



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**ESTRATEGIA DE BIOCONTROL CON MICROORGANISMOS DE  
MONTAÑA EN AFECTACIONES DE MONILIASIS (*Moniliophthora  
roreri*) EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Requisito parcial para la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** Eduardo Rubén Arriaga Escobar

**LA LIBERTAD, DICIEMBRE 2024**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**ESTRATEGIA DE BIOCONTROL CON MICROORGANISMOS DE  
MONTAÑA EN AFECTACIONES DE MONILIASIS (*Moniliophthora  
roreri*) EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Requisito parcial para la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** Eduardo Rubén Arriaga Escobar.

**Tutor:** Ing. Marlon Alexis Mena Montoya, Mgtr.

**LA LIBERTAD, 2024**

## TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Eduardo Rubén Arriaga Escobar** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero/a Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 10/12/2024



Firmado electrónicamente por:  
**JAVIER OSWALDO SOTO  
VALENZUELA**

---

Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph.D.  
**DIRECTORA DE CARRERA  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Blgo. Javier Soto Valenzuela, Ph.D.  
**PROFESOR ESPECIALISTA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:  
**MARLON ALEXIS  
MENA MONTOYA**

---

Ing. Marlon Mena Montoya, Mgtr.  
**PROFESOR TUTOR  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:  
**NADIA ROSAURA  
QUEVEDO PINOS**

---

Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D.  
**PROFESORA GUÍA DE LA UIC  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:  
**WASHINGTON VIDAL  
PERERO VERA**

---

Ing. Washington Perero Vera, Mgtr.  
**ASISTENTE ADMINISTRATIVO  
SECRETARIO**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme las fuerzas y la voluntad de poder llevar a cabo este trabajo, a mis padres Rubén Arriaga Alvarado y Mirian Escobar Gutiérrez, a mi hermano Dario Arriaga Escobar y a mi cuñada Vanessa Peña Romero por el apoyo que siempre tuve y la constante motivación que me dieron a lo largo de mi trabajo y carrera.

A toda mi familia en general quienes siempre me dieron la mano en todo, las palabras de aliento que nunca faltaron y principalmente a mis abuelos quienes fueron los pioneros que me llevaron a cabo seguir esta carrera y así mismo inspirarme en realizar este trabajo, sus enseñanzas y su ejemplo de vida que fue una guía constante para mi persona.

A mis amigos y futuros colegas, quienes con su compañía y apoyo hicieron de este viaje una experiencia enriquecedora, divertida e inolvidable. quienes me ayudaron constantemente, paciencia y comprensión, su constante apoyo y sus palabras de aliento que fueron una fuente importante de fortaleza y motivación para mí.

A mis profesores quienes con su conocimiento y dedicación me guiaron a lo largo de mi formación académica, especialmente al Ing. Marlon Mena Mgrt por guiarme en el transcurso de mi trabajo para mi titulación.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mis padres por el constante esfuerzo que tuvieron a lo largo de toda mi vida académica, a lo largo de mi vida en general, este trabajo es únicamente para ellos quienes merecen el reconocimiento completo en este trabajo.

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Recinto Morocho, Vines provincia de Los Ríos, la importancia es llevar a cabo un adecuado manejo de la moniliasis en el cultivo de cacao aumentando la producción y así mismo la calidad de las mazorcas, es por ello que esta investigación busca llenar el vacío de conocimientos con respecto al manejo biológico para los productores cacaoteros. Evaluar la afectación de *M. royeri* en *Theobroma cacao* L bajo diferentes aplicaciones de biofertilizante casero. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones; cada uno con 200 plantas, los tratamientos fueron: T1 (1 L edáfico, 100 cc foliar de biofertilizante), T2 (2 L edáfico, 200 cc foliar de biofertilizante), T3 (3 L edáfico, 300cc foliar de biofertilizante), T4 (4 L edáfico, 400 cc foliar de biofertilizante), T5 (químico-testigo), las variables tomadas en cuenta fueron la cantidad de mazorcas totales, cantidad de mazorcas enfermas, cantidad de mazorcas sanas, incidencia y por último severidad datos que fueron llevados al Excel donde se procesaron por el programa de análisis estadístico InfoStat con la prueba de Tukey ( $p > 0,05$ ), los tratamientos sobresalientes fueron el (T3 3 L de biofertilizante) y (T4 4 L de biofertilizante) en la mayoría de las variables evaluadas demostrando ser los mejores tratamientos gracias a la cantidad de aplicación realizada a nivel foliar y edáfico, dando como resultado la disminución de *M. royeri* en las mazorcas de cacao y mejorando el rendimiento, por ende aceptando la hipótesis planteada.

**Palabras clave:** Enfermedades, incidencia, microorganismos, *T. cacao*, severidad.

## ABSTRACT

This research was conducted in Recinto Morocho, Vinces, province of Los Ríos. The importance lies in adequately managing moniliasis in cacao cultivation to increase production and improve the quality of the pods. This research aims to fill the knowledge gap regarding biological management for cacao producers. The study evaluates the impact of *M. royeri* on *Theobroma cacao* L. under different applications of homemade biofertiliser. A Randomised Complete Block Design (RCBD) was used with five treatments and four replications; each replication consisted of 200 plants. The treatments were: T1 (1L soil application, 100cc foliar biofertiliser), T2 (2L soil application, 200cc foliar biofertiliser), T3 (3L soil application, 300cc foliar biofertiliser), T4 (4L soil application, 400cc foliar biofertiliser), and T5 (chemical control). The variables considered were the total number of pods, the number of diseased pods, the number of healthy pods, incidence, and severity. Data were processed in Excel and analysed using the InfoStat statistical software with Tukey's test ( $p > 0.05$ ). The outstanding treatments were T3 (3L of biofertiliser) and T4 (4L of biofertiliser) in most of the evaluated variables, demonstrating that these were the best treatments due to the amount of foliar and soil application. The results showed a reduction in *M. royeri* in cacao pods and an improvement in yield, thus accepting the proposed hypothesis.

**Keywords:** Diseases, incidence, microorganisms, *T. cacao*, severity.

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “**ESTRATEGIA DE BIOCONTROL CON MICROORGANISMOS DE MONTAÑA EN AFECTACIONES DE MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*) EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)**” y elaborado por **Eduardo Rubén Arriaga Escobar**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

### Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



---

Eduardo Arriaga



# ÍNDICE

PORTADA.....	i
TRIBUNAL DE GRADO .....	I
AGRADECIMIENTO .....	II
DEDICATORIA .....	III
RESUMEN .....	IV
ABSTRACT.....	V
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD .....	VI
ÍNDICE.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XII
INTRODUCCIÓN .....	1
Problema Científico .....	3
Justificación .....	3
Objetivos .....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos.....	4
Hipótesis .....	4
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	5
1.1. Origen y domesticación del cacao .....	5
1.2. Morfología y taxonomía del cacao .....	5
1.3. Condiciones edafoclimáticas .....	6
1.4. Manejo del cultivo .....	6
1.5. Problemas fitosanitarios.....	7
1.5.1. Escoba de bruja.....	7
1.5.2. Mazorca negra o fitoptora.....	7
1.5.3. Moniliasis .....	7
1.5.3.1. Historial geográfico de la moniliasis .....	8
1.5.3.2. Ciclo de vida y proceso infeccioso de la monilla .....	8

1.5.3.3. Pérdidas económicas.....	9
1.5.3.4. Manejo de la monilla .....	9
Manejo cultural .....	9
Manejo químico .....	10
Manejo biológico .....	10
Investigaciones relacionadas.....	10
<b>CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>12</b>
2.2. Características edafoclimáticas.....	12
2.3. Materiales, equipos y reactivos.....	13
2.3.1. Material biológico.....	13
2.3.2. Material de campo para colecta de muestras .....	13
2.3.3. Material para aplicación .....	13
2.3.4. Material vegetal .....	13
2.4. Tipo de investigación.....	13
2.5. Diseño de investigación .....	14
2.5.1. Delineamiento experimental .....	14
2.6. Manejo del experimento .....	16
2.6.1. Elaboración del fertilizante líquido a base de Microorganismos de montaña .....	16
2.7. Parámetros evaluados .....	17
2.7.1. Caracterización microbiológica .....	17
2.7.2. Morfológicos y sanitarios .....	17
2.7.3. Productivos .....	18
2.7.4. Eficiencia de los microorganismos en el control de moniliasis.....	18
2.8. Análisis estadístico de los resultados.....	19
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>20</b>
3.1.1. Caracterización microbiológica de los microorganismos de montaña .....	20
3.1.2. Análisis de incidencia y severidad.....	22
3.1.3. Número de mazorcas totales.....	25
3.1.4. Promedio de mazorcas sanas .....	27
3.1.5. Promedio de mazorcas enfermas .....	28
Conclusiones .....	30

Recomendaciones.....	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
ANEXOS .....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Taxonomía del cacao .....	5
<b>Tabla 2.</b> ANOVA .....	14
<b>Tabla 3.</b> Tratamientos.....	14
<b>Tabla 4.</b> Escala de daño causada por moniliasis en el cacao (Pilaloo <i>et al.</i> , 2021).....	17
<b>Tabla 5.</b> Resultado de Análisis.....	21
<b>Tabla 6.</b> Incidencia en mazorcas de cacao .....	23
<b>Tabla 7.</b> Severidad en mazorcas de cacao .....	25
<b>Tabla 8.</b> Promedio de mazorcas totales.....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Imagen 1.</b> Ubicación del área de estudio .....	12
<b>Imagen 2.</b> Escala de clasificación de síntomas propuesta porArteaga (2019) .....	18
<b>Imagen 3.</b> Promedio de mazorcas sanas.....	28
<b>Imagen 4.</b> Promedio de mazorcas enfermas.....	29

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> ANOVA .....	37
<b>Anexo 2.</b> Fotografías .....	45

## INTRODUCCIÓN

El cacao de Ecuador es uno de sus principales productos de exportación. En 2020, representó el 11% de las exportaciones tradicionales, siendo el tercer producto más exportado. A lo largo de su historia, la producción de cacao ha influido en la cultura y las costumbres de las regiones productoras, moldeando la estructura social de la antigua Costa ecuatoriana, características que aún se observan hoy. Ecuador es el mayor exportador de cacao en grano de América y el cuarto a nivel mundial, con un crecimiento del 168% en la última década (Cambisaca *et al.*, 2023).

La monilia, causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, es una plaga que afecta al cacao en todas las regiones de Ecuador. Su presencia se intensifica durante la temporada de lluvias debido a las condiciones favorables de temperatura y humedad. El impacto de esta enfermedad varía según el tipo de material genético y el manejo del cultivo, pudiendo afectar entre el 30% y el 100% de la producción (INIAP, 2017).

En Los Ríos, el cacao es vital por su impacto social, económico y ecológico. En el año 2000, representaba el 24,1% de la superficie cultivada en Ecuador. Este cultivo proporciona numerosos empleos a las familias productoras. Sin embargo, enfermedades como la monilia y la escoba de bruja han reducido la producción y afectado la economía local. Para combatir estas plagas, se ha promovido el uso de fungicidas desde la política pública, lo que ha generado problemas ambientales significativos a mediano y largo plazo debido a su impacto en los agroecosistemas y la biodiversidad (Cajamarca, 2022).

Los microorganismos de montaña (MM) se encuentran en suelos con poca intervención humana, es decir, suelos que no han sido tratados químicamente ni sometidos a prácticas agrícolas intensivas. Estos suelos conservan microfauna, bacterias y hongos que aceleran la descomposición de materia orgánica y la degradación de sustancias tóxicas, manteniendo así la fertilidad del suelo (Medina *et al.* 2022). Bastidas (2017) evaluó bio-preparados con microorganismos nativos para controlar la monilia (*M. roreri*) en cacao en Mocache (Los Ríos), encontrando una reducción en la incidencia y severidad de la enfermedad. Tirado *et al.* (2016) también señalaron que el control biológico limita los daños de la monilia mediante antagonismo, producción de metabolitos, actividades parasíticas y competencia por espacio y nutrientes, además de inducir resistencia en los árboles de cacao.

Por su parte, Estrella y Cedeño (2012) evaluaron biopreparados e inductores de resistencia en base a microorganismos como *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas cepacia*, los cuales alcanzaron un menor número de mazorcas y almendras afectadas por la enfermedad, logrando una mayor cantidad de mazorcas sanas a cosecha.



## **Problema Científico**

Las estrategias más comunes para controlar estas enfermedades incluyen la eliminación de mazorcas infectadas, el uso de fungicidas a base de cobre y controladores biológicos como *Trichoderma sp.* y *Bacillus sp.* Se recomienda optimizar los tratamientos combinando agentes químicos, físicos y biológicos (Tirado *et al.* 2016). Con los antecedentes expuestos surge la siguiente interrogante:

¿Cuál es el efecto de los microorganismos de montaña para el control de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en cacao tipo nacional y trinitario (*Theobroma cacao* L.)?

## **Justificación**

La moniliasis, ha causado grandes pérdidas en las huertas cacaoteras del Ecuador, al ser un hongo que requiere intervenciones inmediatas para evitar la propagación de esporas. En la provincia de los Ríos, los productores han enfocado sus esfuerzos en el manejo y control de la enfermedad, sin embargo, no han obtenido respuestas favorables. Por ende, es de trascendental importancia el desarrollo de esta enfermedad en la búsqueda de alternativas que sean amigables con el ambiente y que permitan lograr un control adecuado.

Desde esa perspectiva, la presente investigación se enfoca en el control de la moniliasis en Vinces, provincia de Los Ríos, ya que la presencia de este hongo es la causante de muchas pérdidas económicas a nivel cacaotero en el país. Este trabajo permitirá demostrar el beneficio que contiene el uso de biofertilizantes con microorganismos de montaña, los cuales podrían ofrecer una alternativa sostenible y ecológica frente a los métodos convencionales.

Se espera que la aplicación de estos biofertilizantes no solo controle la propagación de la moniliasis, sino que también mejore la calidad del suelo y la salud general de las plantaciones de cacao, resultando en un incremento de la producción y una reducción de costos para los agricultores. Además, este estudio contribuirá al cuerpo de conocimiento existente sobre prácticas agrícolas amigables con el medio ambiente y reforzará la importancia de la investigación y desarrollo en el sector agrícola ecuatoriano.

## **Objetivos**

### **Objetivo General:**

- ❖ Evaluar el biocontrol con microorganismos de montaña en afectaciones de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)

### **Objetivos Específicos:**

- Caracterizar las poblaciones micológicas y bacterias fijadoras de nitrógeno presentes en el biofertilizante elaborado para la evaluación de moniliasis (*M. roreri*) en cacao Tipo Nacional y Trinitario (*T. cacao* L.), en Vinces, provincia de Los Ríos.
- Valorar la incidencia y nivel de recuperación de plantas tratadas con microorganismos biocontroladores en el cultivo de cacao.
- Evaluar el efecto fungicida de los microorganismos biocontroladores, sobre *M. roreri*, en diferentes dosis y formas de aplicación en el cultivo de cacao.

## **Hipótesis**

El uso de microorganismos de montaña tendrá un efecto positivo en el control de moniliasis, así como en los parámetros productivos del cultivo de cacao Tipo Nacional y Trinitario.

# CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## 1.1. Origen y domesticación del cacao

El árbol de cacao, *Theobroma cacao*, proviene de las regiones tropicales húmedas del norte de Sudamérica y posiblemente de Centroamérica. Aunque hay debate sobre su origen y domesticación, algunos creen que el cacao fue llevado a América Central. Se ha identificado a Centroamérica como el primer lugar de cultivo, pero las regiones del Orinoco y Amazonas también podrían ser el origen. Aunque el cacao se ha cultivado en México y Centroamérica por más de 2000 años, no se han encontrado poblaciones silvestres auténticas allí, lo que sugiere que el cacao fue introducido en estas áreas (Mancheno, 2022).

En Ecuador se cultivan varias variedades de cacao, pero la más apreciada por los chocolateros es la Nacional, conocida por la calidad y aroma de sus granos. Hace aproximadamente 100 años, enfermedades como la moniliasis y la escoba de bruja llevaron a la importación masiva de cacao de Venezuela. Estos cacaos se cruzaron con la variedad local, creando híbridos más vigorosos y productivos, aunque con menor calidad aromática que la original (Valdez, 2016).

El cacao ha jugado un papel crucial en la historia y economía de Ecuador (Emma *et al.*, 2022). Sin embargo, en la provincia de Los Ríos, la producción de cacao ha disminuido debido al uso intensivo de agroquímicos y prácticas agrícolas inadecuadas. Estas prácticas han alterado las poblaciones de fitopatógenos, aumentando los ataques severos de enfermedades como la *Moniliophthora roreri*, lo que ha reducido significativamente la producción de cacao (Ibarra, 2019).

## 1.2. Morfología y taxonomía del cacao

En la tabla 1 se describe la taxonomía del cultivo

**Tabla 1.** Taxonomía del cacao

<b>Reino:</b>	<b>Plantae</b>
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malvales

---

Familia:	Malvaceae
Género:	<i>Theobroma</i>
Especie:	<i>Theobroma cacao</i> L

---

Fuente: (Cabuya, 2018).

### 1.3. Condiciones edafoclimáticas

La temperatura es crucial para el desarrollo, floración y fructificación del cacao. La temperatura media anual ideal es de unos 25°C. Las temperaturas bajas ralentizan el crecimiento vegetativo, el desarrollo de los frutos y reducen la intensidad de la floración. Además, afectan la actividad de las raíces y los brotes. Por lo tanto, la temperatura adecuada para el cultivo de cacao debe mantenerse dentro de ciertos rangos:

- Mínima de 23°C
- Máxima de 32°C
- Óptima de 25°C

El cacao se desarrolla de manera óptima en áreas tropicales, donde puede crecer desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud. No obstante, en regiones cercanas al ecuador, las plantaciones tienden a desarrollarse a altitudes más elevadas, que oscilan entre 1,000 y 1,400 metros sobre el nivel del mar (Santana, 2012).

Los suelos óptimos para el cultivo de cacao son aquellos de origen aluviales, textura franca y gran profundidad con un subsuelo que permita una adecuada permeabilidad. Los suelos arenosos resultan poco recomendables debido a su limitada capacidad para retener humedad. Se prefieren los suelos de tonalidad negruzca, ya que presentan un menor grado de lixiviación. Además, el subsuelo debe facilitar la penetración de la raíz pivotante y contar con una profundidad suficiente para el buen desarrollo del sistema radicular (Melgar *et al.*, 2010).

### 1.4. Manejo del cultivo

El cultivo de cacao requiere de un manejo agronómico específico para garantizar un crecimiento y una producción óptima. Entre los cuidados esenciales se encuentran el riego regular, control de malezas y poda de ramas, lo que no solo mejora la estructura de la planta, sino que también facilita la recolección. El cacao es vulnerable a diversas plagas y

enfermedades, como la moniliasis, la broca del cacao y la marchitez vascular, por lo que es fundamental adoptar practicas preventivas, incluyendo la poda y la eliminación de la maleza. La cosecha se realiza de manera manual, cortando las vainas de las ramas con un cuchillo. Posteriormente, se abren las vainas, se extraen las semillas y finalmente se dejan fermentar varios días antes de secarlas al sol (Cifuentes *et al.*, 2023).

## **1.5. Problemas fitosanitarios**

### **1.5.1. Escoba de bruja**

*Moniliophthora perniciosa*, es un hongo hemibiotrófico capaz de infectar diversos tejidos meristemáticos, el propágulo infeccioso del patógeno es una basidiospora, la cual se desarrolla en laminillas de los basidiomas que emergen de tejido vegetal muerto. Estas basidiosporas generan hifas monocarióticas gruesas, con un diámetro aproximado de 5 a 20  $\mu\text{m}$ , que inoculan los puntos apicales, así como los brotes vegetativos y florales, a través de las estomas o por heridas. Posteriormente, el hongo coloniza el apoplasto del hospedero, lo que ocasiona una transformación significativa en sus tejidos (Vélez *et al.*, 2023).

### **1.5.2. Mazorca negra o fitoftora**

La moniliasis del cacao, también denominada pudrición acuosa o enfermedad de Quevedo es causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, el cual afecta los granos de cacao al provocar su descomposición. Este patógeno se propaga con mayor rapidez en condiciones de alta temperatura y humedad, lo que subraya la influencia del clima en su dispersión y severidad, según la región y la temporada. La moniliasis afecta principalmente a los frutos, reduciendo la producción entre un 45 % y un 100 %, lo que genera pérdidas económicas significativas anualmente (Chávez, 2020).

### **1.5.3. Moniliasis**

La moniliasis del cacao, también conocida como pudrición acuosa o enfermedad de Quevedo, es causada por el hongo *M. roreri*, que pudre los granos de cacao. Este hongo se disemina más rápidamente en condiciones de alta temperatura y humedad, lo que demuestra la influencia del clima en su propagación y severidad, dependiendo de la región y la época del año. La moniliasis afecta principalmente a los frutos del cacao, reduciendo la producción

entre un 45 % y un 100 %, lo que resulta en pérdidas millonarias anuales (Pilaloea *et al.*, 2021).

En este contexto, la moniliasis se propaga fácilmente en los cultivos de cacao, ya que sus esporas son transportadas por el viento, siendo este uno de los principales métodos de infección. La presencia de esta enfermedad causa grandes pérdidas económicas, ya que su fácil propagación puede reducir la producción hasta en un 80% (Figuerola, 2017).

#### **1.5.3.1. Historial geográfico de la moniliasis**

En los primeros registros, Ecuador fue identificado como el epicentro de la moniliasis del cacao. En 1917, el fitopatólogo J. B. Rorer viajó desde Trinidad y Tobago a Ecuador para recolectar muestras y analizar la disminución en la producción de cacao. Estas muestras fueron enviadas al investigador R. E. Smith de la Universidad de California, quien identificó al hongo *Monilia* sp. Como el agente causal de la enfermedad. Se ha propuesto que el origen de la moniliasis data de 1817, en el departamento de Santander, Colombia. Estudios genéticos basados en polimorfismos de fragmentos largos amplificados, así como secuencias intergénicas, han revelado una alta diversidad genética en *Moniliophthora roreri*, lo que sugiere que Colombia es el área de origen de este patógeno (Mora, 2021).

#### **1.5.3.2. Ciclo de vida y proceso infeccioso de la monilia**

Los conidios son las únicas estructuras identificadas hasta ahora con capacidad infectiva en el proceso de colonización del fruto. Estos conidios se depositan sobre la superficie del fruto, y si encuentran condiciones de humedad adecuadas, germinan de lo contrario, mueren por exposición a la radiación o desecación. Al germinar, los conidios pueden penetrar directamente a la cáscara del fruto. Una característica notable de este patógeno es su prolongado período de incubación antes de manifestar síntomas visibles (Bravo, 2019).

Es importante destacar que este hongo es altamente volátil y puede infectar rápidamente un cultivo. El ciclo de infección comienza cuando la humedad ambiental disminuye (época seca), favoreciendo la producción de millones de esporas. Estas conidiósporas son dispersadas por el viento y la lluvia, depositándose en la superficie de las hojas y frutos del hospedero. En condiciones de alta humedad y temperaturas superiores a

24 °C, los conidios germinan en un periodo de 6 a 8 horas, penetrando la epidermis mediante hifas infectivas. Posteriormente, estas hifas avanzan hacia los tejidos internos del fruto, como el mesodermo y las semillas (Castillo, 2020).

### **1.5.3.3. Pérdidas económicas**

Murrieta y Palma (2018) mencionan que, la experiencia en campo ha establecido que el umbral de daño económico (UDE) para la moniliasis del cacao es de apenas un 1% de incidencia en los frutos, con un grado de severidad. Esto indica que, ante la mínima detección de la plaga en el cultivo, es necesario implementar medidas de control. Esta recomendación se fundamenta en las características del patógeno, particularmente en la alta capacidad de dispersión de sus esporas, que actúan como propágulos de la “Moniliasis”.

### **1.5.3.4. Manejo de la monilla**

#### **Manejo cultural**

El saneamiento y la destrucción semanal de las mazorcas infectadas, antes de que inicien la esporulación, son fundamentales para controlar la moniliasis, que se manifiesta mediante tumefacción y manchas pardas. El corte de las mazorcas debe realizarse en el pedúnculo del fruto. Además, es recomendable llevar a cabo podas que permitan mantener un follaje de porte bajo, facilitando así los procesos de saneamiento. Al final de la cosecha, es crucial recoger todas las mazorcas, tanto sanas como enfermas, especialmente en áreas con picos de producción, para interrumpir el ciclo de reproducción de la enfermedad. La eficiencia del saneamiento depende de la regularidad en la eliminación de mazorcas infectadas antes de que se produzca la esporulación y de su adecuada destrucción (Pérez, 2018).

Entre los factores que dificultan un control efectivo de la enfermedad se encuentran la capacidad de producción y las vías de dispersión de las esporas, la existencia de plantaciones que carecen de un manejo cultural adecuado, la presencia de árboles altos que impiden el saneamiento de las mazorcas infectadas, la baja eficiencia en el uso de los equipos de aspersión, y la falta de voluntad de los gobiernos para implementar un control químico sistemático en las plantaciones (Pérez, 2018).

## **Manejo químico**

El control químico mediante el uso de fungicidas tiende a ser poco efectivo y puede resultar costoso. La aplicación de fungicidas se justifica únicamente si el cultivo presenta buenos rendimientos que generando ganancias económicas suficientes para cubrir esta inversión. Para asegurar una correcta aplicación, es crucial que la mayoría de los frutos se encuentren ubicados en el tallo y en las partes inferiores de la planta. Asimismo, es fundamental conocer las épocas de floración y fructificación para proteger la producción y determinar el momento adecuado para aplicar el producto. En caso de que se decida llevar a cabo las aplicaciones, se recomienda utilizar fungicidas a base de cobre o un hidróxido (Quintana, 2020).

## **Manejo biológico**

Este enfoque de control se basa en la utilización de enemigos naturales, como hongos y bacterias, para disminuir la población de microorganismos perjudiciales. Entre los más utilizados se encuentran los hongos del género *Trichoderma* sp. y *Verticillium* sp. así como las bacterias del género *Bacillus* (Murrieta *et al.*, 2018).

El papel de los microorganismos en el sistema del suelo es fundamental para la productividad tanto del suelo como de las plantas. Los diversos grupos funcionales presentes en los microorganismos (MM) tienen potencial para colonizar el sistema radicular y/o la materia orgánica, estableciéndose de manera activa. Esto permite la promoción de la síntesis de sustancias benéficas para las plantas, facilita la absorción de nutrientes y contribuye a la protección contra enfermedades. Además, los microorganismos pueden solubilizar fosfatos y otros nutrientes esenciales, fijar nitrógeno, inducir la resistencia al estrés, estabilizar los agregados del suelo y mejorar su estructura (Castro *et al.*, 2020).

## **Investigaciones relacionadas**

Bastidas (2017), en su investigación del control biológico de la monilla (*Moniliophthora roreri*) en cacao nacional con microorganismos nativos de la zona de Mocache, aplicó 6 tratamientos incluido el testigo, estos tratamientos estaban hechos a base de sustratos ricos en microorganismos nativos, dichos tratamientos dieron como resultado la disminución de la presencia de la monilla y mejoró el rendimiento de producción.



Pilaloo et al. (2021), en su investigación buscó la forma de un control para la moniliasis mediante 4 tratamientos los cuales eran a bases de microorganismos y un testigo que solo incluiría la poda del cacao. Como resultado se obtuvo que, la simple presencia de un biofungicida disminuye considerablemente la presencia de la monilla, siendo la poda la menos eficiente. El análisis económico mostró como resultado que la aplicación de microorganismos es mejor beneficio costo que la poda.

## CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Caracterización del área de estudio

El experimento se llevó a cabo en el recinto Morocho, Vinces provincia de Los Ríos. Se realizó en los meses de agosto a octubre. El sitio experimental se encuentra entre las coordenadas 1°36'45.8" latitud sur y 79°50'04.7" de longitud. El área corresponde a una zona tropical, de topografía plana con pendientes ligeras hasta el 15%, con un suelo de textura franco-arcillosa.



**Imagen 1.** Ubicación del área de estudio

El cultivo de cacao en esta región incluye las variedades CCN-51 y Cacao Nacional Trinitario. Estos cacaotales tienen una edad aproximada de 16 años desde su siembra, lo que indica que están en una etapa madura de producción. La disposición de las plantas sigue un patrón de siembra con una distancia de 2,50 metros entre cada planta, tanto en filas como entre filas.

### 2.2. Características edafoclimáticas

La zona presenta una temperatura promedio de 27°C, indicando un clima cálido. La humedad relativa es del 75%, lo cual sugiere un ambiente bastante húmedo. La heliofanía, que se refiere a la cantidad de horas de luz solar recibidas al año, es de 6 horas, lo que podría influir en la vegetación y las actividades agrícolas de la región. La precipitación anual es de 167,9 mm, indicando que la zona recibe una cantidad moderada de lluvia a lo largo del año.

Por último, la altitud de la zona es de 17 metros sobre el nivel del mar, lo que sugiere que se encuentra en una región costera o cercana al nivel del mar (Arévalo *et al.*, 2013).

### **2.3. Materiales, equipos y reactivos**

#### **2.3.1. Material biológico**

- Biofertilizante artesanal

#### **2.3.2. Material químico**

- Azoxystrobin

#### **2.3.3. Material de campo para colecta de muestras**

- Hoja para toma de datos
- Bolígrafo

#### **2.3.4. Material para aplicación**

- Bomba para fumigar de 20 L
- Tijera de poda

#### **2.3.5. Material vegetal**

- Cacao Nacional
- Cacao Trinitario

### **2.4. Tipo de investigación**

Investigación bibliográfica: Se revisaron y analizaron autores relevantes para comprender la enfermedad y establecer una base sólida de entendimiento. Mantilla *et al.* (2008) propusieron estrategias de manejo integral de la moniliasis del cacao, siendo investigaciones significativas para la literatura.

Investigación experimental: Se buscó entender cómo aplicar medidas prácticas para controlar la moniliasis mediante distintos tratamientos o estrategias de control.

Investigación cuantitativa: Se definieron y analizaron las variables numéricas relacionadas con el control de la moniliasis, midiendo la incidencia y severidad.

## 2.5. Diseño de investigación

El diseño experimental empleado fue de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones; cada uno con 200 plantas. La unidad de muestreo fue correspondida a 24 plantas por tratamiento o 6 por repetición, separados a 2 filas de distancia por cada tratamiento, para así evitar el traslape, adicionando la delimitación de los tratamientos y su respectivo identificador. El criterio de bloque se debe a la diferencia entre edades en los materiales evaluados. El diseño experimental responde al modelo matemático siguiente:

$$\gamma_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- $\gamma_{ij}$  Variable dependiente o variable independiente
- $\mu$  Efecto de la media general
- $\tau_i$  Efecto del i-ésimo tratamiento
- $\beta_j$  Efecto del j-ésimo bloque
- $\epsilon_{ij}$  Error experimental del tratamiento.

**Tabla 2.** ANOVA

<b>Fuentes de variación</b>		<b>Grados de libertad</b>
Bloques	b-1	3
Tratamientos	t-1	4
Error experimental	(t-1) (r-1)	12
<b>Total</b>	<b>rt-1</b>	<b>19</b>

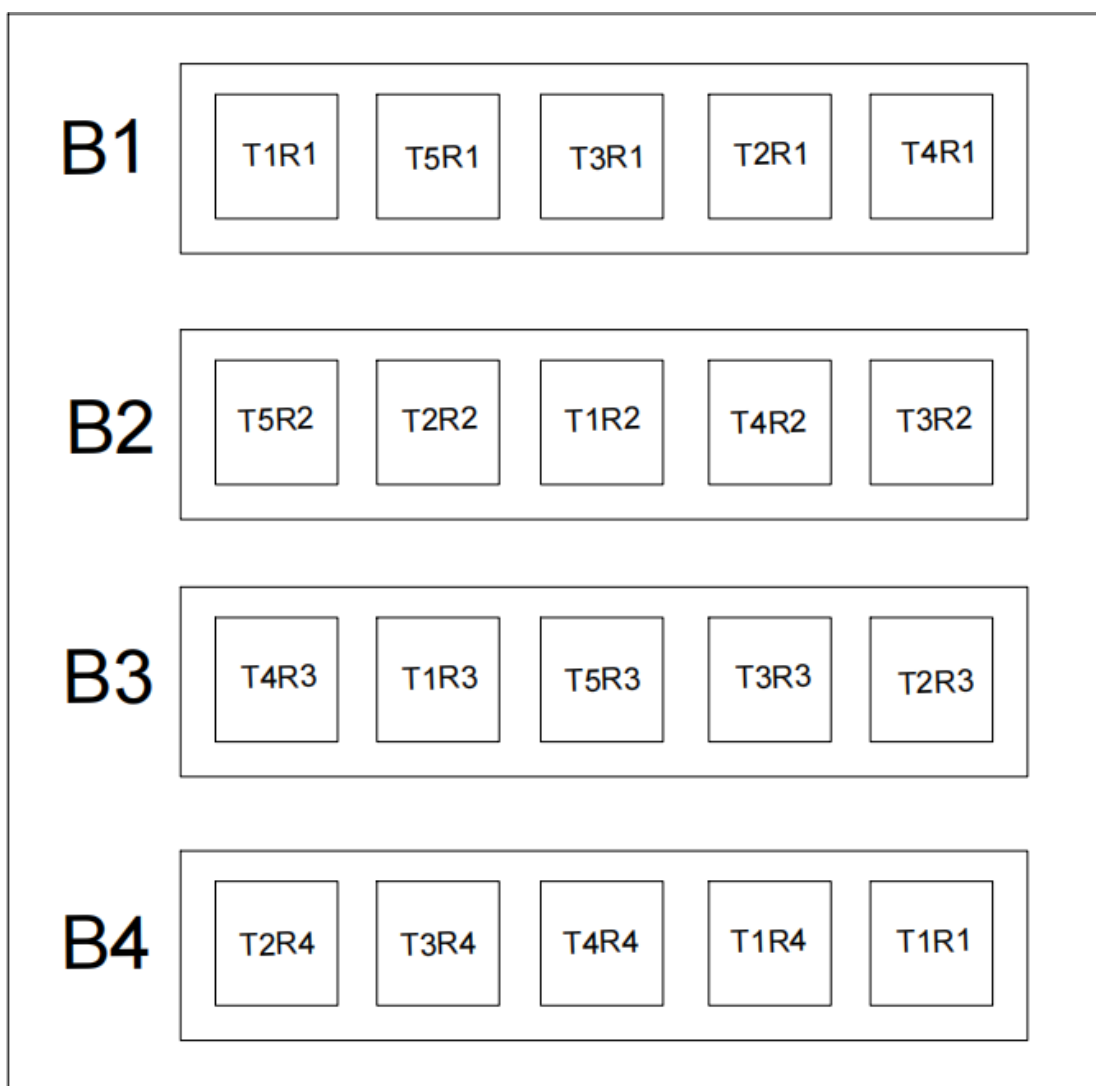
### 2.5.1. Delineamiento experimental

**Tabla 3.** Tratamientos

<b>Tratamiento:</b>	<b>Detalle</b>
T1(Foliar + edáfico)	100 cc + 1 L
T2 (Foliar + edáfico)	200 cc + 2 L

T3 (Foliar + edáfico)	300 cc + 3 L
T4 (Foliar + edáfico)	400 cc + 4 L
T5-Químico	Azoxystrobin 200 mL

### 2.5.2. Croquis de campo



## **2.6. Manejo del experimento**

### **2.6.1. Elaboración del fertilizante líquido a base de Microorganismos de montaña.**

La elaboración del fertilizante líquido a base de microorganismos de montaña posee dos fases, comenzando por la parte sólida en un lapso de 30 días:

- La recolección de hojarasca en barbecho de las de 15 años, distante a toda parcela por más de medio kilómetro.
- Con una balanza se pesa 27 kg de afrecho de trigo y 27 kg de hojarasca para posteriormente mezclar 300 gr de azúcar morena diluida en agua.
- Se coloca en un turril de 60 L, aplastándola para evitar el exceso de aire por 30 días.

Por otra parte, la fase líquida se realiza de la siguiente manera:

- Se toman 3 kg de MM sólido en un saco de yute, para ser colocado en un turril de 60 lt de agua en el cual se tiene que hallar diluido 3 kg de azúcar morena. Para el final se tapa el turril con una abrazadera por un lapso de 15 días para ser apto para su aplicación.

Se estudiaron 200 plantas por tratamiento, por lo que se tuvo un total de 1000 plantas entre cacao nacional y Trinitario. Se inicio con el mantenimiento de las parcelas con la poda y limpieza de las malezas, las malezas fueron eliminadas con guadaña, ya que la presencia de herbicidas químicos hubiera perjudicado la viabilidad del experimento, la poda del cacao fue tratada con pasta cúprica para evitar la presencia de posibles enfermedades para la planta, posteriormente se inició con la delimitación de los tratamientos y el inicio del proyecto. No se implementó ningún sistema de riego, ya que el cultivo depende exclusivamente de la precipitación. En cuanto a la fertilización, se utilizó únicamente el biofertilizante, aplicado en los diferentes tratamientos.

Los diferentes tratamientos estuvieron divididos en función de la cantidad de aplicación de biofertilizante y el testigo únicamente por su aplicación química, la aplicación se realizó cada 15 días durante los 3 meses, la toma de muestra fue así mismo cada 15 días, siendo un total de 3 meses de toma de muestras para concluir la toma de datos y el experimento.

## 2.7. Parámetros evaluados

### 2.7.1. Caracterización microbiológica

En la evaluación de los microorganismos presentes en el biofertilizante se realizaron con la ayuda del protocolo realizado por Torres *et al.* (2022), y se evaluó la presencia de bacterias, hongos y levaduras. El estudio se realizó mediante la dilución (10. y 10.) e inoculación en los medios de cultivo, seleccionado para contabilizar las UFC totales de cada muestra, medio nutritivo (MN) que permite el crecimiento de bacterias esporuladas. Se contabilizaron las unidades formadoras de colonias (UFC) en cada caso.

### 2.7.2. Morfológicos y sanitarios

#### *Incidencia de mazorcas enfermas*

Se midió utilizando la siguiente fórmula:

$$IME = \frac{n}{N} \times 100$$

Donde:

*IME* Índice de mazorcas enfermas

n Número de mazorcas enfermas

N Número total de mazorcas cosechadas

#### *Severidad*

**Escala de daño:** la escala de daño se realizó con la metodología realizada por (Pilaloa *et al.*, 2021) y (Bastidas, 2017), para ello, con ayuda de porcentajes y una escala de síntomas externos, se evaluó la severidad del daño causado por la moniliasis en el cacao, siendo estos:







**Tabla 4.** Escala de daño causada por moniliasis en el cacao

Valor	Interna (% afectado)	Externa (Síntomas)
0	0	Fruto sano
1	1 a 20	Presencia de punto aceitoso
2	21 a 40	Presencia de madurez temprana
3	41 a 60	Presencia de mancha café

4	61 a 80	Presencia de mancha mínimamente cubierta por esporas
5	>81	Presencia de mancha cubierta a gran parte

Fuente: (Pilaloa *et al.*, 2021)

Además, en esta variable de medió bajo la siguiente escala:

Daño interno (%)	Sintoma	Daño interno (%)	Sintoma
0		41 - 60	
1 - 20		61 - 81	
21 - 40		>80	

**Imagen 2.** Escala de clasificación de síntomas propuesta por Arteaga (2019)

### 2.7.3. Productivos

Se contabilizo el número de mazorcas sanas y enfermas antes y al finalizar la evaluación.

### 2.7.4. Eficiencia de los microorganismos en el control de moniliasis

La eficiencia de la aplicación de los tratamientos se midió con relación a la incidencia y severidad de la enfermedad, después del tiempo de evaluación.



## **2.8. Análisis estadístico de los resultados**

Se procedió a elaborar una base de datos en Excel, para luego realizar la comparación de medias en el programa estadístico Infostat. Para evaluar la diferencia significativa, se aplicó el test de Tukey con un nivel de significancia  $p < 0,05$ .

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Evaluación del efecto del biocontrol con microorganismo de montaña en afectación de moniliasis en cultivo de cacao variedades CCN-51 y Cacao Nacional Trinitario

#### 3.1.1. Caracterización microbiológica de los microorganismos de montaña

El análisis de la muestra reveló que había 520 unidades formadoras de colonias (UFC) por mililitro de bacterias fijadoras de nitrógeno. Este nivel puede ser suficiente o no, dependiendo del tipo de suelo y las condiciones específicas de cultivo, por lo que si se considera la zona de evaluación que corresponde a terrenos planos con humedad elevada, las bacterias fijadoras de nitrógeno han sido esenciales en la protección y desarrollo del cultivo, debido a que proporcionan este nutriente vital a las plantas. Sin embargo, los valores o concentraciones reportados para el cacao pudiesen ser considerados como deficientes ( $5.2 \times 10^2$  UFC/mL).

Por otro lado, de acuerdo al análisis realizado que evidenció la ausencia de mohos, lo que representa una acción positiva, debido a que algunos mohos pueden ser perjudiciales. Aunque, es importante mencionar que no todos los mohos son malos; por ejemplo, *Trichoderma* puede ser muy útil al combatir otros hongos dañinos (Hernández *et al.*, 2019).

Finalmente, se encontró una concentración de levaduras de 50,000 UFC/mL, lo cual es excelente. Las levaduras no solo ayudan a las plantas a crecer mejor, sino que también mejoran la disponibilidad de nutrientes y la salud general del suelo.

En ese contexto, de acuerdo a la investigación sobre la caracterización microbiológica de biofertilizantes inoculados con microorganismos de montaña en el departamento de Copán Honduras, realizada por López *et al.* (2023) señalan un recuento cercano de levaduras en su cuarto tratamiento o grupo de control (C sin adiciones de estiércol constituido por biofertilizante multimineral) un recuento de  $3.4 \times 10^4$  UFC/mL a los 60 días de fermentación. En cuanto a las bacterias obtuvo un valor de  $6.6 \times 10^2$  así mismo en su tratamiento o grupo de control (C sin adiciones de estiércol constituido por biofertilizante multimineral).

Por otra parte, en el estudio realizado por (Zeballos, 2017), sobre la caracterización de microorganismos de montaña (MM) en biofertilizantes artesanales, encontró baja

diversidad de microorganismos en los biofertilizantes analizados. Esto posiblemente se debió a la presencia de algunos ingredientes como las plantas aromáticas, que forman metabolitos secundarios conocidos como aceites esenciales. Estos metabolitos poseen propiedades antisépticas.

**Tabla 5.** *Resultados de análisis microbiológico de los microorganismos de montaña en afectación de moniliasis en cultivo de cacao variedades CCN-51 y Cacao Nacional Trinitario*

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>		<b>Unidad</b>
<b>Recuento de bacterias fijadoras de nitrógeno</b>	5.2x10 <sup>2</sup>		UFC/mL
<b>Poblaciones micológicas</b>	Mohos	Ausencia	UFC/g
	Levaduras	5x10 <sup>4</sup>	

### 3.1.2. Análisis de incidencia y severidad

#### **Incidencia (%) de *Moniliophthora roreri* en mazorcas de cacao**

En la tabla 6 se presenta el promedio de la incidencia por semana y por tratamiento, donde se observa de manera general un aumento significativo en (T1 Foliar 100 cc + 1 L edáfico) y (T2 Foliar 200 cc + 2 L edáfico) de la primera a la segunda semana, teniendo una tendencia de disminución en (S9) y (S12). De la misma manera de acuerdo a la prueba de Tukey se observan diferencias estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ). en la (S3), (S7) y (S9).

A nivel de tratamientos, en el (T3 Foliar 300 cc + 3 L edáfico) y (T4 Foliar 400 cc + 4 L edáfico) se observó una variación mínima, lo cual explica el efecto de los tratamientos en la reducción de la enfermedad. Por el contrario, los mayores valores fueron reportados en el testigo (T5 Azoxystrobin 200 mL) con 50,90% en la semana (S9), y el (T1 Foliar 100 cc + 1 L edáfico) con 49,17 en la semana (S12).

A comparación de Quintana (2021), la incidencia no coincidió con los valores propuestos, siendo su testigo (T4(Testigo absoluto) que contaba de podas fitosanitarias, el que obtuvo un 34,5, valor similar al tratamiento empleado (T3 Foliar 300 cc + 3L edáfico) que obtuvo un 36,57, por lo que da a entender que la incidencia de *M. roreri* en su cultivo era ínfima.

Mora (2023), obtuvo una tendencia de disminución significativa desde los primeros momentos de la aplicación hasta su última evaluación en los tratamientos de control (T1, T2 y T3) contrariamente al comportamiento de su testigo (T4), donde el control biológico destaca siendo el (T1 Control biológico, **BACTRIAL** *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefacienc s*, *Agrobacterium radiobacter* K84, *Bacillus pumilus*), mientras que el (T4) no contiene ninguna aplicación.

Ramírez (2023) demostró que su Testigo (T1 sin ninguna aplicación ni poda) tiene valores similares a los aplicados en el tratamiento (T1 Foliar 100 cc + edáfico 1 L), donde el testigo obtuvo un porcentaje en su última evaluación un valor de 56,85, valor similar al tratamiento (T1 Foliar 100cc + edáfico 1 L) que obtuvo 49,17. El tratamiento (T3 Aplic. *Bacillus subtilis*) fue el más similar con un porcentaje de 41,32, valor similar al tratamiento (T2 Foliar 200 cc + edáfico 2 L) con un valor de 43,55.

**Tabla 6.** Incidencia de *Moniliophthora roreri* en mazorcas de cacao bajo el biocontrol de microorganismos de montaña.

Tratamientos	S1	S3	S5	S7	S9	S12
T1 (Foliar 100 cc + 1 L edáfico)	29,79 a	55,17 bc	59,93 a	59,64 b	48,08 ab	49,17 a
T2 (Foliar 200 cc + 2 L edáfico)	37,13 a	64,29 c	53,53 a	65,25 b	48,86 ab	43,55 a
T3 (Foliar 300 cc + 3 L edáfico)	26,12 a	42,00 a	46,90 a	41,97 a	38,42 a	36,57 a
T4 (Foliar 400 cc + 4 L edáfico)	33,37 a	48,26 ab	51,69 a	40,85 a	42,27 ab	38,75 a
T5 (Azoxystrobin 200 mL)-Testigo	32,19 a	48,60 ab	55,00 a	52,11 ab	50,90 b	42,38 a
<b>CV%</b>	<b>24,91</b>	<b>10,02</b>	<b>11,05</b>	<b>13,28</b>	<b>10,30</b>	<b>16,73</b>
<b>P&gt;0,05</b>	<b>0,40</b>	<b>0,00</b>	<b>0,09</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,17</b>

Nota: CV%= Coeficiente de variación

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren entre sí según la prueba de Diferencia Mínima Significativa de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Las letras S1 al S12 corresponden al número de semanas de acuerdo con la frecuencia de muestreo.

### Severidad (%) de *Moniliophthora roreri* en mazorcas de cacao

En la tabla 7 se encuentra una varianza estadística significativa, donde en la primera semana (S1) es la única que no contiene una diferencia, a partir de la tercera semana (S3) en adelante, hay diferencia significativa entre los tratamientos, con el quinto tratamiento (T5 (Azoxystrobin 200 mL Testigo) mostró los valores más bajos y los más significativos en las mazorcas de cacao ( $P > 0,05$ ).

En la tabla 7 se presentan los resultados de severidad para los tratamientos, en la cual se observa de manera general una tendencia de aumento significativo en el testigo (T5 Químico Azoxystrobin 200 mL), siguiendo de los tratamientos (T1 Foliar 100 cc + 1 L edáfico) y (T2 Foliar 200 cc + 2L edáfico) donde su aumento fue mayor al testigo. No obstante, los tratamientos que presentaron los menores porcentajes de severidad en todas las

semanas de evaluación fueron el (T3 Foliar 300 cc + 3L edáfico) y (T4 Foliar 400 cc + 4 L edáfico) con promedios comprendidos 9,72 y 47,13%.

Estos resultados son similares a los dados por (Villamil *et al.*, 2015), donde los porcentajes de severidad máximo alcanzan de un 66,5% a 94,5%, donde el testigo (T4 sin antagonista) fue el que alcanzo el máximo porcentaje, mientras que (T2 *Trichoderma* sp. H20) fue el que tuvo el menor porcentaje llegando al 66,5%, esto expresa que durante las semanas finales los tratamientos con una mayor aplicación tienden a ser más efectivos. Además, Cadena *et al.* (2022) señalo que con su tratamiento (T3 300 g de *Trichoderma*) sobre el cacao tuvo un eficiente control sobre el avance de la enfermedad que evito la esporulación del hongo, el cual alcanzo un descenso en la severidad del 10.87%.

También Vera *et al.* (2018) al estudiar microorganismos endófitos asociados a *Theobroma cacao* como agentes de control biológico de *Moniliophthora roreri*, determinó que el uso de bacterias, especialmente *Bacillus* spp. y *Pseudomonas fluorescens*, ha comenzado a recibir atención durante los últimos años para el control de las enfermedades del cacao, aunque menos que el uso de hongos antagonistas, los cuales han demostrado que las bacterias del género *Bacillus* son capaces de colonizar hojas de cacao, principalmente como epífitas, pero también como endófitas. En este estudio, su presencia condujo a una disminución significativa de la severidad de la enfermedad cuando las hojas fueron inoculadas con *Phytophthora capsici*. Además, la supresión de *Phytophthora* por *Bacillus cereus* (aislamiento BT8) solo se produjo en hojas no colonizadas después de las aplicaciones bacterianas y persistieron en hojas más viejas de plantas colonizadas.

Castro (2021) reporta valores que no coinciden a lo estudiado, donde su testigo (Sin dosis de aplicación ni poda) obtuvo un resultado de 46,00% de severidad, mientras que en el (T3 Foliar 300 cc + 3 L edáfico) tuvo un valor de severidad de 47,13%, donde existió aplicación de microorganismos de montaña. También Pilaloe *et al.* (2021), en su estudio sobre el uso de biofungicidas y podas fitosanitarias en el cacao para el control para la moniliasis, determinó 4 tratamientos los cuales eran a bases de microorganismos y un testigo que solo incluiría la poda del cacao. Como resultado se obtuvo que, la simple presencia de un biofungicida disminuye considerablemente la presencia de la monilla, siendo la poda la menos eficiente. El análisis económico mostró como resultado que la aplicación de microorganismos es mejor beneficio costo que la poda.

**Tabla 7.** Severidad (%) en mazorcas de cacao tratadas con microorganismos de montaña

Tratamientos	S1	S3	S5	S7	S9	S12
T1 (Foliar 100 cc + 1 L edáfico)	10,14 a	25,22 c	40,10 c	55,25 c	70,60 c	85,29 c
T2 (Foliar 200 cc + 2 L edáfico)	10,56 a	25,55 c	40,85 c	55,64 c	70,43 c	85,40 c
T3 (Foliar 300 cc + 3 L edáfico)	9,72 a	17,24 b	24,53 b	32,15 b	39,60 b	47,13 b
T4 (Foliar 400 cc + 4 L edáfico)	10,04 a	17,65 b	25,14 b	32,74 b	40,11 b	47,49 b
T5 (Azoxystrobin 200 mL)-Testigo	10,09 a	13,15 a	16,16 a	19,04 a	21,97 a	25,11 a
<b>CV%</b>	<b>10,61</b>	<b>5,35</b>	<b>5,16</b>	<b>3,50</b>	<b>3,07</b>	<b>2,52</b>
<b>P&gt;0,05</b>	<b>0,86</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Nota: CV%= Coeficiente de variación

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren entre sí según la prueba de Diferencia Mínima Significativa de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Las letras S1 al S12 corresponden al número de semanas de acuerdo con la frecuencia de muestreo.

### 3.1.3. Número de mazorcas totales

De acuerdo a lo evidenciado en la tabla 8 no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguna de las semanas (S1), (S3), (S5), (S9) y (S12) de evaluación, a excepción de la semana (S7) donde se encuentra una varianza significativa en el (T3 Foliar 300 cc + 3 L edáfico) y (T4 Foliar 400 cc + 4 L edáfico) quienes demostraron los valores más altos, siendo significativamente diferentes del tratamiento (T1 Foliar 100 cc + 1 L edáfico), (T2 Foliar 200 cc + 2 L edáfico) y (T5 Azoxystrobin 200 mL Testigo).

En la tabla 8 se muestra los datos del promedio de la última semana (S6) de mazorcas totales obtenidas por planta y por tratamiento (6 plantas) en la cual se destaca el (T4 Foliar 400 cc + 4 L edáfico) con 27,13 mazorcas, seguido del (T3 Foliar 300 cc + 3 L edáfico) con 25,00 mazorcas, siendo estas las aplicaciones más elevadas, habiendo un total de 122 mazorcas totales en todos los tratamientos, un valor similar dado por Mora (2023) donde obtuvo 165 mazorcas en 1 ha con un cultivo de cacao de la variedad CCN-51 de 6 años con

una aplicación biológica con nombre comercial (BACTRIAL), donde el tratamiento biológico es el segundo más efectivo después del Químico (OXITHANE).

Castro (2021) señala que, en su estudio sobre el uso de microorganismos, su primer tratamiento (T1 Poda sanitaria) tiene un valor de mazorcas totales de un promedio de 25,80 mazorcas totales, siendo un valor similar obtenido al (T3 Foliar 300 cc + edáfico 3 L) de 25,00 mazorcas totales, dando a entender la poda sanitaria como un método eficaz para la producción de las mazorcas.

También, Bastidas (2017), estudió estrategias de control biológico de la monilla (*Moniliophthora roreri*) en cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) con microorganismos nativos de la zona de Mocache, aplicó 6 tratamientos incluido el testigo, estos tratamientos estaban hechos a base de sustratos ricos en microorganismos nativos, dichos tratamientos dieron como resultado la disminución de la presencia de la monilla y mejoró el rendimiento de producción sobre todo en el número de mazorcas totales.

**Tabla 8.** Promedio de mazorcas totales

<b>Tratamientos</b>	<b>S1</b>	<b>S3</b>	<b>S5</b>	<b>S7</b>	<b>S9</b>	<b>S12</b>
T1 (Foliar 100 cc + 1 L edáfico)	19,58 a	16,67 a	16,96 a	17,13 a	21,42 a	22,29 a
T2 (Foliar 200 cc + 2 L edáfico)	15,54 a	15,56 a	16,17 a	18,92 a	21,25 a	23,88 a
T3 (Foliar 300 cc + 3 L edáfico)	15,04 a	17,17 a	18,79 a	23,21 b	23,63 a	25,00 a
T4 (Foliar 400 cc + 4 L edáfico)	13,50 a	15,50 a	18,63 a	24,25 b	25,08 a	27,13 a
T5 (Azoxystrobin 200 mL)-Testigo	14,84 a	16,29 a	18,33 a	20,88 ab	21,46 a	23,50 a
<b>CV%</b>	<b>18,38</b>	<b>10,22</b>	<b>9,35</b>	<b>8,37</b>	<b>11,15</b>	<b>12,62</b>
<b>P&gt;0,05</b>	<b>0,09</b>	<b>0,54</b>	<b>0,17</b>	<b>0,00</b>	<b>0,18</b>	<b>0,28</b>

Nota: CV%= Coeficiente de variación

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren entre sí según la prueba de Diferencia Mínima Significativa de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Las letras S1 al S12 corresponden al número de semanas de acuerdo con la frecuencia de muestreo.



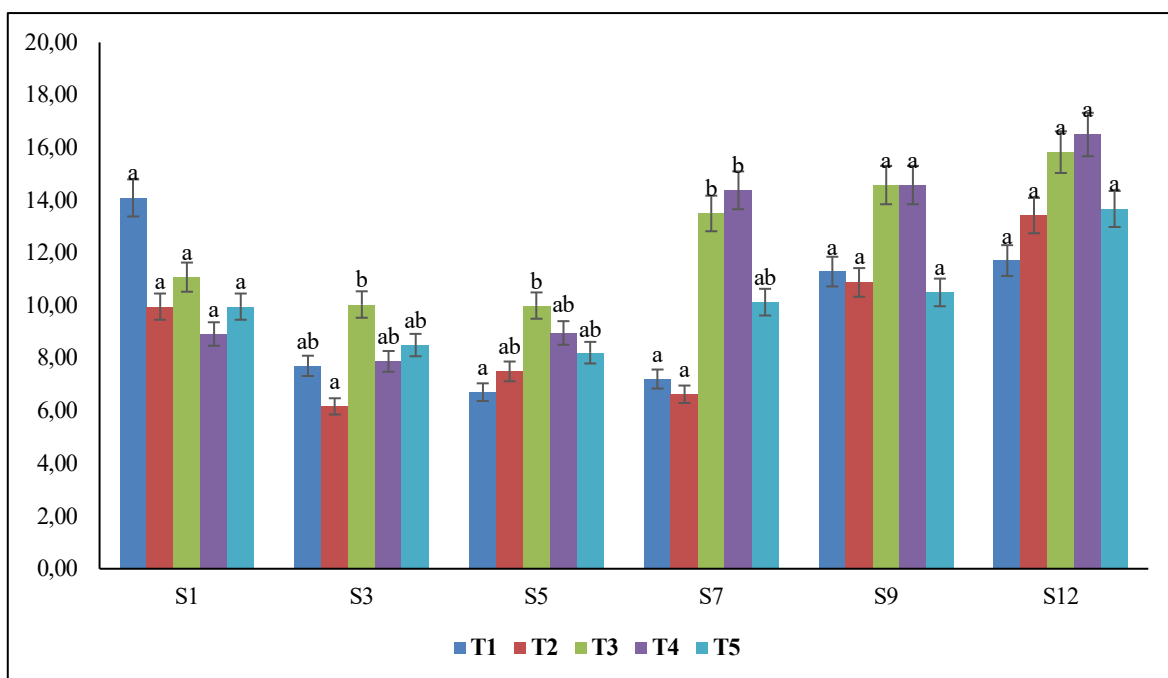
### 3.1.4. Promedio de mazorcas sanas

De acuerdo al gráfico 1 se evidencian diferencias significativas en la mayoría de las semanas evaluadas, resaltando las semanas (S7), (S9) y (S12).

En ese mismo sentido, se observan los datos del promedio de mazorcas sanas, donde los tratamientos (T3 Foliar 300 cc + 3 L edáfico) y (T4 Foliar 400 cc + 4 L edáfico) presentaron la mayor cantidad de mazorcas sanas con promedios comprendidos entre 14,58 y 16,50, además, los tratamientos (T2 Foliar 200 cc + 2 L edáfico) y (T5 Azoxystrobin 200 mL) presentaron valores similares a la última semana, y por último, el (T1 Foliar 100 cc + 1 L edáfico) fue el que presentó la mayor afectación de las mazorcas con un promedio de 11,71, estos valores podrían evidenciar la importancia de la aplicación de dosis altas y formas de aplicación.

Estos resultados fueron similares a los reportados por Quintana (2021) quién tuvo un promedio de 20,45 mazorcas sanas en el tratamiento (T1 *Trichoderma spp.* 255 cc) siendo el más alto, y el más bajo de 12,80 con el (T3 Extracto Etanólico de Canela 385 cc) similar al tratamiento (T1 Foliar 100 cc + 1 L edáfico) siendo el más bajo de todos.

Los valores dados por Castro (2021) señalan en el control biológico (T3 Fungicida biológico a base de *Trichoderma spp* a dosis de 1 L/ha) un valor promedio de mazorcas de 15,00, similar al tratamiento (T3 Foliar 300 cc + 3 L edáfico) donde se obtuvo un valor de 15,83, aun así se obtuvo como valor más alto el tratamiento (T1 Poda sanitaria) donde su valor fue de 19,00 mazorcas sanas, mientras que el valor más alto obtenido en la investigación fue de 16,50 en el tratamiento (T4 Foliar 400 cc + 4 L edáfico), dando a entender que la aplicación de biofertilizantes también aporta una gran cantidad de mazorcas sanas.



**Imagen 3.** Promedio de mazorcas sanas

Nota: T1(Foliar 100 cc + 1L edáfico), T2(Foliar 200 cc + 2L edáfico), T3(Foliar 300 cc + 3L edáfico), T4(Foliar 400 cc + 4L edáfico), T5(Azoxystrobin 200 mL)-Testigo.

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren entre sí según la prueba de Diferencia Mínima Significativa de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Las letras S1 al S12 corresponden al número de semanas de acuerdo con la frecuencia de muestreo.

### 3.1.5. Promedio de mazorcas enfermas

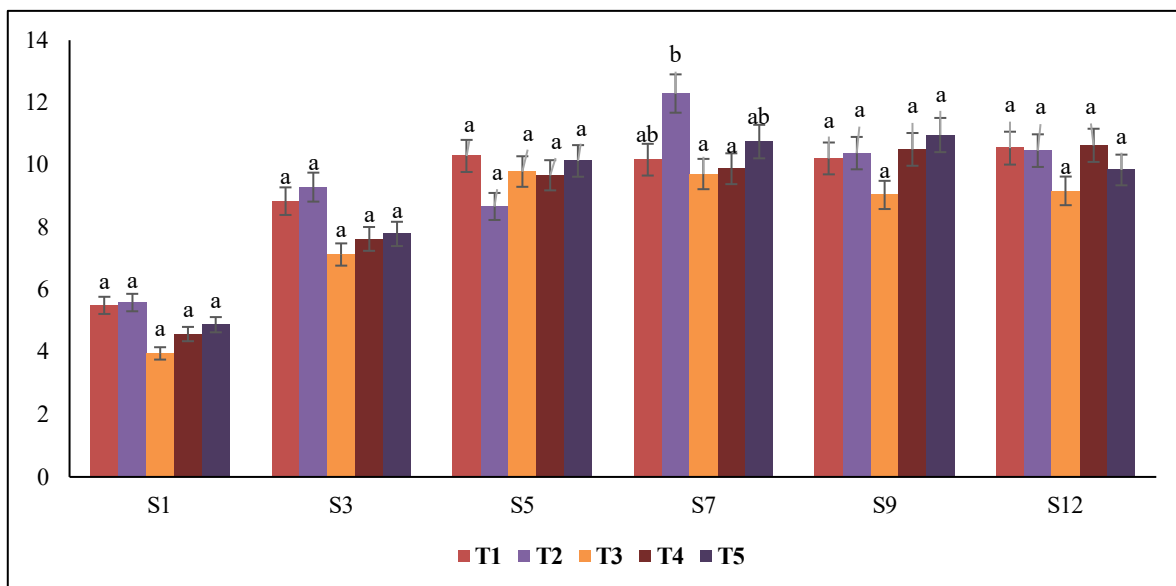
De acuerdo al gráfico 2 se observa que en todas las semanas de evaluación existió variabilidad en los datos, reportando diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ) sólo en la semana (S7), lo que evidencia claramente la efectividad del producto.

En el gráfico 2 se observan los datos del promedio de mazorcas enfermas, donde el tratamiento (T3 Foliar 300 cc + 3 L edáfico) presentó los valores más bajos en las dos primeras semanas de evaluación (3,96 y 7,13 mazorcas), sin embargo, a partir de la semana (S5) hasta la semana (S12) se observó un comportamiento distinto, resaltando el (T4 Foliar 400 cc + 4 L edáfico) con promedios de 9,04 y 9,17 en las dos últimas semanas, lo que indica que el uso de una dosis más alta a nivel de suelo y foliar lograría reducir el número de mazorcas enfermas.

Estos valores son similares a los reportados por Bastidas (2017), quién al estudiar microorganismos sobre infección de monilia, demostró que el tratamiento 5 obtuvo la mayor diferencia significativa exponiendo el mayor promedio de frutos maduros a cosecha durante todos los periodos con 5.41, 6.14 y 8.26 mazorcas a cosecha para los 30, 60 y 90 días respectivamente en comparación con el testigo que resalta los promedios 3.11, 2.69 y 2.88 para los 30, 60 y 90 días respectivamente. Las aplicaciones de los microorganismos reducen notablemente la incidencia de la enfermedad y permite obtener mayor número de frutos sanos a cosecha.

Quintana (2021) en su investigación, da como resultado en el tratamiento (T2 Aminoácidos de Bacillus, 255 cc) un promedio de 9,20, valor similar al (T3 Foliar 300 cc + 3 L edáfico) en la última semana, con un valor de 9,17, siendo una comparativa de valores casi exactos.

Los valores obtenidos por Castro (2021) fueron en su testigo (T5 Testigo sin poda ni dosis de aplicación) obtuvo un valor de 11,00 mazorcas enfermas, similar al obtenido en el tratamiento (T1 Foliar 100cc + edáfico 1L) demostrando que una aplicación baja o nula de biofertilizante, será la que obtendrá un mayor promedio de mazorcas enfermas.



**Imagen 4.** Promedio de mazorcas enfermas

Nota: T1(Foliar 100 cc + 1L edáfico), T2(Foliar 200 cc + 2L edáfico), T3(Foliar 300 cc + 3L edáfico), T4(Foliar 400 cc + 4L edáfico), T5(Azoxystrobin 200 mL)-Testigo.

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren entre sí según la prueba de Diferencia Mínima Significativa de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Las letras S1 al S12 corresponden al número de semanas de acuerdo con la frecuencia de muestreo.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- La concentración del inoculante mediante métodos de enriquecimiento o aplicaciones repetidas para incrementar la población bacteriana en la rizosfera y optimizar los beneficios para el cacao.
- Los tratamientos con los microorganismos de montaña (T3 Foliar 300cc + edáfico 3L) y (T4 Foliar 400 cc + edáfico 4 L) mostraron mayor efectividad en las semanas (S3) y (S4) y un decrecimiento a partir de la semana (S9). Esto indica que los microorganismos de montaña son efectivos en la recuperación y protección de las plantas de cacao contra la moniliasis aplicada en altas cantidades, deduciendo la posible presencia de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma spp.* que por la literatura es conocida como un agente controlador de *M. royeri*.
- Los tratamientos con diferentes dosis de microorganismos biocontroladores (T1, T2, T3 y T4) demostraron un efecto fungicida variable sobre *M. royeri*. Los tratamientos T3 y T4, con dosis más altas, presentaron una mayor cantidad de mazorcas sanas y un menor promedio de mazorcas enfermas, destacando la eficacia de las dosis elevadas en el control de la enfermedad, al ser aplicada en grandes cantidades existe una mayor presencia de estos microorganismos.

## Recomendaciones

- Una mayor dosis de aplicación en las plantas contrastaría la enfermedad, como las aplicadas en el tratamiento (T3) y (T4), las cuales fue notoria en diferencia de los demás tratamientos, aun así, el testigo (T5) también puede ser una alternativa para el control de *M. royeri*.
- Realizar un monitoreo semanal para así ajustar dosis y aprovechar al máximo el biofertilizante con microorganismos de montaña, con fin de encontrar una aplicación exacta del biofertilizante.
- Futuras investigaciones relacionadas al control de *M. royeri* con microorganismos de montaña ayudaría a la eliminación de la presencia de los fungicidas en general, para así poder lograr el camino orgánico para el futuro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, M., Romero, J., & Ponce, R. (2010). Caracterización y zonificación de áreas potenciales para el cultivo de cacao en el salvador.
- Arévalo, B., Vinueza, M. (2013). Subcuenca Río Vinces. Available at: <https://es.slideshare.net/slideshow/subcuenca-ro-vinces/23417168> (Accessed: 6 June 2024).
- Arteaga S. (2019). Eficacia de dos productos a base de *Trichoderma*, en tres dosis de aplicación para el control de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) y moniliasis (*Moniliophthora roreri*), en el cantón Francisco de Orellana Prov. Riobamba - Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2019. Obtenido de <https://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4828/1/13T0820%20.pdf>
- Bastidas, V. (2017). Estudio exploratorio del control biológico de la monilla (*Moniliophthora roreri*) en cacao nacional (*Theobroma cacao l.*) con microorganismos nativos de la zona de Mocache.
- Bravo, J. (2019). Evaluación in vitro de la actividad biocida de diferentes fungicidas sobre el crecimiento radial de *Moniliophthora roreri*, *Moniliophthora perniciosa* y *Phytophthora palmivora*, agentes causales de enfermedades en cacao.
- Cabuya, C. (2018). Clasificación Taxonómica Del Cacao| Flores | Árboles. Publica (en línea, sitio web). Consultado 17 ago. 2019. Disponible en <https://es.scribd.com/document/381790846/Clasificacion-Taxonomica-DelCACAO>.
- Cadena, F., & Poma, E. (2022). Manejo de la moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri*) con la aplicación de dos especies de *Trichoderma*. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 9(2), 37–43. <https://doi.org/10.53287/toks1912pc491>
- Cajamarca, A. (2022). ‘Daños causados por la Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de Cacao (*Theobroma cacao L.*) en el Ecuador’.
- Cambisaca, M., & Macías, K. (2023). Competitividad de las exportaciones de cacao en Ecuador 2015 – 2020. *Revista Económica*, 11(1), 86–94. <https://doi.org/10.54753/rve.v11i1.1595>
- Castillo, L. (2020). ‘Aplicación de técnicas agroecológicas para el control de moniliasis en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) - Esmeraldas’.

- Castro, L., & González, J. (2021). Factores relacionados con la activación líquida de microorganismos de montaña (MM). *Agronomía Costarricense*, 81–92. <https://doi.org/10.15517/rac.v45i1.45703>
- Castro, M. (2021). Alternativas de control para minimizar incidencias de enfermedades en cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) cantón El Triunfo recinto Playa Seca provincia del Guayas. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CASTRO%20VASQUEZ%20MARTIN%20JACKSON.pdf>
- Cifuentes Rojas, T., Amaya Diaz, I., & Jadán Solís, P. (2023). Manejo Técnico del Cultivo de Cacao a Emprendedores Agrícolas del Recinto Cuatro Mangas-Buena Fe-Los Ríos-Ecuador. 9, 354–372. <https://doi.org/10.23857/dc.v9i1>
- Chávez, J. (2020). Caracterización cultural, patogénica y sensibilidad in vitro de *phytophthora spp.* asociado a enfermedades de mazorca de cacao (*Theobroma cacao L.*).
- Emma, M., Vargas, M. (2022). Recorrido histórico de la importancia del cacao para la economía de Ecuador A historical overview of the importance of cocoa for Ecuador's economy.
- Estrella E, Cedeño J. (2012). Medidas de control de bajo impacto ambiental para mitigar la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif. & Par. Evans *et al*) en cacao híbrido nacional x trinitario en santo domingo de los Tsáchilas. Primera ed. Santo Domingo: Escuela Politecnica del Ejercito.
- FHIA., (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). (2012). Proyecto: Promoción de Sistemas Agroforestales de alto valor con cacao en Honduras. La Moniliasis del cacao: el enemigo a vencer. Obtenido de FHIA Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. Agence Canadienne de Developpement International:[http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao\\_pdfs/La\\_moiliasis\\_del\\_cacao\\_el\\_enemigo\\_a\\_vencer.pdf](http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/La_moiliasis_del_cacao_el_enemigo_a_vencer.pdf)
- Figueroa, Y. (2017). ‘Estudio del daño de la *Moniliophthora roreri* (monilia) en la producción del cultivo de cacao en el Valle de Hacha. San Vicente’.
- Hernández-Melchor, Dulce Jazmín, Ferrera-Cerrato, Ronald, & Alarcón, Alejandro. (2019). Trichoderma: Importancia agrícola, biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial. *Chilean journal of agricultural &*

*animal sciences*, 35(1), 98-112. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000205>

- Ibarra, A. (2019). 'Análisis de la cadena de cacao en la provincia de los ríos, Ecuador analysis of the cocoa chain in the province of los ríos, Ecuador
- INIAP., (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). (2017). Tecnologías para combatir la Moniliasis. *Tecnologías para combatir la Moniliasis*, pág. 1.
- INIAP., (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). (2017). Tecnologías para combatir la Moniliasis. *Tecnologías para combatir la Moniliasis*, pág. 1.
- López, J., Estévez, K., Mejía, E., Romero, E., Díaz, F. (2013). Caracterización microbiológica de biofertilizantes inoculados con microorganismos de montaña en el departamento de Copán Honduras. *Bionatura* 2023, 10.21931/RB/CSS.2023.08.04.35
- Mancheno, J. (2022). Estudio de la autocompatibilidad de quince genotipos élites de cacao (*Theobroma cacao L.*), establecidos en la Estación Experimental Central de la Amazonía.
- Mantilla, J., *et al.* (2008). Manejo integral de la moniliasis del cacao :una propuesta técnica y educativa. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/2187>.
- Medina, D., Obando, E. (2022). Vista de Microorganismos de montaña, una alternativa para la biofertilización de cultivos agrícolas. Available at: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/5800/5883> (Accessed: 4 June 2024).
- Ministerio del Ambiente. (2010). Cuarto Informe Nacional para el Convenio sobre de la Diversidad Biologica. Quito.
- Mora, A. (2021). Uso de diferentes dosis de extractos etanólicos de ajo para control de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao.
- Mora, M. (2023). Evaluación de tres estrategias para el control de la monilliasis del cacao (*Moniliophthora roreri*) en la parroquia Guadalupe, cantón Zamora.[https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28436/1/MariaJose\\_MoraCampoverde.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28436/1/MariaJose_MoraCampoverde.pdf)
- Murrieta, E; Palma, H. (2018). Manejo integrado de la “Monilia” en el Cultivo de Cacao (en línea). s. 1. Consultado 2 jun. 2022. Disponible en [https://issuu.com/comunicacionesalianzacacaoperu/docs/manual\\_mip\\_monilia](https://issuu.com/comunicacionesalianzacacaoperu/docs/manual_mip_monilia)



- Pérez, L. (2018). *Moniliophthora roreri* H.C. Evans *et al.* y *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime: impacto, síntomas, diagnóstico, epidemiología y manejo (en línea). *Revista de Protección Vegetal* 33(1):00-00. Consultado 2 ago. 2020. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S101027522018000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S101027522018000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
- Pilaloo, W., Alvarado, A., Pérez, D., Torres, S. (2021) «Manejo agroecológico de la Moniliasis en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) mediante la utilización de biofungicidas y podas fitosanitarias en el cantón La Troncal», *Revista Alfa*, 5(15), pp. 453–468. doi: 10.33996/revistaalfa.v5i15.129.
- Quintana, I. (2021). Aplicación de tres métodos para el control de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en cacao, cantón Bucay provincia del Guayas. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/QUINTANA%20HERRERA%20ISRAEL%20VICENTE.pdf>
- Ramirez, D. (2023). Efecto de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* spp. en el control de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Aguaytía. <https://apirepositorio.unu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4e2c7bf8-d79c-489c-ad8b-e9dc764efed7/content>
- Santana, J. (2012). Recopa e injertación del clon eet-116 y resiembra en un lote de cacao (*Theobroma cacao*) ESPAM -MFL. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/32/1/Santa%20Cede%20b1o%20Jos%20a9%20Filiberto.pdf>
- Tirado, P., Lopera, A., Ríos, L. (2016). ‘Estrategias de control de *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa* en *Theobroma cacao* L.: Revisión sistemática’, *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica, pp. 417–430. Available at: [https://doi.org/10.21930/rcta.vol17\\_num3\\_art:517](https://doi.org/10.21930/rcta.vol17_num3_art:517).
- Torres, J., Aguilar, C., Vázquez, H., Solís, M., Gómez, E., Aguilar, J. (2022). Evaluación del uso de microorganismos de montaña activados en el cultivo de rosas, Zinacantán, Chiapas, México. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/3500/4452>
- Vélez, E., Almeida, D. (2023). Efecto de fungicidas sistémicos y protectores en el control de moniliasis y escoba de bruja en cacao. [https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/2077/1/TIC\\_A36D.pdfv](https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/2077/1/TIC_A36D.pdfv)

- Vera, M., Cabrera, A., Leiva, M., Agustín, A., Vera, D., Peñaherrera, S., Solis, K., Terrero, P, Jiménez, B. (2018). Microorganismos endófitos asociados a *Theobroma cacao* como agentes de control biológico de *Moniliophthora roreri*. *Ctro. Agr.* [online]. 2018, vol.45, n.3 pp. 81-87.
- Villamil, J., Viteri, S., & Villegas, W. (2015). Aplicación de Antagonistas Microbianos para el Control Biológico de *Moniliophthora roreri* Cif & Par en *Theobroma cacao* L. Bajo Condiciones de Campo. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 68(1), 7441–7450. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v68n1.47830>
- Zeballos, M. (2017). Caracterización de microorganismos de montaña (MM) en biofertilizantes artesanales. Honduras. Zamorano.

## ANEXOS

### *Anexo 1. ANOVAS*

**Tabla 1A.** Análisis de la varianza del promedio mazorcas totales primera semana (S1)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	310,78	7	44,40	5,33	0,0058
Ttos	84,54	4	21,13	2,54	0,0947
Bloques	226,24	3	75,41	9,06	0,0021
Error	99,88	12	8,32		
Total	410,66	19			

**Tabla 2A.** Análisis de la varianza del promedio mazorcas totales tercera semana (S3)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	108,29	7	15,47	5,63	0,0046
Ttos	8,80	4	2,20	0,80	0,5474
Bloques	99,49	3	33,16	12,07	0,0006
Error	32,97	12	2,75		
Total	141,27	19			

**Tabla 3A.** Análisis de la varianza del promedio mazorcas totales quinta semana (S5)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	57,41	7	8,20	2,97	0,0471
Ttos	21,32	4	5,33	1,93	0,1700
Bloques	36,09	3	12,03	4,36	0,0270
Error	33,13	12	2,76		
Total	90,54	19			

**Tabla 4A.** Análisis de la varianza del promedio mazorcas totales séptima semana (S7)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	161,81	7	23,12	7,58	0,0013
Ttos	138,90	4	34,73	11,38	0,0005
Bloques	22,91	3	7,64	2,50	0,1089
Error	36,60	12	3,05		
Total	198,41	19			

**Tabla 5A.** Análisis de la varianza del promedio mazorcas totales novena semana (S9)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	53,63	7	7,66	1,21	0,3672
Ttos	46,96	4	11,74	1,86	0,1831
Bloques	6,68	3	2,23	0,35	0,7887
Error	75,90	12	6,33		
Total	129,54	19			

**Tabla 6A.** Análisis de la varianza del promedio mazorcas totales duodécima semana (12)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	67,21	7	9,60	1,02	0,4673
Ttos	53,31	4	13,33	1,41	0,2894
Bloques	13,90	3	4,63	0,49	0,6957
Error	113,48	12	9,46		
Total	180,69	19			

**Tabla 1B.** Análisis de la varianza del promedio de mazorcas sanas primera semana (S1)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	181,06	7	25,87	2,90	0,0509
Ttos	63,38	4	15,84	1,77	0,1989
Bloques	117,68	3	39,23	4,39	0,0264
Error	107,18	12	8,93		
Total	288,24	19			

**Tabla 2B.** Análisis de la varianza del promedio de mazorcas sanas tercera semana (S3)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	68,90	7	9,84	6,10	0,0033
Ttos	31,46	4	7,86	4,87	0,0144
Bloques	37,44	3	12,48	7,73	0,0039
Error	19,36	12	1,61		
Total	88,26	19			

**Tabla 3B.** Análisis de la varianza del promedio de mazorcas sanas quinta semana (S5)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	30,71	7	4,39	2,99	0,0463
Ttos	26,01	4	6,50	4,43	0,0199
Bloques	4,70	3	1,57	1,07	0,4000
Error	17,63	12	1,47		
Total	48,34	19			

**Tabla 4B.** Análisis de la varianza del promedio de mazorcas sanas séptima semana (S7)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	209,81	7	29,97	7,75	0,0012
Ttos	199,63	4	49,91	12,90	0,0003
Bloques	10,18	3	3,39	0,88	0,4799
Error	46,41	12	3,87		
Total	256,22	19			

**Tabla 5B.** Análisis de la varianza del promedio de mazorcas sanas novena semana (S9)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	89,41	7	12,77	3,11	0,0408
Ttos	66,77	4	16,69	4,07	0,0261
Bloques	22,64	3	7,55	1,84	0,1940
Error	49,28	12	4,11		
Total	138,69	19			

**Tabla 5B.** Análisis de la varianza del promedio de mazorcas sanas duodécima semana (S12)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	79,65	7	11,38	0,95	0,5079
Ttos	60,25	4	15,06	1,25	0,3411
Bloques	19,41	3	6,47	0,54	0,6651
Error	144,29	12	12,02		
Total	223,94	19			

**Tabla 1C.** Análisis de la varianza del promedio de mazorcas enfermas primera semana (S1)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27,76	7	3,97	3,42	0,0299
Ttos	7,28	4	1,82	1,57	0,2453
Bloques	20,48	3	6,83	5,89	0,0104
Error	13,91	12	1,16		
Total	41,67	19			

**Tabla 2C.** Análisis de la varianza del promedio de mazorcas enfermas tercera semana (S3)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	45,85	7	6,55	4,95	0,0077
Ttos	12,90	4	3,22	2,44	0,1039
Bloques	32,95	3	10,98	8,31	0,0029
Error	15,86	12	1,32		
Total	61,72	19			

**Tabla 3C.** Análisis de la varianza del promedio de mazorcas enfermas quinta semana (S5)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	36,39	7	5,20	2,28	0,1000
Ttos	8,96	4	2,24	0,98	0,4529
Bloques	27,43	3	9,14	4,02	0,0342
Error	27,33	12	2,28		
Total	63,72	19			

**Tabla 4C.** Análisis de la varianza del promedio de mazorcas enfermas séptima semana (S7)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21,26	7	3,04	2,97	0,0469
Ttos	17,55	4	4,39	4,30	0,0219
Bloques	3,71	3	1,24	1,21	0,3479
Error	12,25	12	1,02		
Total	33,51	19			

**Tabla 5C.** Análisis de la varianza del promedio de mazorcas enfermas novena semana (S9)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17,65	7	2,52	1,65	0,2124
Ttos	8,13	4	2,03	1,33	0,3141
Bloques	9,52	3	3,17	2,08	0,1566
Error	18,33	12	1,53		
Total	35,98	19			

**Tabla 6C.** Análisis de la varianza del promedio de mazorcas enfermas duodécima semana (S12)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13,00	7	1,86	1,60	0,2270
Ttos	6,13	4	1,53	1,32	0,3179
Bloques	6,86	3	2,29	1,97	0,1726
Error	13,95	12	1,16		
Total	26,94	19			

**Tabla 1D.** Análisis de la varianza de la Incidencia en mazorcas de cacao primera semana (S1)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	408,87	7	58,41	0,94	0,5143
Ttos	269,50	4	67,38	1,08	0,4093
Bloques	139,37	3	46,46	0,74	0,5461
Error	749,03	12	62,42		
Total	1157,90	19			

**Tabla 2D.** Análisis de la varianza de la Incidencia en mazorcas de cacao tercera semana (S3)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1775,95	7	253,71	9,46	0,0005
Ttos	1143,78	4	285,95	10,66	0,0006
Bloques	632,16	3	210,72	7,86	0,0036
Error	321,84	12	26,82		
Total	2097,79	19			

**Tabla 3D.** Análisis de la varianza de la Incidencia en mazorcas de cacao quinta semana (S5)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	572,12	7	81,73	2,35	0,0931
Ttos	361,43	4	90,36	2,59	0,0901
Bloques	210,69	3	70,23	2,02	0,1656
Error	418,15	12	34,85		
<u>Total</u>	<u>990,27</u>	<u>19</u>			

**Tabla 4D.** Análisis de la varianza de la Incidencia en mazorcas de cacao séptima semana (S7)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	1858,35	7	265,48	5,58	0,0048
Ttos	1835,29	4	458,82	9,64	0,0010
Bloques	23,06	3	7,69	0,16	0,9202
Error	571,14	12	47,59		
<u>Total</u>	<u>2429,48</u>	<u>19</u>			

**Tabla 5D.** Análisis de la varianza de la Incidencia en mazorcas de cacao novena semana (S9)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	666,98	7	95,28	4,30	0,0134
Ttos	429,61	4	107,40	4,84	0,0147
Bloques	237,37	3	79,12	3,57	0,0472
Error	266,13	12	22,18		
<u>Total</u>	<u>933,12</u>	<u>19</u>			

**Tabla 6D.** Análisis de la varianza de la Incidencia en mazorcas de cacao duodécima semana (S12)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	472,53	7	67,50	1,36	0,3043



Ttos	376,08	4	94,02	1,90	0,1757
Bloques	96,45	3	32,15	0,65	0,5987
Error	594,74	12	49,56		
<b>Total</b>	<b>1067,27</b>	<b>19</b>			

**Tabla 1E.** Análisis de la varianza de la severidad en mazorcas de cacao primera semana (S1)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	6,29	7	0,90	0,78	0,6149
Ttos	1,42	4	0,35	0,31	0,8670
Bloques	4,87	3	1,62	1,41	0,2870
Error	13,79	12	1,15		
<b>Total</b>	<b>20,08</b>	<b>19</b>			

**Tabla 2E.** Análisis de la varianza de la severidad en mazorcas de cacao tercera semana (S3)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	477,43	7	68,20	61,02	<0,0001
Ttos	471,70	4	117,93	105,51	<0,0001
Bloques	5,73	3	1,91	1,71	0,2182
Error	13,41	12	1,12		
<b>Total</b>	<b>490,84</b>	<b>19</b>			

**Tabla 3E.** Análisis de la varianza de la severidad en mazorcas de cacao quinta semana (S5)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	1857,13	7	265,30	177,95	<0,0001
Ttos	1850,99	4	462,75	310,38	<0,0001
Bloques	6,14	3	2,05	1,37	0,2985
Error	17,89	12	1,49		
<b>Total</b>	<b>1875,02</b>	<b>19</b>			

**Tabla 4E.** Análisis de la varianza de la severidad en mazorcas de cacao séptima semana (S7)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	4109,82	7	587,12	316,39	<0,0001
Ttos	4102,77	4	1025,69	552,73	<0,0001

Bloques	7,04	3	2,35	1,27	0,3302
Error	22,27	12	1,86		
<b>Total</b>	<b>4132,09</b>	<b>19</b>			

---

**Tabla 5E.** Análisis de la varianza de la severidad en mazorcas de cacao novena semana (S9)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	7295,49	7	1042,21	468,96	<0,0001
Ttos	7290,80	4	1822,70	820,15	<0,0001
Bloques	4,69	3	1,56	0,70	0,5683
Error	26,67	12	2,22		
<b>Total</b>	<b>7322,16</b>	<b>19</b>			

---

**Tabla 6E.** Análisis de la varianza de la severidad en mazorcas de cacao duodécima semana (S12)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	11225,99	7	1603,71	749,87	<0,0001
Ttos	11220,95	4	2805,24	1311,68	<0,0001
Bloques	5,04	3	1,68	0,79	0,5246
Error	25,66	12	2,14		
<b>Total</b>	<b>11251,66</b>	<b>19</b>			

---

## Anexo 2. Fotografías



Anexo 1 Mancha café de moniliasis



Anexo 2 Pequeña mancha café de moniliasis



Anexo 3 Área del estudio



Anexo 4 Delimitación del área de trabajo