la *Moniliophthora roreri*, mostró que el *Trichoderma harzianum* posee un 21.0740% de severidad externa contra la *M. roreri*, con una dosis de 450 gr/ha, así mismo, en una investigación realizada en Bagua por Ramírez, sobre la potencialidad del biocontrolador de cepas nativas de *Trichoderma* spp. sobre la moniliasis en el cacao demostró que 4 cepas son eficientes como biocontrolador, otras 2 cepas poseen mayor nivel antibiosis y otra cepa posee el mejor nivel

antagónico, por ello determina que el *Trichoderma* posee el mejor potencial biocontrolador de la moniliasis del cacao nativo fino de aroma; por otro lado, en una investigación realizada en Colombia por Acosta y Villa, sobre la Evaluación de *Trichoderma* spp como control biológico, mostró que el rendimiento en cuanto al control biológico fue de 0.30 kg árbol⁻¹ y del control (remoción de frutos enfermos) fue de 0.01 kg árbol⁻¹, por lo que el control biológico es considerado como una potencial alternativa de bajo costo dado que obtiene una diferencia de 0.29 kg árbol⁻¹. En estas cuatro investigaciones, se demostró que el biocontrolador *Trichoderma*, ya sea dependiendo de la cantidad en ml o en el número de aislados que se realice el tratamiento, alcanzarán un nivel mayor de micoparasitismo eficientes para el control de la moniliasis.

De acuerdo al objetivo específico 2: Determinar la dosis de mayor efectividad de *Trichoderma harzianum* para el control de la Moniliasis en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020.

En esta investigación, mediante la tabla 6 y 7 (tablas de resultados de los frutos con moniliasis y de la cantidad de flores respectivamente), se evaluó la intervención del biocontrolador *Trichoderma harzianum* con dosis de un testigo-control, 25 ml, 50 ml, 100 ml, teniendo como resultado en cuanto a los frutos con moniliasis de +0.75, -0.19, 0.00 (método preventivo) y -0.32% y en cuanto a la cantidad de flores teniendo como resultado -3.85, +0.96, +9.47 y +4.57%; indicando así que la dosis de mayor efectividad de *Trichoderma harzianum* para el control de la moniliasis es de 50 ml dado que a mayor número de flores mayor número de frutos. En una investigación realizada en Coatepeque por Ruiz, determinó que, de las 4 dosis de 150 gr, 300 gr, 450 gr y 600 gr, según la severidad externa fue la de 450 gr/ha con un 21.0740% y según la incidencia fueron las de 450 y 600 gr/ha por presentar porcentajes menores de incidencia, sin embargo, teniendo la disminución de incidencia, aumento de producción y mejor rendimiento fue con la dosis 450 gr/ha. En ambas investigaciones se determina que no siempre la efectividad de un

tratamiento se dará con la mayor dosis del Trichoderma para el control efectivo de la moniliasis.

CONCLUSIONES

La presente investigación se concluye que el biocontrolador *Trichoderma harzianum* si interviene en la sanidad de las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) infectadas con moniliasis, dado que mediante el procedimiento estadístico no para métrico (Kruskal Wallis) existe diferencia significativa entre las diferentes dosis de biocontroladores *Trichoderma harzianum* y el testigo, para la Moniliasis, por lo que se acepta la hipótesis alterna.

Se concluye que las características de sanidad de las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) antes y después de utilizar un biocontrolador *Trichoderma harzianum*, se determinó mediante el número de frutos infectados y la cantidad de flores; teniendo como resultado para los frutos infectados un mayor decremento de 0.32 puntos con la dosis de 100 ml; y en cuanto a la cantidad de flores se evidenció un incremento del 9.47% es con la dosis de 50 ml.

Se concluye que la dosis de mayor efectividad de *Trichoderma harzianum* para el control de la moniliasis es de 50 ml dado que se evidenció un incremento del 9.47 puntos en cuanto a la cantidad de flores dado que a mayor número de flores mayor número de frutos.

RECOMENDACIONES

Que habiéndose demostrado que, el biocontrolador *Trichoderma harzianum* si interviene en la sanidad de las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) infectadas con moniliasis, se recomienda la implementación de este tratamiento porque posee múltiples beneficios, uno de ellos y la más importante reduce el uso indiscriminado de los productos químicos contribuyendo a la no contaminación del medio ambiente, así mismo reduce los costos de producción y a largo plazo genera un ambiente sostenible.

Se recomienda realizar buenas prácticas agrícolas sostenibles con el medio ambiente, reduciendo o erradicando el uso de productos químicos perjudiciales tanto para la salud y para el medio ambiente, contribuyendo en la reducción de los impactos ambientales negativos.

Se recomienda buscar alternativas de solución frente a los problemas ambientales que son generados por el mismo hombre, evitando la degradación del medio ambiente.

Se recomienda que se realice estudios utilizando como tratamiento diferentes tipos de hongos, en diferentes tipos de cultivo, con la finalidad de mejorar el producto y cuidar el medio ambiente evitando la utilización de productos químicos dado que estos contaminan el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, S. y Villa, J. (2016). Evaluación de *Trichoderma* spp como control biológico en una plantación a pequeña escala de cacao. *Revista de Agricultura y Ciencias Ambientales*, 5(2), 1 – 11.
<http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1750/1/183-4059-1-PB.pdf>
- Agroalimentación. (2006). *Cacao Clima y suelo*. Agricultura.
<https://www.engormix.com/agricultura/articulos/el-cultivo-cacao-t26412.htm>
- Ander – Egg, E. (2011). *Aprender a investigar: nociones básicas para la investigación social*. 1ª ed. – Córdova. Editorial Brujas.
<http://abacoenred.com/wp-content/uploads/2017/05/Aprender-a-investigar-nociones-basicas-Ander-Egg-Ezequiel-2011.pdf.pdf>
- Barrera, J. y Hurtado, N. (2011). *Enfermedades del cultivo de cacao*. Instituto Nacional Tecnológico. Monografias.com.
<https://www.monografias.com/trabajos88/enfermedades-del-cultivo-cacao/enfermedades-del-cultivo-cacao.shtml>
- Cabuya, C. (2021). *Clasificación Taxonómica del Cacao*. Scribd.
<https://es.scribd.com/document/381790846/Clasificacion-Taxonomica-Del-CACAO>
- Cacao Móvil. (2021). *Comercialización del cacao*.
<https://cacaomovil.com/site/guide?id=20>
- Cuídate plus (2021). *Cacao*.
<https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/diccionario/cacao.html>
- Carrera K., Herrera L., Díaz M. y Leiva M. (2016). Micobiota asociada a frutos de cacao con síntomas de moniliasis en la Amazonía Ecuatoriana. *Centro Agrícola*, 43(1), 48 – 54.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852016000100007&lng=en&nrm=iso&tlng=en

- Cedeño, L. y Carrero, C. (2018). *Antracnosis del cacao*. Discover Digital PCR. https://www.researchgate.net/publication/329815091_ANTRACNOSIS_DEL_CACAO
- Correa, J., Castro, S. y Coy, J. (2014). Estado de la moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* en Colombia. Escuela de Ciencias, Universidad EAFIT, Medellín, Colombia. *Acta Agronómica*, 63(4), 388 – 399. <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v63n4/v63n4a11.pdf>
- Dani C. (2013). *¿Qué es el cacao y donde se produce?* Verema. <https://www.verema.com/blog/productos-gastronomicos/1129360-que-cacao-donde-produce>
- Diccionario Enciclopédico. (2009). *Pinnado*. Larousse Editorial, S. L. <https://es.thefreedictionary.com/pinnada>
- Dostert N., Roque J., Cano A., La Torre M. y Weigend M. (2011). *Hoja botánica: Cacao *Theobroma cacao* L.* Museo de Historia Natural Universidad Nacional Mayor de San Marcos. http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. (2003). *Proyecto Control de la Moniliasis. Identificación y Control de la Moniliasis del Cacao*. Centro de Comunicación Agrícola de la FHIA. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3979e/A3979e.pdf>
- González, A. B. y Roble, A. D. (2014). *Aislamiento de caracterización del hongo *Moniliophthora roreri* (Monilia) en frutos de *Theobroma cacao* L. (cacao) del cultivar San José del Real de la carrera, Usulután.* Universidad de El Salvador. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5698/1/16103425.pdf>
- González, J. (2021). *El Cacao*. Agrotendencia. <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-cacao/>

- Gran Diccionario de la Lengua Española. (2016). *Pivotante*. Larousse Editorial, S. L. Editorial, S. L. <https://es.thefreedictionary.com/pivotante>
- Grupo Técnico Procaucho. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del cacao (theobroma cacao L.) – Medidas para la temporada invernal*. Línea Agrícola, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Instituto colombiano agropecuario ICA. <https://www.ica.gov.co/getattachment/c01fa43b-cf48-497a-aa7f-51e6da3f7e96/-nbsp;M;anejo-fitosanitario-del-cultivo-de-Cacao.aspx>
- Guevara J. (2018). *Explicación paso a paso: La Cosecha y el procesamiento del cacao*. <https://www.perfectdailygrind.com/2018/03/explicacion-paso-paso-la-cosecha-y-el-procesamiento-del-cacao/>
- Infante, D., Martínez, B., González, N. y Reyes, Y. (2009). Mecanismos de acción de Trichoderma frente a hongos fitopatógenos. *Revista de Protección Vegetal*, 24(1), 14 – 21. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000100002
- Jaimes, Y. y Aranzazu, F. (2010). *Manejo de las enfermedades del cacao (Theobroma cacao L) en Colombia, con énfasis en monilia (Moniliophthora roreri)*. Corpoica. Federación Nacional de Cacaoteros. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12699/81628_56560.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- López, O., Ramírez, S., Espinosa, S., Moreno, J., Ruiz, C., Villarreal, J. y González, O. (2015). Comportamiento de la moniliasis del cacao causada por Moniliophthora roreri (Cif. y Par.) en Tapachula, Chiapas, México. Universidad Autónoma de Chiapas. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 1 (1), 16 – 23. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6201342>
- López, U., Brito, H., López, D., Salaya, J. y Gómez, E. (2017). Papel de Trichoderma en los Sistemas Agroforestales – Cacaotal como un Agente Antagónico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(1),

91 – 100. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93950595003.pdf>

CropLife Latin America. (2021). *Moniliasis del cacao, un Hongo Mortal*. <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/moniliasis-del-cacao>

Moniliophthora roreri. (2020). En Wikipedia, La enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Moniliophthora_roreri

Murrieta E. y Palma H. (2018). *Manejo Integrado de la “Monilia” en el Cultivo de Cacao*. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Programa Alianza Cacao Perú. https://issuu.com/comunicacionesalianzacacaoperu/docs/manual_mip_monilia

Nervadura. (2020). En Wikipedia, La enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/Nervadura>

Organismo Panamericana de la Salud. (2021). *Determinantes Ambientales de Salud*. <https://www.paho.org/es/temas/determinantes-ambientales-salud>

Observatorio del cacao. (2021). *Origen y cultivo del cacao natural*. Observatorio del cacao. <http://www.observatoriodelcacao.com/origen/>

Osorio, R. A. (2010). *Estudio del efecto de Trichoderma harzianum en el control de Moniliophthora roreri en plantas de Theobroma cacao en la provincia de Esmeraldas*. Escuela politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2339/1/CD-3088.pdf>

Paisajes multifuncionales. (2021). *La Polinización es el proceso mediante el cual el polen llega al estigma de una flor*. Syngenta. <https://polinizadores.com/polinizacion/que-es-la-polinizacion/>

Peña, M. C., Bolaños, L. F. (2009). La investigación como proceso de intervención social. Universidad Autónoma Indígena de México. *Ra Ximhai*, 5(2), 181 - 186.

<http://www.redalyc.org/pdf/461/46111507004.pdf>

Perdomo S. (2014). *Control químico y biológico de las principales enfermedades en el cultivo de cacao (theobroma cacao L.) en el sector Jacintillo, provincia de Leoncio Prado*. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.

Pita, S. (2010). *Determinación del tamaño de muestral*. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario Universitario de Acoruña.
<https://www.fisterra.com/formacion/metodologia-investigacion/determinacion-tamano-muestral/>

Plasticidad ecológica. (2017). Glosario Ecología. <https://glosarios.servidor-alicante.com/ecologia/plasticidad-ecologica>

Porras P. y Ramírez E. (2017). *Plagas y enfermedades en el cultivo de cacao*. SlideShare. <https://es.slideshare.net/DianaReyes105/plagas-y-enfermedades-en-el-cultivo-de-cacao-77503907>

Raffino M. (2021). *Cacao*. Concepto.de. <https://concepto.de/cacao/>

Ramírez J. (2019). *Potencial de biocontrol de cepas nativas de Trichoderma spp sobre moniliasis (Moniliophthora sp) del cacao nativo fino de aroma, de la provincia de Bagua, Amazonas – 2017*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú.

Rivera, M. (2017). *Control de la moniliasis del cacao a través de prácticas culturales*. Infocacao Ciencia y tecnología al servicio del sector cacaotero.
http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No_12_Jul_2017.pdf

Ruiz, J. L. (2017). *Evaluación de Trichoderma harzianum para el control de moniliophthora roreri en cacao; el Tumbador, San Marcos*. Universidad Rafael Landívar.

<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2017/06/17/Ruiz-Jose.pdf>

Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. Quinta edición. Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana. *Mc Graw Hill Educación*.
<https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>

Sánchez, J. (s.f.). *Fertilidad del suelo y nutrición mineral de plantas*.
<https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FERTILIDAD%20DE%20SUELO%20Y%20NUTRICION.pdf>

Sierra Exportadora. (2021).
<https://www.sierraexportadora.gob.pe/programas/cacao/que-significa.php>

Silva E. (2015). *Control cultural inductores de resistencia y compuestos antiesporulantes en el manejo de la moniliasis (Moniliophthora roreri Cip y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao orgánico – Morropón*. Universidad Nacional de Piura, Perú.

Supo, J. (2013). *Tipos de investigación (Exhaustivo y excluyente)*. Seminarios de Investigación Científica. <https://es.slideshare.net/josesupo/tipos-de-investigacion-15894272>

Theobroma cacao L. (1753). *Species Plantarum* 2: 782.
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/68-sterc03m.pdf

Theobroma cacao. (2021). En Wikipedia, La enciclopedia libre.
https://es.wikipedia.org/wiki/Theobroma_cacao

Tirado, P. A., Lopera, A. Ríos, L. A. (2016). Estrategias de control de *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa* en *Theobroma cacao* L.: Revisión Sistemática. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(3): 417 – 430.
<http://revista.corpoica.org.co/index.php/revista/article/view/517/414>

Trichoderma control de hongos fitopatógenos. (s.f.). Intagri.
<https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/trichoderma-control-de-hongos-fitopatogenos>

Vela E. (2021). *Origen, domesticación y uso del cacao.* Arqueología Mexicana.
<https://arqueologiamexicana.mx/mexico-antiguo/origen-domesticacion-y-uso-del-cacao>

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de Consistencia

Título: “Tratamiento de la Moniliasis en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) utilizando un biocontrolador *Trichoderma harzianum* en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020.”


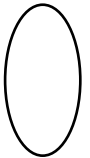


Tesista: Bach. Reatigue Medina, Antuane Andrea

Tabla 12
Matriz de Consistencia

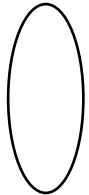
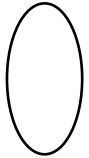


PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES /DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿De qué manera intervendrá en la sanidad de las plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) el tratamiento de la Moniliasis utilizando un biocontrolador <i>Trichoderma harzianum</i> en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020?	Intervenir en la sanidad de las plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) a través del tratamiento de la Moniliasis utilizando un biocontrolador <i>Trichoderma harzianum</i> en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020.	Ha. El tratamiento de la Moniliasis interviene en la sanidad de las plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) utilizando un biocontrolador <i>Trichoderma harzianum</i> en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020.	Variable Independiente I: Biocontrolador <i>Trichoderma harzianum</i>	Dosificación <ul style="list-style-type: none"> • 25 ml. • 50 ml. • 100 ml. 	Nivel de Investigación: Aplicativo. Enfoque: Cuantitativo. Diseño: Prospectivo.
PROBLEMA ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	Ho. El tratamiento de la Moniliasis no interviene en la sanidad de las plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) utilizando un biocontrolador <i>Trichoderma harzianum</i> en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020.	Variable Dependiente II: Tratamiento de las plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i>).	Sanidad de la planta <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de frutos. • Cantidad de flores. 	Población: 500 plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) en estado de floración. Muestra: 96 plantaciones de cacao, divididas en 4 grupos de 24 plantaciones de cacao en donde se aplicará el tratamiento a 10 frutos por planta. $n = \frac{N \cdot Z_{1-\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N-1) + Z_{1-\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q}$
¿Cuáles son las características de sanidad de las plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) antes y después de utilizar un biocontrolador <i>Trichoderma harzianum</i> en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020?	<ul style="list-style-type: none"> • Describir las características de sanidad de las plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) antes y después de utilizar un biocontrolador <i>Trichoderma harzianum</i> en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020. 				
¿Cuál será la dosis de <i>Trichoderma harzianum</i> más efectivo para el control de la Moniliasis en plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020?	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la dosis de mayor efectividad de <i>Trichoderma harzianum</i> para el control de la Moniliasis en plantaciones de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) en el centro poblado de Macuya, distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca – Huánuco, periodo diciembre 2019 – marzo 2020. 				Técnica e Instrumento de Investigación: Observacional.

Anexo 2 Instrumento de Investigación





**INSTRUMENTO DE CAMPO PARA EL TRATAMIENTO DE LA
MONILIASIS EN PLANTACIONES DE CACAO (*Theobroma cacao*)
UTILIZANDO UN BIOCONTROLADOR *Trichoderma harzianum*.**

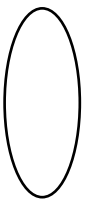
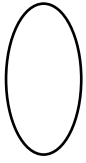


PLANTACIONES DE CACAO (<i>Theobroma cacao</i>) CRIOLLO – ANTES DEL TRATAMIENTO (AZUL = 25ml)										
P L A N T A									F L O R E S	E D A D P L A N T A
	A		B		C		D			
	B	M	B	M	B	M	B	M		
1						1		2	20	3 años
2									1	3 años
3									20	3 años
4									4	3 años
5									13	3 años
6									0	3 años
7								1	38	3 años
8									2	3 años
9									1	3 años
10								2	26	3 años
11									0	3 años
12									13	3 años
13									11	3 años
14						3			2	3 años
15						2			2	3 años
16									0	3 años
17									3	3 años
18									3	3 años
19									17	3 años
20									2	3 años
21									13	3 años
22								1	50	3 años
23									4	3 años
24									30	3 años
25									7	3 años
26								2	10	3 años
27									18	3 años
28									13	3 años
29									19	3 años
30									30	3 años
31									28	3 años
32									12	3 años

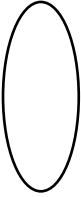
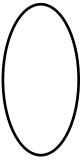


**PLANTACIONES DE CACAO (*Theobroma cacao*) CRIOLLO -
ANTES DEL TRATAMIENTO (AMARILLO = 50ml)**

P L A N T A									F L O R E S	E D A D P L A N T A
	A		B		C		D			
	B	M	B	M	B	M	B	M		
1									27	3 años
2									0	3 años
3									2	3 años
4									1	3 años
5									20	3 años
6									50	3 años
7									9	3 años
8									5	3 años
9									6	3 años
10									19	3 años
11									1	3 años
12									21	3 años
13									5	3 años
14									7	3 años
15									3	3 años
16									0	3 años
17									7	3 años
18									4	3 años
19									6	3 años
20									7	3 años
21									0	3 años
22									0	3 años
23									4	3 años
24									8	3 años
25									4	3 años
26									30	3 años
27									5	3 años
28									20	3 años
29									4	3 años
30									6	3 años
31									13	3 años
32							3		8	3 años

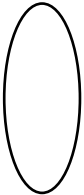
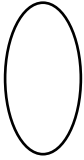


**PLANTACIONES DE CACAO (*Theobroma cacao*) CRIOLLO -
ANTES DEL TRATAMIENTO (ROJO = 100ml)**

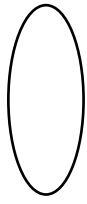



P L A N T A									F L O R E S	E D A D P L A N T A
	A		B		C		D			
	B	M	B	M	B	M	B	M		
1						4	2		80	3 años
2									10	3 años
3									8	3 años
4			3				1	5	4	3 años
5								1	6	3 años
6									25	3 años
7									0	3 años
8									8	3 años
9			1						10	3 años
10									7	3 años
11									2	3 años
12									7	3 años
13									5	3 años
14									0	3 años
15					3		2		40	3 años
16									9	3 años
17									13	3 años
18								1	6	3 años
19									2	3 años
20									0	3 años
21									3	3 años
22									14	3 años
23									11	3 años
24									15	3 años
25									3	3 años
26									10	3 años
27							1		13	3 años
28								1	6	3 años
29									15	3 años
30									20	3 años
31									29	3 años
32					2		1		21	3 años

PLANTACIONES DE CACAO (<i>Theobroma cacao</i>) CRIOLLO - TESTIGO (ANTES)										
P L A N T A									F L O R E S	E D A D P L A N T A
	A		B		C		D			
	B	M	B	M	B	M	B	M		
1					2			3	5	3 años
2									8	3 años
3									4	3 años
4									10	3 años
5									15	3 años
6									8	3 años
7									3	3 años
8									17	3 años
9									6	3 años
10								5	11	3 años
11									7	3 años
12								4	5	3 años
13									27	3 años
14									12	3 años
15								2	5	3 años
16									4	3 años
17									9	3 años
18									13	3 años
19						1			15	3 años
20									2	3 años
21									5	3 años
22								4	0	3 años
23									18	3 años
24									13	3 años
25									8	3 años
26									14	3 años
27									7	3 años
28									11	3 años
29									9	3 años
30									21	3 años
31									16	3 años
32								3	8	3 años

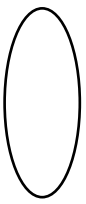



PLANTACIONES DE CACAO (<i>Theobroma cacao</i>) CRIOLLO – DESPUES DEL TRATAMIENTO (AZUL = 25ml)										
P L A N T A									F L O R E S	E D A D P L A N T A
	A		B		C		D			
	B	M	B	M	B	M	B	M		
1					11		15		14	3 años
2									8	3 años
3					2		4		19	3 años
4									5	3 años
5									20	3 años
6					16		22		15	3 años
7					14		13		87	3 años
8							2		10	3 años
9									0	3 años
10							23		12	3 años
11							2		5	3 años
12									7	3 años
13									2	3 años
14							8		16	3 años
15					2		23		8	3 años
16									0	3 años
17							2		14	3 años
18									2	3 años
19							5		11	3 años
20									14	3 años
21							4		6	3 años
22					4		14		34	3 años
23									0	3 años
24									25	3 años
25									12	3 años
26							4		10	3 años
27							1		19	3 años
28							4		21	3 años
29					4		7		18	3 años
30					2		6		17	3 años
31								1	3	3 años
32							3		9	3 años

**PLANTACIONES DE CACAO (*Theobroma cacao*) CRIOLLO –
DESPUES DEL TRATAMIENTO (AMARILLO = 50ml)**

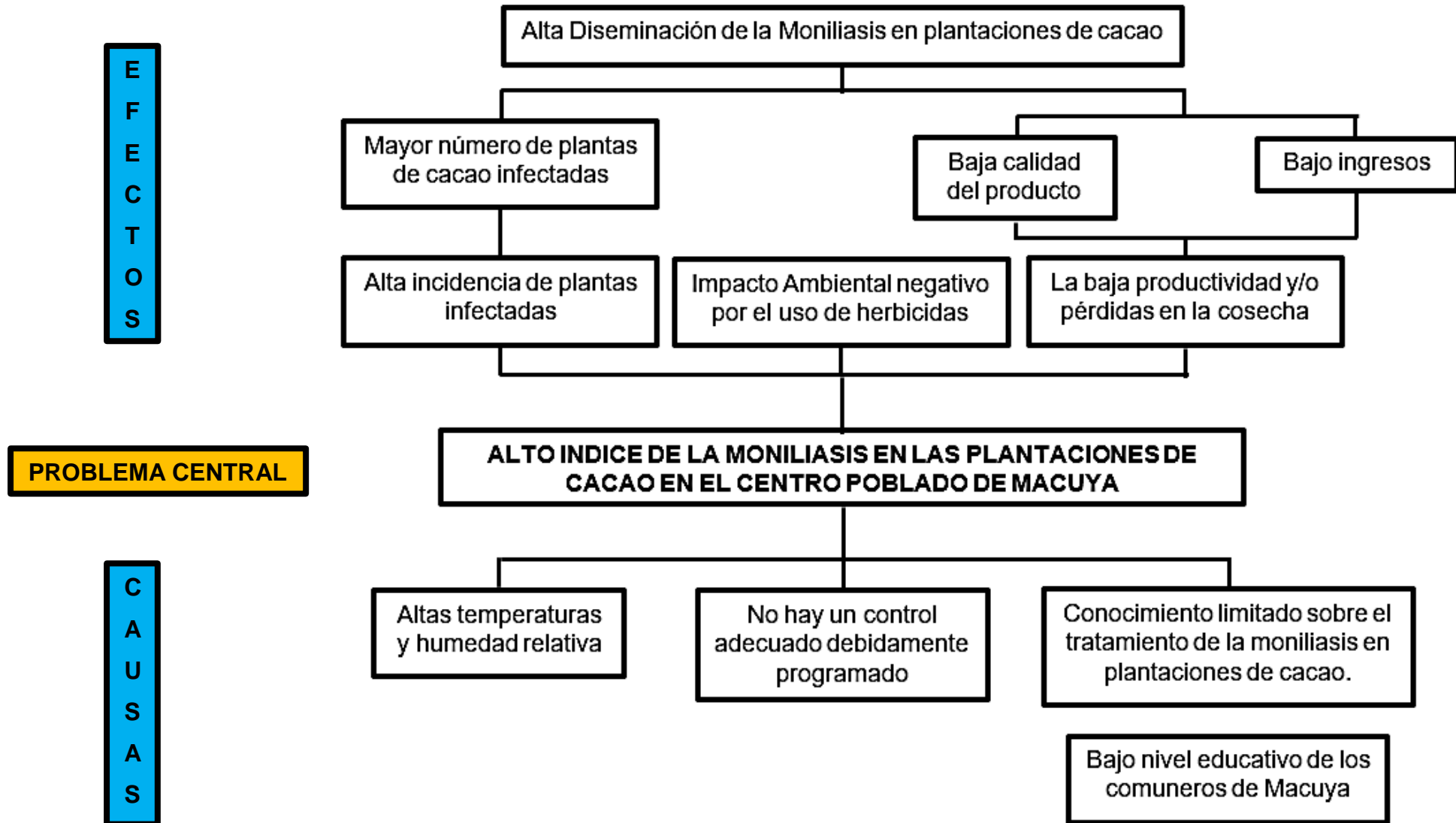
P L A N T A									F L O R E S	E D A D P L A N T A
	A		B		C		D			
	B	M	B	M	B	M	B	M		
1									32	3 años
2									0	3 años
3								9	14	3 años
4								3	8	3 años
5									48	3 años
6					4			6	52	3 años
7					2				15	3 años
8								5	13	3 años
9								2	23	3 años
10								2	15	3 años
11								13	9	3 años
12					1			17	22	3 años
13									0	3 años
14									35	3 años
15									8	3 años
16								2	31	3 años
17									0	3 años
18									6	3 años
19									9	3 años
20									3	3 años
21									5	3 años
22									4	3 años
23									93	3 años
24								7	8	3 años
25									10	3 años
26					9			26	30	3 años
27									17	3 años
28									29	3 años
29									13	3 años
30									14	3 años
31									20	3 años
32					4			5	19	3 años

PLANTACIONES DE CACAO (<i>Theobroma cacao</i>) CRIOLLO - DESPUES DEL TRATAMIENTO (ROJO = 100ml)										
P L A N T A									F L O R E S	E D A D P L A N T A
	A		B		C		D			
	B	M	B	M	B	M	B	M		
1			1		3		20		85	3 años
2							14		9	3 años
3									12	3 años
4							7		7	3 años
5							3		13	3 años
6					3		3		18	3 años
7									1	3 años
8									13	3 años
9							6		24	3 años
10					1		5		15	3 años
11									0	3 años
12									12	3 años
13									7	3 años
14									0	3 años
15					18		9		48	3 años
16							1		6	3 años
17							5		19	3 años
18			2				17		11	3 años
19							41		16	3 años
20									0	3 años
21									2	3 años
22									25	3 años
23					3		13		16	3 años
24									12	3 años
25									5	3 años
26							6		20	3 años
27							18		35	3 años
28									8	3 años
29							11		12	3 años
30					1		2		31	3 años
31					4		15	2	37	3 años
32					8				29	3 años

**PLANTACIONES DE CACAO (*Theobroma cacao*) CRIOLLO -
TESTIGO (DESPUES)**

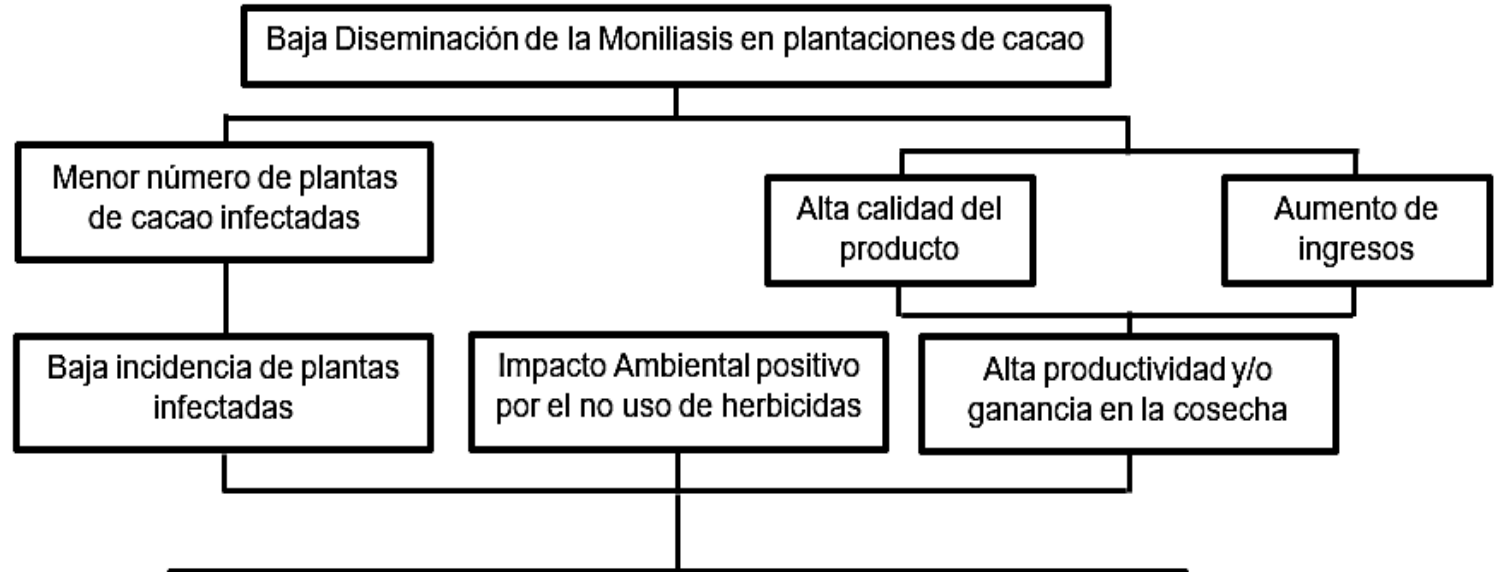
P L A N T A									F L O R E S	E D A D P L A N T A
	A		B		C		D			
	B	M	B	M	B	M	B	M		
1						1		1	8	3 años
2									2	3 años
3				1					9	3 años
4									6	3 años
5									10	3 años
6							3		15	3 años
7									2	3 años
8									4	3 años
9									0	3 años
10				4				2	7	3 años
11									5	3 años
12									3	3 años
13					3	1		5	17	3 años
14							2	3	3	3 años
15									1	3 años
16									2	3 años
17									5	3 años
18					1			7	10	3 años
19									9	3 años
20									0	3 años
21						1		2	3	3 años
22									0	3 años
23						4			15	3 años
24									10	3 años
25								2	6	3 años
26									4	3 años
27									0	3 años
28							1		7	3 años
29									8	3 años
30									9	3 años
31							2		11	3 años
32								4	2	3 años

Anexo 3 *Árbol de Causas y Efectos*



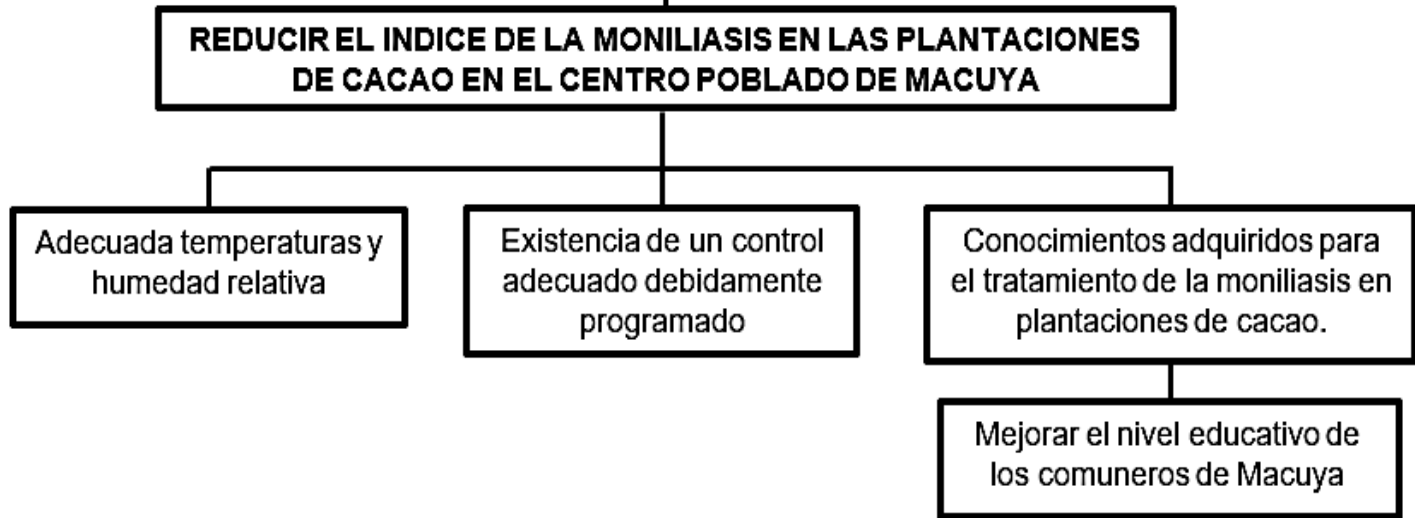
Anexo 4 *Árbol de Medios y Fines*

F
I
N
E
S

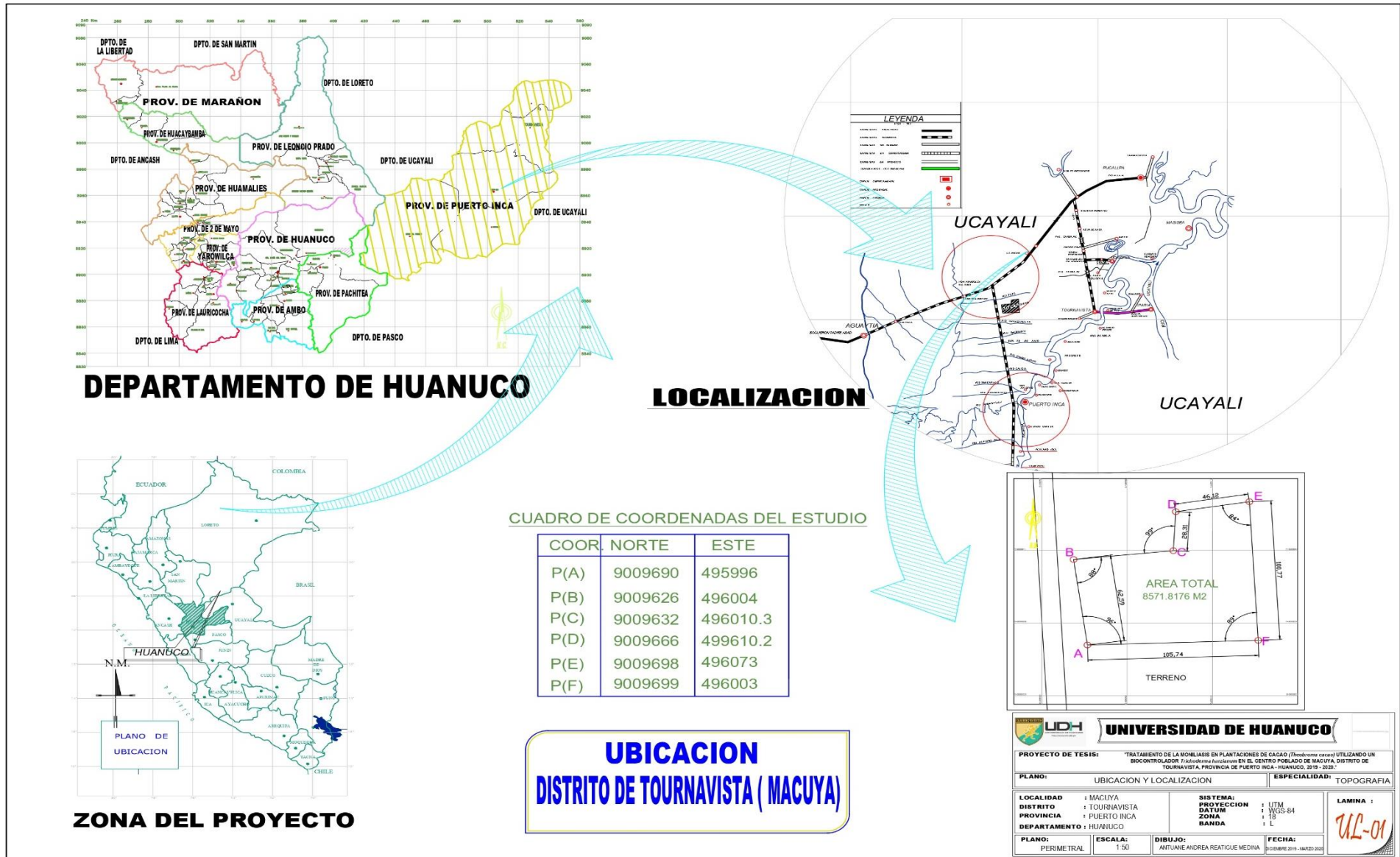


OBJETIVO CENTRAL

M
E
D
I
O
S



Anexo 5 Plano de Ubicación



Anexo 6 Panel Fotográfico

Fase de laboratorio

Peso de la cepa de *Trichoderma harzianum*.



Preparación del medio de cultivo Agar Sabouraud



Autoclave para esterilizar los medios de cultivo; autoclave con los medios de agar saboraud.



Placas estériles listas para el medio de cultivo; medios de cultivo listo para ser servidos a las placas estériles



Inoculación de las esporas del *Trichoderma harzianum* en el medio de cultivo.



Fase de campo:

Materiales y equipo a utilizar en el campo.



Selección, encintado y enumeración de las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*).



Identificación de los frutos infectados con Moniliasis.



Dosificación para cada tratamiento en 10 litros de agua.



Fotografía junto al Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva



Aplicación del tratamiento planta por planta.



Foto panorámica del proyecto de investigación.



Observación de los primeros frutos después de los 20 días.



Observación de la mejoría tanto en los frutos como en la cantidad de flores a la mitad del proyecto.





Observación de la mejoría tanto en los frutos como en la cantidad de flores a la culminación del proyecto.





Cosecha de los frutos de cacao.

