

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**EFFECTO DE UN CONTROLADOR BIOLÓGICO Y DOS
AGROQUIMICOS EN EL CONTROL DE MONILIASIS, ESCOBA DE
BRUJA Y MAZORCA NEGRA DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.),
UCAYALI, PERU**

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

YERSON REVATTA ALVAREZ

PUCALLPA – PERÚ

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA CARRERA
PROFESIONAL DE AGRONOMIA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentado por **YERSON REVATTA ALVAREZ**, "Efecto de un controlador biológico y dos agroquímicos en el control de moniliasis, escoba de bruja y mazorca negra del cacao (*Theobroma cacao* L.) Ucayali - Perú", para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de **INGENIERO AGRONOMO**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos:

Aprobado.....con el calificativo (*) 17.....

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: (Grado Académico.....), (Título de **INGENIERO AGRONOMO**), de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del reglamento para el otorgamiento de grado académico de bachiller y título profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 10 de noviembre del 2023.

Ing. Giraldo Almeida Villanueva M.Sc.

Presidente

Ing. Villegas Panduro Pablo Pedro M.Sc.

Secretario

Ing. Roger Vásquez Gómez M.S.c.

Miembro

Ing. Isaías Gonzales Ramirez

Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título de Ingeniero Agrónomo.

Ing. Almeida Villanueva, Giraldo M. Sc.



.....
Presidente

Ing. Villegas Panduro, Pablo Pedro M. Sc.



.....
Secretario

Ing. Vásquez Gómez, Roger M. S.c.



.....
Miembro

Ing. Gonzales Ramírez, Isaías



.....
Asesor

Bach. Revatta Alvarez, Yerson



.....
Tesisista



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº V/0030-2022

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"EFECTO DE UN CONTROLADOR BIOLÓGICO Y DOS AGROQUÍMICOS EN EL CONTROL DE MONILIASIS, ESCOBA DE BRUJA Y MAZORCA NEGRA DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.), UCAYALI, PERÚ"

Autor(es) : REVATTA ALVAREZ, YERSON
Facultad : CIENCIAS AGROPECUARIAS
Escuela : AGRONOMÍA
Asesor(a) : Ing. GONZALEZ RAMIREZ, ISAIAS

Presenta un porcentaje de similitud de 4%, verificado en el Sistema Antiplagio URKUND/OURIGINAL,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: **SI** Contiene un porcentaje aceptable de similitud, procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 26/01/2022



Dr. ABRAHAM ERMITANIO HUAMAN ALMIRÓN
Dirección de Producción Intelectual



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Yerson Revatta Alvarez

Autor de la tesis titulada : Efecto de un controlador biológico y dos agroquímicos en el control de moniliasis, escoba de bruja y mazorca negra del cacao (Theobroma cacao L.), Ucayali, Perú

Sustentada el año 10 de noviembre de 2023

Asesor(a): Ing. Isaias Gonzales Ramirez

Facultad: Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional: Agronomía

Autorizo la publicación:

PARCIAL

☐

TOTAL

☒

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 21 / 07 / 23

Email: yerson.22.revatta@gmail.com Firma: [Firma]

Teléfono: 951949608 DNI: 47388438

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA

A Dios, por estar siempre en mi vida día a día y que me permitió realizarme profesionalmente y su presencia me acompaña a donde quiera que vaya.

A mi querida madre, DOMITILA NERY ALVAREZ QUIQUIA que con su esfuerzo y ejemplo me apoyó en mi formación académica y por impulsar constantemente el deseo de verme realizado profesionalmente.

A mi querido padre, BAUDELIO ARTEMIO REVATTA HERRERA que a pesar de la distancia que nos separa siempre estarás presente en vuestros corazones.

A mis hermanas, RUTH NERY, SEFORA NOEMI, DIANA Y JEHILE ATALIA por su apoyo incondicional y motivación para realizarme profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la bendición de tener retos en mi vida y cumplirlos de acuerdo a su propósito.

A mi alma mater, Universidad Nacional de Ucayali, por brindarme la oportunidad de realizar mi aspiración de ser profesional.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por impartir sus sabias enseñanzas y valores que contribuyeron en mi formación profesional de Ingeniero Agrónomo.

Al Ing. Isaías Gonzales Ramírez, asesor del presente trabajo de investigación por brindarme su apoyo desinteresadamente y la motivación para la culminación de la tesis.

A los miembros del Jurado de Tesis: Ing. Giraldo Almeida Villanueva, Ing. Pablo Villegas Panduro e Ing. Roger Vásquez Gómez, por su abnegada colaboración en el presente trabajo de investigación.

Agradezco profundamente al Ingeniero Luis Fernando Oliva Rojas, quien, con su valiosa guía y compromiso, hizo posible que este esfuerzo se concretara, llevando a cabo la publicación y los ajustes necesarios en este trabajo de investigación.

A la Ingeniera Jackelin Natali Tineo Silva por su invaluable colaboración, su inquebrantable compromiso, su vasta experiencia y su generoso apoyo, los cuales fueron fundamentales para la culminación exitosa de este trabajo de investigación

Al señor Bernardo Palacios y familia por brindarme su apoyo de hacerla tesis en su finca y ser muy comprensivo durante la realización del trabajo de investigación.

A mis amigos que siempre me motivaron para la realización del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción y fundamentación del problema	1
1.2. Formulación del problema general y específicos	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Objetivo general y específicos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Hipótesis y/o sistemas de hipótesis	4
1.4.1. Hipótesis general	4
1.4.2. Hipótesis específicas	4
1.5. Operacionalización de las variables	5
1.5.1. Variable independiente	5
1.5.2. Variable dependiente	5
1.6. Justificación e importancia	5
1.6.1. Justificación teórica	5
1.6.2. Justificación práctica	6
1.6.3. Justificación ambiental	7
1.6.4. Justificación social	7
1.6.5. Justificación económica	8

1.7.	Viabilidad-----	9
1.8.	Limitaciones-----	10
CAPITULO II MARCO TEÓRICO-----		3
2.1.	Antecedentes -----	3
2.1.1.	Antecedentes internacionales -----	3
2.1.2.	Antecedentes nacionales -----	14
2.1.3.	Antecedentes locales-----	16
2.2.	Bases teóricas -----	17
2.2.1.	Del cultivo de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.). -----	17
2.2.2.	Descripción botánica. -----	18
2.2.3.	Variedades de cacao -----	20
2.2.4.	Hibrido CCN-51 -----	21
2.3.	De las principales enfermedades.-----	22
2.3.1.	Moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i> (Cif. & Par.) Evans et al.). -----	22
a.	Primer síntoma: puntos grasientos -----	32
2.3.2.	Mazorca Negra (<i>Phytophthora palmivora</i>). -----	33
2.3.3.	Escoba de Bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) -----	36
2.3.4.	Métodos de control-----	37
2.3.5.	De los productos aplicados. -----	40
a.	Modo de acción. -----	41
CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS -----		43
3.1.	Método de la investigación-----	43
3.2.	Tipo y nivel de investigación -----	43
3.3.	Población y muestra -----	43

3.3.1.	Población -----	43
3.3.2.	Muestra -----	43
3.4.	Componentes en estudio -----	43
3.5.	Tratamientos en estudio-----	43
3.6.	Diseño experimental-----	44
3.6.1.	Área de cada unidad experimental. -----	46
3.6.2.	Dimensión total del experimento. -----	46
3.7.	Análisis de la variancia -----	48
3.8.	Ejecución del experimento -----	48
3.8.1.	Ubicación del campo experimental. -----	48
3.8.2.	Duración del experimento. -----	49
3.8.3.	Condiciones climáticas. -----	49
3.8.4.	Demarcación del experimento. -----	51
3.8.5.	Desmalezado de la parcela experimental. -----	51
3.8.6.	Fertilización-----	51
3.8.7.	Poda -----	51
3.8.8.	Deschuponeo. -----	51
3.8.9.	Evaluación de mazorcas por tratamientos. -----	52
3.8.10.	Recolección de mazorcas infectadas. -----	52
3.8.11.	Cosecha de mazorcas maduras. -----	52
3.8.12.	Momento y frecuencia de aplicación. -----	52
3.9.	Variables estudiadas. -----	53
3.9.1.	Variables independientes. -----	53
3.9.2.	Variables dependientes. -----	53

CAPITULO IV RESULTADOS-----	45
4.1. Frutos de cacao, menores de 10 centímetros.-----	45
4.1.1. Frutos de cacao menores de 10centímetros abortados.-----	45
4.1.2. Frutos de cacao menores de 10 centímetros con moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>). 58	
4.1.3. Frutos de cacao menores de 10centímetros con mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>).-----	61
4.2. Frutos de cacao mayores de 10 centímetros -----	63
4.2.1. Frutos de cacao mayores de 10centímetros con moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>). 63	
4.2.2. Frutos de cacao mayores de 10centímetros con mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>).-----	65
4.3. Incidencia de enfermedades en frutos de cacao. -----	67
4.3.1. Incidencia de enfermedades en frutos de cacao menores de 10centímetros con moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>). -----	67
4.3.2. Incidencia de enfermedades en frutos de cacao menores de 10centímetros con mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>).-----	69
4.3.3. Incidencia de enfermedades en frutos de cacao mayores de 10centímetros con moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>). -----	72
4.3.4. Incidencia de enfermedades en frutos de cacao mayores de 10 centímetros mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>).-----	74
4.4. Rendimiento de semillas de cacao-----	76
CAPITULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS -----	79
5.1. Incidencia de enfermedades: Moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja -----	79

5.2.	Escala de abundancia-----	80
5.3.	Número total de mazorcas y mazorcas infectadas-----	81
5.4.	Peso de 100 frutos y rendimiento-----	81
CAPITULO VI CONCLUSIONES -----		83
CAPITULO VII RECOMENDACIONES. -----		84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----		85
ANEXO -----		95

RESUMEN

El trabajo de tesis evaluó el efecto de un controlador biológico y dos agroquímicos en el control de moniliasis, escoba de bruja y mazorca negra del cacao, el cual se desarrolló en el Caserío San Andrés, ubicado en el Km 50 de la Carretera Federico Basadre, interior 13 km, margen derecha. La etapa experimental tuvo una duración de 7 meses, en la cual se seleccionó un área de 4212 m², seleccionándose 12 plantas por tratamiento, aplicándose el Diseño Completamente al Azar (DCA), con 7 tratamientos y 3 repeticiones con un total de 21 unidades experimentales. El T1 (Control Cultural), no mostro diferencias significativas con todos los tratamientos estudiados en la última evaluación, el T2 (Control Cultural más 1 litro de *Bacillus subtilis* por hectárea) y el T3 (Control Cultural más 2 litros de *Bacillus subtilis* por hectárea), mostraron niveles significativamente más bajos que los demás tratamientos estudiados, el T4 (Control Cultural más 0.5 litros de Tebuconazole + Triadimenol por hectárea), Presento la menor incidencia de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) con 0.06 frutos por planta y presento 0.68 frutos abortados durante seis meses de evaluación, seguido del T5 (Control Cultural más 0.75 litros de Tebuconazole + Triadimenol por hectárea) y el T6 (Control Cultural más 1 kilogramo de Fosetil Al por hectárea), quienes presentaron una menor incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), con 6.70% y 3.54% el T7 (Control Cultural más 2 kilogramos de Fosetil Al por hectárea), presento la menor incidencia de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), con 5.28% en frutos durante 6 meses de evaluación.

Palabras clave: Agroquímicos, Control, Cacao, Controlador, Biológico, Enfermedades.

ABSTRACT

The thesis work evaluated the effect of a biological controller and two agrochemicals in the control of moniliasis, witch's broom and black cocoa pod, which was developed in the Caserío San Andrés, located at Km 50 of the Federico Basadre Highway, interior 13 km, right bank. The experimental stage lasted 7 months, in which an area of 4212 m² was selected, selecting 12 plants per treatment, applying the Completely Random Design (DCA), with 7 treatments and 3 repetitions with a total of 21 experimental units. The T1 (Cultural Control) did not show significant differences with all the treatments studied in the last evaluation, the T2 (Cultural Control plus 1 liter of *Bacillus subtilis* per hectare) and the T3 (Cultural Control plus 2 liters of *Bacillus subtilis* per hectare) , showed significantly lower levels than the other treatments studied, T4 (Cultural Control plus 0.5 liters of Tebuconazole + Triadimenol per hectare), presented the lowest incidence of black cob (*Phytophthora palmivora*) with 0.06 fruits per plant and presented 0.68 aborted fruits during six months of evaluation, followed by T5 (Cultural Control plus 0.75 liters of Tebuconazole + Triadimenol per hectare) and T6 (Cultural Control plus 1 kilogram of Fosetil Al per hectare), who presented a lower incidence of moniliasis (*Moniliophthora roreri*), with 6.70% and 3.54% T7 (Cultural Control plus 2 kilograms of Fosetil Al per hectare), presented the lowest incidence of black cob (*Phytophthora palmivora*), with 5.28% in fruits during 6 months of evaluation.

Keywords: Agrochemicals, Control, Cocoa, Controller, Biological, Diseases.

ÍNDICE DE TABLAS

En el texto:

Tabla 1	Tratamientos en estudio.....	44
Tabla 2	Descripción del análisis de la variancia de la investigación.....	48
Tabla 3	Datos meteorológicos en el periodo de estudio	50
Tabla 4	Número de frutos abortados menores de 10 centímetros de cacao, según tratamientos.....	57
Tabla 5	Número de frutos menores de 10 centímetros de cacao con moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>), según tratamientos.....	59
Tabla 6	Número de frutos menores de 10 centímetros de cacao con mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>), según tratamientos.....	61
Tabla 7	Número de frutos mayores de 10 centímetros de cacao con moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>), según tratamientos.....	63
Tabla 8	Número de frutos mayores de 10 centímetros de cacao con mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>), según tratamientos.....	65
Tabla 9	Incidencia de moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>), según tratamientos en frutos de cacao, menores de 10 centímetros.	68
Tabla 10	Incidencia de mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>), según tratamientos en frutos de cacao, menores de 10 centímetros.	70
Tabla 11	Incidencia de moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>), según tratamientos en frutos de cacao, mayores de 10 centímetros.	72
Tabla 12	Incidencia de mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>), según tratamientos en frutos de cacao, mayores de 10 centímetros.	75
Tabla 13	Biometría del fruto de cacao, según tratamiento.	77

En los anexos:

Tabla 14A	Análisis ANVA de los frutos de cacao, según tratamiento menores de 10 centímetros abortos.	96
Tabla 15A	Análisis ANVA de los frutos de cacao, según tratamiento menores de 10 centímetros con moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>).	96
Tabla 16A	Análisis ANVA de los frutos de cacao, según tratamiento menores de 10 centímetros con mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>).	97
Tabla 17A	Análisis ANVA de los frutos de cacao, según tratamiento mayores de 10 centímetros con moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>).	97
Tabla 18A	Análisis ANVA de los frutos de cacao, según tratamiento mayores de 10 centímetros con moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>).	98
Tabla 19A	Análisis ANVA de la incidencia de moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>), en frutos de cacao, según tratamiento menores de 10 centímetros.	98
Tabla 20A	Análisis ANVA de la incidencia de mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>), en frutos de cacao, menores de 10 centímetros, según tratamiento	99
Tabla 21A	Análisis ANVA de la incidencia de moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>), en frutos de cacao, según tratamiento menores de 10 centímetros.	99
Tabla 22A	Análisis ANVA de la incidencia de mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>), en frutos de cacao, mayores de 10 centímetros, según tratamiento	100
Tabla 23A	Análisis ANVA de granos secos de cacao, según tratamiento.	100
Tabla 24A	Análisis ANVA del peso de mazorca del cacao, según tratamiento.	101
Tabla 25A	Análisis ANVA del peso fresco de semillas de cacao, según tratamiento. ...	101

ÍNDICE DE FIGURAS

En el texto:

Figura 1	Estructura y morfología del Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	18
Figura 2	Origen genético del híbrido CCN-51	22
Figura 3	Ruta de avance de la moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>).....	24
Figura 4	Estructuras morfológicas de <i>Moniliophthora roreri</i>	25
Figura 5	Ciclo de la moniliasis causada por <i>Moniliophthora roreri</i> (Cif y Par).....	31
Figura 6	Croquis de la distribución de los tratamientos y repeticiones.	47
Figura 7	Ubicación de lugar de la investigación.....	48
Figura 8	Comportamiento de los datos meteorológicos	50
Figura 9	Fluctuación del número de frutos de cacao menores de 10 centímetros	58
Figura 10	Fluctuación del número de frutos de cacao menores de 10 centímetros con moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>).	60
Figura 11	Fluctuación del número de frutos de cacao, menores de 10 centímetros con mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>).	62
Figura 12	Fluctuación del número de frutos de cacao mayores de 10 centímetros con moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>)	64
Figura 13	Fluctuación del número de frutos de cacao mayores de 10 centímetros con mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>).	67
Figura 14	Incidencia de moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>), en frutos de cacao, menores de 10 centímetros.....	69
Figura 15	Incidencia de mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>), en frutos de cacao, menores de 10 centímetros	71
Figura 16	Incidencia de moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>), en frutos de cacao,	

mayores de 10 centímetros	74
Figura 17 Incidencia de mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>), en frutos de cacao, mayores de 10 centímetros	76
Figura 18 Peso de granos seco de cacao según tratamiento	78
En los anexos:	
Figura 19A Poda del área experimental del cultivo de cacao para el estudio	102
Figura 20A Materiales e insumos utilizados para la aplicación de tratamientos	102
Figura 21A Selección y ubicación de plantas de cacao, para la aplicación de tratamientos	103
Figura 22A Evaluación de plantas de cacao, según tratamiento.	103
Figura 23A Preparación de insumos utilizados para la aplicación de tratamientos	104
Figura 24A Preparación de insumos utilizados para la aplicación de tratamientos	104
Figura 25A Frutos de cacao con mazorca negra.	105
Figura 26A Frutos de cacao cosechados según tratamientos	105
Figura 27A Frutos de cacao con moniliasis	106
Figura 28A Plantas en producción después de aplicación de tratamientos	106
Figura 29A Peso de semillas frescos de cacao según tratamientos	107
Figura 30A Inspección de parcela de cacao jurado de tesis.	107
Figura 31A Inspección de parcela de cacao, por parte del propietario durante las evaluaciones	108
Figura 32A Aislamiento de estructuras de monilla en frutos de cacao.	108
Figura 33A Monilla aislada a partir de frutos de cacao.	109
Figura 34A Evaluación del peso seco de semillas de cacao.	109

INTRODUCCIÓN

En el Perú se cultiva cacao en 16 regiones, siendo las más importantes: San Martín, Junín, Ucayali, Amazonas y Ayacucho. Según el INEI (2012), menciona que el Perú, existe un área sembrada de 144200 hectáreas del cultivo de cacao.

Según las estadísticas el Perú es el octavo productor mundial de grano de cacao y tercer productor de cacao en América Latina. En el 2017, hubo una producción de 120,000 toneladas y alrededor de 10 millones de jornales (MINAGI, 2017)

En la región de Ucayali el cultivo de cacao se ha convertido en una actividad de importancia económica, en cuanto a la radicación de la hoja de coca, es uno de los cultivos de uso alternativos y sostenibles. La producción de cacao en la región de Ucayali se cultiva alrededor de 11,854 hectáreas, las principales zonas cacaoteras de la región son; Irazola, Neshuya, Nueva Requena, Curimaná, Campo Verde y Aguaytía. (Alianza Cacao Perú, 2017).

En Ucayali se ha observado el ataque de enfermedades, principalmente moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja, ello debido a la humedad y alta temperatura en nuestro medio, así como al inadecuado manejo agronómico por parte de los agricultores, como consecuencia de la infestación de estos hongos tenemos bajos rendimientos del producto y baja calidad, lo que determina una baja rentabilidad y derivando en una actividad no atractiva para el productor.

Las pérdidas en las regiones afectadas son variadas entre los 65 y 90% reduciendo drásticamente la producción. Actualmente lo encontramos presente en los departamentos de Cajamarca, Amazonas, San Martín, Huánuco, Ucayali y Ayacucho (Jáuregui, 2001).

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y fundamentación del problema

La moniliasis, la escoba de bruja y la mazorca negra son algunas de las principales enfermedades que afectan al cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), causando importantes pérdidas económicas y de producción a nivel mundial. La moniliasis, causada por *Moniliophthora roreri*, ha sido reconocida por su alta capacidad de infección, lo que afecta gravemente los frutos y reduce la calidad de la producción (Arciniega, 2017). La escoba de bruja, provocada por *Crinipellis pernicioso*, también representa un desafío importante, ya que sus esporas afectan las flores y ramas del cacao, lo que limita el desarrollo de los frutos y disminuye la productividad (Murrieta y Palma, 2018). Por su parte, la mazorca negra, generada por el hongo *Phytophthora palmivora*, es responsable de la descomposición y muerte prematura de los frutos, afectando no solo la cosecha, sino también la calidad de la almendra (Murrieta y Palma, 2017).

Los agroquímicos han sido tradicionalmente utilizados para el control de estas enfermedades, como el tratamiento con *Tebuconazole* y *Triadimenol* para la mazorca negra, o el uso de *Fosetil Al* para la moniliasis. Sin embargo, el uso constante de estos productos ha generado preocupaciones sobre la resistencia de los patógenos, así como los impactos ambientales y la salud humana. De acuerdo con Robles (2008), el uso de biopesticidas como *Bacillus subtilis* ha mostrado ser una alternativa viable para el control biológico de enfermedades del cacao, con eficiencia comparativa a los agroquímicos, pero con la ventaja de ser menos dañinos para el medio ambiente.

Diversos estudios han demostrado la efectividad de combinaciones entre tratamientos biológicos y químicos para reducir la incidencia de estas enfermedades. Arciniega (2017) encontró que el tratamiento con *Pyraclostrobin* y *Metiram* fue eficaz en reducir la severidad de la moniliasis, mostrando un 32.1% de eficacia, lo que subraya la importancia de seleccionar productos adecuados que no solo combatan los patógenos, sino que también promuevan la sostenibilidad del cultivo. Por otro lado, la investigación de Villamil et al. (2015) sugiere que el uso de cepas autóctonas de *Trichoderma sp.* y *Bacillus sp.* mejora significativamente el control biológico de la moniliasis, siendo *Trichoderma sp.* la cepa con mayor efectividad, lo que abre una puerta para el manejo integrado de plagas utilizando estrategias combinadas.

A pesar de estos avances, el cacao en regiones como Ucayali sigue siendo vulnerable a estas enfermedades, lo que resalta la necesidad de explorar nuevas estrategias de control más efectivas y accesibles para los productores locales. La implementación de un sistema que combine un controlador biológico con agroquímicos puede proporcionar una solución viable y sostenible para mitigar el impacto de estas enfermedades, mejorando la calidad y la productividad del cacao en la región.

En resumen, la utilización de biopesticidas como *Bacillus subtilis*, junto con la aplicación de tratamientos agroquímicos como *Fosetil Al* y *Tebuconazole*, muestra ser una estrategia prometedora que, combinada con prácticas de manejo adecuado, podría reducir la incidencia de enfermedades como la moniliasis, la escoba de bruja y la mazorca negra en el cacao. Esta investigación pretende evaluar la efectividad de estas alternativas de control en la región de Ucayali, Perú, contribuyendo al desarrollo de prácticas agrícolas más sostenibles y menos dependientes de productos químicos agresivos.

1.2. Formulación del problema general y específicos

1.2.1. Problema general

¿Cómo influye la aplicación de un controlador biológico y dos agroquímicos en el control de moniliasis, escoba de bruja y mazorca negra en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la región de Ucayali, Perú?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto de las dosis de *Bacillus subtilis* en el control de la moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja en el cultivo de cacao?
- ¿Cómo impactan las dosis de *Tebuconazole* + *Triadimenol* y *Fosetil Al* en el control de la moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja en el cultivo de cacao?
- ¿Qué efecto tienen las labores culturales en el control de la moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja en el cacao?

1.3. Objetivo general y específicos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el efecto de un controlador biológico y dos agroquímicos en el control de moniliasis, escoba de bruja y mazorca negra del cacao.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de dos dosis de *Bacillus subtilis* en el control de la moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja del cacao.
- Evaluar el efecto de dos dosis de *Tebuconazole* + *Triadimenol* y *Fosetil Al* en el control de la moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja del cacao.

- Evaluar el efecto de las labores culturales en el control de la moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja del cacao.

1.4. Hipótesis y/o sistemas de hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La aplicación de un controlador biológico como *Bacillus subtilis* y agroquímicos como *Tebuconazole* + *Triadimenol* y *Fosetil Al*, en combinación con prácticas culturales, reduce significativamente la incidencia de moniliasis, escoba de bruja y mazorca negra en el cultivo de cacao, comparado con los métodos tradicionales de control.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La aplicación de dos dosis de *Bacillus subtilis* en el cultivo de cacao reduce significativamente la incidencia de moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja, mejorando la salud general de las plantas en comparación con el control cultural sin aplicación de este biocontrolador
- La aplicación de dos dosis de *Tebuconazole* + *Triadimenol* y *Fosetil Al* en el cultivo de cacao reduce significativamente la incidencia de moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja, proporcionando un control eficaz de las enfermedades en comparación con los tratamientos con solo biocontroladores
- Las labores culturales implementadas en el cultivo de cacao, como la poda adecuada y el manejo adecuado de los residuos, contribuyen a la reducción de la incidencia de moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja, mostrando resultados positivos en el control de las enfermedades, complementando el uso de agroquímicos y controladores biológicos

1.5. Operacionalización de las variables

1.5.1. Variable independiente

- Controlador biológico Serenade ASO (*Bacillus subtilis*)
- Controlador químico Silvacur combi 300 EC (Tebuconazole + Triadimenol)
- Controlador químico Aliette 80 WG (Fosetil Al)

1.5.2. Variable dependiente

- Incidencia de enfermedades (Moniliasis, Mazorca Negra y Escoba de Bruja)
- Escala de abundancia
- Número total de mazorcas
- Número de mazorcas infectadas
- Peso de 100 almendras
- Rendimiento

1.6. Justificación e importancia

1.6.1. Justificación teórica

La investigación realizada se fundamenta en la necesidad de aplicar estrategias eficientes de control para las enfermedades que afectan al cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), tales como la moniliasis, escoba de bruja y mazorca negra. Estas patologías han generado significativas pérdidas en la producción, afectando tanto la rentabilidad del cultivo como la sostenibilidad de la industria cacaotera (Arciniega, 2017). La investigación ha demostrado que el uso de biopesticidas como *Bacillus subtilis* y agroquímicos tradicionales, tales como Tebuconazole + Triadimenol y Fosetil Al, son eficaces en el control de estas enfermedades. Sin embargo, se ha evaluado que su implementación debe

ser cuidadosamente analizada en contextos específicos, como la región de Ucayali, para verificar su efectividad y aplicabilidad. En este sentido, los resultados obtenidos subrayan que la combinación de métodos biológicos y químicos ofrece una solución más eficiente, mejorando el control de las enfermedades sin comprometer la calidad del cacao, tal como se concluye en investigaciones previas (Robles, 2008). Este estudio ha ampliado el cuerpo teórico relacionado con el manejo integrado de enfermedades en el cacao, mostrando cómo la interacción de estos métodos influye en la incidencia de las enfermedades en el cultivo

1.6.2. Justificación práctica

Desde un enfoque práctico, el estudio ha evaluado estrategias de control accesibles y efectivas para los agricultores de Ucayali, una región que ha visto un aumento de las enfermedades mencionadas debido a condiciones climáticas propicias y prácticas agronómicas inadecuadas (Jáuregui, 2001). Los resultados obtenidos en la investigación proporcionan soluciones directas a los productores de cacao, quienes enfrentan bajos rendimientos y altas tasas de pérdidas debido a la infestación de estos patógenos. La aplicación de *Bacillus subtilis* como controlador biológico, combinado con tratamientos agroquímicos específicos, ha demostrado ser una alternativa viable para los agricultores locales, mejorando la productividad y calidad del cacao sin depender en exceso de productos químicos sintéticos. Tal como se indica en estudios previos (Villamil et al., 2015), el uso de biopesticidas y la optimización de las prácticas culturales, como la poda adecuada y la correcta disposición de residuos, complementan eficazmente las soluciones químicas, proporcionando un control integrado y sostenible. Los resultados de esta investigación tienen un gran valor práctico, ya que impulsan un cambio hacia un modelo agrícola más sostenible en la región.

1.6.3. Justificación ambiental

El uso intensivo de agroquímicos en el control de plagas y enfermedades en cultivos agrícolas ha generado preocupaciones sobre los impactos ambientales negativos, tales como la contaminación del suelo y las aguas, y la reducción de la biodiversidad. La investigación ha mostrado que, en el caso del cacao, el uso excesivo de estos productos no solo perjudica el cultivo, sino que también afecta los ecosistemas circundantes (Robles, 2008). La implementación de *Bacillus subtilis* como biocontrolador se ha presentado como una opción más amigable con el medio ambiente, ya que no solo reduce la dependencia de productos químicos, sino que también favorece el equilibrio ecológico al promover microorganismos benéficos en el suelo (Arciniega, 2017). Este trabajo ha demostrado la viabilidad de una estrategia integrada de control, que utiliza tanto biopesticidas como agroquímicos de manera controlada, minimizando los riesgos para el medio ambiente. Los resultados obtenidos evidencian que la adopción de estas alternativas puede reducir el impacto ambiental del cultivo de cacao en la región de Ucayali, favoreciendo prácticas agrícolas más sostenibles y responsables

1.6.4. Justificación social

A nivel social, el cultivo de cacao es una actividad fundamental para la economía local en Ucayali, una región donde miles de familias dependen de esta actividad para su sustento (Alianza Cacao Perú, 2017). Las enfermedades que afectan al cacao han tenido un impacto directo en la calidad de vida de los agricultores, quienes han experimentado reducciones en sus ingresos debido a la baja productividad y la mala calidad del grano. Los resultados de la investigación indican que la implementación de estrategias más efectivas para el control de estas enfermedades no solo mejorará los rendimientos y la calidad del

cacao, sino que también contribuirá a mejorar las condiciones socioeconómicas de las familias productoras. El uso de un control biológico combinado con agroquímicos de manera eficiente representa una solución para aumentar la competitividad de los agricultores en los mercados nacionales e internacionales, lo que podría generar un aumento en los ingresos familiares y mejorar la estabilidad económica local (Murrieta y Palma, 2018). Este estudio ha mostrado que la implementación de estas técnicas agrícolas más sostenibles beneficiará a los productores de cacao de Ucayali, permitiéndoles mejorar la rentabilidad de sus cultivos

1.6.5. Justificación económica

las pérdidas ocasionadas por las enfermedades del cacao representan un desafío significativo para la industria cacaotera de Ucayali, con estimaciones de pérdidas que oscilan entre el 65% y el 90% de la producción debido a la moniliasis, la mazorca negra y la escoba de bruja (Jáuregui, 2001). Estas enfermedades no solo afectan la cantidad de cacao producido, sino también la calidad del grano, lo que reduce su valor en el mercado. Los resultados obtenidos en la investigación muestran que la aplicación de un controlador biológico como *Bacillus subtilis*, combinado con agroquímicos más eficientes y menos dañinos para el medio ambiente, ha logrado reducir significativamente la incidencia de estas enfermedades, lo que se traduce en un aumento en la producción y la calidad del cacao. Tal como se afirma en investigaciones previas (Villamil et al., 2015), el uso de biopesticidas ha demostrado ser tan eficaz como los agroquímicos tradicionales, pero con la ventaja de ser más rentable y sostenible a largo plazo. Además, el manejo integrado de enfermedades ha permitido mejorar la rentabilidad del cultivo, al reducir los costos asociados con el uso excesivo de pesticidas y fertilizantes, contribuyendo a la sostenibilidad

económica de los productores locales. Esta investigación ha demostrado que la implementación de estas prácticas puede representar una solución económica viable para mejorar la competitividad de los productores de cacao en Ucayali.

1.7. Viabilidad

El estudio realizado sobre el efecto de un controlador biológico y dos agroquímicos en el control de moniliasis, escoba de bruja y mazorca negra en el cultivo de cacao en la región de Ucayali ha demostrado ser viable tanto desde un punto de vista técnico como práctico. A nivel técnico, la viabilidad del estudio se ha sustentado en la rigurosa selección de los tratamientos y el diseño experimental adecuado. Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con siete tratamientos y tres repeticiones, lo que permitió obtener resultados estadísticamente confiables y replicables. Además, la implementación de métodos de control biológico, como el uso de *Bacillus subtilis*, junto con agroquímicos específicos como Tebuconazole + Triadimenol y Fosetil Al, mostró una interacción eficiente entre ambos enfoques de control, logrando una reducción significativa en la incidencia de las enfermedades estudiadas.

La viabilidad también se confirma por el contexto en el que se desarrolló el trabajo. La región de Ucayali, como una de las principales zonas cacaoteras del Perú, presenta un ambiente adecuado para este tipo de estudios debido a la prevalencia de enfermedades del cacao, lo que hace de este tema una prioridad tanto para los productores como para los investigadores. El apoyo y colaboración de los agricultores locales, como lo demuestra la participación activa en el estudio y la disposición para implementar los tratamientos en sus parcelas, también fue un factor crucial que permitió la ejecución del proyecto.

Desde el punto de vista económico, la viabilidad del estudio se ve respaldada por la rentabilidad potencial que podría generar la implementación de estrategias más sostenibles y menos dependientes de productos químicos sintéticos, lo que se traduce en un modelo agrícola más competitivo y sostenible a largo plazo. Este tipo de enfoque no solo beneficiaría a los productores en términos de rendimientos y calidad, sino también en la reducción de costos asociados con el uso de agroquímicos

1.8. Limitaciones

A pesar de los resultados positivos obtenidos, el estudio también presenta ciertas limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, la duración del experimento, que fue de siete meses, puede no haber sido suficiente para evaluar el impacto a largo plazo de los tratamientos aplicados, especialmente considerando la variabilidad climática y las fluctuaciones estacionales que pueden influir en la incidencia de las enfermedades y la efectividad de los tratamientos.

Otra limitación importante es la escala del estudio. Si bien se seleccionaron 12 plantas por tratamiento en un área de 4212 m², la muestra no puede considerarse completamente representativa de todas las parcelas de cacao de la región. Las condiciones particulares de cada finca, como la calidad del suelo, el manejo agronómico y las prácticas culturales implementadas por los agricultores, podrían haber influido en los resultados. Por lo tanto, sería necesario realizar estudios adicionales con una mayor muestra de parcelas y bajo diversas condiciones para validar los hallazgos obtenidos en este trabajo.

Además, aunque los tratamientos combinados de control biológico y agroquímico demostraron ser eficaces, la interacción entre estos factores y su efecto en la biodiversidad

del ecosistema local no fue completamente evaluada en este estudio. El uso prolongado de agroquímicos, incluso en combinaciones controladas, puede generar preocupaciones a largo plazo sobre los impactos ambientales, como la resistencia de los patógenos y la alteración de la fauna microbiana del suelo. Es fundamental realizar investigaciones futuras para evaluar la sostenibilidad de estos tratamientos en el tiempo.

Finalmente, la falta de un control total sin ningún tratamiento de control, es decir, un grupo completamente libre de cualquier tipo de intervención, representa otra limitación que podría haber proporcionado una referencia más clara sobre la efectividad de los tratamientos aplicados frente a métodos tradicionales o la ausencia de intervención

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Avilés (2020), en su estudio titulado "*Uso potencial de microcápsulas en masa a partir de solución de esporas de Trichoderma spp.*", evaluó la efectividad de las microcápsulas como biocontroladores en condiciones *in vitro* e *in vivo*. En su investigación, se establecieron parámetros óptimos para el proceso de microencapsulación, comenzando con una concentración de 1×10^8 esporas/ml del hongo, una altura de aspersión de 35 cm, y una velocidad del tanque de 120 rpm durante 30 minutos. Los resultados mostraron que las microcápsulas procesadas presentaron un porcentaje de inhibición entre 74.4% y 75.9% para *T. ghanense* y entre 73.8% y 76.4% para *T. reesei*. Sin embargo, únicamente *T. ghanense* logró esporular sobre la colonia del patógeno en condiciones *in vitro*. En las pruebas de campo realizadas en condiciones semi-controladas, se observó que las microcápsulas mantenidas en agua presentaron un 0% de afectación externa e interna en las mazorcas de cacao. Por el contrario, aquellas que pasaron por un proceso de secado y la solución de esporas mostraron daños entre 1-25% para la afectación externa e 0-50% para la interna. En una evaluación adicional de las microcápsulas aplicadas a frutos de 28 días de edad, las aplicaciones intercaladas (antagonista-patógeno) revelaron una severidad de las mazorcas entre 1-25% para las microcápsulas mantenidas en agua y la solución de esporas. En contraste, en las aplicaciones patógeno-antagonista, los daños en la severidad externa e interna variaron entre 26-75% y 80-100%, respectivamente. El estudio concluyó que las cepas de *Trichoderma* analizadas tienen un excelente potencial como agentes de biocontrol,

especialmente *T. ghanense*, que mostró alta capacidad de esporulación y un buen rendimiento biocontrolador incluso después del proceso de microencapsulación.

En un estudio llevado a cabo por Castro (2021), titulado "*Evaluación de alternativas de control para minimizar la incidencia de enfermedades en el cultivo de cacao en el cantón El Triunfo, Guayas*", se evaluaron cinco tratamientos experimentales: poda sanitaria (T1), control químico (T2), control biológico (T3), poda sanitaria más control biológico (T4) y testigo (T5). Este estudio se realizó bajo un diseño de cuadrado latino con cinco filas y cinco columnas. Los objetivos principales fueron valorar la incidencia de enfermedades en el cacao, determinar la severidad de las enfermedades y evaluar alternativas de control. Los resultados indicaron que el tratamiento combinado de poda sanitaria y control biológico (T4) obtuvo la menor incidencia de la enfermedad, con un **18.05%** de afectación y una severidad de 15.80% en la mazorca, junto con un promedio de **4** mazorcas enfermas por árbol, destacándose como el tratamiento más eficaz en comparación con los demás.

Arriaga (2024), en su estudio titulado "*Evaluación de la afectación de *M. roreri* en *Theobroma cacao* L. bajo diferentes aplicaciones de biofertilizante casero*", utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos incluyeron diferentes dosis de biofertilizante aplicadas tanto edáficamente como foliarmente, evaluando variables como la cantidad de mazorcas sanas, enfermas, la incidencia y la severidad. Los resultados de este estudio indicaron que los tratamientos con las dosis más altas de biofertilizante (T3 y T4) fueron los más eficaces para reducir la incidencia de *M. roreri*, mejorando el rendimiento del cacao y validando la hipótesis de que los biofertilizantes caseros pueden ser una alternativa efectiva para el

manejo de esta enfermedad.

Medina (2022), en su investigación titulada "*Evaluación de la capacidad antagónica in vitro de dos cepas de Trichoderma spp. frente a fitopatógenos de la mazorca de cacao*", se centró en evaluar la capacidad de dos cepas de *Trichoderma spp.* para controlar los fitopatógenos *Phytophthora spp.* y *M. royeri* en condiciones de laboratorio. Se aplicaron 10 tratamientos, basados en combinaciones de los hongos antagonistas y los fitopatógenos, con cinco repeticiones por tratamiento. El análisis de los resultados mostró que ambas cepas de *Trichoderma* presentaron una excelente capacidad antagónica, con una inhibición significativa del crecimiento de *M. royeri* y *P. spp.*, alcanzando una inhibición de hasta 84.44% en el caso de *M. royeri*, confirmando así el potencial de *Trichoderma spp.* como un agente de biocontrol eficaz contra las enfermedades del cacao.

En un estudio realizado por Parra et al. (2025), titulado "*Evaluación de la efectividad de dos productos comerciales en el control de Phytophthora spp.*", se compararon dos formulaciones de *Trichoderma* (*T. viride* y una mezcla de *T. asperellum*, *T. atroviride* y *T. harzianum*) en fincas de producción orgánica en el sur de Colombia. El estudio evidenció que *T. viride* mostró una mayor eficacia en el control biológico, reduciendo significativamente la presencia de *Phytophthora spp.* y respaldando su uso como una alternativa ecológica y sostenible para el manejo de enfermedades fungosas en el cacao

2.1.2. Antecedentes nacionales

De acuerdo con Martínez (2021), en su trabajo titulado "*Eficacia de Beauveria bassiana como controlador biológico del mazorquero en el cultivo de cacao*", evaluó el uso

de este hongo como un biocontrolador del *mazorquero* en el cultivo de cacao. Durante su investigación, se aplicaron varias dosis de *Beauveria bassiana*, y los resultados indicaron que el tratamiento con 100g de hongo más agua destilada y aceite de oliva resultó ser el más efectivo en la reducción de frutos malogrados, además de mejorar la producción de flores en el cacao. Los análisis estadísticos mostraron significancia positiva en la reducción de los daños, destacando la eficacia de este hongo como biocontrolador.

Según Aquino (2022), en su investigación sobre el control de enfermedades del cacao, evaluó el uso de caldos bordelés y sulfocálcico, junto con el embolsado de frutos y la aplicación de *Beauveria bassiana* para controlar la infestación de *Carmenta foraseminis* y otras plagas del cacao. Los resultados mostraron que el embolsado de frutos fue el tratamiento más efectivo en la reducción de la infestación, mientras que los caldos y *Beauveria bassiana* también demostraron eficacia, pero con una menor reducción de la infestación. Además, se evidenció que el rendimiento de grano seco fue mayor en el tratamiento con embolsado de frutos, alcanzando 1,642 kg/ha, lo que hace recomendable esta práctica en las fincas de cacao.

En el estudio realizado por Peralta (2022), sobre el control del *mazorquero* (*Carmenta foraseminis*) con trampas caseras, encontró que las trampas con atrayentes como orina humana, melaza y jugo de pulpa de cacao capturaron una cantidad considerable de mazorqueros al inicio del experimento, pero la efectividad de las trampas disminuyó con el tiempo. Esto sugiere que, aunque las trampas caseras son una alternativa viable, necesitan ser mejoradas para mantener su eficacia a largo plazo.

Según lo señalado por Mendoza (2023), en su investigación titulada "Evaluación de

la combinación del manejo técnico y la aplicación de productos biológicos y químicos en el control de *Carmenta foraseminis* y enfermedades del cacao", evaluó el impacto de diferentes tratamientos en una plantación clonal de cacao. Los resultados mostraron que el uso de *Bacillus thuringiensis* y *Beauveria bassiana* redujo significativamente la infestación de *Carmenta foraseminis*, pero no se encontraron diferencias estadísticas significativas en la producción entre los diferentes tratamientos. El rendimiento promedio fue de 2,047.94 kg/ha, lo que indica que el manejo técnico adecuado junto con estos tratamientos puede mejorar la producción del cacao.

Finalmente, Yucra (2023), en su investigación sobre el uso de hongos entomopatógenos en cacao clon CCN-51, evaluó el efecto de productos comerciales y hongos entomopatógenos naturales sobre el daño causado por *Carmenta spp.*. Los resultados indicaron que los productos biológicos, como el Arrazador-PBA y hongos entomopatógenos, mostraron un efecto significativo en la reducción del daño de *Carmenta spp.*, destacando que el producto biológico Arrazador-PBA fue el más eficaz, alcanzando un 95% de mazorcas sanas.

2.1.3. Antecedentes locales

Según Ramírez (2023), en su investigación realizada en el caserío Centro Yurac, ubicado en el Distrito de Padre Abad, Ucayali, se evaluó el impacto de dos controladores biológicos, *Trichoderma sp.* y *Bacillus subtilis*, en el control de *Moniliophthora roreri* en cacao clon CCN 51. El estudio se llevó a cabo en una plantación de cacao de seis años, y se aplicaron cuatro tratamientos: T1 (testigo), T2 (solo *Trichoderma sp.*), T3 (solo *Bacillus subtilis*), y T4 (combinación de ambos). El experimento incluyó 8 aplicaciones, realizadas cada 15 días a las 4 pm para proteger los biocontroladores del sol. Los resultados mostraron

que el tratamiento T4 fue el más efectivo, con el mayor número de mazorcas sanas (22.17), la menor escala de abundancia de moniliasis (3.87) y el menor porcentaje de incidencia (12.8%), siendo superior a los tratamientos T2 y T3.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.).

El cacao es originario de América del Sur, cuya zona se sitúa en la Amazonía, entre los países de Perú, Ecuador, Colombia, Brasil y Venezuela. Sin embargo, Costa de Marfil y Ghana, son los primeros producción de cacao convencional a nivel mundial, mientras que el Perú, es uno de los primeros productores de cacao orgánico en el mundo (Isla y Andrade 2009).

2.2.1.1. Clasificación taxonómica.

Ayala (2008), citado por Carrera (2016), muestra la clasificación taxonómica del cacao:

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dilleniidae

Orden: Malvales

Familia: Sterculiaceae

Subfamilia: Byttnerioideae

Género: *Theobroma*

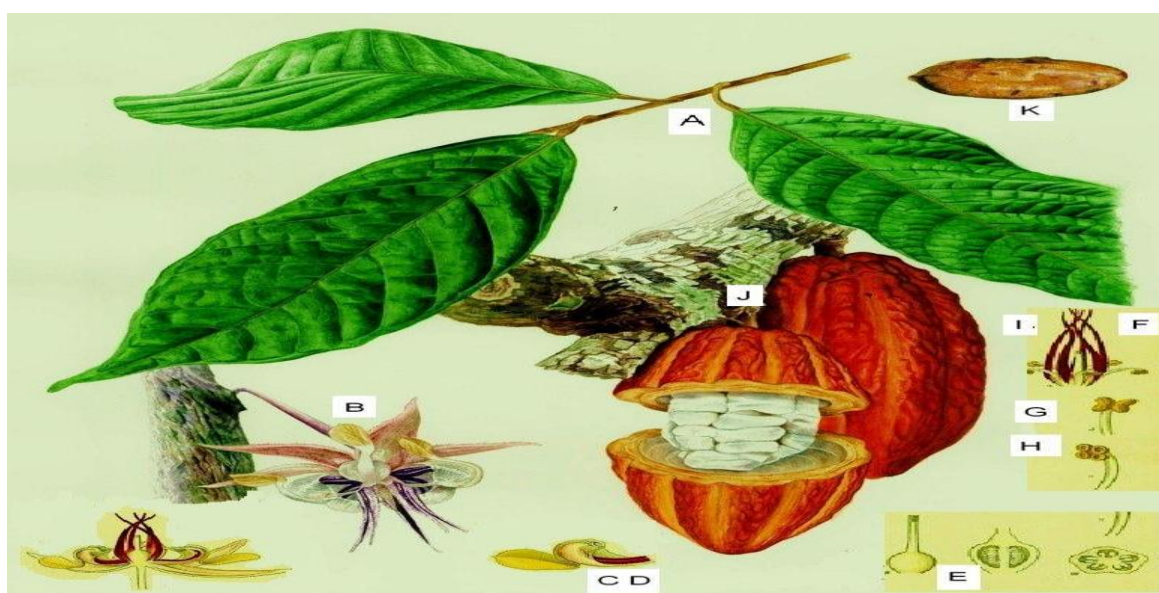
Especie: *T. cacao* Linneo.

2.2.2. Descripción botánica.

El cacao es diploide ($2n= 20$ cromosomas), con una polinización alogáma, con un 95% de polinización cruzada. Crece y se desarrolla usualmente bajo sombreamiento en los bosques tropicales húmedos de América del Sur (Enríquez, 2010).

Figura 1

Estructura y morfología del Cacao (Theobroma cacao L.)



Nota. (A) *Theobroma cacao* L. Rama con flores. (B) Flor completa. (C-D) Pétalos, cara interna y externa. (E) Gineceo. (F) Tubo estaminal. (G-H) Estambres, cara externa e interna. (I) Estaminodio. (J) Fruto. (K) Pepa del fruto. Fuente: Baudilio, M., & Cumana, P. (2005).

Enríquez (2010), citado por Carrera (2016) menciona que la primera etapa del crecimiento es ortotrópico (vertical), significando los primeros 12 a 15 meses, luego se da la formación de 4 a 5 ramas secundarias (“horqueta”), lo que constituye el crecimiento plagiotrópico (horizontal), el cual puede variar su ángulo de desarrollo.

2.2.2.1. Raíz

Según Hardy (1961), citado por Carrera (2016), el cacao tiene una raíz principal pivotante, la cual es el anclaje de la planta; el mismo que puede crecer en los primeros meses de vida de la planta hasta 200 cm, asimismo, las raíces secundarias absorben los nutrientes y agua disponibles en el suelo y su longitud y forma varían mucho de acuerdo, influenciadas principalmente por la estructura, textura y consistencia del suelo.

2.2.2.2. Hojas

Rondón y Cumana (2005), citado por Carrera (2016), afirman que las hojas adultas son simples, enteras, membranosas, de tamaño medio, base obtuso-atenuada y margen entero, ápice largamente acuminado, coriáceas, de color verde. Las hojas jóvenes presentan una coloración variable, de verde pálido a café claro, hasta rojizas. Las hojas son caducas, y cada dos o tres meses presentan picos de brotación de nuevas hojas, que reemplazan a las que se caen.

2.2.2.3. Flores

Las flores de cacao poseen características que las hacen únicas e importantes para diferenciar genotípicamente los clones (Bartley, 2005). Las flores se emiten y desarrollan en cojinetes florales, de color rosado, las mismas que son hermafroditas, de 10 a 20 mm de largo, constituidas de cinco sépalos, pétalos, estaminodios, estambres, y lóculos por ovario, que crecen en simetría radiada. Ovario 2-3 mm de largo, oblongo-ovoide, pentagonal, pubescente. Las flores tienen un tiempo de vida de dos días, las que si no se fecundaron caeran (Rondón y Cumana, 2005; Enríquez, 2010).

2.2.2.4. Frutos

Los frutos se denominan mazorcas y son drupas bastante grandes que pueden variar ampliamente de forma, espesor, rugosidad, color y tamaño, según el origen genético, el medio ambiente donde crece y se desarrolla el árbol, así como el manejo de la plantación. En estadios inmaduros, las mazorcas pueden tener tonos verdes, rojizos y cafés; con surcos y lomos pigmentados, mientras que en estadios maduros varían de amarillo, café amarillento a rojizos anaranjados. Las mazorcas de cacao por su forma se clasifican en: amelonado, calabacillo, angoleta y cundeamor, variando según el genotipo (Batista, 2009).

Semillas

Las semillas tienen una forma oblonga, variando de tamaño según el tipo de cacao, otros son aplanados. El número de semillas en cada mazorca depende del número de óvulos en cada ovario. La semilla presenta un recubrimiento o cutícula que protege los cotiledones. En la parte exterior se encuentra el mucílago, que es la pulpa dulce de la semilla, lo que permite diferenciar algunos genotipos de cacao (Enríquez, 2010).

El color de la semilla depende del genotipo, observándose colores que van desde el blanco ceniciento, blanco puro, hasta un morado oscuro y todas las tonalidades intermedias. El color interno de las almendras es violeta pálido o lila, aunque en algunas ocasiones se observan semillas blancas. Las semillas de cacao no requieren de reposo para germinar, mueren rápidamente por deshidratación (Hardy, 1961).

2.2.3. Variedades de cacao

2.2.3.1. Cacao criollo (*Theobroma cacao* var. *criollo*)

Enríquez (2004), indica que el cacao criollo es de sabor muy agradable y de alta

calidad, que se emplea en las fábricas de chocolate para obtener un producto exclusivo. Sin embargo, el cacao criollo presenta una gran susceptibilidad a las enfermedades, es delicado y de baja productividad, por lo que ha ido desapareciendo con el tiempo.

2.2.3.2. Cacao forastero (*Theobroma cacao* var. *forastero*)

El cacao forastero presenta árboles muy vigorosos, con follaje abundante e intenso, mayor tolerancia a las enfermedades, con mazorcas amelonadas, las cuales muestran 10 surcos superficiales o profundos, con cáscaras lisas a ligeramente verrugosas y el ápice del fruto redondeado. En el estadio inmaduro, el fruto es verde, cambiando su tonalidad a amarillo cuando están maduras. Los cotiledones son morados, de forma triangular, aplanadas y muy astringente (Egas, 2010; Enríquez, 2004).

2.2.3.3. Cacao trinitario (*Theobroma cacao* var. *trinitario*)

El cacao trinitario es producto de la mezcla del criollo con el forastero, por lo tanto, existen diferentes grados de cruzamiento y de calidad, considerado como un buen cacao que cumple con los parámetros de cacao fino y de aroma (Egas, 2010).

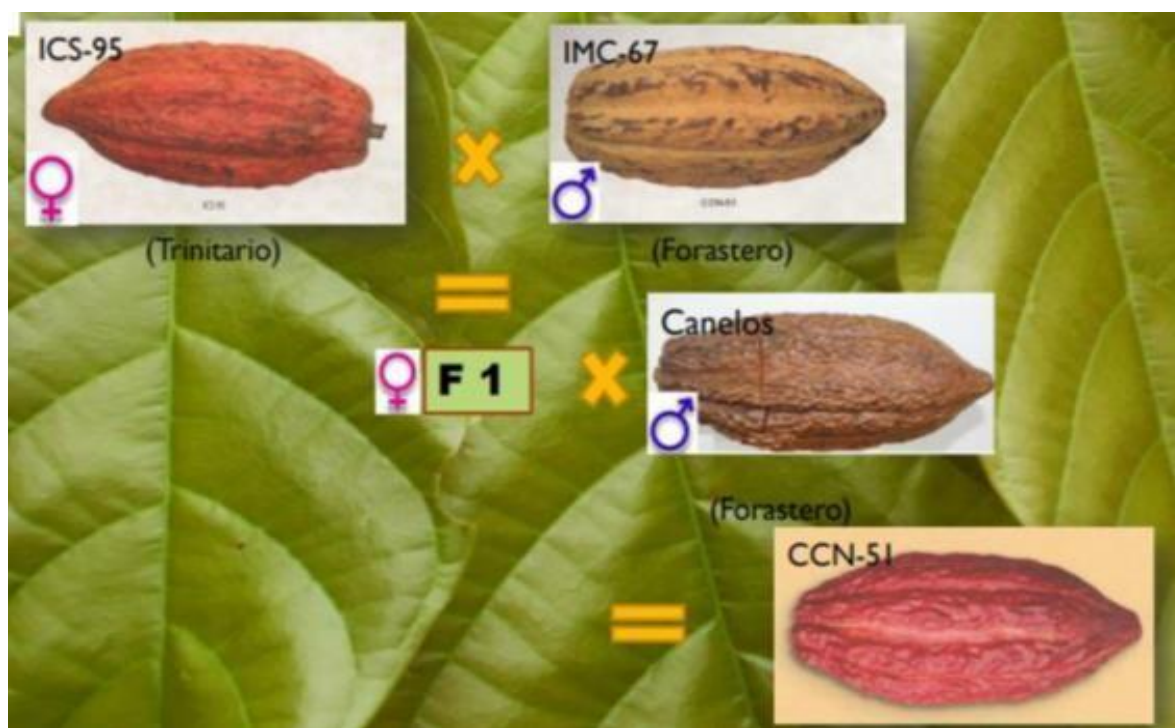
2.2.4. Híbrido CCN-51

Sarango (2009), señala que el híbrido CCN — 51 es producto de varios años de investigación en hibridación de plantas, desarrollado por el Ing. Agrónomo Homero Castro Zurita en Naranjal (Provincia del Guayas), el año 1965.

Por consecuencia, el CCN-51 corresponde a un híbrido doble, siendo la planta número 51, la que destacó por sus excelentes características agronómicas y sanitarias, motivo por el cual fue clonada en forma masiva (Sarango, 2009).

Figura 2

Origen genético del híbrido CCN-51



Nota. Adaptada de diversidad genética del cacao (P.45), por Cedeño, 2011, Bioversity International.

2.3. De las principales enfermedades.

2.3.1. Moniliasis (*Moniliophthora roreri* (Cif. & Par.) Evans et al.).

2.3.1.1. Origen y distribución geográfica.

Ecuador fue considerado como el centro de origen de la enfermedad, realizándose el primer reporte oficial del patógeno, realizado por el fitopatólogo J. B. Rorer en 1917, el mismo que llegó de Trinidad a Ecuador para identificar el agente causante de la pérdida de la producción de cacao. Las muestras recolectadas por Rorer fueron enviadas a R. E. Smith en la Universidad de California, identificándose al hongo como *Monilia* sp. (Phillips– Mora, 2003).

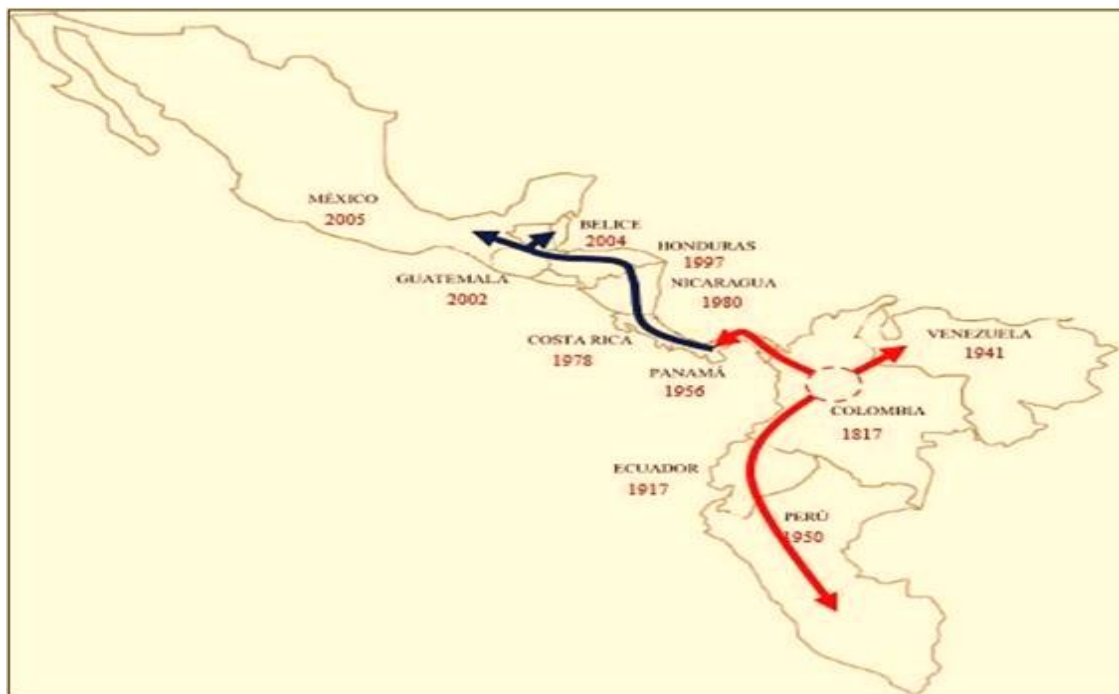
Phillips-Mora (2003), mediante estudios de genética poblacional y el uso de marcadores moleculares, demostró que la región geográfica de la zona de Sopetrán (Antioquia) - Colombia contiene la mayor diversidad genética, la cual supera a la encontrada en Ecuador, motivo por el cual se considera a esta zona como el centro de origen.

M. roreri está presente en todos los países cacaoteros de Suramérica (Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela y Surinam), y, hasta el 2012 sólo Brasil no reportó la presencia de este patógeno. También se encuentra en Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Guatemala, Belice y desde el 2008 se ha reportado su presencia en plantaciones de cacao en México, posiblemente transportada desde Honduras. (FHIA, 2012, citado por Figueroa, 2017).

En 1988, Hernández, Aranzazu y Arévalo, reportan la presencia de la enfermedad en el Perú, en la zona de Bagua Grande, Utcubamba, departamento de Amazonas (Ram y Arévalo 1997 citado por Jáuregui, 2001). En Tingo María la enfermedad fue reportado en 1992, en el sector "Las Islas" y actualmente está ampliamente diseminada en la región del Alto Huallaga (Ríos, 1993; Ríos y Lama, 1992, citado por Jáuregui, 2001). Las pérdidas en las regiones afectadas son variadas entre los 65 y 90% de pérdida productiva. Actualmente está presente en los departamentos de Cajamarca, Bagua, Amazonas, San Martín, Huánuco, Ucayali y Ayacucho (Ríos y Lama, 1992 citado por Jáuregui, 2001).

Figura 3

*Ruta de avance de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*)*



Nota. Adaptada de Torres de la Cruz, 2010, citado por Arciniega, 2017 (p.37).

2.3.1.2. Taxonomía

Evans et al., (1978) y Alme y Phillips-Mora (2005) presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Subclase: Agaricomycetidae

Orden: Agaricales

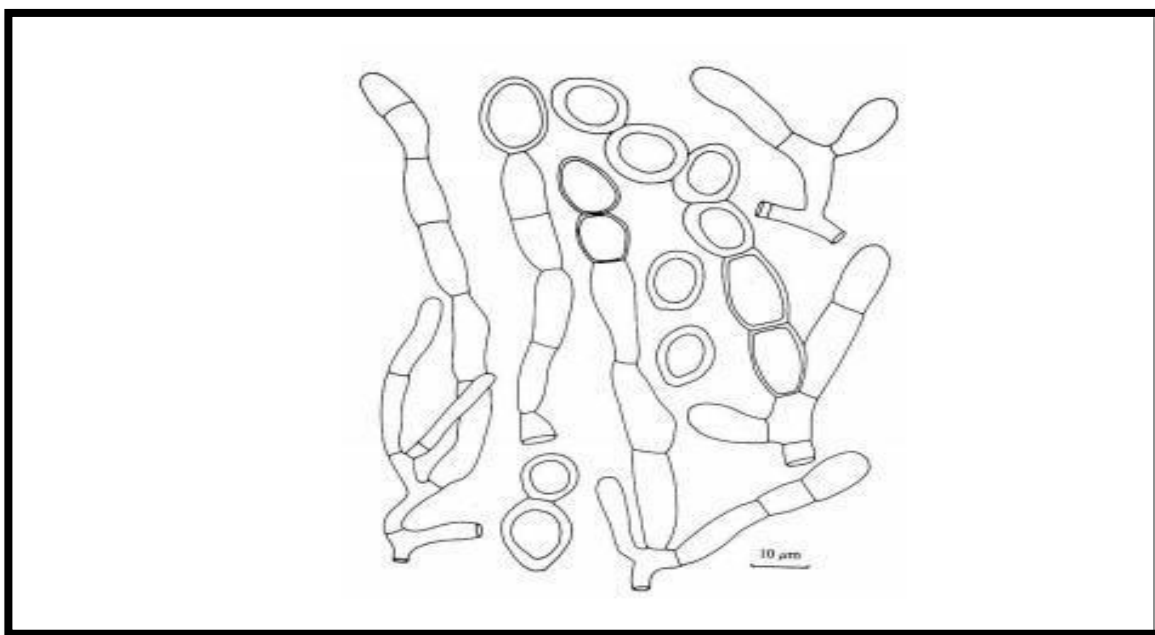
Familia: Marasmiaceae

Género: *Moniliophthora*

Especies: *M. roreri*.

Figura 4

Estructuras morfológicas de Moniliophthora roreri



Nota. Adaptada de Quevedo, 2012, citado por Arciniega, 2017 (p.57)

2.3.1.3. Morfología

Moniliophthora roreri presenta un micelio hialino, ramificado y septado con doliporos (característica de los Basidiomicetes). Las esporas son de pared gruesa y maduran en cadena basípetamente para luego desprenderse del micelio, pueden ser globosas (diámetro de 9 μm) o elipsoides (8.6 μm de ancho x 11.8 μm de largo) (Torres de la Cruz, 2010, citado por Arciniega, 2017).

2.3.1.4. Hospederos

M. roreri posee un amplio rango de hospederos entre las cuales se encuentran plantas de la familia Malvaceae las cuales hacen parte del género *Theobroma*, entre estas se encuentran *T. cacao*, *T. gileri*, *T. bicolor*, y *T. grandiflorum*, así como plantas relacionadas

al género *Herrania*.

Por otro lado, la especie hermana, *M. perniciosa* posee un rango de hospedantes más amplio, incluyendo Solanaceae, Malpighiaceae y Bignoniaceae (Meinhardt et al., 2008, citado por Zurita, 2018).

2.3.1.5. Etiología

La Moniliasis también es conocida como pudrición acuosa, helada, mancha ceniza o enfermedad de Quevedo (PROAMAZONIA, 2003, citado por Sánchez y Garcés, 2012). Estudios recientes sobre la taxonomía del hongo mediante pruebas morfológicas, citológicas y moleculares confirman a este patógeno como Bacidiomicete (Evans *et al.*, 2003, citado por Sánchez y Garcés, 2012), correspondiente al orden Agaricales (Phillips, 2003), y familia Marasmiaceae (Aime y Phillips, 2005). En la actualidad se desconoce el estado perfecto del hongo (sexual o teleomorfo), por lo que se cree que su reproducción se realiza asexualmente por conidias, las cuales son la única estructura hasta ahora conocida capaz de causar infección (Evans *et al.*, 2003, citado por Sánchez y Garcés, 2012). El ciclo de vida de *M. roreri* durante el proceso de la enfermedad no ha sido completamente descifrado, mostrando una fase biotrófica y otra hemibiotrófica durante el desarrollo de la enfermedad (Tiburcio *et al.*, 2010, citado por Sánchez y Garcés, 2012).

Las conidias pueden ser globosas, subglobosas y elípticas, pudiendo medir de 7 - 10.5, 6.3 - 9.3, 7.5 - 11.6 μm , respectivamente (Villavicencio y Jiménez, 2010, citado por Sánchez y Garcés, 2012).

Según Kendrick (1992), citado por Sánchez y Garcés (2012), este microorganismo produce toxinas específicas en las células del hospedero. Se han identificado cinco grupos

genéticos principales del hongo: tres endémicos localizados en la Cordillera Central (Grupo Co-central) y Oriental (Grupo Co-oriente) de Colombia y en Ecuador (Grupo Gilari), el cuarto situado en el Oriente de Colombia (Grupo Bolívar), periferia de Ecuador, Venezuela y Perú, y el quinto ubicado en el Occidente de Colombia (Cordillera Occidental) (Grupo Co-occidente), Centro de Ecuador y América Central (Phillips-Mora *et al.*, 2007).

2.3.1.6. Epidemiología

M. roleri está presente en un amplio rango altitudinal, entre 0 y 1520 msnm, donde existen precipitaciones con fluctuaciones que van desde 780 a 5500 mm por año y una temperatura de 18 a 28 °C (Phillips-Mora, 2006, citado por Carrera, 2016). En sitios donde la pluviometría es igual o mayor a 2 500 mm/año y la humedad relativa está sobre el 80%, la incidencia de Moniliasis puede superar el 90% (Desrosiers *et al.*, 1955; Evans, 1981; Porras, 1983, citado por Carrera, 2016).

Meléndez (1993), citado por Carrera (2016) afirma que existe una estrecha relación entre la humedad relativa y el movimiento de esporas del hongo, confirmando que la liberación es realizada entre el 71 y 74% de humedad relativa y en un horario que va desde las 08:00 a 14:00 h aproximadamente.

Torres (2010), citado por Carrera (2016) indica que las esporas permanecen en el aire durante todo el año. La condición de humedad relativa baja y temperatura mayor de 26 °C, favorecen su liberación y dispersión; y las lluvias intensas y frecuentes ayudan a la presencia de agua libre, lo que permite la penetración y germinación de las esporas en los frutos.

La gran diversidad y adaptabilidad que muestra el hongo patógeno, sumado con la

longevidad de sus esporas y las condiciones agroclimáticas que presentan los países productores de cacao, convierten a Moniliasis en un patógeno formidable (Phillips-Mora et al., 2005, citado por Carrera, 2016).

2.3.1.7. Fuentes de inóculo y mecanismo de dispersión

M. roreri sobrevive en frutos infectados momificados que permanecen en el árbol de cacao después de la cosecha, los que aportan niveles elevados de inóculo durante todo el periodo de fructificación (Phillips-Mora, 2003, citado por Chamorro, 2018).

Las esporas son los únicos propágulos infectivos de *M. roreri*, y son diseminadas principalmente por el viento. Se desprenden una vez que están secas mediante cualquier estímulo físico (como impactos de gotas de lluvia, corrientes de aire y vibraciones del árbol durante la cosecha o la poda, etc.) (Evans, 1981, citado por Chamorro, 2018).

Se impactan sobre el dosel de los árboles, tronco, cojinetes florales, y se desplazan por distancias considerables mientras no existan importantes barreras naturales (Phillips, 2003, citado por Chamorro, 2018).

Evans (1981), citado por Chamorro (2018), menciona que la dispersión a largas distancias ocurre también por actividades humanas al transportar frutos enfermos; varetas y otros tejidos vegetativos infectados.

2.3.1.8. Proceso de pre-infección e infección

Los conidios dispersados por el aire se adhieren a la superficie de la epidermis del fruto, con mayor afinidad a la base de los tricomas glandulares, lo cual es favorecido por la acumulación de agua en la base de estas estructuras, los conidios germinan directamente a

través del poro germinativo o de la pared, emitiendo uno a dos tubos germinativos que se extienden sobre la epidermis (Flores, 1989, citado por Chamorro, 2018).

Posteriormente a la penetración de las hifas gruesas y delgadas crecen intercelularmente debajo de la epidermis y avanzan hasta la capa más profunda del tejido (Suárez, 1993, citado por Chamorro, 2018).

Seguidamente, el hongo invade inter e intracelularmente tejidos subyacentes causando necrosis, debido a la desintegración del protoplasma celular (Flores, 1989, citado por Chamorro, 2018).

El hongo puede invadir intracelularmente tejidos del exocarpo y mesocarpo, únicamente después que haber colonizado el endocarpo. El periodo de incubación desde la penetración hasta la manifestación de los primeros síntomas externos es de 40 a 60 días y cuya forma depende de la edad del fruto al momento de la infección y del cultivar (Quevedo, 2012, citado por Chamorro, 2018).

2.3.1.9. Ciclo biológico

Las conidias germinan en una película de agua en las mazorcas de cacao y penetran directamente por los estomas a través de la epidermis (CABI, 2005, citado por Zurita, 2018).

Las esporas necesitan varias horas de condiciones de alta humedad relativa para completar la mayoría de las infecciones, lo cual toma de 3 a 8 semanas desde la infección primaria hasta la aparición de los síntomas externo (período de incubación), el cual depende principalmente de la edad de la mazorca. Las mazorcas que son muy jóvenes (< 1 mes), al infectarse, desarrollan hinchazones y la distorsión en aproximadamente un mes,

seguido por necrosis totales; mientras que las mazorcas infectadas a los 3 meses de edad sólo desarrollan necrosis interna y externa limitadas 2 o 3 meses después, cerca de maduración. El micelio externo aparece a los pocos días de iniciadas las lesiones, convirtiéndose rápidamente en una capa blanca densa de conidias y micelio. Las estructuras esporógenas se forman y esporulan profusamente en unos pocos días, entonces el pseudostroma se torna de color crema desde el centro hacia el exterior (Osorio, 2010, citado por Zurita, 2018).

M. roreri puede producir hasta siete mil millones de conidias que por el viento se dispersan durante un período de nueve meses en una sola mazorca, quedando suspendido en el dosel debido a la falta de fitosanidad (Estrella et al., 2012, citado por Zurita, 2018).

La formación, liberación y dispersión de las conidias no requieren mucha humedad, siendo las corrientes de aire y vibraciones de árboles (como durante la cosecha o poda) las que liberan esporas maduras. (Sánchez et al., 2012, citado por Zurita, 2018).

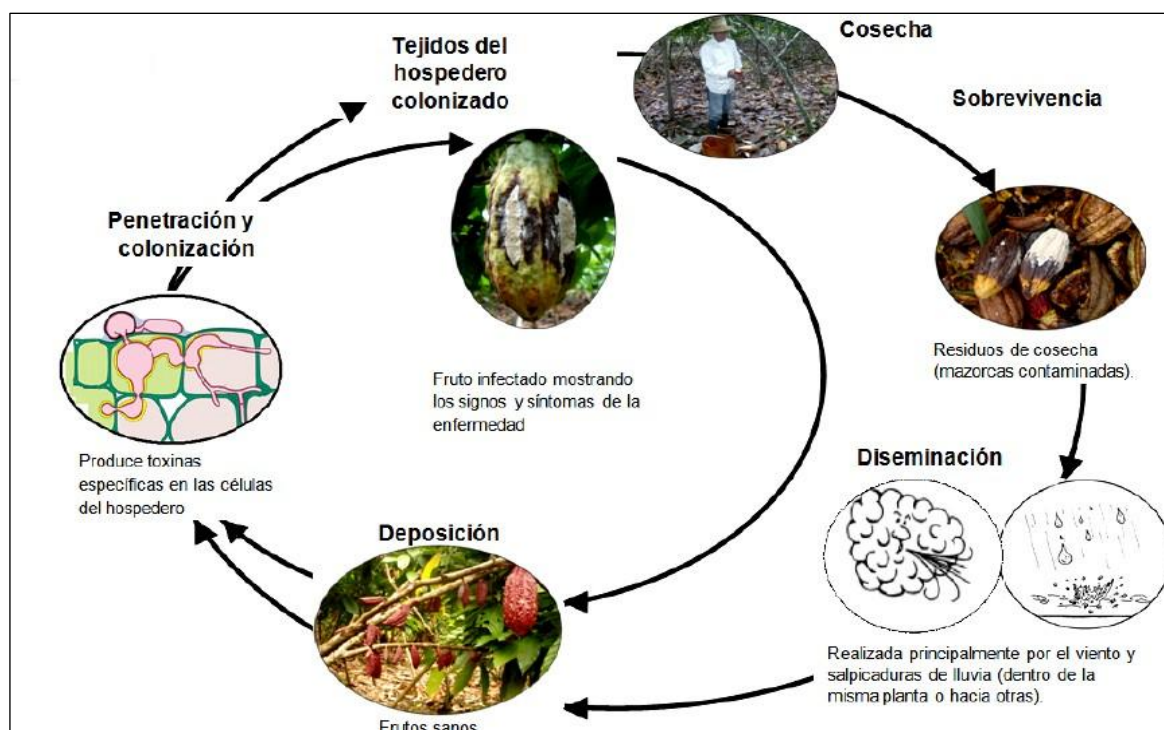
Bacillus subtilis puede utilizarse en aplicaciones individuales, sin embargo; al integrar en rotaciones con fungicidas químicos, tal como Azoxystrobin+ciproconazole, *Bacillus subtilis* - *Bacillus subtilis*, Propineb+cymoxanil *Bacillus subtilis*, *Bacillus subtilis* - Azoxystrobin+ciproconazole; el cual demostró valores importante en reducir el ataque por parte de *Moniliophthora roreri* con valores de incidencia de 13.61%; severidad de infección del 20%, y alcanzando una producción de cacao de 1.83 t/ha (Chamorro, 2018).

De los agentes biocontroladores utilizados, el más importante fue *Bacillus subtilis*, que presenta altos porcentajes de inhibición en el crecimiento de *Moniliophthora roreri*. Esta bacteria, además de presentar un mecanismo de acción específico en la membrana del

hongo, ha demostrado inducir respuestas sistémicas a la resistencia de las plantas tratadas (Chamorro, 2018).

Figura 5

Ciclo de la moniliasis causada por Moniliophthora roreri (Cif y Par)



Nota. Adaptada por Sánchez y Garcés, 2012 (p.17)

2.3.1.10. Sintomatología

La Moniliasis es una enfermedad que daña solamente las mazorcas y pudre las semillas del cacao. La enfermedad destruye completamente los granos y tejidos en el interior de la mazorca. Debido a que tiene un período de incubación de 40 a 60 días después de la infección, cuando aparecen los primeros síntomas extremos ya todos los granos y tejidos del fruto están destruidos (Figuerola, 2017).

a. Primer síntoma: puntos grasientos

Los puntos grasientos son difíciles de ver, pero si se hace una buena revisión de la mazorca, pueden observarse. En mazorcas de color verde, los puntos son de color amarillo. En los frutos de color rojo, los puntos son de color anaranjado (Figuerola 2017).

b. Segundo síntoma: abultamientos o gibas.

Los abultamientos o gibas, es otro síntoma de la enfermedad. Se presentan en los dos primeros meses de edad del fruto, que es el estado de pepinillo de la mazorca, y aparecen a causa de la penetración del hongo en el fruto (Lutheran World Relief et al., 2009, citado por Figuerola, 2017).

c. Tercer síntoma: madurez prematura.

La madurez prematura es un síntoma engañoso, ya que, al observar una mazorca, se puede creer que ha madurado, pero al abrirla, se encuentra que las semillas están podridas (Figuerola, 2017).

Los frutos con este síntoma son más pesados que las mazorcas maduras sanas (Lutheran World Relief et al., 2009, citado por Figuerola, 2017).

d. Cuarto síntoma: mancha café.

Las manchas chocolates o café, crecen de forma irregular hasta cubrir totalmente la mazorca. Al avanzar la mancha, el fruto se pone más pesado y comienza a secarse (Figuerola, 2017).

e. Quinto síntoma: polvo blanco y cremoso.

El último síntoma en un fruto atacado por la Moniliasis, es la aparición de un polvo blanquecino que luego se vuelve cremoso sobre la mancha chocolate (Figuerola, 2017).

Esto aparece 6 ó 10 días después de las manchas chocolate y es muy peligroso, ya que este polvo son las esporas o semillas del hongo, que pueden infectar otros frutos o plantíos sanos, por medio de la acción del viento, la lluvia, insectos y el hombre (Lutheran World Relief et al., 2009, citado por Figuerola, 2017).

2.3.1.11.Importancia económica

En una plantación de cacao sin manejo técnico, la Moniliasis puede destruir hasta un 95% de las mazorcas, motivo por el cual, la Moniliasis es considerada una de las principales enfermedades que afecta la producción del grano de cacao, en los 11 países en los cuales está presente actualmente. (Lutheran World Relief, CACAONICA y SOPPEXCCA, 2009, citado por Figuerola, 2017).

2.3.2. Mazorca Negra (*Phytophthora palmivora*).

Es conocida también como la "mazorca negra" y "cancro del tallo", constituye un problema de consideración, especialmente en zonas húmedas y lluviosas (Marín, 2000, citado por Jáuregui, 2001).

2.3.2.1. Taxonomía

Reino: Chromista

Phylum: Oomycota

Clase: Oomycetes

Orden: Peronosporales

Familia: Peronosporaceae

Género: *Phytophthora*

Especie: *P. palmivora*

Las especies del género *Phytophthora* y pertenecientes a la clase Oomycetes difieren de los hongos en características especiales, tales como el contenido de celulosa en la pared celular; la fase vegetativa diploide, el flagelo heteroconte, y las cristas mitocondriales tubulares. Aún más, los Oomycetes poseen rutas metabólicas únicas que los diferencian de sus homólogos los hongos superiores (Griffith et al., 1992, citado por Jaimes y Aranzazu, 2010).

2.3.2.2. Morfología

Las hifas de esta especie son completamente uniformes, pocas veces sobrepasan los 5 µm de diámetro. A menudo, esta especie produce clamidiosporas con diámetro entre 30 a 35 µm abundantemente, y en las primeras fases de desarrollo (Stamps, 1998, citado por Jaimes y Aranzazu, 2010).

Los esporangioforos son estrechos, simpoidales simples y con paredes muy bien definidas. Los esporangios se forman fácilmente sobre medio de cultivo, estos son elipsoides u ovoides con un tamaño de 35 — 60 µm x 20 a 40 µm y puede llegar hasta 90 x 45 µm. La temperatura de crecimiento mínima es de 11° C, la óptima está entre 27° y 32° C, y la máxima es de 35° C o menos (Stamps, 1998, citado por Jaimes y Aranzazu, 2010).

2.3.2.3. Ciclo biológico

El ciclo de vida de la Mazorca negra en condiciones de campo tiene una duración de 11 días (Murrieta y Palma, 2017). *Phytophthora sp.* involucra tanto el estado asexual como el sexual, que se presentan dependiendo de las condiciones ambientales. Las zoosporas cumplen dos papeles fundamentales para el ciclo de vida del patógeno: 1) transmisión del patógeno de un hospedero a otro y 2) dar la orientación del patógeno hacia el sitio de infección (hospedero) (Walker y Van West, 2007, citado por Jaimes y Aranzazu, 2010).

2.3.2.4. Síntomas

Murrieta y Palma (2018) describen como se da el proceso de infección en una mazorca sana:

- A los dos días de ser transportada por el viento, el agua de lluvia o insectos y colocada en el fruto sano, empiezan aparecer los primeros puntos necróticos.
- Después de tres días de aparecer los puntos necróticos, se empieza a formar la mancha café.
- Después de dos días de aparecer la mancha color café, empieza la formación de micelio cremoso en los frutos afectados (polvillo cremoso).
- Los frutos jóvenes empiezan a secarse.
- En frutos de dos a tres meses, se muestran una mancha marrón oscura que después de cinco días termina cubriendo todo el fruto.
- A partir del día 11, las esporas empiezan a ser transportadas por el agua, viento, hormigas e insectos, contagiando a los frutos de distintas edades.

2.3.3. Escoba de Bruja (*Moniliophthora perniciosa*)

La escoba de bruja es causada por el hongo *Moniliophthora perniciosa*, también se le conoce con los siguientes nombres científicos: *Crinipellis perniciosa* y *Marasmius pernicius* (SENASICA, 2016).

2.3.3.1. Taxonomía

Reino: Fungi

Phylum: Basidiomycota

Clase: Agaricomycetes

Orden: Agaricales

Familia: Marasmiaceae

Género: *Moniliophthora*

Especie: *perniciosa* (SENASICA, 2016).

2.3.3.2. Síntomas y signos

En orden de importancia, los síntomas más frecuentes aparecen en los puntos de crecimiento de ramas, cojines florales y frutos. Las escobas de ramas presentan inicialmente un desarrollo vigoroso y excesivo, con acortamiento de entrenudos, las hojas parecen normales excepto por el grosor del pecíolo (ICA, 2012).

Cuando los cojines florales son atacados por esta enfermedad, no nacen mazorcas sino brotes vegetativos a manera de ramas, con apariencia de escoba. Los frutos afectados por la enfermedad presentan diferentes síntomas; esto depende del estado de desarrollo cuando son atacados, pueden tomar forma de chirimoyas, fresas o zanahorias. Las escobas

producen estructuras reproductivas, con forma de pequeños paraguas, que producen millones de esporas. Estas son dispersadas por el viento y la lluvia (ICA, 2012).

2.3.4. Métodos de control

2.3.4.1. Control cultural

Evitar el excesivo crecimiento del árbol de cacao, ya que el auto sombramiento reduce su actividad fotosintética, creando un microclima interno que estimula la infección y el desarrollo de la enfermedad en los frutos, lo que ayudaría también en la recolección de los frutos al momento de la cosecha (Amores et al., 2009, citado por Mora y Gracés, 2012).

Las podas sanitarias al momento de la cosecha es otra buena práctica para eliminar las partes afectadas por insectos o enfermedades. También, es importante la recolección y destrucción de frutos enfermos, pues es el método de control más recomendado contra la enfermedad, pudiendo ser ella de forma semanal (Krauss et al., 2003).

2.3.4.2. Control genético

La resistencia o tolerancia a la moniliasis, ha mostrado ser una característica poco común, que sólo se ha encontrado en cinco genotipos de cacao, entre las más de 600 accesiones evaluadas en el Programa de Mejoramiento Genético de Cacao del CATIE, siendo cinco genotipos con orígenes y fechas de introducción significativamente diferentes: UF-273 y UF- 712 (Costa Rica, 1960), EET-75 (Ecuador, 1965 — 1966), ICS-95 (Trinidad, 1959) y PA-169 (Perú, 1961) (Debouck et al., 2008). También, en otra investigación realizada por Phillips et al. (2005) citado por Mora y Gracés (2012), demostraron que el genotipo de cacao ICS-95 aparentemente presenta resistencia a *Moniliophthora roreri*. A lo largo de los años ha avanzado rápidamente los estudios que envuelven resistencia genética.

2.3.4.3. Control biológico

En Perú se reportaron resultados altamente promisorios con micoparásitos (*Trichoderma sp.*, *Clonostachys rosea* y *Clonostachys byssicola*) en varias mezclas y formulaciones (Krauss, 2003). Estos mismos autores mencionan, que este control por su naturaleza, no elimina, sino que reduce las poblaciones de patógenos y, como consecuencia, reduce la intensidad de la enfermedad.

Yáñez (2015), realizó un ensayo in vitro con *Bacillus subtilis* BSC1 crecido en el medio optimizado de bajo costo demostraron que está manteniendo su eficiencia de inhibición del crecimiento de *Moniliophthora roreri*.

El tratamiento con poda (CP) presentó los porcentajes de incidencia más bajos con 20.6%, en comparación con los tratamientos sin poda (SP) donde se observa que los valores obtenidos para esta variable son mucho más altos con 76.5%, comprobándose el efecto positivo de las labores culturales en la disminución de la moniliasis. Para la variable incidencia no hubo diferencias significativas entre los materiales CCN51, SSC61 e HIBRIDO, es decir todos son susceptibles a moniliasis; pero si hubo diferencias significativas en la interacción tratamiento y material, donde el material CCN51 CP presentó el menor porcentaje de incidencia de 12.6%, seguido del HIBRIDO CP con 18.9% y el SCC61 CP con 30.4% mientras que los mismos materiales SP presentaron incidencia entre 60 y 90% siendo el SCC SP el más afectado con 89% (Méndez, 2018).

2.3.4.4. Control químico

Con la aplicación de productos químicos se consigue reducir la enfermedad de manera significativa, demostrando los beneficios de los fungicidas en los frutos; los

fungicidas sistémicos muestran un mejor control de *Moniliophthora roreri* en comparación con los de contacto, lo cual implica reducir el número y los costos de aplicaciones; al complementar las labores culturales con los controles químicos, la producción de cacao sano se incrementa alrededor del 20%, mostrando resultados favorables y significativos al combinar estos dos tipos de control (Ayala y Navia, 2008, citado por Mora y Gracés, 2012).

Por otro lado, se describieron bacterias pertenecientes al género *Bacillus* sp., entre otras, que coexisten como comunidad microbiana asociada al cultivo de cacao, y que pueden actuar como antagonistas naturales. Estas bacterias son formadoras de endosporas, pueden producir enzimas líticas que degradan la pared celular e inhiben el crecimiento de patógenos de cacao, y tienen la habilidad de colonizar los cultivos y persistir en ellos mientras suprimen la enfermedad (Tirado, 2016).

Las investigaciones realizadas para reducir la incidencia de *Moniliophthora roreri* en el cacao indican que es una enfermedad causada por hongos y estos al momento de infestar las mazorcas de cacao no se notan a simple vista por lo que se deben realizar actividades preventivas como son las podas y aplicación de fungicidas de baja toxicidad que no impidan el normal desarrollo de la floración y fructificación del cultivo de cacao ya que este cultivo está produciendo permanentemente durante todo el año y si no se mantienen bajos los niveles de infestación se pueden tener pérdidas de hasta el 80% en la producción de mazorcas pequeñas y grandes y hasta pueden generar frutos abortados (Figuerola, 2017).

El diagnóstico de *Moniliophthora roreri* (monilia) en el cultivo de cacao en el Valle de Hacha del cantón San Vicente indica que los productores cacaoteros de la zona no conocen como ataca el hongo, tampoco realizan podas sanitarias al cultivo, no tienen

conocimientos sobre las características del hongo como se presenta y se desarrolla en las mazorcas de cacao y que con temperaturas altas y días lluviosos esta enfermedad se desarrolla rápidamente y especialmente en los frutos que tienen más de tres meses y cuando está presente la enfermedad utiliza funguicidas químicos para su control ocasionando que los insectos benéficos y polinizadores migren y bajen el nivel de fecundación de las flores y posteriormente el cuajado de frutos, por lo que indican que es importante capacitarse en manejo y control de *Moniliophthora roreri* (Figueroa, 2017).

2.3.5. De los productos aplicados.

2.3.5.1. *Bacillus subtilis*.

Ingrediente activo: *Bacillus subtilis* cepa QST 713

Grupo: Fungicida biológico

Concentración: 1.368% p/v (13,68 g/L)

Formulación: Suspensión concentrada (SC)

Clasificación toxicológica: No es toxico

Banda toxicológica: Verde (Bayer, 2011).

a. Mecanismo de acción:

La antibiosis es el principal mecanismo de acción del *Bacillus subtilis* contra los patógenos, a través de la formación de lipopéptidos antifúngicos como la sulfactina, iturina y fengicinas, otros mecanismos pocos conocidos es la competencia por espacio, inducción de resistencia y promotor de crecimiento (Bayer, 2011).

2.3.5.2. Triadimenol + Tebuconazole.

Ingrediente activo: Triadimenol + Tebuconazole

Grupo químico: Triazol

Concentración: 7.5% + 22.5%

Formulación: Concentrado emulsionable (EC)

Clasificación toxicológica: III

Banda toxicológica: Azul

Toxicidad aguda: oral DL (Bayer, 2011).

a. Modo de acción.

Es un fungicida eficaz con efecto sistémico. Se absorbe por los ectodesmos y luego se transporta vía xilema a todo el vegetal. Es de efecto preventivo, curativo y erradicante. Inhibidor de la biosíntesis del ergosterol (Bayer, 2011).

2.3.5.3. Fosetil de Aluminio.

Ingrediente activo: Fosetil Al

Grupo químico: Ácido fosfórico

Concentración: 800 g/kg

Formulación: Gránulos Dispersables (WG)

Clasificación toxicológica: III

Banda toxicológica: Azul

Toxicidad aguda: oral DL (FARMEX, 2015).

a. Modo de acción.

A través de las hojas y/o raíces de la planta actúa inhibiendo la germinación de esporas y/o bloqueando el desarrollo del micelio y de la esporulación, su modo de acción refuerza y estimula las defensas de la planta, por lo que tiene acción en la interface hospedero-patógeno donde se detiene el crecimiento micelial (FARMEX, 2015).

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de la investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y un diseño experimental, con el objetivo de establecer relaciones de causa y efecto entre los tratamientos aplicados (controlador biológico y agroquímicos) y el control de las enfermedades del cacao, tales como la moniliasis, la mazorca negra y la escoba de bruja. Este enfoque permitió manipular las variables independientes (tipos de tratamientos: *Bacillus subtilis*, Tebuconazole + Triadimenol, y Fosetil Al) para observar su impacto en las variables dependientes, como la incidencia y abundancia de las enfermedades, el número de frutos sanos e infectados, el peso de las almendras, y el rendimiento general del cultivo. La aplicación de este diseño experimental permitió obtener resultados claros y objetivos sobre la efectividad de cada tratamiento en el control de las plagas y enfermedades mencionadas.

3.2. Tipo y nivel de investigación

El estudio es de tipo aplicado y nivel explicativo, ya que su principal objetivo es determinar cómo los tratamientos, tanto biológicos como agroquímicos, influyen en el control de las enfermedades del cacao en la región de Ucayali, Perú. Se utilizó un diseño completamente experimental, lo que permitió controlar de manera rigurosa las condiciones ambientales del campo experimental y, de esta manera, asegurar que los resultados fueran válidos y confiables. Este enfoque permitió observar las respuestas fisiológicas y de crecimiento del cacao bajo las diferentes condiciones de tratamiento, asegurando una evaluación precisa del impacto de cada intervención sobre las enfermedades.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población estuvo constituida por 468 plantas de cacao, ubicadas en un área de 4212 m², con un distanciamiento de 3 x 3 metros. Estas plantas fueron seleccionadas de acuerdo con su aptitud para el proceso de evaluación experimental, asegurando que las condiciones fueran homogéneas para todos los tratamientos.

3.3.2. Muestra

La muestra consistió en 252 plantas de cacao, seleccionadas de la población total. Para cada tratamiento experimental, se tomaron 12 plantas por tratamiento, lo que resultó en un total de las 21 unidades experimentales. El tamaño de la muestra se determinó utilizando la fórmula estándar de cálculo de tamaño muestral, lo que permitió asegurar que los resultados fueran representativos y estadísticamente válidos.

3.4. Componentes en estudio

En esta investigación se evaluaron plántones de cacao clon CCN-51, sometidos a tres tipos de tratamientos (control biológico y agroquímicos) y se aplicaron en distintas fases lunares. Los componentes principales en estudio fueron:

3.5. Tratamientos en estudio

El experimento consistió en siete tratamientos, derivados de la combinación de los tres tratamientos principales (biológicos y agroquímicos) con un control cultural. Los tratamientos fueron:

Tabla 1*Tratamientos en estudio*

Tratamientos	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis	Intervalo
T1	Control Cultural (Testigo).	-	-	
T2+T1	Serenade ASO.	<i>Bacillus subtilis</i>	1 L/ ha	15 días
T3+T1	Serenade ASO.	<i>Bacillus subtilis</i>	2 L/ ha	15 días
T4+T1	Silvacur combi 300 EC.	Tebuconazole + Triadimenol	0.5 L/ ha	15 días
T5+T1	Silvacur combi 300 EC.	Tebuconazole + Triadimenol	0.75 L/ ha	15 días
T6+T1	Aliette 80 WG.	Fosetil Al	1 kg / ha	15 días
T7+T1	Aliette 80 WG.	Fosetil Al	2 kg / ha	15 días

Nota: Combinación de los factores en estudio

Cada tratamiento se aplicó cada 15 días, comenzando desde la fase de floración hasta la cosecha, para evaluar su impacto sobre las variables dependientes, como la incidencia de las enfermedades, el número de frutos sanos e infectados, el peso de las almendras y el rendimiento

3.6. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un **Diseño Completamente Aleatorizado con Arreglo Factorial (DBCA)**, donde se evaluaron tres tipos de tratamientos (control biológico con *Bacillus subtilis* y dos agroquímicos, *Tebuconazole* + *Triadimenol* y *Fosetil Al*), cada uno con dos dosis (baja y alta), más un control cultural (sin tratamiento), lo que

resultó en un total de 7 tratamientos. Cada uno de estos tratamientos fue replicado tres veces, lo que permitió un análisis robusto y fiable. Este diseño factorial 3×2 permitió analizar los efectos individuales de los tratamientos y sus dosis, así como las interacciones entre estos factores, sobre las variables dependientes como la incidencia de enfermedades y el rendimiento de las almendras del cacao. Las unidades experimentales fueron asignadas aleatoriamente a las parcelas de la investigación, garantizando la validez estadística de los resultados obtenidos.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + D_j + (TD)_{ij} + C_k + (TC)_{ik} + (DC)_{jk} + (TDC)_{ijk} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor observado de la variable dependiente en la **i-ésima** repetición del tratamiento **i**, con la **j-ésima** dosis, y el **k-ésimo** nivel del control cultural.

μ = Media general de la variable dependiente

T_i = Efecto del **i-ésimo** tratamiento (control biológico, control químico 1, control químico 2).

D_j = Efecto del **j-ésimo** nivel de dosis (baja o alta).

$(TD)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el **i-ésimo** tratamiento y la **j-ésima** dosis.

C_k = Efecto del **k-ésimo** nivel de control cultural (sin tratamiento).

$(TC)_{ik}$ = Efecto de la interacción entre el **i-ésimo** tratamiento y el **k-ésimo** nivel de control cultural.

$(DC)_{jk}$ = Efecto de la interacción entre el **j-ésimo** nivel de dosis y el **k-ésimo** nivel de control cultural.

$(TDC)_{ijk}$ = Efecto de la interacción tripartita entre el tratamiento, dosis y

control cultural.

ε_{ijk} = Error experimental o residual asociado a la **i-ésima** repetición del tratamiento.

3.6.1. Área de cada unidad experimental.

Cada unidad experimental estuvo conformada por un área total de 108 m².

Largo: 12 m.

Ancho: 9 m

Área: 108 m²

3.6.2. Dimensión total del experimento.

Largo: 108 m.

Ancho: 39 m.

Área total del experimento: 4212 m²

Números de tratamientos: 7

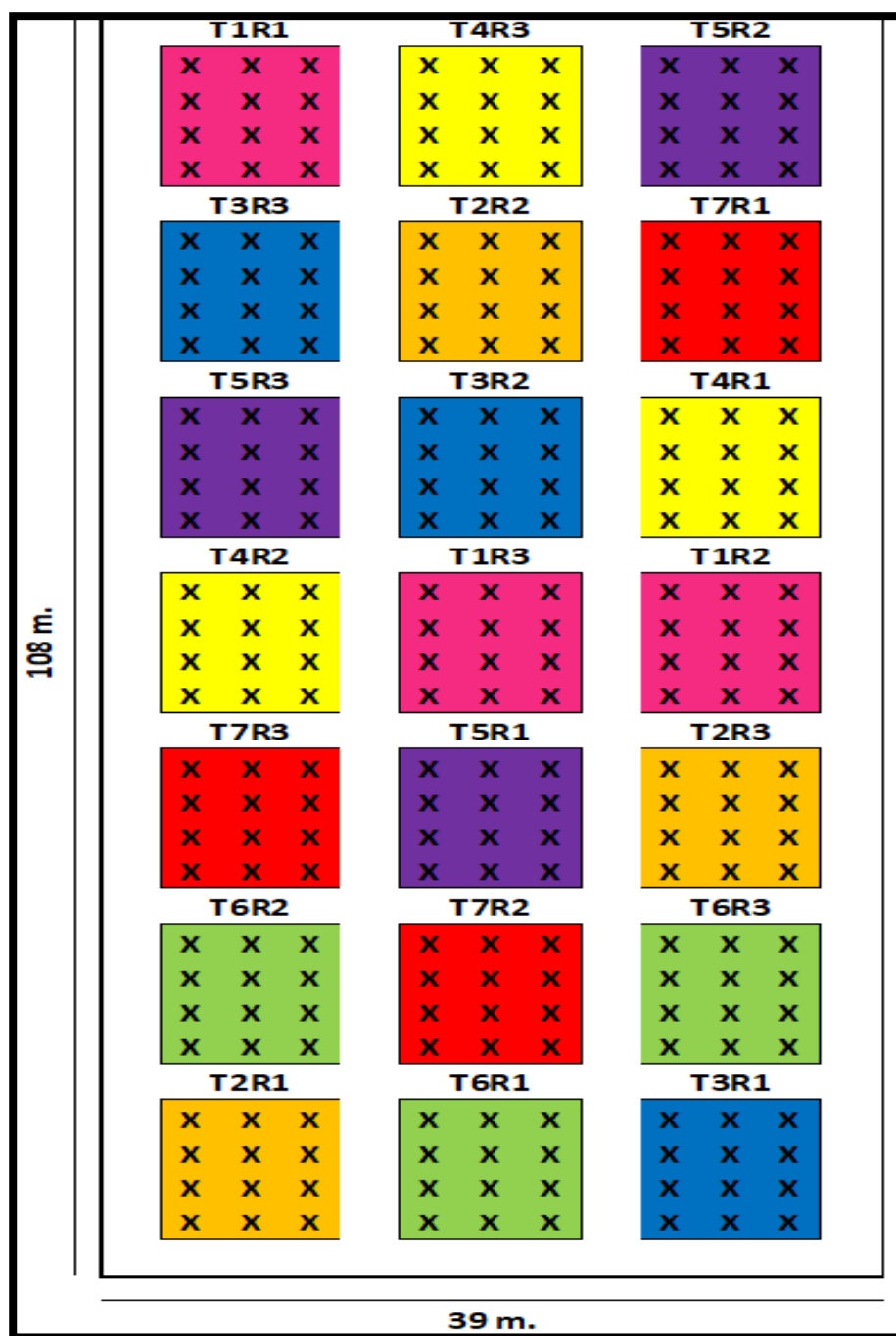
Nº de repeticiones: 3

Nº de unidades experimentales: 12

Distanciamiento entre planta y planta: 3 m x 3 m (tresbolillos). Cada tratamiento separado por un surco – borde.

Figura 6

Croquis de la distribución de los tratamientos y repeticiones.



3.7. Análisis de la variancia

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias significativas entre los tratamientos. Posteriormente, se realizó una comparación de medias utilizando la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, lo que permitió interpretar los efectos de los tratamientos de manera precisa y confiable.

Tabla 2

Descripción del análisis de la variancia de la investigación

Factores de Variabilidad (FV)	Símbolos de GL	Grados de libertad
Factor A	$(A - 1)$	$3 - 1 = 2$
Factor B	$(B - 1)$	$2 - 1 = 1$
Interacción (A x B) + Testigo	$(A - 1)(B - 1)$	$(3-1)(2-1) + 1 = 3$
Error	$A \times B - T(r - 1)$	$((3 \times 2) + 1)(3-1) = 14$
Total	$((A \times B) + T) \times r - 1$	$((3)(2) + 1)(3) - 1 = 20$

3.8. Ejecución del experimento

3.8.1. Ubicación del campo experimental.

El proyecto de investigación se realizó en el Caserío San Andrés, Km 50 de la Carretera Federico Basadre, interior 13 km margen derecha, distrito de Campo Verde, provincia Coronel Portillo, región Ucayali.

Figura 7

Ubicación de lugar de la investigación



3.8.2. Duración del experimento.

La fase experimental del presente trabajo de investigación tuvo una duración de 7 meses, iniciándose en diciembre del 2018 y culminando en junio del 2019.

3.8.3. Condiciones climáticas.

Durante los meses que se desarrolló el proyecto de investigación, la mayor temperatura media fue de 27.5 °C en el mes de abril y el menor promedio fue de 26.6 °C en el mes de enero, febrero y marzo. La heliofania de mayor cantidad fue en el mes de junio con 6 horas sol día y la más baja fue en el mes de enero de 2.8 horas sol día. La precipitación mensual más baja fue en mayo con 85.5 mm todo el mes y la más alta fue 329.2 mm en enero. La precipitación promedio de enero de 2019 a junio del mismo año, fue de 209.5 mm (Estación Meteorológica UNU, 2019).

Tabla 3

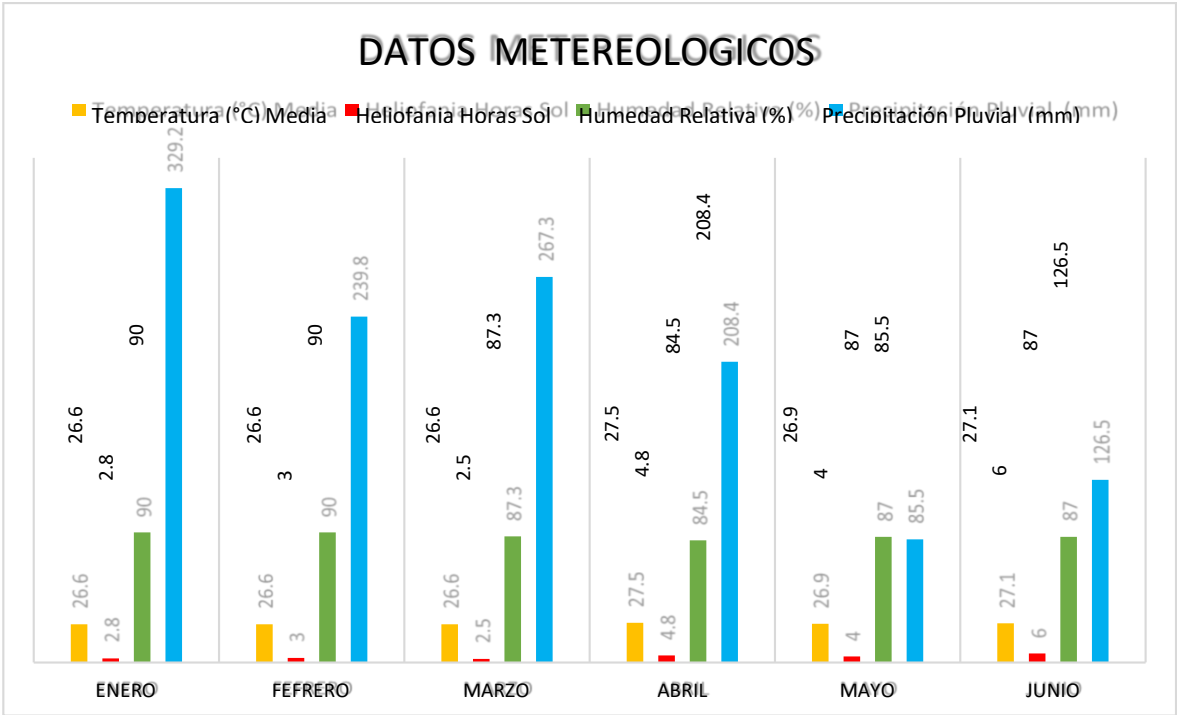
Datos meteorológicos en el periodo de estudio

Meses	Temperatura (°C)			Heliofania	Humedad Relativa	Precipitación Pluvial
	Máxima	Mínima	Media	Horas Sol	(%)	(mm)
ENERO	30.5	22.8	26.6	2.8	90	329.2
FEBRERO	30.6	22.8	26.6	3.0	90	239.8
MARZO	30	23.2	26.6	2.5	87.3	267.3
ABRIL	31.7	23.3	27.5	4.8	84.5	208.4
MAYO	31.3	22.6	26.9	4.0	87	85.5
JUNIO	32	22.2	27.1	6.0	87	126.5
PROMEDIO	31.02	22.82	26.9	3.9	87.6	209.5

Fuente: Estación Meteorológica UNU (2023).

Figura 8

Comportamiento de los datos meteorológicos



3.8.4. Demarcación del experimento.

Para el experimento, dentro de la plantación se seleccionó un área de 4212 m² y se eligió 12 plantas para cada tratamiento, siendo un total de 7 tratamientos. Todas las plantas útiles de los experimentos fueron identificadas con cintas de diferentes colores, donde se indicaron los tratamientos.

3.8.5. Desmalezado de la parcela experimental.

En el mes de diciembre se procedió a deshierbar con un machete todo el perímetro para luego realizar la poda por cada parcela de tratamiento. El desmalezado se realizó cada dos meses durante el desarrollo del trabajo de investigación.

3.8.6. Fertilización

Esta actividad se realizó después de desmalezado de la parcela y antes de podar para obtener resultados favorables en la producción.

3.8.7. Poda

La poda se realizó en el mes de diciembre antes que hubiera más floración en las plantas, se utilizó tijera de podar telescópica incluido serrucho, se realizó la poda a todas las ramas que estuvieron muy altas y con mala formación, dejando plantas sin podar como borde de entre parcelas, cada herramienta utilizada fue desinfectada con hipoclorito de sodio 5%.

3.8.8. Deschuponeo.

Se eliminó los brotes tiernos que se emitieron de los costados del tallo de la planta de cacao, con la ayuda de una tijera de podar.

3.8.9. Evaluación de mazorcas por tratamientos.

De acuerdo con las parcelas según tratamientos y repeticiones se contabilizo todas las mazorcas sanas menores de 10 cm y mayores a 10 cm; como también mazorcas con síntomas de moniliasis, mazorca negra, escoba de bruja y/o abortos menores a 10 cm y mayores a 10 cm (moniliasis, mazorca negra). Las mazorcas maduras sanas se contabilizaron como cosechadas y las mazorcas enfermas se le removió y contabilizo.

3.8.10. Recolección de mazorcas infectadas.

Se recolecto del suelo y de las plantas frutos de cacao con síntomas de moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja estos se colocaron en costales, con mucho cuidado en donde se llevó a una poza para luego ser eliminados haciendo uso de algunas enmiendas (cal agrícola).

La frecuencia de remoción de frutos infectados por moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja, se realizó cada 15 días para todos los tratamientos.

3.8.11. Cosecha de mazorcas maduras.

Las mazorcas maduras se cosecharon con tijera de podar o con la herramienta llamada pico de loro, para luego llevarlo en un lugar donde se juntaron todos los frutos ya cosechados de cacao, después se descocaba con un machete para sacar las almendras y ser recolectados en un balde para luego ponerlos en sacos para la fermentación en 5 días.

3.8.12. Momento y frecuencia de aplicación.

Los productos se aplicaron en la fase fenológica de floración y fructificación, se realizó 1 aplicación cada 15 días de los productos por tratamiento. Se realizó la evaluación de incidencia de infección cada 15 días en un periodo de 6 meses.

Para la fumigación se utilizó una mochila fumigadora con capacidad de 20 litros. La fumigación se realizó dirigidos al tronco y ramas del árbol de cacao a una altura 1 a 2 metros aproximadamente donde se encontraron los frutos en formación.

3.9. Variables estudiadas.

3.9.1. Variables independientes.

Controlador biológico Serenade ASO (*Bacillus subtilis*): De acuerdo a la dosis a evaluar se aplicó de 1 L/ha y 2 L/ha, cada 15 días después de la poda hasta la cosecha a través de pulverizaciones con una bomba de fumigar que estuvieron dirigidos a las ramas, tallos, cojinetes florales y frutos.

Controlador químico Silvacur combi 300 EC (Tebuconazole + Triadimenol): Se aplicó dos dosis 0.5 L/ha y 0.75 L/ha cada 15 días después de la poda hasta la cosecha, a través de pulverizaciones con una bomba de fumigar que estuvieron dirigidos a las ramas, tallos, cojinetes florales y frutos.

Controlador químico Aliette 80 WG (Fosetil Al): Se aplicó dos dosis de 1 kg/ha y 2 kg/ha cada 15 días después de la poda hasta la cosecha, a través de pulverizaciones con una bomba de fumigar que estuvieron dirigidos a las ramas, tallos, cojinetes florales y frutos.

3.9.2. Variables dependientes.

3.9.2.1. Incidencia

La incidencia de las enfermedades de moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja se contabilizó frutos sanos y enfermos por cada tratamiento.

La incidencia se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Incidencia} = \frac{\text{Frutos infectados/árbol}}{\text{Total de frutos evaluados}} \times 100$$

3.9.2.2. Escala de abundancia

Se contó número de mazorcas enfermas por moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja por planta en cada tratamiento.

3.9.2.3. Número total de mazorcas

Se contó la cantidad de mazorcas cosechadas por árbol mayores de 10 cm y menores de 10 cm entre mazorcas sanas y enfermas por cada tratamiento; las evaluaciones se realizaron cada 15 días.

3.9.2.4. Numero de mazorcas infectadas

Se seleccionó y contabilizo por planta los frutos que presentan síntomas de moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja.

3.9.2.5. Peso de 100 almendras

De las almendras que se extrae por cada una de mazorcas se seleccionó 100 almendras en donde se procederá a tomar el peso por tratamiento el cual será expresado en gramos (g).

3.9.2.6. Rendimiento

De los frutos cosechados sanos fueron partidos para extraer sus almendras, luego se pesó haciendo uso de una balanza considerándose estos pesos como peso de almendra húmeda. Para obtener el peso seco de almendra se multiplicará por el valor comúnmente utilizado (0.40) sugerida por (Valderrama, 1990).

Peso se mazorcas (Kg): $\frac{\text{Número de frutos recolectados}}{\text{Total de frutos}}$

Peso de semillas frescas: $\frac{\text{Peso de la semillas de frutos despulpado}}{\text{Total de frutos}}$

Peso de semillas de semillas secas: $\frac{\text{Peso seco de 100 semillas}}{\text{Promedio de semillas secas}}$

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Frutos de cacao, menores de 10 centímetros.

4.1.1. Frutos de cacao menores de 10centímetros abortados.

En relación con el análisis de varianza del número de frutos abortados menores de 10 centímetros de cacao, según tratamientostal como se observa en el (Tabla 4), se logró establecer que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 2.20%, el cual indica una mayor congregación de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comprobaciones entre los distintas modelos. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9648$, esto nos indica que el 96.48% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 3.52% se debe a otrosfactores.

Los resultados encontrados en los diferentes tratamientos, relacionados a la variable número de frutos abortados menores de 10 centímetros de cacao, fueron los siguientes: El T6 (Control Cultural más 1 kilogramo de Fosetil Al por hectárea), presento el mayor promedio de frutos abortados, pero durante la última evaluación no presento frutos abortados, siendo el T1 (Control Cultural), quien presento el mayor número de frutos abortados 0.03 frutos durante la última evaluación, pero durante las evaluaciones realizadas durante los últimos 6 meses mostro una decreciente disminución de frutos abortados, los tratamientos que presentaron promedios inferiores a los demás tratamientos fueron el T3 (Control Cultural más 2 litros de *Bacillus subtilis* por hectárea), el T2 (Control Cultural más 1 litro de *Bacillus subtilis* por hectárea), el T7 (Control Cultural más 2 kilogramos de Fosetil Al por hectárea), el T5 (Control Cultural más 0.75 litros de Tebuconazole +

Triadimenol por hectárea) y finalmente el T4 (Control Cultural más 0.5 litros de Tebuconazole + Triadimenol por hectárea), presento el menor promedio de frutos de cacao menores de 10 centímetros durante los 6 meses de evaluación.

Tabla 4

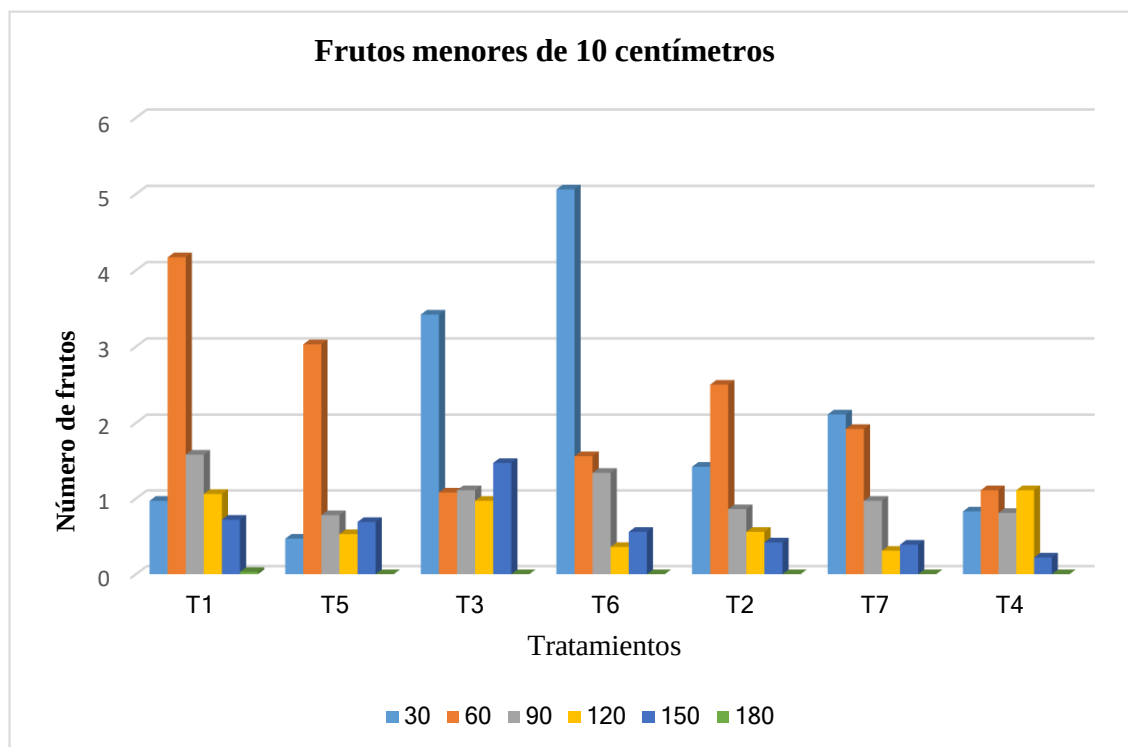
Número de frutos abortados menores de 10 centímetros de cacao, según tratamientos.

Tratamiento	Frutos menores de 10 centímetros					
	30	60	90	120	150	180
T1	0.97c	4.17a	1.58a	1.06ab	0.72b	0.03a
T5	0.47d	3.03b	0.78d	0.53bc	0.69bc	0.00b
T3	3.42ab	1.08d	1.11b	0.97b	1.47a	0.00b
T6	5.06a	1.56c	1.34ab	0.36c	0.56c	0.00b
T2	1.42bc	2.5bc	0.86c	0.56bc	0.42c	0.00b
T7	2.11b	1.92c	0.97bc	0.31c	0.39cd	0.00b
T4	0.83cd	1.11cd	0.81c	1.11a	0.22d	0.00b

Nota. Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

Figura 9

Fluctuación del número de frutos de cacao menores de 10 centímetros



4.1.2. Frutos de cacao menores de 10 centímetros con moniliasis (*Moniliophthora roreri*).

En relación con el análisis de varianza de frutos menores de 10 centímetros de cacao con moniliasis (*Moniliophthora roreri*), según tratamientos tal como se observa en el (Tabla 5), se logró establecer que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 2.1%, el cual indica una mayor congregación de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comprobaciones entre los distintos modelos. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9545$, esto nos indica que el 95.45% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 4.55% se debe a otros factores.

Tabla 5

Número de frutos menores de 10 centímetros de cacao con moniliasis (*Moniliophthora roreri*), según tratamientos.

Tratamiento	Frutos menores de 10 centímetros con moniliasis					
	30	60	90	120	150	180
T3	0.03b	0.08b	0.00c	0.03a	0.00b	0.00
T1	0.83a	0.00c	0.14ac	0.00b	0.03a	0.00
T2	0.00c	0.08b	0.00c	0.00b	0.00b	0.00
T6	0.03b	0.08b	0.00c	0.00b	0.00b	0.00
T7	0.00c	0.14a	0.11b	0.00b	0.00b	0.00
T5	0.00c	0.00c	0.00c	0.00b	0.00b	0.00
T4	0.00c	0.08b	0.00c	0.03a	0.00b	0.00

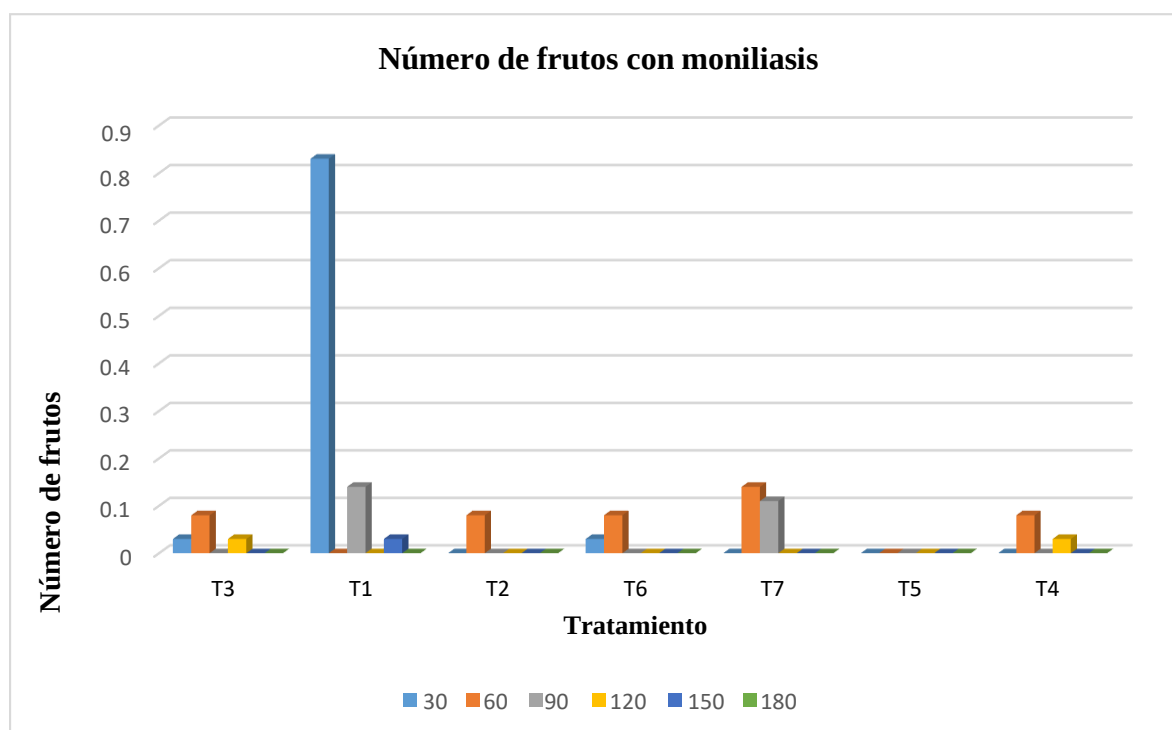
Nota. Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

Los resultados encontrados en los diferentes tratamientos, relacionados a la variable número de frutos menores de 10 centímetros de cacao con moniliasis (*Moniliophthora roreri*), según tratamientos fueron los siguientes: El T1 (Control Cultural), presento el mayor número de frutos con moniliasis (*Moniliophthora roreri*), durante los días 30, 90, y 150 días de evaluación, y solo los días 60, 120 y 180 días no se presentaron frutos de con moniliasis (*Moniliophthora roreri*), seguido del T7 (Control Cultural más 2 kilogramos de Fosetil Al por hectárea), quien solo presento presencia de moniliasis durante los días 60 y 90, el T4 (Control Cultural más 0.5 litros de Tebuconazole + Triadimenol por hectárea), el T6 (Control Cultural más 1 kilogramo de Fosetil Al por hectárea) y el T3 (Control Cultural más 2 litros de *Bacillus subtilis* por hectárea), presentaron el mismo promedio de frutos con moniliasis y durante el último mes de evaluación todos los tratamientos no presentaron

presencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), en frutos menores de 10 centímetros. T5 (Control cultural más 0.75 litros Tebuconazole + triadimenol por hectárea) no presento frutos menores de 10 centímetros con moniliasis durante los seis meses de evaluación. Al respecto, se han descrito bacterias pertenecientes al género *Bacillus* entre otras, que muestran una coexistencia con la comunidad microbiana asociada al cultivo de cacao, y que pueden actuar como antagonistas naturales.

Figura 10

*Fluctuación del número de frutos de cacao menores de 10 centímetros con moniliasis (*Moniliophthora roreri*).*



4.1.3. Frutos de cacao menores de 10 centímetros con mazorca negra (*Phytophthora palmivora*).

En relación con el análisis de varianza del número de frutos menores de 10cm, según tratamientos tal como se observa en el (Cuadro 06), se logró establecer que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 8.4%, con un coeficiente de determinación $R^2 = 0.9868$, esto nos indica que el 98.68% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos.

Tabla 6

Número de frutos menores de 10 centímetros de cacao con mazorca negra (Phytophthora palmivora), según tratamientos.

Tratamiento	Frutos menores de 10 centímetros con mazorca negra					
	30	60	90	120	150	180
T2	1.03b	0.03c	1.03b	0.03c	0.00c	0.00
T7	0.00d	0.00d	0.58d	0.00d	0.00c	0.00
T6	0.00d	0.00d	0.61c	0.11a	0.00c	0.00
T5	0.00d	0.03c	1.36a	0.03c	0.17a	0.00
T4	0.00d	0.11b	1.03b	0.03c	0.00c	0.00
T3	1.39a	0.14ab	0.94bc	0.06b	0.06b	0.00
T1	0.03c	0.53a	1.19ab	0.06b	0.00c	0.00

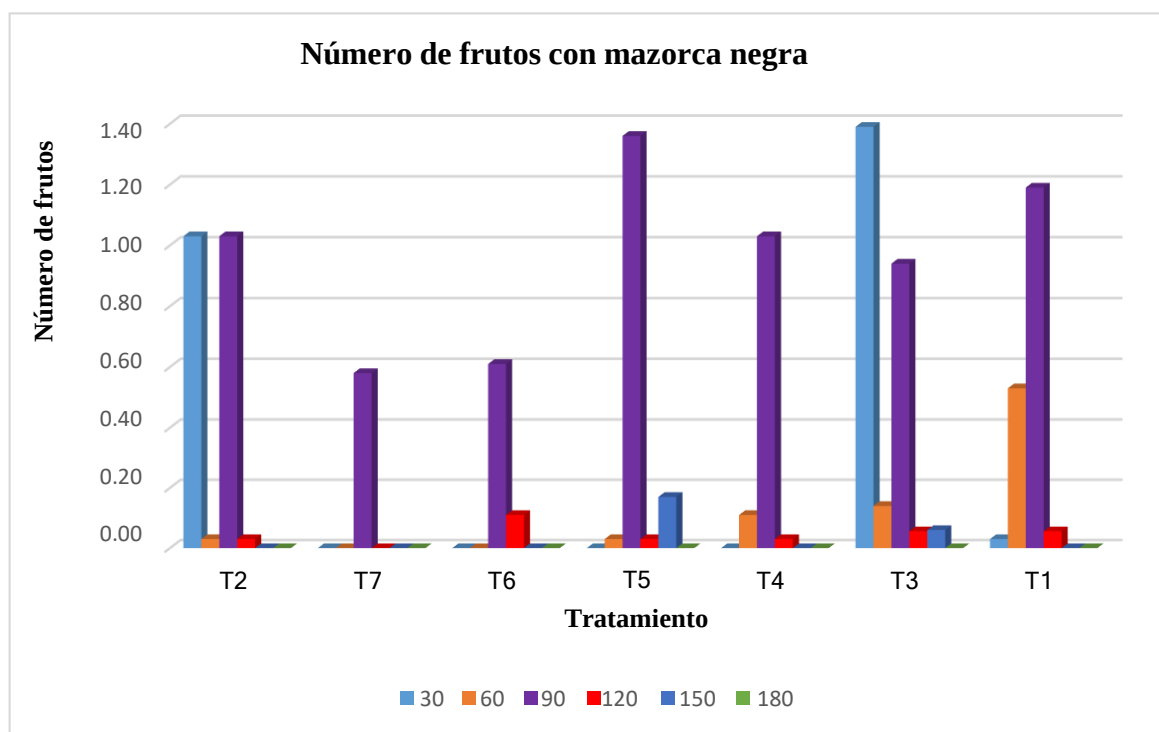
Nota. Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

Los datos sobre el número de frutos menores de 10 centímetros de cacao con mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) según los tratamientos fueron los siguientes: El T3 (Control Cultural + 2 litros de *Bacillus subtilis* por hectárea) presentó el mayor

promedio de frutos infectados, con el último mes de evaluación siendo el único sin presencia de este patógeno. El T2 (Control Cultural + 1 litro de *Bacillus subtilis* por hectárea) mostró 4 meses de presencia de mazorca negra, con los últimos meses sin la infección. Los tratamientos T1 (Control Cultural), T5 (Control Cultural + 0.75 litros de Tebuconazole + Triadimenol por hectárea) y T4 (Control Cultural + 0.5 litros de Tebuconazole + Triadimenol por hectárea) presentaron promedios similares. Finalmente, los tratamientos T6 (Control Cultural + 1 kg de Fosetil Al por hectárea) y T7 (Control Cultural + 2 kg de Fosetil Al por hectárea) mostraron el menor promedio de frutos infectados por mazorca negra en frutos menores de 10 centímetros durante los meses de evaluación.

Figura 11

*Fluctuación del número de frutos de cacao, menores de 10 centímetros con mazorca negra (*Phytophthora palmivora*).*



4.2. Frutos de cacao mayores de 10 centímetros

4.2.1. Frutos de cacao mayores de 10 centímetros con moniliasis (*Moniliophthora roreri*).

El análisis de varianza del número de frutos mayores de 10 cm de cacao con moniliasis (*Moniliophthora roreri*), según los tratamientos (Tabla 7), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre ellos, con un coeficiente de variabilidad de 2.13%, lo que indica una baja dispersión de los datos. Además, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9864$ sugiere que el 98.64% de la variabilidad de la variable es explicada por los tratamientos, mientras que el 1.34% restante se debe a otros factores.

Tabla 7

*Número de frutos mayores de 10 centímetros de cacao con moniliasis (*Moniliophthora roreri*), según tratamientos.*

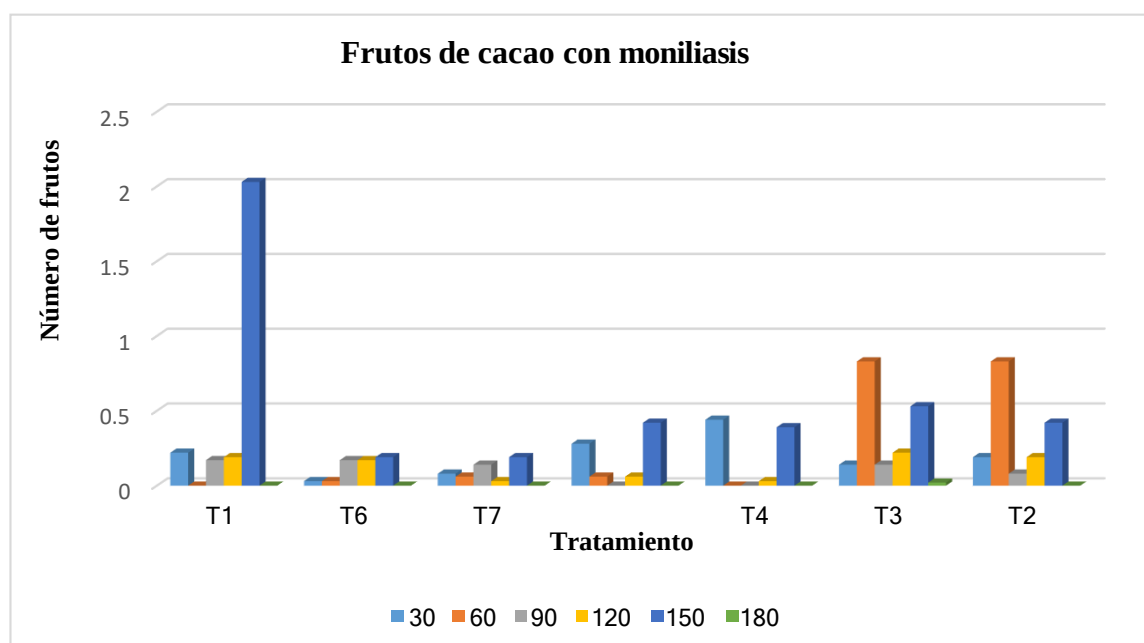
Tratamiento	Frutos mayores de 10 centímetros con moniliasis					
	30	60	90	120	150	180
T1	0.22ab	0.00d	0.17a	0.19ab	2.03a	0.00b
T6	0.03d	0.03c	0.17a	0.17b	0.19d	0.00b
T7	0.08c	0.06b	0.14b	0.03c	0.19d	0.00b
T5	0.28ab	0.06b	0.00d	0.06bc	0.42bc	0.00b
T4	0.44a	0.00d	0.00d	0.03c	0.39c	0.00b
T3	0.14bc	0.83a	0.14b	0.22a	0.53b	0.02 ^a
T2	0.19b	0.83a	0.08c	0.19ab	0.42bc	0.00b

Nota. Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

El T1 (Control Cultural) presentó el mayor promedio de moniliasis durante los 6 meses, con los meses segundo y sexto sin presencia de la enfermedad. El T2 (Control Cultural + 1 litro de *Bacillus subtilis* por hectárea) mostró moniliasis en la última evaluación, seguido por T3 (Control Cultural + 2 litros de *Bacillus subtilis* por hectárea). Los tratamientos T4 (Control Cultural + 0.5 litros de Tebuconazole + Triadimenol por hectárea) y T5 (Control Cultural + 0.75 litros de Tebuconazole + Triadimenol por hectárea) presentaron promedios similares. T6 (Control Cultural + 1 kg de Fosetil Al por hectárea) no mostró moniliasis en el último mes, mientras que T7 (Control Cultural + 2 kg de Fosetil Al por hectárea) presentó el mejor promedio y menor número de frutos infectados por moniliasis.

Figura 12

Fluctuación del número de frutos de cacao mayores de 10 centímetros con moniliasis (Moniliophthora roreri)



4.2.2. Frutos de cacao mayores de 10 centímetros con mazorca negra (*Phytophthora palmivora*).

El análisis del número de frutos mayores de 10 centímetros de cacao con mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) según los tratamientos (Tabla 8) muestra diferencias altamente significativas entre ellos, con un coeficiente de variabilidad de 9.7%, lo que indica una adecuada concentración de los datos para realizar comparaciones entre los modelos. El coeficiente de determinación $R^2 = 0.9312$ revela que el 93.12% de los valores de la variable es explicado por los tratamientos, mientras que el 6.8% restante se atribuye a otras variables que impactaron indirectamente el experimento.

Tabla 8

*Número de frutos mayores de 10 centímetros de cacao con mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), según tratamientos.*

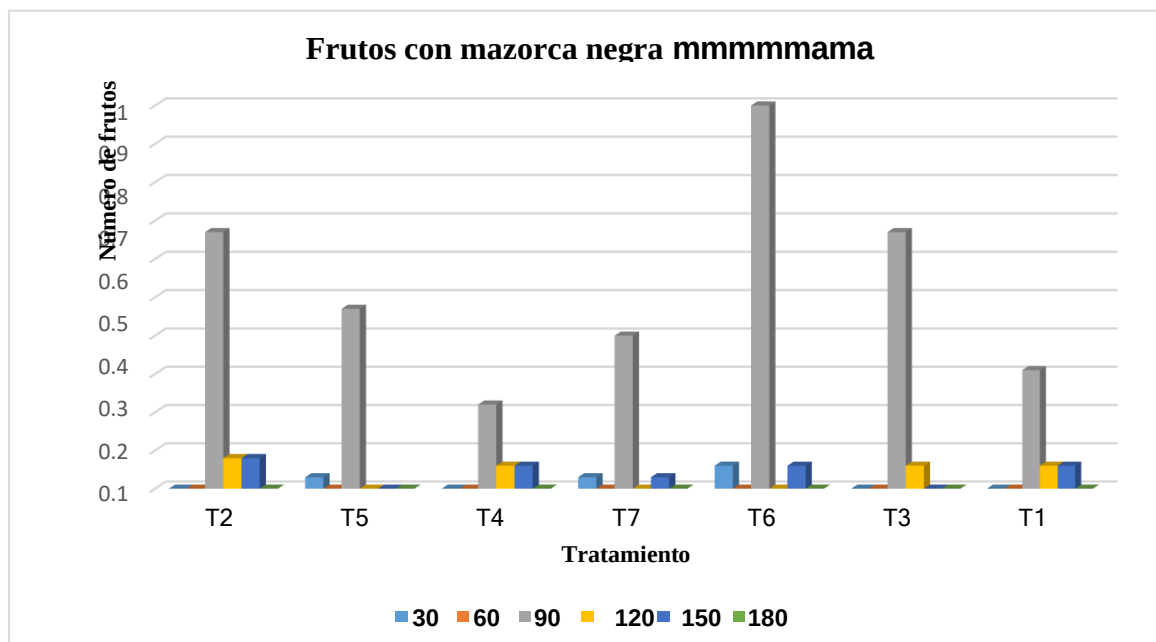
Tratamiento	Frutos mayores de 10 centímetros con mazorca negra					
	30	60	90	120	150	180
T2	0.00c	0.00	0.67ab	0.08a	0.08 ^a	0.00
T5	0.03b	0.00	0.47b	0c	0d	0.00
T4	0.00c	0.00	0.22d	0.06b	0.06ab	0.00
T7	0.03b	0.00	0.40bc	0c	0.03c	0.00
T6	0.06a	0.00	1.00a	0c	0.06ab	0.00
T3	0.00c	0.00	0.67ab	0.06b	0.00d	0.00
T1	0.00c	0.00	0.31c	0.06b	0.06ab	0.00

Nota. Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

Los datos encontrados en los diferentes tratamientos, relacionados a la variable número de frutos mayores de 10 centímetros de cacao con mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), según tratamientos, fueron los siguientes: El T6 (Control Cultural más 1 kilogramo de Fosetil Al por hectárea), fue el tratamiento que presentó el mayor número de frutos mayores de 10 centímetros de cacao con mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), siendo este el tratamiento menos eficiente, seguido del T2 (Control Cultural más 1 litro de *Bacillus subtilis* por hectárea), T3 (Control Cultural más 2 litros de *Bacillus subtilis* por hectárea), presentaron promedios similares, no presentando diferencias significativas durante la última evaluación, el T5 (Control Cultural más 0.75 litros de Tebuconazole + Triadimenol por hectárea), y el T7 (Control Cultural más 2 kilogramos de Fosetil Al por hectárea), presentaron el mismo promedio de frutos mayores de 10 centímetros infectados por mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), el T1 (Control Cultural), fue más eficiente que los tratamientos anteriormente mencionados, siendo solo superado por el T4 (Control Cultural más 0.5 litros de Tebuconazole + Triadimenol por hectárea), quien presentó el menor número de frutos con mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), durante los seis meses de evaluación. Al respecto, Perdomo (2014) afirma que el Tebuconazol (Folicur) mostró menores porcentajes de incidencia (2.40%) de frutos totales y es estadísticamente más eficiente respecto los tratamientos con *T. harzianum*, Óxido cuproso, y la combinación de dos aplicaciones de óxido cuproso/*T. harzianum* y el testigo, asimismo, el Tebuconazol (Folicur) presentó el más alto rendimiento con 1250.80 kg ha⁻¹ de la almendra seca sana.

Figura 13

Fluctuación del número de frutos de cacao mayores de 10 centímetros con mazorca negra (Phytophthora palmivora).



4.3. Incidencia de enfermedades en frutos de cacao.

4.3.1. Incidencia de enfermedades en frutos de cacao menores de 10 centímetros con moniliasis (*Moniliophthora roreri*).

El análisis de la incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en frutos de cacao menores de 10 centímetros según los tratamientos (Tabla 9) revela diferencias altamente significativas entre ellos, con un coeficiente de variabilidad de 18.89%, lo que indica una concentración adecuada de los datos para realizar comparaciones entre los modelos. El coeficiente de determinación $R^2 = 0.9524$ muestra que el 95.24% de los valores de la variable es explicado por los tratamientos, mientras que el 4.76% restante se atribuye a otras variables que afectaron indirectamente el experimento.

Tabla 9

*Incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), según tratamientos en frutos de cacao, menores de 10 centímetros.*

Tratamiento	Incidencia de moniliasis en (%)					
	30	60	90	120	150	180
T1	4.19a	0.00d	3.50b	0.00c	3.00a	0.00
T2	0.00d	0.95bc	0.00c	0.00c	0.00b	0.00
T3	0.14b	1.35b	0.00c	1.52b	0.00b	0.00
T4	0.00d	0.70cd	0.00c	1.92 ^a	0.00b	0.00
T5	0.00d	0.00d	0.00c	0.00c	0.00b	0.00
T6	0.13c	0.76c	0.00c	0.00c	0.00b	0.00
T7	0.00d	1.56a	6.01a	0.00c	0.00b	0.00

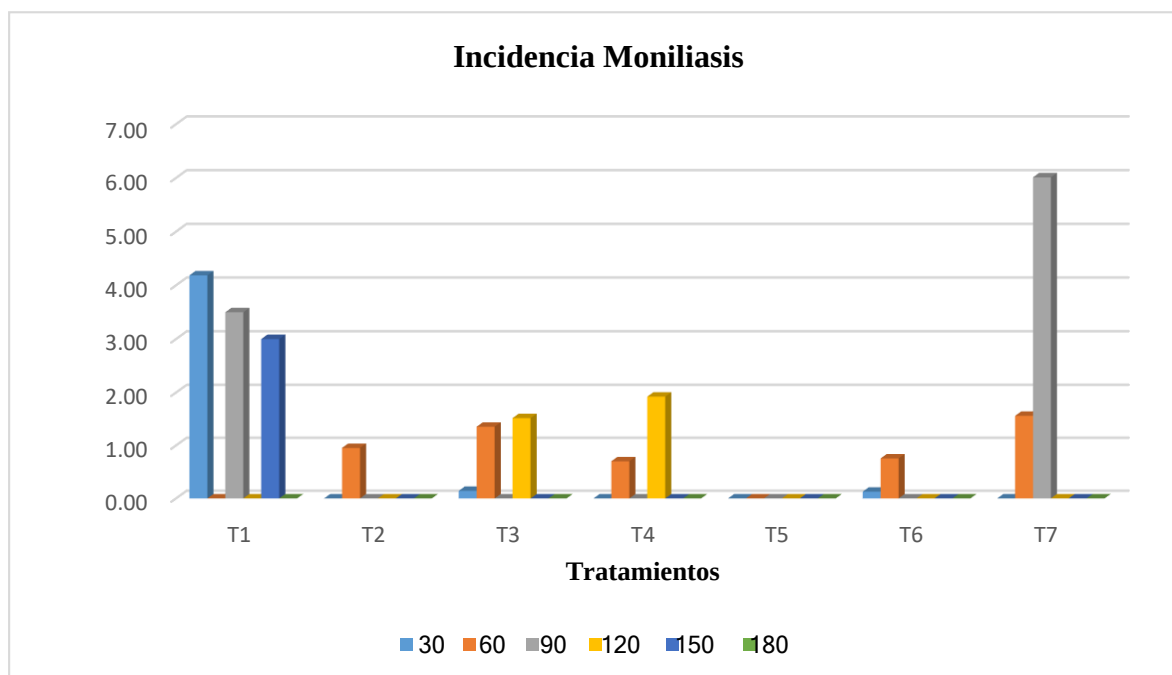
Nota. Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

Los datos encontrados en los diferentes tratamientos, relacionados a la variable Incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), según tratamientos en frutos de cacao menores de 10 centímetros, fueron los siguientes: El T1 (Control Cultural), presento la mayor incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), durante los 6 meses de evaluación, pero durante el último mes no presento incidencia de este patógeno, el T7 (Control Cultural más 2 kilogramos de Fosetil Al por hectárea), presento la mayor incidencia con 6.01% de (*Moniliophthora roreri*), pero durante el mes 1, 4, 5 y 6 no presentaron incidencia de este patógeno, el T3 (Control Cultural más 2 litros de *Bacillus subtilis* por hectárea), presento incidencia de este patógeno durante tres meses de este patógeno, pero durante los últimos dos meses no presentaron incidencia de este patógeno, el T4 (Control Cultural más 0.5 litros de

Tebuconazole + Triadimenol por hectárea), presento menos incidencia que los anteriores tratamientos, presentando 4 meses sin incidencia de este hongo, el T2 (Control Cultural más 1 litro de *Bacillus subtilis* por hectárea) y el T6 (Control Cultural más 1 kilogramo de Fosetil Al por hectárea), presentaron promedios similares, el T5 (Control Cultural más 0.75 litros de Tebuconazole + Triadimenol por hectárea), fue el mejor tratamiento durante los seis meses de evaluación, donde no se observó incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), durante los seis meses de evaluación.

Figura 14

*Incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), en frutos de cacao, menores de 10 centímetros*



4.3.2. Incidencia de enfermedades en frutos de cacao menores de 10 centímetros con mazorca negra (*Phytophthora palmivora*).

En relación con el análisis de la incidencia de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), según tratamientos en frutos de cacao menores de 10 centímetros tal como se observa en el (Tabla 10), se puede establecer que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 7.20%, el cual indica una mayor congregación de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comprobaciones entre los distintos modelos. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9854$, esto nos indica que el 98.54% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 1.46% se debe a otras variables que afectaron de forma indirecta al experimento.

Tabla 10

Incidencia de mazorca negra (Phytophthora palmivora), según tratamientos en frutos de cacao, menores de 10 centímetros.

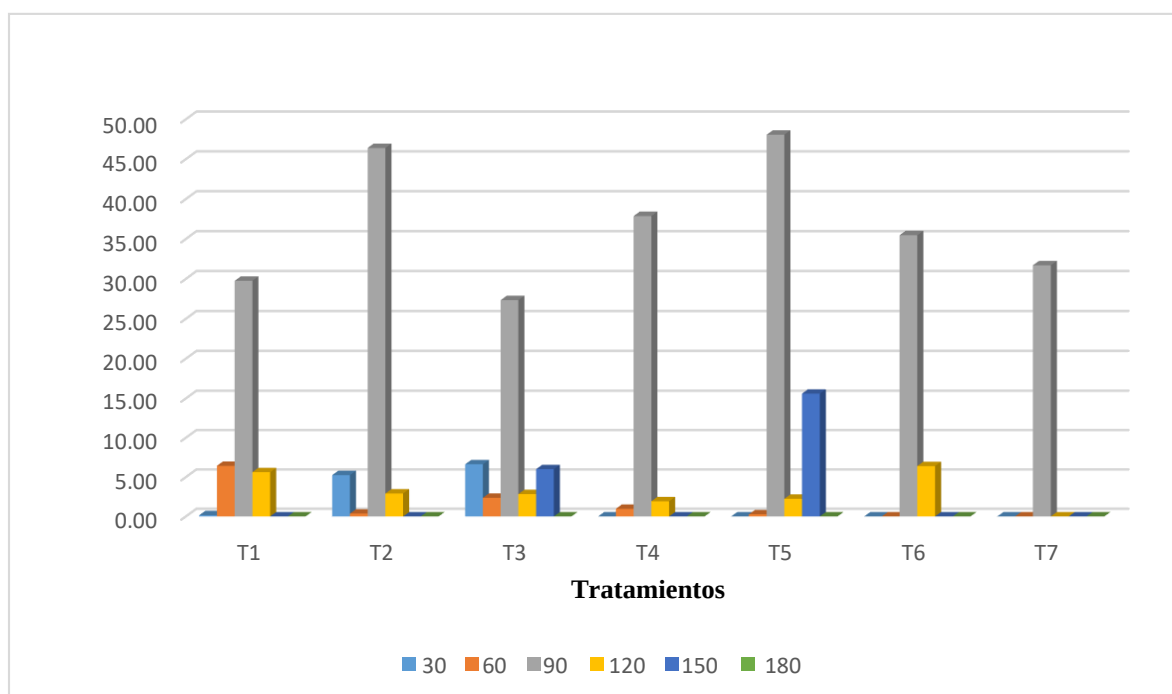
Tratamiento	Incidencia de mazorca negra en (%).					
	30	60	90	120	150	180
T1	0.15c	6.42a	29.75c	5.62b	0.00c	0.00
T2	5.24b	0.36cd	46.40ab	2.91bc	0.00c	0.00
T3	6.63a	2.37b	27.33d	2.83bc	6.00b	0.00
T4	0.00d	0.96c	37.87b	1.92cd	0.00c	0.00
T5	0.00d	0.27cd	48.06a	2.24c	15.60a	0.00
T6	0.00d	0.00d	35.47b	6.40a	0.00c	0.00
T7	0.00d	0.00d	31.69bc	0.00d	0.00c	0.00

Nota. Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

Los datos sobre la incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en frutos de cacao menores de 10 centímetros según los tratamientos fueron los siguientes: El T5 (Control Cultural + 0.75 litros de Tebuconazole + Triadimenol por hectárea) presentó el mayor número de frutos infectados, alcanzando el nivel más alto en el tercer mes con 48.06%, pero sin incidencia al sexto mes. El T2 (Control Cultural + 1 litro de *Bacillus subtilis* por hectárea) mostró un aumento en el tercer mes, aunque menor que el T5. Los tratamientos T3, T1, T4 y T6 tuvieron una incidencia de 0.00% al sexto mes, mientras que el T7 (Control Cultural + 2 kg de Fosetil Al por hectárea) presentó incidencia solo en el tercer mes.

Figura 15

Incidencia de mazorca negra (Phytophthora palmivora), en frutos de cacao, menores de 10 centímetros



4.3.3. Incidencia de enfermedades en frutos de cacao mayores de 10 centímetros con moniliasis (*Moniliophthora roreri*).

El análisis de la incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en frutos de cacao mayores de 10 centímetros según los tratamientos (Tabla 11) muestra diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variabilidad de 7.56%, lo que indica una adecuada concentración de los datos para comparaciones entre los modelos. El coeficiente de determinación $R^2 = 0.9856$ revela que el 98.56% de los valores de la variable es explicado por los tratamientos, mientras que el 1.44% restante se debe a otras variables que influyeron indirectamente en el experimento.

Tabla 11

*Incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), según tratamientos en frutos de cacao, mayores de 10 centímetros.*

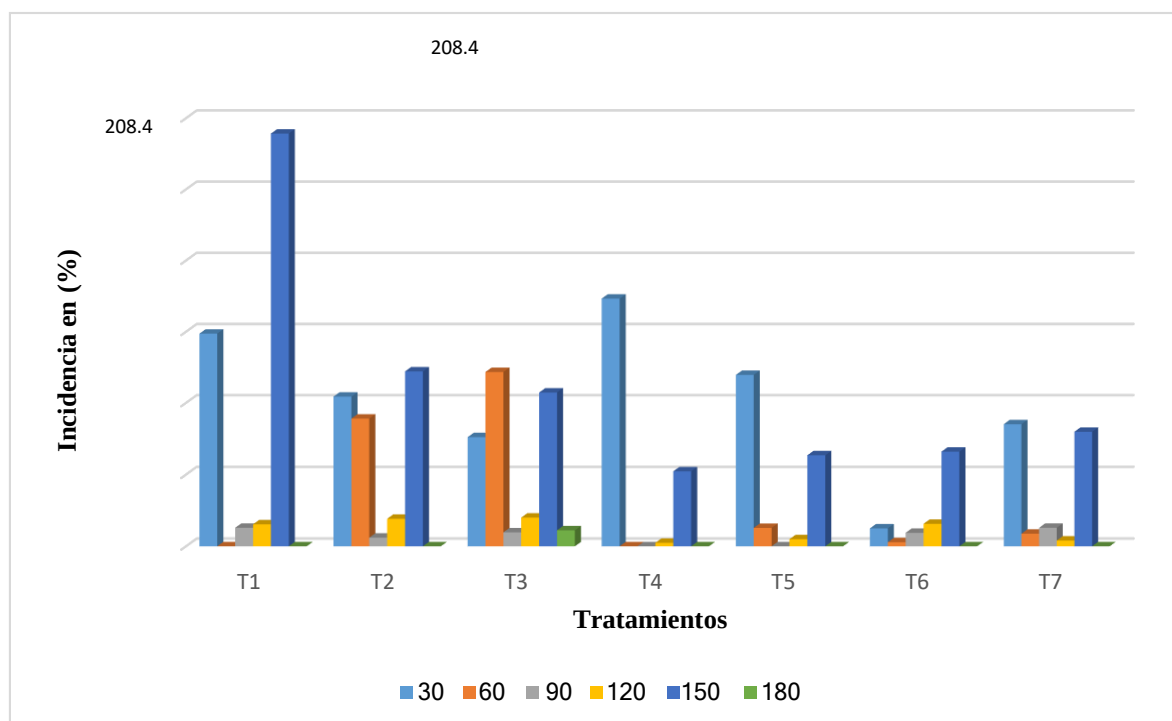
Tratamiento	Incidencia de moniliasis en (%).					
	30	60	90	120	150	180
T1	29.73b	0.00e	2.58a	3.07b	57.83a	0.00b
T2	20.88c	17.81b	1.20c	3.83ab	24.42b	0.00b
T3	15.22cd	24.34a	1.94b	4.00a	21.46c	2.22a
T4	34.65a	0.00	0.00d	0.48d	10.46e	0.00b
T5	23.93bc	2.56c	0.00d	0.99c	12.69ed	0.00b
T6	2.50d	0.56d	1.88bc	3.14b	13.19ed	0.00b
T7	17.02cd	1.75cd	2.57ab	0.80cd	15.97d	0.00b

Nota. Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

Los datos encontrados en los diferentes tratamientos, relacionados a la variable Incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), según tratamientos en frutos de cacao, mayores de 10 centímetros, fueron los siguientes: En relación a los frutos mayores de 10 centímetros estos presentaron mayor incidencia que los frutos menores de 10 centímetros, siendo el T3 (Control Cultural más 2 litros de *Bacillus subtilis* por hectárea) el tratamiento que presentó mayor incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), durante los seis meses e incluso el único que presentó incidencia el último mes de evaluación con 2.22% de incidencia, seguido del T1 (Control Cultural), quien presentó 4 meses de incidencia, siendo el quinto mes el más alto con 57.83% de frutos infectados siendo este la incidencia más alta presentado en todos los tratamientos estudiados, T2 (Control Cultural más 1 litro de *Bacillus subtilis* por hectárea), presentó una incidencia al primer tratamiento, siendo el quinto mes el más crítico con 24.42% de frutos infectos por moniliasis (*Moniliophthora roreri*), seguido de los tratamientos T4 (Control Cultural más 0.5 litros de Tebuconazole + Triadimenol por hectárea), T5 (Control Cultural más 0.75 litros de Tebuconazole + Triadimenol por hectárea) y T7 (Control Cultural más 2 kilogramos de Fosetil Al por hectárea), quienes presentaron su nivel crítico el primer mes con una incidencia de 34.65%, 23.93% y 17.02% frutos infectados, pero no presentando incidencia el último mes de evaluación, el mejor tratamiento para el control de la incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), en condiciones de campo fue el T6 (Control Cultural más 1 kilogramo de Fosetil Al por hectárea), quien presentó menor incidencia que los tratamientos mencionados anteriormente, presentando su mes más crítico el quinto mes con 13.19% siendo este incluso menor que los promedios presentados por otros tratamientos en sus meses más críticos, durante los seis meses de evaluación.

Figura 16

*Incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), en frutos de cacao, mayores de 10 centímetros*



4.3.4. Incidencia de enfermedades en frutos de cacao mayores de 10 centímetros mazorca negra (*Phytophthora palmivora*).

El análisis de la incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en frutos de cacao mayores de 10 centímetros según los tratamientos (Tabla 12) muestra diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variabilidad de 8.02%, lo que indica una adecuada concentración de los datos para realizar comparaciones entre los modelos. El coeficiente de determinación $R^2 = 0.9867$ muestra que el 98.67% de los valores de la variable es explicado por los tratamientos, mientras que el 1.33% restante se debe a otras variables que influyeron indirectamente en el experimento.

Tabla 12

Incidencia de mazorca negra (Phytophthora palmivora), según tratamientos en frutos de cacao, mayores de 10 centímetros.

Tratamiento	Incidencia de mazorca negra en (%).					
	30	60	90	120	150	180
T1	0.00d	0.00	4.70d	0.97c	1.71d	0.00
T2	0.00d	0.00	10.01b	1.61a	4.65a	0.00
T3	0.00d	0.00	9.31c	1.09b	0.00e	0.00
T4	0.00d	0.00	3.26e	0.97c	1.61d	0.00
T5	2.56c	0.00	6.67cd	0.00d	0.00e	0.00
T6	5.00b	0.00	11.04a	0.00d	4.17b	0.00
T7	6.38a	0.00	7.34cd	0.00d	2.52c	0.00

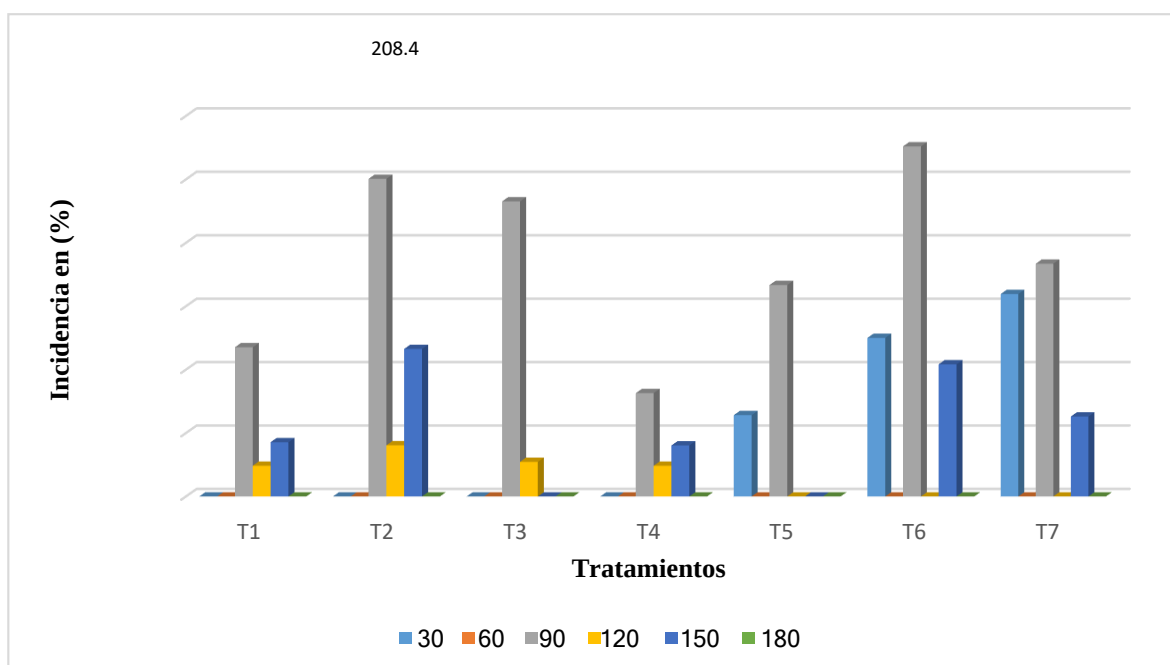
Nota. Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

Los datos sobre la incidencia de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) en frutos de cacao mayores de 10 centímetros según los tratamientos fueron los siguientes: Los frutos mayores de 10 centímetros mostraron menor incidencia que los menores de 10 centímetros. El T6 (Control Cultural + 1 kg de Fosetil Al por hectárea) presentó la mayor incidencia, alcanzando el nivel más alto en el tercer mes con 11.04%, seguido por el T2 (Control Cultural + 1 litro de *Bacillus subtilis* por hectárea) y T7 (Control Cultural + 2 kg de Fosetil Al por hectárea), con incidencias críticas del 10.01% y 7.43%, respectivamente. Los tratamientos T3 (Control Cultural + 2 litros de *Bacillus subtilis* por hectárea) y T5 (Control Cultural + 0.75 litros de Tebuconazole + Triadimenol por hectárea) mostraron menor incidencia, con un 9.31% y 6.67%, respectivamente, en el tercer mes. El T1 (Control

Cultural) presentó la menor incidencia, alcanzando su mayor nivel en el tercer mes con 4.70%. Finalmente, el T4 (Control Cultural + 0.5 litros de Tebuconazole + Triadimenol por hectárea) fue el tratamiento más efectivo, con la menor incidencia en todo el periodo de evaluación.

Figura 17

Incidencia de mazorca negra (Phytophthora palmivora), en frutos de cacao, mayores de 10 centímetros



4.4. Rendimiento de semillas de cacao

El análisis del rendimiento del fruto y semillas secas según los tratamientos (Tabla 13) muestra diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variabilidad de 10.67%, lo que indica una adecuada concentración de los datos para realizar comparaciones entre los modelos. El coeficiente de determinación $R^2 = 0.7660$ revela que el 76.60% de los valores de la variable es explicado por los tratamientos, mientras que el 23.4% restante se

debe a otras variables que impactaron indirectamente el experimento.

Tabla 13

Biometría del fruto de cacao, según tratamiento.

Tratamiento	Peso de mazorca (kg)	Peso de semillas frescas (g)	Número de semillas/mazorca	Peso semilla seca (g)
1	0.88c	250.00ab	51b	1.47ab
2	1.42b	218.30c	51b	1.28bc
3	0.85d	250.00ab	53a	1.39b
4	0.88c	238.33bc	50c	1.43ab
5	2.15a	228.30bc	50c	1.38b
6	1.96ab	200.00d	50c	1.19d
7	1.39bc	268.30a	48d	1.64 ^a

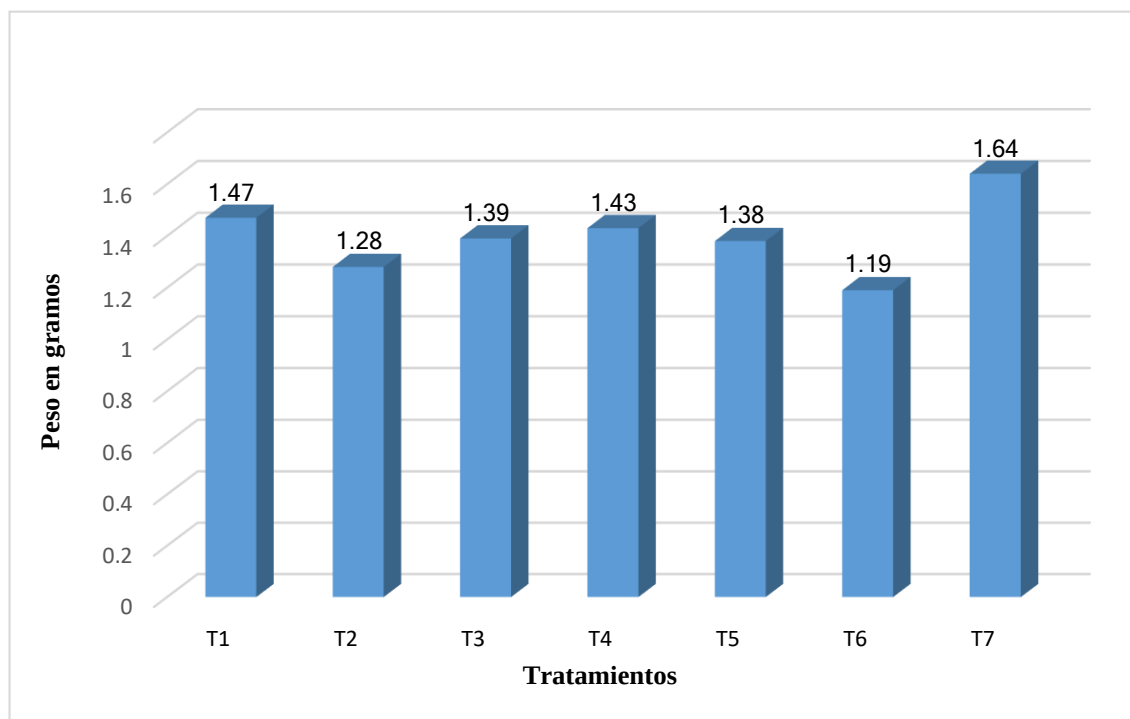
Nota. Letras iguales no presentan diferencias significativas. Tukey $p \leq 0,05$

En relación a los resultados obtenidos relacionados a la biometría del cacao, se determinó que el T7 (Control Cultural más 2 kilogramos de Fosetil Al por hectárea), presento el mayor peso de semillas frescas y secas en gramos con promedio de 268.30 gramos/mazorca y 1.64 gramos de semilla de cacao seco, seguido del T1 (Control Cultural), quien presento el segundo mayor peso de grano seco con 1.47 gramos y no presentando diferencias significativas con el T4 (Control Cultural más 0.5 litros de Tebuconazole + Triadimenol por hectárea), quien obtuvo un peso de 1.43 gramos, el T3 (Control Cultural más 2 litros de *Bacillus subtilis* por hectárea) y el T5 (Control Cultural más 0.75 litros de Tebuconazole + Triadimenol por hectárea), no presentaron diferencias significativas, con pesos de 1.39 y 1.38 gramos en la semilla seca de cacao, el T2 (Control

Cultural más 1 litro de *Bacillus subtilis* por hectárea) y el T6 (Control Cultural más 1 kilogramo de Fosetil Al por hectárea).

Figura 18

Peso de granos seco de cacao según tratamiento



CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la efectividad de diferentes tratamientos para el control de enfermedades fúngicas en el cultivo de cacao, específicamente *Moniliophthora roreri* (moniliasis), *Phytophthora palmivora* (mazorca negra) y *Crinipellis perniciosa* (escoba de bruja), mediante el uso de control biológico y químico. Los tratamientos evaluados incluyeron diversas combinaciones de *Bacillus subtilis*, *Trichoderma spp.*, y Fosetil Al, junto con prácticas culturales como la poda. A continuación, se discuten los resultados obtenidos en relación con las principales variables evaluadas en el estudio.

5.1. Incidencia de enfermedades: Moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja

Los resultados del estudio muestran que los tratamientos aplicados lograron reducir significativamente la incidencia de las principales enfermedades fúngicas que afectan al cacao, entre ellas *Moniliophthora roreri* (moniliasis), *Phytophthora palmivora* (mazorca negra), y *Crinipellis perniciosa* (escoba de bruja). En particular, el tratamiento con *Bacillus subtilis* y *Trichoderma spp.* mostró una reducción notable en la incidencia de moniliasis, lo cual es coherente con estudios previos que han destacado la capacidad de estas bacterias y hongos en la inhibición del crecimiento de patógenos fúngicos (Medina, 2022; Figueroa, 2017). Los resultados obtenidos en el presente estudio, en los que se observó una incidencia de moniliasis más alta en el control cultural (T1) y una reducción significativa en los tratamientos con *Bacillus subtilis* (T2) y *Trichoderma spp.* (T3, T4), coinciden con los estudios de Tirado (2016) y Chamorro (2018), quienes enfatizan el potencial de estos agentes biológicos como una alternativa eficaz y sostenible para el control de enfermedades fúngicas en el cacao.

Asimismo, en el caso de la mazorca negra, el tratamiento con Fosetil Al (T6 y T7) mostró una notable reducción en la incidencia de *Phytophthora palmivora*, lo que se alinea con los hallazgos de Perdomo (2014), quienes reportaron que Fosetil Al es particularmente eficaz para el control de *Phytophthora* spp.. Esto sugiere que, a pesar de la presencia de diferentes patógenos, el uso de tratamientos específicos como Fosetil Al puede desempeñar un papel crucial en la protección de las mazorcas, no solo al prevenir la infestación, sino también al mejorar el rendimiento del cacao.

En términos de la escoba de bruja, la reducción en la incidencia observada en este estudio refleja la importancia de implementar prácticas de manejo integrado de plagas (MIP), tal como se sugiere en investigaciones previas. La combinación de control biológico y prácticas culturales como la poda puede actuar sinérgicamente para reducir las pérdidas causadas por esta enfermedad, que en estudios previos ha sido asociada con una caída significativa en la productividad del cacao (Figuerola, 2017).

5.2. Escala de abundancia

La escala de abundancia, que mide la severidad de las infecciones, fue significativamente más baja en los tratamientos que incluyeron *Trichoderma* spp. y *Bacillus subtilis*, lo que concuerda con lo informado por Arriaga (2024), quienes observaron una disminución en la severidad de las infecciones en cacao cuando se aplicaron estos agentes biológicos. Esto se debe, en parte, a la capacidad de estos organismos para competir por nutrientes con los patógenos, reduciendo así su capacidad para colonizar las plantas de cacao. Además, *Trichoderma* spp. ha mostrado ser eficaz en la inducción de respuestas sistémicas de resistencia en las plantas, lo que permite a las mismas defenderse de las infecciones fúngicas (Medina, 2022).

La reducción significativa en la abundancia de las infecciones en los tratamientos con combinaciones biológicas también respalda la idea de que el manejo integrado, que combina agentes biológicos con tratamientos químicos como Fosetil Al, tiene un potencial considerable para minimizar la severidad de las enfermedades del cacao sin comprometer la salud ambiental. Este enfoque tiene implicaciones prácticas para la agricultura sostenible, ya que reduce la dependencia de pesticidas químicos, los cuales pueden tener efectos adversos sobre el ecosistema y la salud humana.

5.3. Número total de mazorcas y mazorcas infectadas

En cuanto al número total de mazorcas y mazorcas infectadas, los tratamientos con *Bacillus subtilis* y *Trichoderma spp.* demostraron un efecto positivo al reducir la cantidad de frutos infectados por *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora palmivora*. Este hallazgo es consistente con las investigaciones de Castro (2021) y Parra et al. (2025), quienes han reportado que los tratamientos biológicos, especialmente aquellos basados en *Trichoderma* y *Bacillus*, son eficaces para controlar la incidencia de enfermedades y, por lo tanto, mejorar la productividad de las plantas de cacao. Los tratamientos con Fosetil Al también mostraron buenos resultados, especialmente en los primeros meses de evaluación, lo que sugiere que su uso en combinación con otros métodos de control biológico podría ser una estrategia altamente efectiva para el manejo de la moniliasis y otras enfermedades del cacao.

5.4. Peso de 100 frutos y rendimiento

Los resultados en cuanto al peso de 100 almendras y el rendimiento del cacao

mostraron que los tratamientos con Fosetil Al (T7) y *Bacillus subtilis* (T2) tuvieron el mejor rendimiento en términos de peso de semillas secas, lo que respalda la hipótesis de que el control efectivo de las enfermedades conduce a una mejora en la calidad y cantidad del fruto. Estos hallazgos están en consonancia con los de Mendoza (2023), quienes encontraron que los tratamientos biológicos, cuando se combinan adecuadamente con prácticas culturales, pueden aumentar significativamente el rendimiento del cacao. Esto refuerza la importancia de un enfoque integrado para mejorar la productividad del cacao a largo plazo.

Es importante destacar que, aunque los tratamientos con *Bacillus subtilis* y Fosetil Al mejoraron el rendimiento de las semillas de cacao, el tratamiento con *Trichoderma spp.* no mostró una diferencia estadísticamente significativa en cuanto al peso de las semillas, lo que sugiere que, aunque *Trichoderma spp.* es altamente eficaz en el control biológico, su impacto en el rendimiento podría depender de factores adicionales, como las condiciones ambientales y el tipo de patógeno presente. Este resultado subraya la necesidad de un enfoque personalizado para el manejo de las enfermedades en función de las características específicas del cultivo y el ambiente

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

Se concluye lo siguiente:

- La investigación demostró que los agroquímicos y las labores culturales son efectivos para controlar la moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja en cacao. El *Bacillus subtilis* no mostró un control significativo, sugiriendo que se deben ajustar las dosis y la frecuencia de aplicación para mejorar su efectividad.
- El uso de *Bacillus subtilis* no resultó en un control efectivo de la moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja en cacao. Los resultados indicaron que las dosis y la frecuencia aplicadas no fueron suficientes para reducir de manera significativa la incidencia de estas enfermedades.
- El tratamiento con Tebuconazole + Triadimenol a 0.5 litros por hectárea redujo significativamente la mazorca negra y la cantidad de frutos abortados. Fosetil Al a 1 kg por hectárea mostró un control efectivo sobre la moniliasis, y Fosetil Al a 2 kg por hectárea mejoró el rendimiento en términos de peso de grano seco por mazorca.
- La aplicación de las labores culturales en el control de la moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja del cacao, demostró que disminuye significativamente el daño causado por moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), en frutos menores y mayores de 10 centímetros, ya que al final de las evaluaciones presentaba una incidencia de 0% en todas las variables estudiadas.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y conclusiones obtenidas, se recomienda lo siguiente:

- Realizar la poda de las plantas de cacao (*Theobroma cacao*), por lo menos una vez al año ya que se ha demostrado que influye significativamente en la disminución de la cantidad de fuente de inóculo que causan enfermedades al fruto de cacao.
- Se recomienda la aplicación controlada del T4 (Control Cultural más 0.5 litros de Tebuconazole + Triadimenol por hectárea), como medida de control de emergencia cuando la incidencia de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), se encuentre causando pérdidas significativas en las plantaciones de cacao.
- Si se desea utilizar *Bacillus subtilis* (controlador biológico) en enfermedades en cacao se recomienda aplicaciones constantes cada dos o tres meses como máximo, ya que se ha demostrado que una o dos aplicaciones por año no son lo suficientemente eficiente como para mantener las pérdidas de fruto por debajo del daño económico.
- Repetir los ensayos realizados en diferentes clones de cacao, y en diferentes condiciones ambientales, y por tiempos más prolongados.
- Se recomienda realizar ensayo en análisis de costos y rentabilidad de los agroquímicos a emplear.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aime, M. y Phillips-Mora, W. 2005. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) from a new lineage of Marasmiaceae. Society of America. 97:1012-1022.
- Alianza Cacao Perú. 2017. Implementación del Programa de Instalación de Áreas de Cacao Aromático y el comportamiento del mercado a nivel Internacional y Nacional. Foro: Evento Regional: Investigación, Transferencia y Extensión Tecnológica, herramientas para la innovación del cacao en la Región Huánuco.
- Aquino Camacho, T. (2022). Control de las principales plagas en frutos de *Theobroma cacao* (Cacao) clon ccn-51 en plantación de producción orgánica, Alto Pendencia. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
<https://hdl.handle.net/20.500.14292/3202>
- Arciniega, J. 2017. Propuesta de manejo integrado de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del cacao (*Theobroma cacao*) en Santo Domingo de las Tsachilas. Universidad Central del Ecuador, Facultad Ciencias Agrícolas, Carrera de Ingeniería Agronómica. Quito — Ecuador.
- Arriaga Escobar, E.R. (2024). Estrategia de biocontrol con microorganismos de montaña en afectaciones de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). [Trabajo de integración, Ing. Agropecuario, Universidad Estatal Península de Santa Elena].
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/12961>

- Avilés Párraga, D.D. (2020). Evaluación del potencial de un microencapsulado en masa de *Trichoderma* spp., para el biocontrol de *Moniliophthora roreri* a través de ensayos in vitro e in vivo. [Tesis Magister en Biociencias Aplicadas, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/55227>
- Bartley, B. 2005. The genetic diversity of cacao and its utilization. Cabi Publishing. Massachusetts, United States of America. 357 pp.
- Batista, L. 2009. Guía Técnica el Cultivo de Cacao en la República Dominicana. CEDAF. Santo Domingo, República Dominicana. 250 pp.
- CABI. 2016. Crop Protection Compendium. Global module 7nd. Edition CAB International. UNK.
- Carrera, S. 2016. Caracterización de *Moniliophthora roreri* Evans et al. y evaluación de alternativas de control biológico en cacao, para la Amazonía ecuatoriana. Tesis para optar grado científico de doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Central Marta Abreu de las Villas.Santa Clara — Cuba. 150 pp.
- Castro Vásquez, M.J. (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. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Agraria del Ecuador].
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CASTRO%20VASQUEZ%20MARTIN%20JACKSON.pdf>
- Cedeño, S. 2011. CMAA international cocoa conference. la revolución del cacaoCCN —

51 en el Ecuador. Ecuador: Industrial Agrícola Cañas.

Chamorro Oña, M. D. 2018. Evaluación de programas fitosanitarios junto a una práctica cultural para el control de *Moniliophthora roreri* en cacao (*Theobroma cacao*) (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

Chamorro, O. 2018. Evaluación de programas fitosanitarios junto a una práctica cultural para el control de *Moniliophthora roreri* en cacao (*Theobroma cacao*) obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central del Ecuador. Quito — Ecuador. 97 pp.

Debouck, D., Ebert, A., Peralta, E., Barandiarán, M., Ramírez, M. 2008. La importancia de la utilización de la diversidad genética vegetal en los programas de investigación agrícola en América Latina. Informe Especial Recursos Fitogenéticos. Recursos Naturales y Ambiente 53: 46-53.

Egas, J. 2010. Efecto de la inoculación con *Azotobacter spp.* en el crecimiento de plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao*), genotipo nacional, en la provincia de Esmeraldas. Trabajo de grado presentado como requisito previo para optar al título de Ingeniero Agroindustrial. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

Enríquez, G. 2004. Cacao Orgánico: guía para productores ecuatorianos.

Enríquez, G. 2010. Cacao Orgánico. Guía para productores ecuatorianos. Quito, Ecuador. 360 pp.

Evans, H., Stalepers, J., Samson, R., y Benny, G. 1978. On the taxonomy of *Monilia roreri*: an important pathogen of *Theobroma cacao* in South America. Journal of Botany

56: 12-17.

FARMEX. 2015. Características Físicas y Químicas del Fungicida Fosetil Aluminio. 4 p.

Recuperado el 2015, de <http://www.farmex.com.pe/hojas-tecnicas/Totem.pdf>

FHIA, 2012. La Moniliasis del Cacao: el enemigo a vencer / Proyecto Promoción de Sistemas Agroforestales de Alto Valor con Cacao en Honduras. — 1a ed. — La Lima, Cortés, Honduras.

Figuerola, L. 2017. Estudio del daño de la *Moniliophthora roreri* (monilia) en la producción del cultivo de cacao en el Valle de Hacha. San Vicente. obtención del título de ingeniero agropecuario. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Manabí — Ecuador.

Hardy, F. 1961. Manual de cacao. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica. 429 pp.

Huaycho. 2012. Uso de tres bioinsecticidas para medir la efectividad en el control del chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum* Dist) bajo condiciones controladas y condiciones de campo en la estación experimental de Sapecho Alto Beni. Trabajo de grado presentado como requisito previo para optar al título de Ingeniero agrónomo. Universidad Mayor de San Andrés. La paz — Bolivia.

ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 2012. Manejo fitosanitario del cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.): Medidas para la temporada invernal. Bogotá — Colombia.

INEI. 2012. Resultados definitivos del IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Instituto Nacional de Estadística e Informática Lima, Perú. 62 p.

- Jaimes, S., y Aranzazu, H. 2010. Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia, con énfasis en monilia (*Moniliophthora roreri*). Colombia. Corpoica. 90 p.
- Jáuregui, C. 2001. Efecto de fungicidas en el control de las principales enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tingo María. Tesis Para optar el Título de: Ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María — Perú.
- Krauss, U., Ten Hoopen, M., Hidalgo, E., Martínez, A., Arroyo, C., García, J., Portuguese, A., Sánchez, V. 2003. Manejo integrado de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del cacao (*Theobroma cacao*) en Talamanca, Costa Rica. Agroforestería en las américas Vol. 10 N° 52 — 58.
- Mamani, S. 2019. *Caracterización morfológica de árboles promisorios de cacao (Theobroma cacao L.) con grados de tolerancia a moniliasis (Moniliophthora roreri Cif & par. Evans et al.) en area IIA, municipio de Palos Blancos-La Paz* (Doctoral dissertation).
- Martínez Rojas, M. K. (2021). Eficacia de la beauveria bassiana como controlador biológico del mazorquero en el cultivo de cacao, (*theobroma cacao*) en el caserio de Nuevo Progreso - distrito de Jose Crespo Y Castillo - provincia de Leoncio Prado — Huánuco 2019 — 2020. [Tesis Ing. Ambiental, Universidad de Huánuco]. <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/2831>
- Medina Pinoargote, M.A. (2022). Evaluación de la capacidad antagónica in vitro de dos

cepas de *Trichoderma* spp. frente a *Moniliophthora roreri* (Cif. & Par.) y *Phytophthora* spp. en mazorcas de *Theobroma cacao* L. [Tesis Magíster en Agronomía, Mención en Protección Vegetal, Universidad Técnica de Babahoyo].
<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/14659>

Méndez Cardona, E. S. 2018. Evaluación de podas en tres materiales de cacao (*Theobroma cacao*) clones ccn51, ssc61 e híbrido y su efecto en el desarrollo de moniliasis, (*Moniliophthora roreri*) en el municipio de Rioblanco, Tolima.

Mendoza Villanueva, C.C. (2023). Aplicación de productos alternativos para el control de Carmenta foraseminis (Mazorquero del cacao) y enfermedades en el cultivo de *Theobroma cacao* (cacao) clon ccn-51, en Santa Rosa de Shapajilla, Tingo María. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
<https://hdl.handle.net/20.500.14292/2954>

Meza Maicelo, W. (2025). Control biológico de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) empleando *Trichoderma afroharzianum* cepa CP24- 6 en cacao ecotipo indes 31 en la provincia de Utcubamba, región Amazonas. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas].
<https://hdl.handle.net/20.500.14077/4513>

Mora, S., Garcés, F. 2012. *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao. Scientia Agropecuaria, vol. 3, núm. 3, pp. 249-258. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo — Perú.

Murrieta, E., y Palma, H. 2018. Manual: Manejo integrado de la mazorca negra en el

cultivo de cacao. Programa Alianza Cacao Perú.

- Parra Cortes, C., Murcia Torrejano, V., Cerón Endo, A. ., & Caicedo Díaz, G. (2024). Evaluación de cepas de *Trichoderma* spp. para el control de *Phytophthora* spp. en *Theobroma cacao* L. en el sur de Colombia. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 16(1), 143-156. <https://doi.org/10.22490/21456453.7700>
- Peralta Murga, S.K. (20229. Evaluación de diferentes trampas caseras para el control del mazorquero (*Carmenta foraseminis*) en el cultivo de cacao en el distrito de Llochegua – Ayacucho, [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://hdl.handle.net/20.500.14597/4978>
- Perdomo Vela, 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.
- Perez, M., Peñaranda, L., Herazo, M. 2010. Impacto, manejo y control de enfermedades causadas por *Phytophthora palmivora* en diferentes cultivos. Universidad de Pamplona. Programa de microbiología.
- Phillips-Mora, W. 2003. Origin, biogeography, genetic diversity and taxonomic affinities of the cacao (*Theobroma cacao* L.) fungus *Moniliophthora roreri* (Cif.) Evans et al. as determined using molecular, phytopathological and morpho-physiological evidence. Tesis Ph.D. Londres, Inglaterra. Universidad de Reading. 349 p.
- Phillips-Mora, W., Aime, M.C., Wilkinson, M.J. 2007. Biodiversity and biogeography of the cacao (*Theobroma cacao*) pathogen *Moniliophthora roreri* in tropical America.

Plant Pathology 56: 911–922.

Phillips-Mora, W., y Cerda, R. 2011. Catálogo: enfermedades del cacao en Centroamerica. CATIE. Primera edición. Turrialba – Costa Rica 28 p.

Ponce, R. 2015. Manejo de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), considerando parámetros epidemiológicos que permitan reducir el uso de fungicidas. Tesis de obtención del título de ingeniero en horticultura y fruticultura. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.

Ramirez Sarabia, 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. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional de Ucayali]. <https://hdl.handle.net/20.500.14621/6455>

Robles, B. 2008. Validación de biopesticidas en base a bacterias epífitas para el control de la moniliasis (*Moniliophthora roreri* cif y par. Evans et al.) en el cultivo de cacao híbrido CCN 51. Tesis Ing. Agr. Escuela Politécnica del Ejército. Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA. Santo Domingo de los Colorados, EC. p 118.

Rondón, J. y Cumana, L. 2005. Revisión Taxonómica del género *Theobroma* (Sterculiaceae) en Venezuela. Acta. Bot. Venez. 28(1): 113-133.

Sánchez, F. y Garcés, F. 2012. *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao Scientia Agropecuaria, vol. 3, núm. 3, pp. 249- 258 Universidad Nacional de Trujillo - Trujillo, Perú.

Sarango, C. 2009. Efecto de tres niveles de fertilización química en el cultivo de cacao

- (*Theobroma cacao* L.), variedad ramilla CCN-51, parroquia San Jacinto del Búa — cantón Santo Domingo. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en administración y producción agropecuaria Pregrado. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- SENASICA. 2016. Escoba de bruja del cacao (*Moniliophthora perniciosa*). Dirección General de Sanidad Vegetal- Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Cd. de México. Ficha Técnica. No. 4. 20 p.
- Tirado, P. 2016. Estrategias de control de *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa* en *Theobroma cacao* L. Microbióloga industrial y ambiental, Universidad de Antioquia. ISSN 0122-8706 ISSN 2500-5308.
- UNU. 2019. Estación meteorológica de la UNU. Datos de los meses de enero a junio del 2019.
- Villamil, J., Viteri, S., Villegas, W. 2015. Aplicación de antagonistas microbianos para el control biológico de *Moniliophthora roreri* cif y par en *Theobroma cacao* L. bajo condiciones de campo. Universidad Pedagógica y tecnología de Colombia, Facultad Ciencias Agropecuarias — Programa de Ingeniería Agronómica. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellin 68(1):7441-7450.2015. Colombia.
- Yáñez, M. 2015. Estandarización de la producción de biopesticidas a base de *Bacillus subtilis* para el control de la moniliasis. Tesis para optar título de ing. Agroindustrial y de alimentos. Universidad de las Américas. Ecuador.
- Yucra Curo, J. (2023). Aplicación de *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y

Metarhizium anisopliae en *Theobroma cacao* con relación al daño de *Carmenta* spp., Kimbiri, Cusco, 2019. [Tesis Ing. Agroforestal, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5954>

Zurita, A. 2018. Eficacia del pyraclostrobin para el control de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y su efecto sobre la fisiología del cultivo de cacao. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central del Ecuador – Quito, Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de análisis de la variancia de las variables evaluadas**Tabla 14A**

Análisis ANVA de los frutos de cacao, según tratamiento menores de 10 centímetros abortos.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	0.001829	0.000305	64.00	0.000
Error	14	0.000067	0.000005		
Total	20	0.001895			

$R^2 = 96.48$ C.V. = 0.022

Tabla 15A

Análisis ANVA de los frutos de cacao, según tratamiento menores de 10 centímetros con moniliasis (*Moniliophthora roreri*).

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	0.001400	0.000233	49.00	0.000
Error	14	0.000067	0.000005		
Total	20	0.001467			

$R^2 = 95.45$ C.V. = 0.021

Tabla 16A

Análisis ANVA de los frutos de cacao, según tratamiento menores de 10 centímetros con mazorca negra (*Phytophthora palmivora*).

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	0.074829	0.012471	174.60	0.000
Error	14	0.001000	0.000071		
Total	20	0.075829			

$R^2 = 95.24$ C.V. = 0.1889

Tabla 17A

Análisis ANVA de los frutos de cacao, según tratamiento mayores de 10 centímetros con moniliasis (*Moniliophthora roreri*).

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	0.001207	0.000201	169.00	0.000
Error	14	0.000017	0.000001		
Total	20	0.001224			

$R^2 = 98.64$ C.V. = 0.0213

Tabla 18A

Análisis ANVA de los frutos de cacao, según tratamiento mayores de 10 centímetros con moniliasis (*Moniliophthora roreri*).

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	0.018137	0.003023	31.56	0.000
Error	14	0.001341	0.000096		
Total	20	0.019477			

$R^2 = 93.12$ C.V. = 0.097

Tabla 19A

Análisis ANVA de la incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), en frutos de cacao, según tratamiento menores de 10 centímetros.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	23.1429	3.85714	108.00	0.000
Error	14	0.5000	0.03571		
Total	20	23.6429			

Tabla 20A

Análisis ANVA de la incidencia de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), en frutos de cacao, menores de 10 centímetros, según tratamiento

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	625.783	104.297	1140.75	0.000
Error	14	1.280	0.091		
Total	20	627.063			

$R^2 = 98.54$ C.V. = 0.072

Tabla 21A

Análisis ANVA de la incidencia de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), en frutos de cacao, según tratamiento menores de 10 centímetros.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	12.4457	2.07429	363.00	0.000
Error	14	0.0800	0.00571		
Total	20	12.5257			

$R^2 = 98.56$ C.V. = 0.07556

Tabla 22A

Análisis ANVA de la incidencia de mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), en frutos de cacao, mayores de 10 centímetros, según tratamiento

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	60.5351	10.0892	1569.39	0.000
Error	14	0.0900	0.0064		
Total	20	60.6251			

$R^2 = 98.67$ C.V. = 0.08018

Tabla 23A

Análisis ANVA de granos secos de cacao, según tratamiento.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	0.5218	0.08696	7.64	0.001
Error	14	0.1594	0.01138		
Total	20	0.6811			

$R^2 = 76.60$ C.V. = 0.1067

Tabla 24A

Análisis ANVA del peso de mazorca del cacao, según tratamiento.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	5.10576	0.850960	189.60	0.00
Error	14	0.06283	0.004488		
Total	20	5.16860			

$R^2 = 97.26$; C.V. = 0.07

Tabla 25A

Análisis ANVA del peso fresco de semillas de cacao, según tratamiento.

F. V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	11514	1919.0	6.01	0.003
Error	14	4467	319.0		
Total	20	15981			

Anexo 2. Panel fotográfico

Figura 19A

Poda del área experimental del cultivo de cacao para el estudio

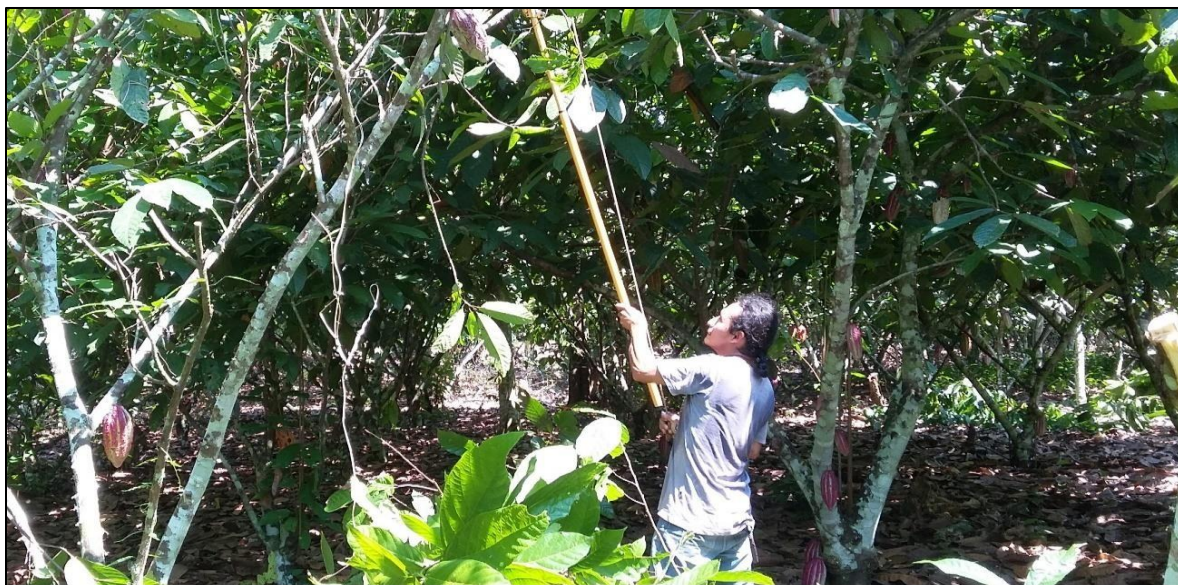


Figura 20A

Materiales e insumos utilizados para la aplicación de tratamientos



Figura 21A

Selección y ubicación de plantas de cacao, para la aplicación de tratamientos

**Figura 22A**

Evaluación de plantas de cacao, según tratamiento.



Figura 23A

Preparación de insumos utilizados para la aplicación de tratamientos

**Figura 24A**

Preparación de insumos utilizados para la aplicación de tratamientos



Figura 25A

Frutos de cacao con mazorca negra.



Figura 26A

Frutos de cacao cosechados según tratamientos



Figura 27A

Frutos de cacao con moniliasis



Figura 28A

Plantas en producción después de aplicación de tratamientos



Figura 29A

Peso de semillas frescos de cacao según tratamientos

**Figura 30A**

Inspección de parcela de cacao jurado de tesis.



Figura 31A

Inspección de parcela de cacao, por parte del propietario durante las evaluaciones.



Figura 32A

Aislamiento de estructuras de monilla en frutos de cacao.



Figura 33A

Monilla aislada a partir de frutos de cacao.

**Figura 34A**

Evaluación del peso seco de semillas de cacao.

