

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA TROPICAL



TESIS

**EFICACIA DE FUNGICIDAS EN EL CONTROL DE ESCOBA DE BRUJA
(*Moniliophthora perniciosa*) EN CONDICIONES "in vitro" Y CAMPO, EN CACAO
BLANCO (*Theobroma cacao L.*), EN ECHARATE - LA CONVENCIÓN - CUSCO**

PRESENTADO POR:

Br. JHOJAN SVEN HUAMAN PAMPAÑAUPA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGRÓNOMO TROPICAL**

ASESOR:

Mg. LUIS JUSTINO LIZÁRRAGA VALENCIA

CUSCO - PERÚ

2025



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el **Asesor** **LUIS JUSTINO LIZARRAGA VALENCIA**.....
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: "EFICACIA DE FUNGICIDAS EN EL CONTROL DE ESCOBA DE BRUJA
(Moniliophthora perniciosa) EN CONDICIONES "in vitro" Y CAMPO, EN CACAO BLANCO (*Theobroma cacao L.*)
..... EN ECHARATE - LA CONVENCIÓN - CUSCO"

Presentado por: JHOJAN SVEN HUAMAN PAMPAÑAUPA, DNI N° 74280865 ;
presentado por: DNI N°:

Para optar el título Profesional/Grado Académico deINGENIERO AGRÓNOMO TROPICAL.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por ...02... veces, mediante el Software de Similitud, conforme al Art. 6º del *Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en la UNSAAC* y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 09 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 22. de SETIEMBRE de 20.25.....

Firma

Post firma..... Luis Justino Lizarraga Valencia.....

Nro. de DNI..... 23902170.....

ORCID del Asesor..... 000.00001 - 5600 - 7998.....

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:501974742

Tesis-Moniliophthora_perniciosa.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:501974742

105 páginas

Fecha de entrega

22 sep 2025, 11:35 a.m. GMT-5

22.553 palabras

100.539 caracteres

Fecha de descarga

22 sep 2025, 11:56 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

Tesis-Moniliophthora_perniciosa.pdf

Tamaño del archivo

4.6 MB

9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- | | |
|----|---|
| 8% |  Fuentes de Internet |
| 2% |  Publicaciones |
| 5% |  Trabajos entregados (trabajos del estudiante) |

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
159 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A DIOS: Por darme la vida, sabiduría y fuerzas para seguir adelante y cumplir uno de mis primeros sueños.

Mi PADRE: Dedico la presente tesis a mi padre Ángel Huamán Delgado, quien fue la persona que me formó, me educó y me inculcó los valores morales que son parte de mi vida. Mis éxitos en esta vida son gracias a tí.

MIS ABUELOS: Elsa Delgado de Huamancari y Bernardino Huamancari Toribio, con mucho cariño y respeto.

MIS TIOS: Maritza Huamancari, Sarita Huamancari, Arnulfo Huamán, Américo Huamán, Alejo Huamancari, con todo respeto y cariño, por sus sabios consejos, Gracias por estar conmigo y apoyándome cuando lo he necesitado.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, a la Escuela Profesional de Agronomía Tropical por haberme acogido en sus aulas y a todos mis docentes por sus enseñanzas, dedicación en mi formación profesional.

Al Mgt. Luis Justino Lizárraga Valencia, docente de la Facultad de Ciencias Agrarias, por la gran contribución como asesor en la ejecución de la presente tesis.

A la Ph.D. Fanny Márquez Romero, docente de la Universidad Intercultural de Quillabamba, por confiarle la responsabilidad de realizar este trabajo de investigación y como asesora y por sus consejos siempre acertados.

Al Ing. Dilman Glicerio Paricoto Apaza, por sus indicaciones y orientaciones en el desarrollo de este trabajo.

A mi familia por brindarme su apoyo y acompañarme en todos los momentos de mi vida.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE.....	iv
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	xii
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Identificación del problema objeto de investigación.....	1
1.2. Problema general.....	1
1.2.1. Problemas específicos.....	2
OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	3
Objetivos.....	3
2.1.1 Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3
2.2. Justificación de la investigación.....	3
III. HIPÓTESIS.....	6
3.1. Hipótesis general.....	6
3.2. Hipótesis específica.....	6
IV. MARCO TEÓRICO.....	7
4.1. Antecedentes de la investigación.....	7
4.2. Bases teóricos.....	8
4.2.1. Cultivo de cacao (<i>Theobroma cacao L</i>)	8
4.2.2. <i>Moniliophthora perniciosa</i>	12
4.2.3. Descripción de los fungicidas.....	17
4.3. Marco conceptual.....	20
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
5.1. Tipo de investigación.....	21
5.2. Ubicación temporal del experimento.....	21

5.3.	Ubicación espacial.....	21
5.4.	Materiales y Métodos.....	22
5.4.1	Materiales.....	22
5.4.2.	Métodos.....	23
5.4.2.1.	Caracterización morfológica a <i>Moniliophthora perniciosa</i> , agente causal de la escoba de bruja en el cultivo de cacao blanco.....	23
5.4.2.2.	Evaluación de nueve medios de cultivo en el desarrollo micelial de <i>Moniliophthora perniciosa</i> a nivel “ <i>in-vitro</i> ”	29
5.4.2.3.	Evaluación del efecto de fungicidas en un medio de cultivo, en la inhibición de <i>Moniliophthora perniciosa</i> , a nivel “ <i>in vitro</i> ”	31
5.4.2.4.	Determinación del efecto de los fungicidas Tebuconazole Triadimenol, Oxicloruro de Cobre, Clorothalonil y poda fitosanitaria sobre la incidencia de brotes con hipertrofia causado por <i>Moniliophthora perniciosa</i> , en el cultivo de cacao blanco en condiciones de campo.....	33
VI.	RESULTADOS.....	37
6.1.	Caracterización morfológica a <i>Moniliophthora perniciosa</i> , agente causal de la escoba de bruja en el cultivo de cacao blanco.....	37
6.2.	Evaluación de nueve medios de cultivo en el desarrollo micelial de <i>Moniliophthora perniciosa</i> a nivel “ <i>in-vitro</i> ”	41
6.3.	Evaluación del efecto de fungicidas en un medio de cultivo, en la inhibición de <i>Moniliophthora perniciosa</i> , a nivel “ <i>in vitro</i> ”	46
6.4.	Determinación del efecto de los fungicidas Tebuconazole Triadimenol, Oxicloruro de Cobre, Clorothalonil y poda fitosanitaria sobre la incidencia de brotes con hipertrofia causado por <i>Moniliophthora perniciosa</i> , en el cultivo de cacao blanco en condiciones de campo.....	54
6.4.1.	Evaluación del Efecto de “poda Fitosanitaria +fungicidas”	54
6.4.2.	Evaluación del Efecto de “Fungicidas”.....	58
VII.	DISCUSIÓN.....	62
VIII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	67
X.	ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLA

1.	Tratamientos en estudio de la prueba de medios de cultivo, para <i>Moniliophthora perniciosa</i>	31
2.	Relación de productos usados a dosis baja, media y alta, para la prueba del alimento envenenado.....	33
3.	Tratamientos, identificación y número de evaluaciones del experimento.....	
	34	
4.	Resultados de aislamiento del agente causal de brotes con hipertrofia (Escoba de bruja)	37
5	Prueba de Normalidad Shapiro Will.....	
	41	
6	Prueba de kruskal-Wallis.....	
	42	
7	Comparación por pareja de medios.....	
	43	
8	Prueba de Normalidad, factorial (fungicidas x dosis)	
	46	
9	Prueba de Scheirer-Ray-hare.....	
	47	
10	Comparación por pareja de medios.....	48 11
	Prueba de Normalidad del efecto dosis en Clorothalonil.....	49
12.	ANOVA del efecto dosis en Clorothalonil.....	50
13	Prueba de Post-Hoc en comparaciones múltiples.....	
	51	
14	Prueba de Post-hoc de tukey.....	
	52	
15	Prueba de Normalidad, Raíz Cuadrada de la Incidencia.....	
	54	
16	ANOVA de la Raíz cuadrada del promedio porcentaje de la incidencia.....	
	55	
17	Comparación de parejas múltiples.....	
	56	

18	Prueba de Post-Hoc de tukey.....	57
19	Prueba de Normalidad de Incidencia de brotes con hipertrofia.....	58
20	Prueba de Kruskal-Wallis.....	59
21	Control de la incidencia de <i>Moniliophthora perniciosa</i> con fungicidas.....	59
22	Comparación por parejas de fungicidas.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Diferenciación genética y geográfica de los 10 grupos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L) en centro y sur.....	9
2.	Ciclo biológico de la Escoba de bruja del cacao (<i>Moniliophthora perniciosa</i>)	14
3.	Estrategia del manejo integrado de <i>Moniliophthora perniciosa</i> en el cultivo de cacao-Echarate. (Elaboración propia, 2024)	16
4.	Recolección de muestras de <i>Moniliophthora perniciosa</i> . A, Brote apical sano; B, Brote apical con hipertrofia; C, Brote apical con hipertrofia necrosado; D, Producción de basidiocarpo.....	25
5.	Aislamiento de <i>Moniliophthora perniciosa</i> . A, Descarga de basidiósporas en campo; B y C, Descarga de basidiósporas en placa Petri con PDA; D, Repique y purificación.....	27
6.	Esquema de aislamiento y crecimiento micelial.....	28
7.	Metodología de medición de la inhibición micelial.....	32
8.	Croquis de distribución del experimento (Elaboración propia, 2022)	35
9.	Inoculación del patógeno en plántulas de cacao blanco (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	38
10.	Inoculación del patógeno en frutos sanos en el cultivo de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)...	39
11.	Aislamiento y caracterización de <i>Moniliophthora perniciosa</i> . A, Características macroscópicas (color, forma, borde, textura); B, Características microscópicas (fibula).....	40
12.	Histograma de distribución No Paramétrica de crecimiento micelial en nueve medios de cultivo.....	41
13.	Prueba de kruskall-Wallis para muestras independientes.....	44
14.	Medios de cultivo en el desarrollo micelial de <i>Moniliophthora perniciosa</i> . A, Achiote; B, Medio de Cascara de Mazorca de Cacao; C, Medio de Coca; D, Medio de Coco; E, Medio de Frejol; F, Medio de Malt Extract Agar Base; G, Medio de Cerveza Negra (malta); H, Medio de Vegetales; I, Medio de Melaza de cacao.....	45
15.	Histograma de distribución No Paramétrica de la eficacia de fungicidas frente a la <i>Moniliophthora perniciosa</i> <i>in vitro</i>	46
16.	Prueba de Kruskall-Wallis para muestras independientes.....	49
17.	Histograma de la distribución Paramétrica del efecto dosis en Clorothalonil.....	50
18.	Inhibición micelial de la <i>Moniliophthora perniciosa</i> en prueba de envenenado (Clorothalonil) a nivel de dosis.....	52
19.	Alimento envenenado con Fungicidas a dosis baja, media y alta, 288 horas después de la siembra (HDS).....	53
20.	Histograma de la distribución paramétrica de la incidencia de <i>Moniliophthora perniciosa</i> en poda Fitosanitaria + Fungicidas.....	54
21.	Porcentaje incidencia de infección, promedio en brotes según tratamientos con Poda fitosanitaria.....	57
22.	Histograma de la distribución No Paramétrica en incidencia de <i>Moniliophthora</i>	

<i>perniciosa</i> con fungicidas.....	58
23 Prueba de kruskal-Wallis para muestras independientes.....	61

RESUMEN

El distrito de Echarate, principal productor de cacao en el Cusco, enfrenta actualmente una grave afectación por una enfermedad que ocasiona hipertrofia y necrosis en los brotes del cultivo, generando pérdidas económicas significativas. La investigación tuvo como propósito identificar el agente causal de esta enfermedad y evaluar la eficacia de diversos fungicidas combinados con poda fitosanitaria para el control de *Moniliophthora perniciosa*, hongo responsable de la escoba de bruja del cacao.

El estudio se desarrolló entre enero y setiembre de 2023 en el laboratorio de Fitopatología y Microbiología de la Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba, y en campo en el sector Palma Real – Bajo Ichiquiato, distrito de Echarate. Las fases incluyeron aislamiento del patógeno a partir de basidiocarpos mediante descarga de basidiósporas, caracterización morfológica y cultural, y evaluación “in vitro” e “in vivo” de fungicidas. La presencia de fibulas permitió identificar morfológicamente al hongo. Para determinar el medio de cultivo más adecuado, se evaluaron diversos sustratos, destacando la cáscara de mazorca de cacao como el mejor para el crecimiento micelial.

En la prueba “in vitro”, se evaluaron fungicidas como Clorothalonil, Oxicloruro de cobre y la mezcla Tebuconazole-Triadimenol, aplicados en diferentes dosis. Los análisis estadísticos incluyeron diseños completamente al azar, pruebas de normalidad y análisis no paramétricos. Los resultados demostraron que Oxicloruro de cobre y Tebuconazole-Triadimenol inhibieron el crecimiento micelial al 100% en todas las dosis.

En campo, la combinación de poda fitosanitaria con Oxicloruro de cobre redujo la incidencia de brotes hipertrofiados a 2.98%, en comparación con el 22.18% observado en el testigo, evidenciando su alta eficacia en el manejo de la escoba de bruja.

PALABRAS CLAVE: Eficacia, Fungicida, Control y condiciones

ABSTRACT

The Echarate district is the main producer of cacao (*Theobroma cacao L.*) in the department of Cusco. Currently, in the Echarate area, a disease is causing hypertrophy and necrosis of cacao shoots and is resulting in significant economic losses. The objective of this research was to identify the causative agent and evaluate the effect of fungicides with phytosanitary pruning on the control of *Moniliophthora perniciosa*.

The research was carried out in several phases: 1. Isolation; 2. Morphological and cultural characterization; 3. Determine the *in vitro* and *in vivo* efficacy of the fungicides. The isolation, morphological and cultural characterization and "in vitro" testing of the fungicides were carried out between January and September 2023, in the phytopathology and microbiology laboratory of the National Intercultural University of Quillabamba (Cusco-Peru) and the "in vivo" evaluation of the fungicides with phytosanitary pruning was carried out in the Palma Real - Bajo Ichiquiato sector, Echarate district, between January and September 2023.

Isolation from basidiocarps formed in shoots with necrotic hypertrophy was carried out by the basidiospore discharge method, the morphological characteristics of the isolated fungus were determined by the presence of clamps, to determine the cultural characteristic, the following media were prepared: cocoa pod husk, achiote, coca, malt agar, coconut, beans, beer malt, cocoa molasses and vegetables, in which the growth and development of the pathogen was measured, the data followed a DCA with 5 repetitions and the Tukey comparative test $\alpha = 0.05$. In the determination of the "in vitro" efficacy, culture medium was used in the inhibition with fungicides {[Chlorothalonil (1 ml.L⁻¹) (2 ml.L⁻¹) (3 ml.L⁻¹)], [Copper oxychloride (3 g.L⁻¹), (4 g.L⁻¹), (5g.L⁻¹)], [Tebuconazole Triadimenol (1 ml.L⁻¹), (2 ml.L⁻¹), (3 ml.L⁻¹)]}, the mycelial growth diameter was measured, until the control treatment completely filled the surface of the culture medium, the data followed a completely randomized design with factorial arrangement, 12

treatments, 2 factors (fungicides and doses), the normality analysis by Shapiro Will and the nonparametric analysis of variance of Kruskal Wallis with a confidence level of 95% ($P < 0.05$); to evaluate the incidence of shoots with hypertrophy, for the Phytosanitary Pruning plus Fungicide factor, the Completely Randomized Design was used and Completely Randomized Design in the fungicides factor, where the white cocoa plot was divided into 08 treatments (24 white cocoa trees per treatment), 08 white cocoa trees evaluated, the incidence evaluations were carried out every 30 days, totaling 06 Evaluations, 06 Applications and 06 Phytosanitary Pruning throughout the period. According to the morphological characteristics, it was determined that the causal agent of witch's broom in cocoa trees is *Moniliophthora perniciosa*; The best medium for the mycelial growth of *Moniliophthora perniciosa* is based on cocoa pod husk; The fungicides Triadimenol + Tebuconazole and Copper oxychloride, managed to inhibit the mycelial growth of *Moniliophthora perniciosa* at the "in vitro" level by 100%, at low, medium and high doses; The treatment "Phytosanitary pruning + Copper Oxychloride (Cupravit OB 21)", managed to reduce the incidence of shoots with hypertrophy to 2.98%, compared to the control that presents 22.18% incidence.

INTRODUCCIÓN

En la provincia de La Convención, la producción de cacao fue próspera hasta en la década de los ochenta e inicios de los noventa; en cuanto a términos de volúmenes, niveles de comercialización y el precio, sin embargo, la incidencia de enfermedades conocida como “*Moniliophthora perniciosa*, *Moniliophthora roreri*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Rosellinea* sp, etc” presentan daño directo en plantas de cacao.

La provincia de La Convención, cuenta con la variedad de “Cacao blanco” reconocido como uno de los más finos del mundo, diferenciándose por otros cacaos mejorados, en aroma, contenido de grasa, sabor único en su tipo y textura cremosa.

Durante el año 2018, San Martín tiene la mayor producción con 56 136t, con una participación del 42%, seguido Junín con 24 755t (18%), Ucayali con 16 587 t (12%), Huánuco con 10 392t (8%) y Cusco con 8 192t (6%); estos departamentos concentran el 86% de toda la producción instalada nacionalmente.

Los departamentos que mantienen el mejor rendimiento promedio son Junín 1 192kg/ha, seguido La Libertad 1 161kg/ha, Tumbes 1 039kg/ha, Loreto con 989kg/ha y San Martin con 950kg/ha. Cusco presenta rendimiento por debajo del promedio nacional (412kg/ha). El rendimiento promedio nacional es de 827kg/ha. Sin embargo, con prácticas modernas, riego y manejo adecuado de plagas, el rendimiento puede alcanzar 2.5 a 3 toneladas (2500-3000 kg) por hectárea, y estudios específicos en zonas como Perú registran rendimientos de hasta 840 kg/ha.

La incidencia de *Moniliophthora perniciosa* (brotes con hipertrofia) sigue siendo alarmante, debido a que la provincia de La Convención, es una zona productora de cacao, al igual que regiones de la selva central, por lo cual perjudica la producción de “cacao”, generando pérdidas económicas al agricultor, debido a que muchos han sustituido el cultivo de café que fueron afectados por la

“roya amarilla” por plantaciones de “cacao”.

Por los antecedentes antes indicados y por el incremento de la incidencia de *Moniliophthora perniciosa* o también llamado “Escoba de bruja” en áreas de plantaciones de cacao anteriores y recientes de la provincia de La Convención, se planteó la necesidad de evaluar y reportar dicha información actualizada referente “EFICACIA DE FUNGICIDAS EN EL CONTROL DE ESCOBA DE BRUJA (*Moniliophthora perniciosa*). EN CONDICIONES “*in vitro*” Y CAMPO, EN CACAO BLANCO (*Theobroma cacao* L.), EN ECHARATE-LA CONVENCION-CUSCO”.

EL AUTOR

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema objeto de investigación (POI).

El menor rendimiento obtenido en la provincia de La Convención, distrito de Echarate, se debe a varias razones, entre las cuales, destaca el daño ocasionado en los brotes terminales (hipertrofia) ortotrópicos y plagiotrópicos en el cultivo de cacao, cuyo agente causal es el hongo *Moniliophthora perniciosa*, enfermedad frecuente en toda la etapa de la planta, lo cual los agricultores conocen como escoba de bruja. Existen investigaciones relacionadas al control de la enfermedad, en el país y la región, llegando solamente a un 35% a 44.20% de efectividad. Que puede reducir drásticamente el rendimiento del cultivo, cuando se presenta con alta incidencia y severidad. Entre los métodos de control más utilizados, es el control cultural y químico, el cual implica el uso de fungicidas como Tebuconazole + Triadimenol, Oxicloruro de Cobre y Clorothalonil, aplicados por aspersión sobre el follaje y frutos, en la etapa de crecimiento del cultivo y cuando existen condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo del patógeno.

1.2. Problema general.

¿Cuál será el efecto de los fungicidas como Tebuconazole Triadimenol, Oxicloruro de Cobre, Clorothalonil y poda fitosanitaria, en el control de la enfermedad de escoba de bruja, causado por *Moniliophthora perniciosa*, en el cultivo de cacao blanco, en el distrito de Echarate, La Convención, Cusco?

1.2.1. Problemas específicos.

¿Será posible el aislamiento y caracterización morfológica de *Moniliophthora perniciosa*, agente causal de la escoba de bruja en el cultivo de cacao blanco?

¿Cuál será el efecto de los nueve medios de cultivo en el crecimiento micelial de *Moniliophthora perniciosa* a nivel “*in-vitro*”?

¿Cómo será la prueba de fungicidas en un medio de cultivo, en la inhibición de *Moniliophthora perniciosa*, a nivel “*in vitro*”?

¿Cuál será el efecto de los fungicidas Tebuconazole Triadimenol, ¿Oxicloruro de Cobre, Clorothalonil y poda fitosanitaria sobre la incidencia de brotes con hipertrofia causado por *Moniliophthora perniciosa*, en el cultivo de cacao blanco en condición de campo?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de fungicidas y poda fitosanitaria sobre la incidencia de brotes con hipertrofia causado por *Moniliophthora perniciosa*, en el cultivo de cacao blanco, distrito de Echarate, La Convención, Cusco.

2.1.2. Objetivos específicos

Caracterizar morfológicamente a *Moniliophthora perniciosa*, agente causal de la escoba de bruja en el cultivo de cacao blanco

Evaluar nueve medios de cultivo en el desarrollo micelial de *Moniliophthora perniciosa* a nivel “*in-vitro*”

Evaluar el efecto de fungicidas en un medio de cultivo, en la inhibición de *Moniliophthora perniciosa*, a nivel “*in vitro*”.

Determinar el efecto de los fungicidas Tebuconazole Triadimenol, Oxicloruro de Cobre, Clorothalonil y poda fitosanitaria sobre la incidencia de brotes con hipertrofia causado por *Moniliophthora perniciosa*, en el cultivo de cacao blanco en condición de campo.

2.2. Justificación de la investigación

El control con fungicidas y poda fitosanitaria reduce la incidencia de brotes con hipertrofia, por consiguiente, se obtiene un rendimiento mayor. Es necesario conocer que principios activos de fungicidas controlan mejor, la frecuencia de aplicación y relacionadas con la fenología del cultivo, lo que se trabajó en la presente investigación. Para tomar una decisión correcta en cada uno de los aspectos mencionados se requiere de conocimientos. El bajo rendimiento se debe a la presencia de

la enfermedad escoba de bruja, cuyo agente causal es *Moniliophthora perniciosa*, que afecta la parte aérea de la planta, de preferencia los brotes, provocando un impacto negativo en la producción del mismo. Sin embargo, hay diferentes métodos de control sobre la enfermedad, ya que hoy en día se presenta múltiples factores que afectan en la producción del cacao blanco.

Económico, el cacao debido a que es un cultivo que siempre tiene demanda para las familias cacaoteras, además de tener precios variables enfrentan mayores riesgos de pérdida de la producción especialmente en el trópico húmedo, a causa de la enfermedad de la escoba de bruja, tiene un bajo rendimiento. Es bastante considerable con esta investigación que la rentabilidad sea a largo plazo, así mismo en el rendimiento y producción.

Social, el cacao es una fuente importante de ingresos para las familias productoras de cacao así mismo beneficia a los productores, siendo a su vez para la alimentación formando parte de una gran variedad de alimentos. No requiere de grandes inversiones económicas para su establecimiento y manejo, convirtiéndolo en una buena opción productiva.

Ambiental, los árboles de cacao siendo las especies utilizadas como sombra permanente protegen el suelo de la erosión, conlleva a reducir su control de malezas, mantienen un microclima equilibrado en una parcela instalada, una vez la presencia de las hojas al caer a la superficie del suelo llega a descomponer y así mismo contribuyen a mejorar la fertilidad del suelo por presencia de la materia orgánica. Por otro lado, los sistemas productivos de cacao son habitad y refugio de la biodiversidad.

De investigación, en el presente trabajo de investigación se va a determinar el efecto de los fungicidas como Tebuconazole + Triadimenol, Oxicloruro de Cobre, Clorothalonil y poda fitosanitaria, empleados para el control de la incidencia causado por el hongo *Moniliophthora*

perniciosa, en donde la incidencia es la cantidad de brotes hipertróficos con respecto a la totalidad de brotes evaluados.

Como justificación práctica, el productor de cacao blanco estará más capacitado con las medidas de control y manejo de esta enfermedad, que es la escoba de bruja, conocerá del momento oportuno de realizar un control, de que productos usar, cuáles son los más eficaces, que dosis y lo que ofrece un fungicida químico, conjuntamente con la poda fitosanitaria.

Finalmente, los resultados de este estudio servirán como una línea de base para realizar otros trabajos de investigación sobre el cultivo de cacao blanco en Echarate.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

Cuando se aplica los fungicidas Tebuconazole + Triadimenol, Oxicloruro de Cobre, Clorothalonil y poda fitosanitaria, la incidencia de brotes con hipertrofia causado por *Moniliophthora perniciosa* es menor, comparados con testigo (mayor incidencia de brotes con hipertrofia).

3.2. Hipótesis específicas

El aislamiento y caracterización morfológica influirá en el control de la incidencia de escoba de bruja en el cultivo de cacao blanco.

Los diferentes medios de cultivo influirán en el desarrollo micelial de *Moniliophthora perniciosa* en condiciones “*in vitro*”.

La aplicación de fungicidas influirá en la inhibición micelial de *Moniliophthora perniciosa* en condiciones “*in vitro*”, comparado con el testigo.

La incidencia de escoba de bruja es menor al testigo cuando se controla los brotes con hipertrofia causado por *Moniliophthora perniciosa*, con los fungicidas Tebuconazole Triadimenol, Oxicloruro de Cobre, Clorothalonil y poda fitosanitaria.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes de la investigación

4.1.1. Internacionales

Espino, J. (2012) en su trabajo de investigación “Determinación del efecto de fungicidas sobre *Moniliophthora perniciosa*, agente causal de escoba de bruja en cacao (*Theobroma cacao L.*)”

ejecutado en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo del país de ecuador, llegando a las siguientes conclusiones:

Tebuconazole ratificase como un producto adecuado para el manejo de Escoba de Bruja.

El producto presentó el segundo lugar en los resultados sobre la reducción de la incidencia de *Moniliophthora perniciosa* en plántulas de cacao CCN-95.

Caldo bordelés, demuestra su alta capacidad de control de *Moniliophthora perniciosa* lo que los convierte en una herramienta eficaz a diferencia de productos como (Benomyl) susceptibles de desarrollar resistencia del patógeno.

Independientemente del producto usado, todos ejercieron una actividad más bien protectora, reduciendo la acción del hongo en presencia del producto.

Los productos usados en esta investigación presentan buena actividad antifúngica aun en presencia inicial del hongo, con alta posibilidad de control, aunque ya el hongo se halle en la planta.

4.1.2. Nacionales

Takacs C. (2014), en su trabajo de investigación “Efecto del óxido cuproso, hidróxido de cobre y tebuconazole, en *Moniliophthora perniciosa*, en el cultivo de *Theobroma cacao L.*, variedad criolla, Satipo”, ejecutado en la Universidad Nacional de la Selva, Tingo Maria, Perú. Manifiesta que en el fundo Ben Hur, en una hectárea de plantación de *Theobroma cacao L.*, con 100% de infestación por *Moniliophthora perniciosa*, se aplicó: óxido cuproso, hidróxido de cobre y tebuconazole, a los árboles de cacao de las unidades experimentales, para reducir la incidencia del patógeno e incrementar la cantidad y calidad de producción del cultivo. En el experimento se empleó el diseño en bloques completos al azar; los tratamientos fueron: óxido cuproso 30 g/20 L, hidróxido de cobre 80 g/20 L, tebuconazole 20 ml/20 L. Cuando se aplicó a las plantas de cacao con 9 años, la dosis de 30 gramos de óxido cuproso diluido en 20 litros de agua, la incidencia en los cojines florales

fue 64.50 % y en las varas yemeras 29.50 %, significativamente menor que los otros tratamientos. La cantidad y calidad de producción con la aplicación de este fungicida se incrementó en un 41 % y 11 % respectivamente; pero no tiene influencia en el tamaño de frutos. Dando como resultado final que el fungicida “óxido cuproso” presenta menor incidencia de *Moniliophthora perniciosa*, con un 55.80 %, seguido del hidróxido de cobre con 6.40 % y el tebuconazole con un 74 %, dando una incidencia total de 65 % de *Moniliophthora perniciosa*.

4.2. Bases teóricos

4.2.1. Cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)

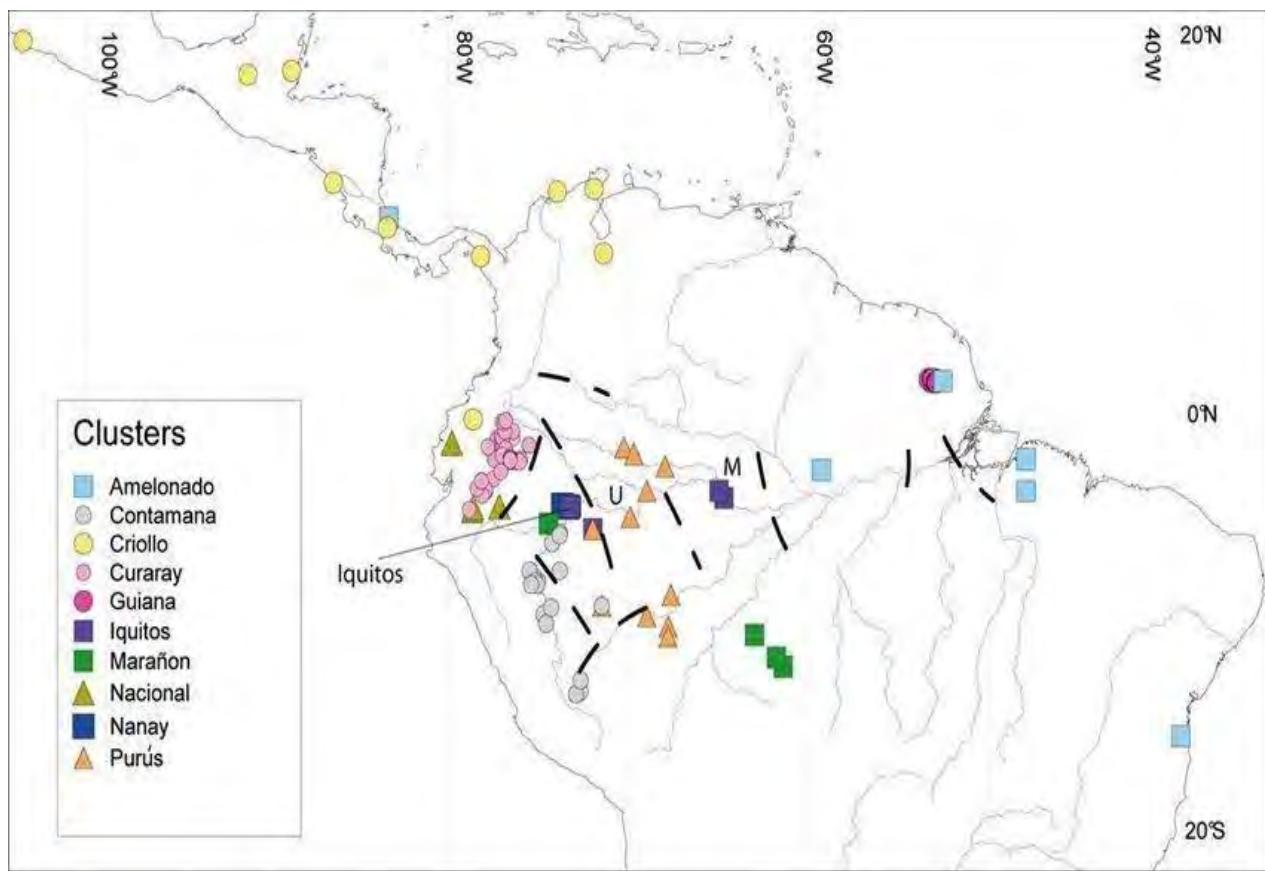
Según (IICA, 2017), menciona que el cacao es un cultivo que se encuentra en la parte baja de la vertiente occidental de los andes, pero se ha desarrollado básicamente en la selva peruana entre los 300 y 900 m.s.n.m.

El cacao es un cultivo tropical que desarrolla en las latitudes comprendidas entre los 10°N y 10°S de la línea ecuatorial. Está ampliamente extendido en África, Asia, Oceanía y América en plantaciones destinadas a producir esencialmente sus granos o almendras y que son utilizadas principalmente para la producción de chocolates y grasas por industrias alimentarias o cosmetológicas.

Quintero & Díaz (2004) y Solórzano & Balseca (2017) que fue citado en la tesis de Anzules, 2017), manifiestan que el comercio mundial del cacao en grano como producto primario, es de significativa importancia constituyéndose la base de la economía nacional de la mayoría de los países subdesarrollado. Esta nueva clasificación amplía la teoría antes propuesta que abarcaba tres grandes grupos morfogeográficos: Criollo, Forasteros y trinitarios. De esta manera se amplían los horizontes en el mejoramiento genético debido a las altas diferenciaciones entre las poblaciones establecidas, generando nuevas combinaciones genéticas que originarían germoplasmas diferenciados disponibles para su conservación y aprovechamiento

Figura 1.

Diferenciación genética y geográfica de los 10 grupos de cacao (*Theobroma cacao L*) en centro y sur.



Fuente: (Motamayor et al., 2008 que fue citado por De Humanidades et al., 2006)

4.2.1.1. Origen

Tradicionalmente se ha sostenido que el punto de origen de la domesticación del cacao se encontraba en Mesoamérica entre México, Guatemala y Honduras, donde su uso está atestiguado alrededor de 2000 años antes de Cristo. No obstante, estudios recientes demuestran que por lo menos una variedad de *Theobroma Cacao* tiene su punto de origen en la Alta Amazonía Ecuatoriana y que ha sido utilizada en la región por más de 5000 años (Arvelo et al., 2017).

4.2.1.2. Taxonomía del cacao

Arvelo et al., (2017), la taxonomía del cacao se clasifica en:

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida.

Orden: Malvales.

Familia: Sterculiáceas

Tribu: Theobromeae

Género: Theobroma L.

Especie: *Theobroma cacao L.*

Nombre Común: Cacao

4.2.1.3. Descripción Botánica

Arvelo et al., (2017) menciona que Theobroma, pertenece a la familia malvácea y subfamilia sterculioideae son arboles ramificados con hojas simples y un fruto carnoso(mazorca). Este género se desarrolla en lugares tropicales húmedos, su mayor diversidad está distribuida desde la cuenca del Amazonas hasta la región Mesoamericana, son cultivados para el mercado interno y mundial por la gran demanda que genera para la elaboración de chocolate. La planta de cacao, reproducidas por semillas, desarrollan un tallo principal de crecimiento vertical que puede alcanzar 1 a 2 metros de altura a la edad de 12 a 18 meses. A partir de ese momento la yema apical detiene su crecimiento y del mismo nivel emergen de 3 a 5 ramas laterales. A este conjunto de ramas se le llama comúnmente verticilo u horqueta. Sus hojas son simples coriáceas, ovadas, ligeramente asimétricas y alternas pubescentes en ambas caras, el largo de la hoja aproximadamente va desde 17 a 48 cm

con un ancho de 8 a 10 cm, la base es redondeada con un ápice apiculado. Las flores son pentámeras, hermafroditas, actinomorfas, y de 10 a 20 mm de diámetro, con un pedúnculo floral de 1 a 3 cm de largo. Los sépalos son blancos o rosa claros, de 5 a 8 mm de largo y de 1.5 a 2 mm de ancho, angostamente lanceoladas, persistentes y fusionados en la base. El fruto es una baya grande (mazorca), polimorfa, esférico a fusiforme, púrpura o amarillo en la madurez, glabro, con medidas de 10, 20 o 35 cm de largo y 7 cm ancho, con 200 a 1000 gr de peso y con 5 a 10 surcos longitudinales. El endocarpio es de 4 a 8 mm de grosor, duro, carnoso, y leñoso. Las semillas son café-rojizas, ovadas, ligeramente comprimidas. Con medidas de 20, 30 y hasta 50 mm de largo, 12 a 16 mm de ancho y 7 a 12 mm de grosor.

4.2.1.4. Cacao blanco (*Theobroma bicolor* Humb. & Bonpl.)

Es una especie de amplia distribución, desde el sur de México hasta la Amazonía peruana y brasileña. El cacao blanco criollo, que destaca por su baja acidez y amargor, así como por su pulpa blanquecina. Los árboles de cacao blanco son relativamente pequeños y de frutos maduros que no caen por sí solos. Por ello, deben cortarse con cuidado para preservar la salud de los árboles y sus futuras cosechas. Se distingue por su calidad excepcional, ya que posee notas afrutadas y tonos de frutos secos. Por estas razones, es uno de los mejores del mundo (Ponce, 2020).

4.2.2. *Moniliophthora perniciosa*

4.2.2.1. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime y Phillips-Mora, según Meinhardt., et al (2008) es la siguiente:

Reino: Fungi

Clase: Agaricomycetes

Orden: Agaricale

Familia. Marasmiaceae

Género: Moniliophthora

Especie: perniciosa.

Nombre Común: Escoba de brujas.

4.2.2.2. Descripción morfológica del basidiocarpo

El píleo es de color púrpura intenso, pero se torna más claro con la edad, algo convexo y deprimido en el centro, donde también presenta un color más intenso, su diámetro completamente expandido varía de 5-30 mm y presenta surcos radiales.

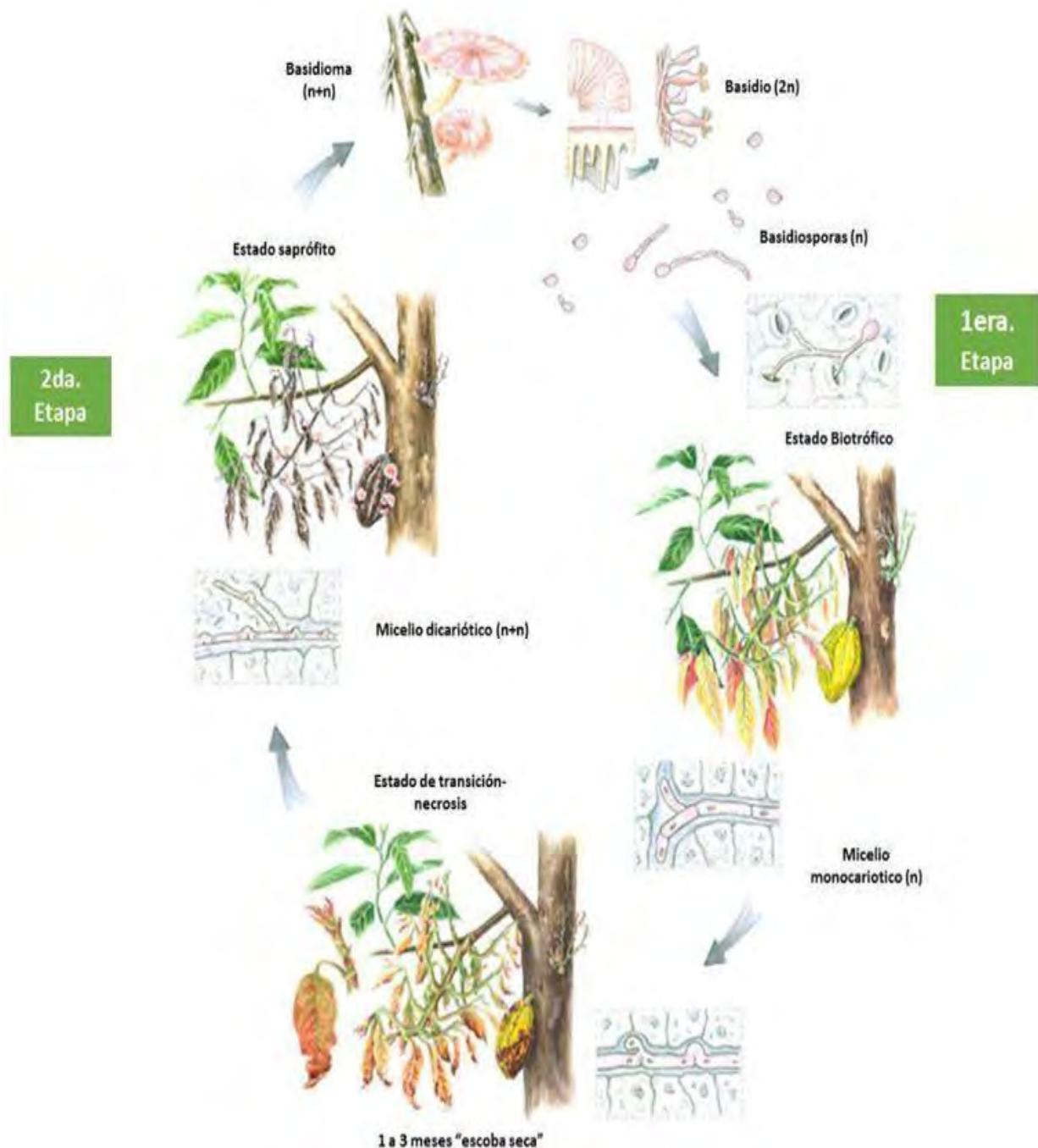
La Lamela: es blanquecina y gruesa (0.2 mm), generalmente con 15 o más laminillas, que corresponden a los surcos del píleo. El estipe es hueco y mide de 5 a 10 mm, su color es blanco cremoso, excepto en la parte engrosada de la base que es de color pardo. Las basidias producen cuatro esporas uninucleadas y el resto del himenio es de forma similar al de otros basidiomicetos (Holliday, 1980; Suárez 1993).

4.2.2.3. Ciclo de *Moniliophthora perniciosa*

El patógeno es un hongo hemibiotrófico, con dos fases distintas en su ciclo de vida: la primera comienza con la infección en el tejido joven por parte del tubo germinativo de la basidióspora, el cual entra a través de la estoma o penetra directamente por la epidermis o tricomas, invadiendo el tejido a nivel intercelular, donde aparentemente causa un desbalance hormonal induciendo a hipertrofias e hiperplastias y el patógeno vive como parásito obligado (biotrófica). La segunda fase (saprofítica) inicia con la muerte del tejido hipertrofiado, el hongo entonces, invade a nivel celular, crece como saprófito y eventualmente si las condiciones son favorables se producen los basidiocarpos en los cuales se forman las esporas infectivas (Wheeler y Suárez, 1993).

Figura 2.

*Ciclo biológico de la Escoba de bruja del cacao (*Moniliophthora perniciosa*).*



Fuente: (Carmeiro 2015, donde citó Meinhard, 2018).

4.2.2.4. Síntoma primario

La expresión sintomatológica de la enfermedad es la parte más estudiada de la misma; el síntoma más conspicuo es una proliferación de brotes verticales que forman las llamadas “Escobas de

Bruja". Hay, sin embargo, una cierta variación de síntomas que incluyen deformaciones y alteraciones de los tejidos, cuya intensidad varia con el tipo y edad del tejido involucrado; la constitución genética de los árboles, la patogenicidad del aislado; su estado nutricional y manejo. El hongo ataca principalmente tejidos meristemáticos en crecimiento activo: brotes vegetativos, cojinete florales y frutos; ocasionando la formación de escobas y malformaciones en frutos conocidos como chirimoyas o frutos zanahoria. El tejido afectado se hipertrófia, los brotes pierden su dominancia apical, desarrollando ramificaciones laterales (escobas); y en su última etapa, las escobas comienzan a secarse desde las puntas hasta que se necrosan completamente y mueren, dando a las plantas el aspecto de "quemadas por fuego", tales síntomas pueden deberse a la producción de enzimas por parte del hongo, que inactivan las auxinas del hospedero (Baker y Holliday, 1957).

4.2.2.5. Manejo integrado de *Moniliophthora perniciosa*

Las estrategias de control de mayor importancia es el control cultural (poda fitosanitaria) y control químico (fungicidas).

Figura 3.

Estrategia del manejo integrado de Moniliophthora perniciosa en el cultivo de cacao-Echarate.



Elaboración propia, 2024 el manejo integrado contempla de 5 sistemas de control: la poda fitosanitaria, fungicidas, biológico, genético y el control legislativo. De acuerdo a lo mencionado en las estrategias de Suárez, C.; Solis, K. (2003). Sin embargo, el estudio consideró 2 sistemas siendo la poda fitosanitaria y el empleo de fungicidas sistémicas y protectantes.

Suárez, C.; Solis, K. (2003) señalan las estrategias de manejo integrado de enfermedades disponibles para producción de cacao orgánico:

Control cultural

A nivel de plantaciones tradicionales la recomendación de manejo cultural se establece en primer lugar, la rehabilitación de parcelas mediante podas de descope para bajar la altura de los árboles y mejorar su capacidad productiva. De ahí en adelante se deben realizar mensualmente la eliminación de escobas para mejorar la sanidad del cultivo y evitar que se eleven los niveles de inoculo primario dentro de la plantación. A nivel de vivero y durante el primer año de establecimiento cuando la planta está en proceso de formación, el productor

depende principalmente de la protección de nuevos brotes con productos químicos, especialmente en plantas de semilla.

Control químico

Múltiples productos de fungicidas han sido probados para el control de *Moniliophthora perniciosa*. El uso único de esta práctica no ha tenido resultados prácticos en plantaciones tradicionales de cacao, debido a que no es rentable cuando los niveles de infección son elevados y la plantación carece de manejo agronómico. Por eso el uso de fungicidas debe hacérselo como parte de un manejo integrado de la plantación para que resulte eficaz y sostenible.

Control biológico

Existe una amplia gama de géneros de hongos reportados como antagonistas de enfermedades de cacao y de estos *Gliocladium spp*, *Trichoderma spp* y *Bacillus subtilis*; son los que a la fecha se presentan como antagonistas promisorios para las enfermedades de cacao causadas por *Moniliophthora perniciosa*.

Control genético

Entra a tallar en la etapa de propagación vegetativa, que consiste no utilizar brotes de cacao (varas yemeras o estacas) infectadas con *Moniliophthora perniciosa*.

4.2.3. Descripción de los fungicidas

Latorre, A. (1998) indica las características de los siguientes fungicidas:

Clorothalonil

Formulación: líquido floable - polvo mojable.

Ingrediente activo: Clorotalonil.

Modo de acción:

Actúa esencialmente protegiendo las plantas contra las infecciones fungosas, la infección se evita como resultado de ciertas interacciones entre el Thalonex y las células del hongo quedando como resultado la `perdida de la variabilidad celular. No se desplaza del sitio de aplicación a otras partes de la planta, ni es absorbido por las raíces. El Thalonex debe estar presente en el cultivo antes de que aparezca la infección.

Mecanismo de acción:

Conjugación y agotamiento de thioles desde la germinación de las células fúngicas, llevando a la interrupción de la producción de glicólisis y de energía, fungistasis y acción fungicida.

Toxicidad: Ligeramente peligroso “cuidado”

Grupo químico: Benzonitrilo, clorado.

Principales características: Fungicida orgánico no sistémico de amplio espectro en el control de enfermedades en la mayor parte de cultivos. Se busca en cultivos anuales y perennes, puede ser usado efectivamente en aspersiones concentradas, diluidas y en sistema de riego por aspersión.

Oxicloruro de cobre
Formulación: Polvo mojable (WP)

Ingrediente activo: Oxicloruro de cobre 85%

Modo de Acción:	Fungicida foliar con efecto preventivo y de contacto. También tiene efecto plaguicida.
Mecanismo de acción:	Inhibe varias enzimas de grupos tiolicos (-SH) en las células de los hongos.
Toxicidad:	Ligeramente peligroso
Grupo químico:	Inorgánico
Principales características:	Fungicida a base de cobre preventivo para el control de la rancha en papa, stenophilum en tomate, antracnosis en palto, cercospora y roya en café, y mancha de la hoja en té
Tebuconazole + Triadimenol	
Formulación:	Concentrado Emulsionable
Ingrediente Activo:	Tebuconazole (225 g/l) + Triadimenol (75 g/l)
Modo de acción:	Sistémico – preventivo y curativo
Mecanismo de acción:	Inhibidor de la biosíntesis del ergosterol
Toxicidad:	Franja amarilla – cat tox II – moderadamente peligroso
Grupo químico:	Triazol
Principales características:	Fungicida formado por dos ingredientes activos del grupo de los azoles: Triadimenol y Tebuconazoles. Con excelente efectividad para el control de la Roya en espárrago; Oídium en manzano y vid; Piricularia y Mancha carmelita en arroz

4.3. Marco conceptual

4.3.1. Fungicidas

Agrios, N., (1996) dice que los fungicidas son compuestos químicos tóxicos para los patógenos, estos productos pueden inhibir la germinación de estructuras propagativas, inhibir el crecimiento o la reproducción del patógeno, o ser letales. Los fungicidas no solamente son los productos que destruyen los hongos sino incluye compuestos químicos que proporcionar resistencia o tolerancia a la planta o modifican el medio ambiente en un lugar inadecuado para el desarrollo y crecimiento del patógeno.

4.3.2. Hifa

Ulloa, M., y Hanlin, R. (2006) define como una Ramificación simple de un micelio.

4.3.3. Hipertrofia

Ames, T. (1997) define como agrandamiento celular anormal que determina el crecimiento excesivo de una planta u órgano de la misma.

4.3.4. Escoba de bruja

Ulloa, M., y Hanlin, R. (2006) define como crecimiento en forma de escoba o proliferación en masa a partir de una yema, en ramas de plantas leñosas.

4.3.5. Dosis

Latorre, A. (1998) define como cantidad medida de un pesticida. Generalmente, el tamaño de la dosis determina el grado o efectividad, o en el caso de envenenamiento de un organismo que no estaba dentro el objetivo de la aplicación, el grado del daño.

4.3.6. Basidióspora

Agrios, N., (1996) define como espora producida de manera sexual y localizada sobre un basidio.

4.3.7. Espora

Agrios, N., (1996) define como unidad reproductiva de los hongos, constituida por una o varias células.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y tipo experimental.

5.2. Ubicación temporal del experimento

Esta investigación se realizó en la provincia de La Convención, región Cusco, enero a setiembre del 2023. La fase “in vitro” se realizó en el laboratorio de fitopatología y microbiología de la Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba y la fase de campo se realizó en el sector de bajo Ichiquiato, perteneciente al centro poblado de Palma Real - Echarate.

5.3. Ubicación espacial

○ Ubicación Política

Región: Cusco
Provincia: La Convención
Distrito: Echarate

Ubicación geográfica

Altitud: 959 msnm
Latitud: 12° 38' 63" Sur
Longitud: 72° 46' 14" Oeste

○ Ubicación Hidrográfica

Cuenca: Vilcanota

○ Ubicación ecológica

Temperatura : 26°C
Precipitación pluvial: 1100-1300 mm/año
Zona de vida : Bosque seco sub tropical (Bs-St) Fuente. Holdrige, L.R. (1967)
Humedad relativa : 68%

5.4. Materiales y Métodos

5.4.1. Materiales

○ Material biológico

Moniliophthora perniciosa “Escoba de bruja”, enfermedad fungosa hemibiotrófica (dos fases) que causa un desequilibrio hormonal, la primera fase infecta al tejido joven induce hipertrrofia

y la segunda fase el tejido hipertrofiado muere y el hongo cambia sus hábitos y crece como un saprofita que producen los basidiocarpos.

Cacao blanco, Material criollo, color de almendra blanca al corte, brotes color verde pálida, con rendimiento de 2,500 kg/ha.

○ Equipos de laboratorio

Autoclave, cámara de flujo laminar, cocina eléctrica, Phmetro, microscopio, equipo de agua destilada, microondas, balanza eléctrica cap. de 2200g.

○ Insumos de laboratorio

Agar, Dextrosa, Antibióticos (ampicilina, Gentamicina), diversos materiales para la preparación de medios naturales, azul de lactofenol.

○ Materiales de laboratorio

Placas Petri de vidrio 90 mm de diámetro, placas Petri descartable de 82 mm, mechero, bisturí, cuchillo, recipientes, ollas, materiales de limpieza, cinta parafilm, matraz de erlenmeyer de 100 ml.

○ Otros insumos empleados

Fungicidas (Tebuconazole + Triadimenol, Oxicloruro de Cobre, Clorothalonil)

5.4.2. Métodos

5.4.2.1. Caracterización morfológica a *Moniliophthora perniciosa*, agente causal de la escoba de bruja en el cultivo de cacao blanco

a. Recolección de muestras

Para realizar trabajos de aislamiento de *Moniliophthora perniciosa*, en primer lugar, se recolectó las muestras del tejido infectado, para lo cual, nos dirigimos a las plantaciones de

cacao blanco del sector de bajo Ichiquiato – C.P. Palma Real, perteneciente al distrito de Echarate, donde colectamos brote apical verde con hipertrofia (Figura 4. B), que viene a ser la fase biotrófica de *M. perniciosa*, también se encontró brote apical necrótico con producción de basidiocarpo (Figura 4. C, D), que viene a ser la fase necrotrófica de *M. perniciosa*. Las muestras se embolsaron en bolsas polipropileno brillante y se trasladó al laboratorio en cajas de Tecnopor, la actividad del aislado y repique se realizó la fecha 02 de enero del 2023 para desarrollar la caracterización morfológica y por tanto las pruebas preliminares de la inhibición micelial de la *M. perniciosa* la fecha 22 de marzo del 2023 donde se iniciaron los aislados en diferentes medios de cultivo.

b. Aislamiento de *Moniliophthora perniciosa*.

El aislamiento se realizó en el laboratorio de fitopatología y microbiología de la Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba, la metodología fue por descarga de basidiósporas.

○ Preparación de 1 litro de medio de PDA (papa, dextrosa, agar)

Papa	250 g
Dextrosa	15 g
Agar	15 g
Cloranfenicol	250 mg

Lavar la papa y picar en pequeños trozos, hacer hervir en un litro de agua por 10 minutos, colar el caldo, en el caldo de papa de 1 litro, añadir la dextrosa y el agar, disolver el caldo con dextrosa y agar en el horno microondas, luego, el caldo disuelto se embazo en botellas de vidrio de frugos a 200 ml.; se esterilizo en la autoclave marca Raypa, por 30 minutos a 121 °C

El método de postulados de koch

Para obtener la seguridad de que el patógeno (*Moniliophthora perniciosa*), es el agente causal de la enfermedad, se consideró los cuatro principios del postulado de Koch para comprobar la hipótesis de que el patógeno (*Moniliophthora perniciosa*) es la causa de esa enfermedad (escoba de bruja), se usó la metodología descrita por González & Roble (2014) con algunas modificaciones.

- El primer postulado

Se desarrolló la actividad encontrándose en abundancia estructuras desarrolladas sobre brotes secos (basidiocarpo o cuerpo fructífero), brotes verdes en proliferación (escoba de bruja verde).

- El segundo postulado

Este hongo fue extraído y posteriormente fue aislado de brotes verdes como por cuerpos fructíferos, lográndose el desarrollo y crecimiento del hongo.

- Tercer postulado

Una vez obtenido la formación del hongo aislado se procedió a introducir o inocular a plantones sanas y como a frutos sanos.

- Cuarto postulado

Este patógeno se volvió a re-aislar de los frutos y plantones a quienes se les inoculó experimentalmente en campo.

Figura 4.

Recolección de muestras de Moniliophthora perniciosa. A, Brote apical sano; B, Brote apical con hipertrofia; C, Brote apical con hipertrofia necrosado; D, Producción de basidiocarpo.



○ Plaqueo de medio PDA

En la cabina de bioseguridad marca Esco, primeramente, se desinfestó con rayo UV, al medio de cultivo PDA disuelto se hizo enfriar hasta un punto de plaqueo (ni muy frío, ni muy caliente) en donde se añadió 100 mg de cloranfenicol por 200 ml de medio PDA, y antes que solidifique se inicia a verter el medio PDA en cada placa Petri descartable a 20 ml de PDA, dejar solidificar.

○ Siembra de basidiocarpos

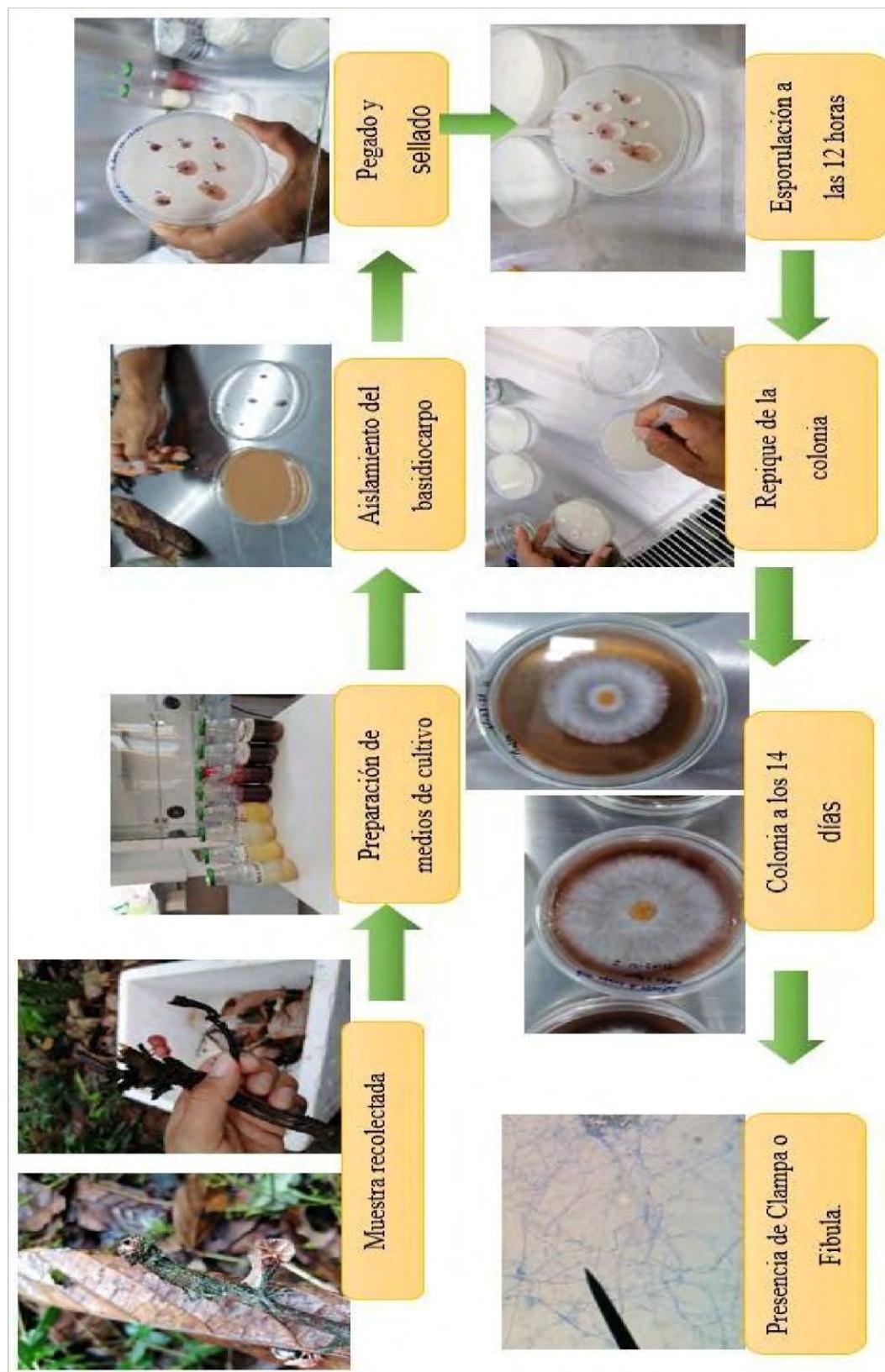
El basidiocarpo de *M. perniciosa*, es parecido al paraguas de lluvia (Figura 5. A), y sus basidiósporas se encuentran en el envés, entonces, la descarga de basidiósporas tiene que caer en el medio de PDA solidificado que se encuentra dentro de la placa Petri, por tanto, debemos pegar los basidiocarpos con vaselina en la parte interna de la tapa de la placa Petri (Figura 5. B-C), la cantidad de basidiocarpos por tapa es la cantidad que pueda caber, seguidamente se selló con cinta parafilm las placas Petri y se deja a temperatura de ambiente por 24 horas, pasado las 24 horas,

observamos en la superficie de PDA dentro de la placa Petri la descarga de basidióspora a manera de polvillo blanco, esto se debe repicar a otra placa Petri con medio PDA, para su purificación.

Figura 5. Aislamiento de *Moniliophthora perniciosa*. A, Descarga de basidiósporas en campo; B y C, Descarga de basidiósporas en placa Petri con PDA; D, Repique y purificación.



Figura 6.
Esquema de aislamiento y crecimiento micelial.



5.4.2.2. Evaluación de nueve medios de cultivo en el desarrollo micelial de *Moniliophthora perniciosa* a nivel “*in-vitro*”

Este procedimiento se realizó con la finalidad de seleccionar el mejor medio de cultivo que favorezca el crecimiento, desarrollo y esporulación del hongo.

Preparación de medios de cultivo:

- a. **Extracto de Vegetales:** 82 g de higo, 236 g de papa, 150 g de espinaca, 126 g tomate, 43 g pimentón. Todos estos vegetales fueron picados y procediéndose a hervir en 1000 ml de agua destilada durante 10 minutos, se procedió a colar el caldo en un matraz de Erlenmeyer y se añadió 20 g de agar. Se mezcla bien y se esteriliza por 30 minutos a 121°C/15 lb de presión.
- b. **Medio coco:** En 100 ml de agua destilada y se añade 100 ml de agua de coco y 20 g de agar. Se mezcla bien y se esteriliza por 30 minutos a 121°C/15 lb de presión.
- c. **Medio de cascara de mazorca de cacao:** 430 g de cascara de mazorca. La cascara de mazorca se hace hervir por 10 minutos en 1000 ml de agua destilada, luego se procedió a colar en un matraz de Erlenmeyer de 1000 ml, al cual se le añadió 20 g de agar. Se mezcla bien y se esteriliza por 30 minutos a 121°C/15 lb de presión.
- d. **Medio frejol caraota:** 260 g de frejol. El grano de frejol molido se hace hervir por 10 minutos en 1000 ml de agua destilada, luego se procedió a colar en un matraz de Erlenmeyer de 1000 ml, al cual se le añadió 20 g de agar. Se mezcla bien y se esteriliza por 30 minutos a 121°C/15 lb de presión.
- e. **Medio achiote:** 100 g de achiote. El achiote se hace hervir por 10 minutos en 1000 ml de agua destilada, luego se procedió a colar en un matraz de Erlenmeyer de 1000 ml, al cual se le añadió 20 g de agar. Se mezcla bien y se esteriliza por 30 minutos a 121°C/15 lb de presión.

f. **Extracto de malta agar:** A 1000 ml de agua destilada se añade 50 g de extracto de malta agar. Se mezcla bien y se esteriliza por 30 minutos a 121°C/15 lb de presión.

g. **Medio hoja de coca:** 102 g hoja de coca. Las hojas de coca se hacen hervir por 10 minutos en 1000 ml de agua destilada, luego se procedió a colar en un matraz de Erlenmeyer de 1000 ml, al cual se le añadió 20 g de agar. Se mezcla bien y se esteriliza por 30 minutos a 121°C/15 lb de presión.

h. **Medio de cerveza negra:** A 100 ml de agua destilada se añade 100 ml de cerveza negra y 20 g de agar. Se mezcla bien y se esteriliza por 30 minutos a 121°C/15 lb de presión.

i. **Medio de mucilago de cacao:** 174 g con mucilago. Los granos con mucilago se hacen hervir por 10 minutos en 1000 ml de agua destilada, luego se procedió a colar en un matraz de Erlenmeyer de 1000 ml, al cual se le añadió 20 g de agar. Se mezcla bien y se esteriliza por 30 minutos a 121°C/15 lb de presión

Preparación de las placas: Las placas Petri de 90 mm de vidrio borosilicato se dividieron en cuatro, rotulando cada línea con una letra (A, B, C y D) para identificar las medidas radiales que se registraron en las evaluaciones del crecimiento micelial. En las placas esterilizadas y preparadas se vierte el medio de cultivo en estudio y se deja solidificar en la cabina de bioseguridad A-II Esco. Posteriormente, en el punto central de la placa se coloca una rodaja de 5 mm de diámetro del inóculo *Fusarium* sp. desarrollado en medio PDA (papa-dextrosa-agar). Las placas sembradas se dejaron en incubación a 25° C por los días necesarios hasta que en uno de los medios de cultivo el hongo cubra totalmente la superficie del medio contenido en la placa.

Tabla 1

*Tratamientos en estudio de la prueba de medio de cultivos, para *Moniliophthora perniciosa*.*

Nº	Medio de cultivos	Tratamientos	Repeticiones
1	Malt extract agar base	T1	5
2	Achiote	T2	5
3	Coco	T3	5
4	Cascara de mazorca de Cacao	T4	5
5	Frejol Caraota	T5	5
6	Extracto de vegetales	T6	5
7	Coca	T7	5
8	Mucilago de cacao	T8	5
9	Cerveza negra (Malta)	T9	5

Los valores de desarrollo micelial se procesaron utilizando el software IBM SPSS STATISTICS 27, mediante un análisis de normalidad por Shapiro Will y el análisis de varianza no paramétricos de Kruskal Wallis, con un nivel de confianza de 95% ($p < 0.05$).

5.4.2.3. Evaluación del efecto de fungicidas en un medio de cultivo, en la inhibición de *Moniliophthora perniciosa*, a nivel “*in vitro*”

Se evaluaron 03 fungicidas más un testigo a fin de determinar la eficacia de cada uno de ellos en el control de *Moniliophthora perniciosa*. Se probaron dosis baja, media y alta, según lo recomendado por la casa comercial. La eficacia de cada fungicida fue determinada por medio de la Técnica del Medio de Cultivo Envenenado (French y Herbert, 1980).

Para el ensayo de medios de cultivo envenenado, se utilizó 05 Erlenmeyer conteniendo cada uno 200 ml de medio cascara de mazorca de cacao, en un erlenmeyer con el medio a punto de plaqueo se añadió un producto, se mezcló, homogenizó e inmediatamente se plaqueo, vertiendo aproximadamente 20 ml por placa Petri, se dejó reposar hasta la solidificación del medio, por

producto (tratamiento) se tuvo 5 placas Petri; para los otros productos, se siguió el mismo procedimiento y en el caso del testigo no se adicionó producto alguno.

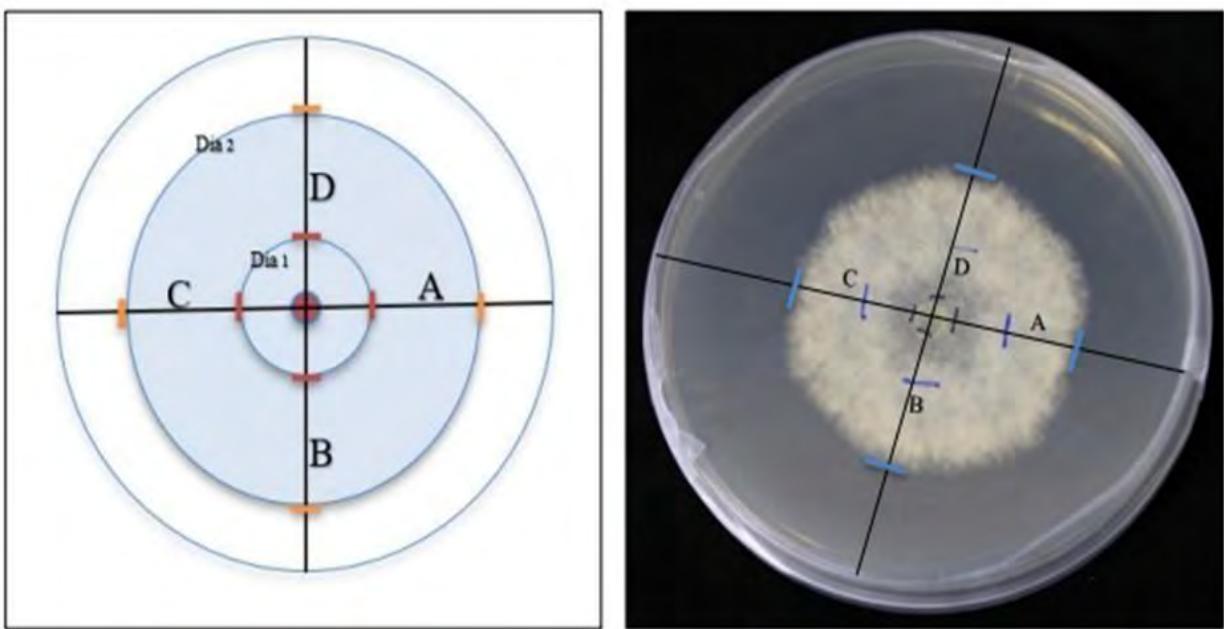
En cada una de las placas, conteniendo el medio de cultivo envenenado, se procedió a marcar por el envés con un plumón indeleble 2 líneas perpendiculares y rotular (nombre del tratamiento, bloque al que pertenece y la fecha de la siembra). Luego, se procedió colocar una rodaja de 0.6 cm, conteniendo el hongo en activo crecimiento, en el centro de la superficie del medio.

Las evaluaciones de crecimiento micelial de *Moniliophthora perniciosa* se realizó cada 72 horas, que consistió en medir el crecimiento de diámetro de los 4 radios (AC y BD) de la caja Petri.

Las evaluaciones culminaron cuando *Moniliophthora perniciosa*, a cubierto completamente en las placas Petri del medio de cultivo “testigo”, no fue necesario esperar que *Moniliophthora perniciosa* llegue a cubrir completamente en el resto de los medios de cultivo.

Figura 7.

Metodología de medición de la inhibición micelial.



Diseño del experimento

- Diseño estadístico

Diseño completamente al azar con arreglo factorial. 12 tratamientos, 2 factores (fungicidas y dosis) (Tabla 2).

- Factores en estudio

Factor A: Fungicidas (Clorothalonil, Tebuconazole Triadimenol, oxicloruro de cobre, testigo).

Factor B: Dosis (baja, media y alta)

Tabla 2

Relación de productos usados a dosis baja, media y alta, para la prueba del alimento envenenado.

Trat.	Rep.	Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Dosis/L		
T1	5	Testigo	N/N			
T2	5	Thalonex 500F	Clorothalonil	1 ml	2 ml	3 ml
T3	5	Silvacur Combi 300	Tebuconazole Triadimenol(225+75g/l)	1 ml	2 ml	3 ml
T4	5	Cupravit OB21	Oxicloruro de cobre	3 g	4 g	5 g

5.4.2.4. Determinación del efecto de los fungicidas Tebuconazole Triadimenol, Oxicloruro de Cobre, Clorothalonil y poda fitosanitaria sobre la incidencia de brotes con hipertrrofia causado por *Moniliophthora perniciosa*, en el cultivo de cacao blanco en condición de campo.

Ubicación del lugar del experimento: se realizó en el fundo Inca C'ahuarina, en el cual, se identificó la cantidad total de las plantas afectadas por *Moniliophthora perniciosa*.

Acondicionamiento y limpieza del terreno: Se realizó el desmalezado de la parcela experimental y sus contornos.

Disponibilidad de fungicidas: 02 litros de Thalonex 500F (Clorothalonil), 02 litros de Silvacur Combi 300 EC [Tebuconazole Triadimenol (225+75g/l)], 02 kg de Cupravit OB21 (Oxicloruro de cobre).

Delimitación de las unidades experimentales: la delimitación del terreno se hizo de acuerdo a la cantidad de tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8), luego se procedió al etiquetado a cada planta, dándose a su vez el marcado con cintas plásticas de diferentes colores (Blanco, Azul, Naranja, Negro, Morado, Amarillo, Rojo, Verde), cada tratamiento un color correspondiente.

Diseño experimental que se empleó fue el DCA para el factor Poda Fitosanitaria más Fungicida y DCA para el factor Fungicidas, en el cual la población fue de 251 plantas en todo el experimento y la muestra fue de 8 plantas de cacao por unidad experimental.

Los datos del porcentaje de incidencia se desarrollan llevando a la raíz cuadrada, para cada tratamiento.

Tabla 3

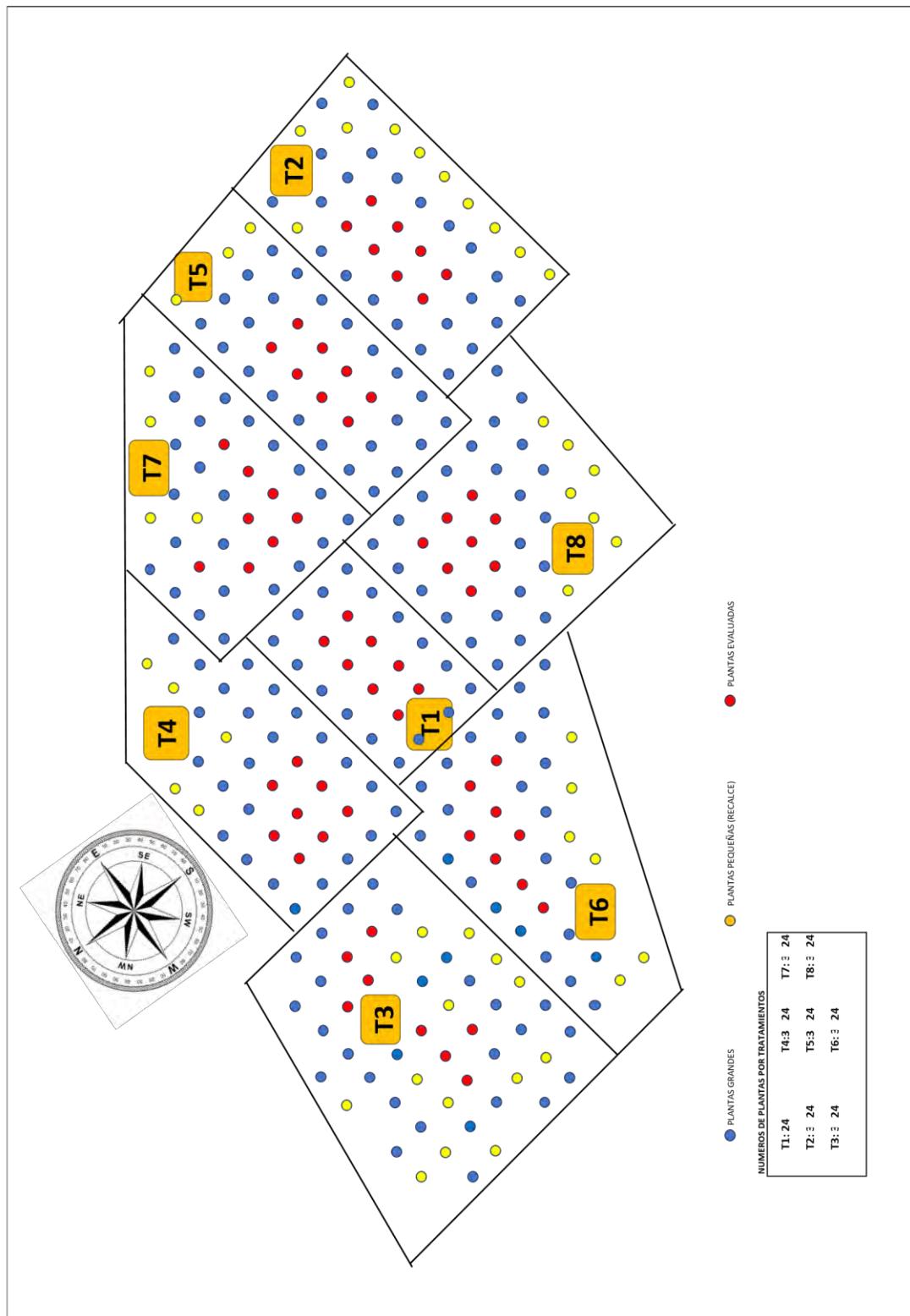
Tratamientos, identificación y número de evaluaciones del experimento.

Tratamiento	Nº de plantas/parcela	Nº de plantas a evaluar	Color de cinta	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
				1 evaluación por mes					
T1	Testigo	24	8	Blanco					
T2	Poda fitosanitaria	24	8	Azul					
T3	Poda fitosanitaria+Oxicloruro de cobre	24	8	Naranja					
T4	Poda fitosanitaria+Clorothalonil	24	8	Negro					
T5	Poda fitosanitaria+Tebuconazole+Triadimenol	24	8	Morado					
T6	Cupravit	24	8						
T7	Thalonex	24	8	Amarillo					
T8	Silvacur	24	8	Rojo					
			Verde						

Distribución del experimento (Figura 8).

Figura 8.

Croquis de distribución del experimento



5.4.2.4.1. Número de brotes con escoba de bruja.

Se evaluó y recolectó todos los brotes que estén infectados con escoba de bruja por tratamiento después se realizó la quema para evitar la diseminación del hongo en el campo experimental.

2022.

Fuente
Elaboración propia,

Determinación de la incidencia de brotes con escoba de bruja

Para la determinación de la incidencia de brotes con escoba de bruja se realizó utilizando la siguiente formula.

$$\text{Incidencia de brotes enfermos} = \frac{\text{suma N° de brotes con escoba de bruja}}{\text{suma N° total de brotes}} * 100$$

Primeramente, se realizó la evaluación de incidencia de Escoba de Bruja en brotes tiernos y la poda se realizó en el tratamiento (T2) que consistió la poda fitosanitaria y posterior la aplicación de los fungicidas Cupravit OB21, Thalonex F500 y Silvacur Combi interactuado con las podas fitosanitarias en los tratamientos (T3, T4 y T5) y los tratamientos (T6, T7, T8) fueron aplicadas por fungicidas, estas actividades se desarrolló la fecha 06 de enero del 2023 utilizándose en la aplicación de fungicida, una mochila moto pulverizadora y la dosis correspondida fue: Thalonex (30 ml/ 15 L), Silvacur Combi (30 ml/15 L) y Cupravit (75 gr/15 L). Siendo cada 30 días después de las evaluaciones y las podas fitosanitarias.

La segunda evaluación así mismo las podas fitosanitarias y la aplicación de fungicidas se desarrolló la fecha 06 de febrero del 2023.

Tercera evaluación, poda fitosanitaria y aplicación de los fungicidas, se desarrolló el 08 de marzo.

Cuarta evaluación, poda fitosanitaria y aplicación de los fungicidas, se desarrolló el 08 de abril.

Quinta evaluación, poda fitosanitaria y aplicación de los fungicidas desarrolló el 07 de mayo.

Sexta evaluación, se llevó a cabo el 07 de junio

VI. RESULTADOS

6.1. Caracterización morfológica a *Moniliophthora perniciosa*, agente causal de la escoba de bruja en el cultivo de cacao blanco

El método más eficiente para el aislamiento de *Moniliophthora perniciosa*, fue por descarga de basidiósporas, debido a que el hongo en mención, es un basidiomiceto, por tanto, producen basidiocarpos para diseminar el inóculo primario.

Tabla 4

Resultados de aislamiento del agente causal de brotes con hipertrofia (Escoba de bruja).

Órgano afectado	Método	Resultado
Brote verde con hipertrofia	Siembra de tejido en medio PDA	mayor contaminación
Brote seco hipertrofia con basidiocarpo	Descarga de basidiósporas	<i>Moniliophthora perniciosa</i>

Figura 9.

*Inoculación del patógeno en plántulas de cacao blanco *Theobroma cacao L.**

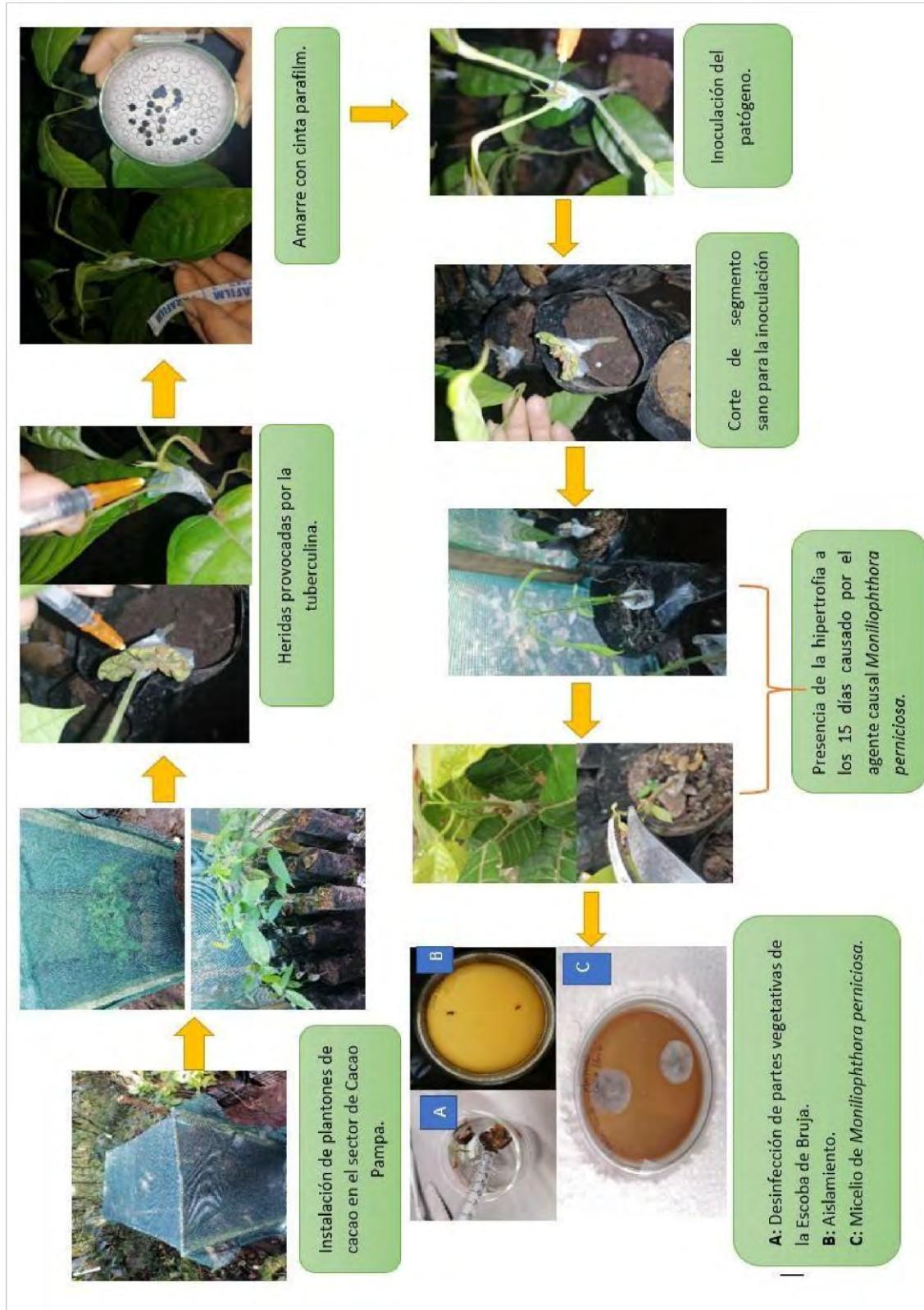
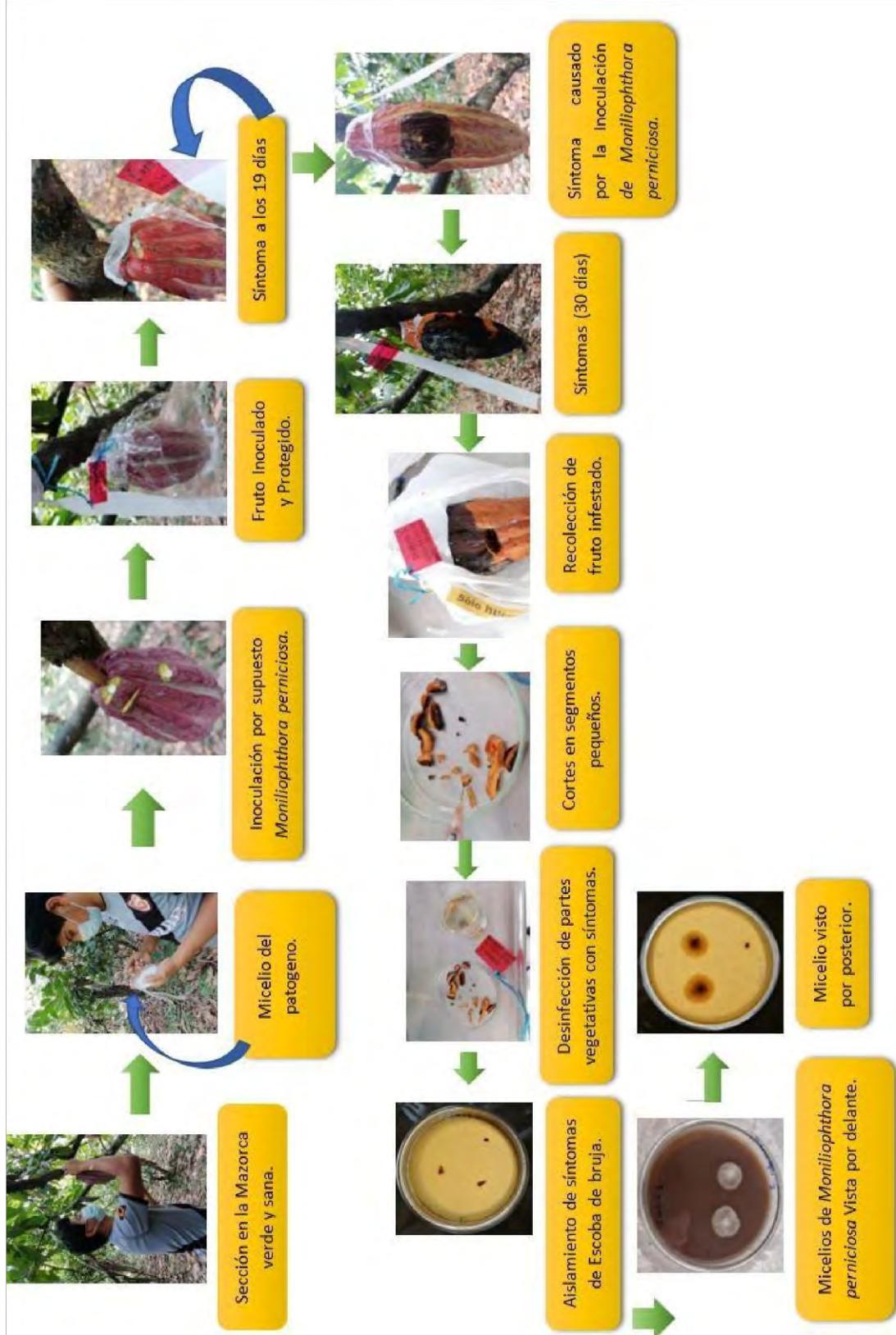


Figura 10.

*Inoculación del patógeno en frutos sanos en cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*).*



Descripción de características macroscópicas

Anverso:

Color: Blanco intenso en toda la colonia (figura 11. A).

Forma y borde: Circular con borde definido.

Textura de la colonia: Micelio algodonoso de crecimiento alto y uniforme, a excepción de los bordes donde el micelio fue de crecimiento más bajo.

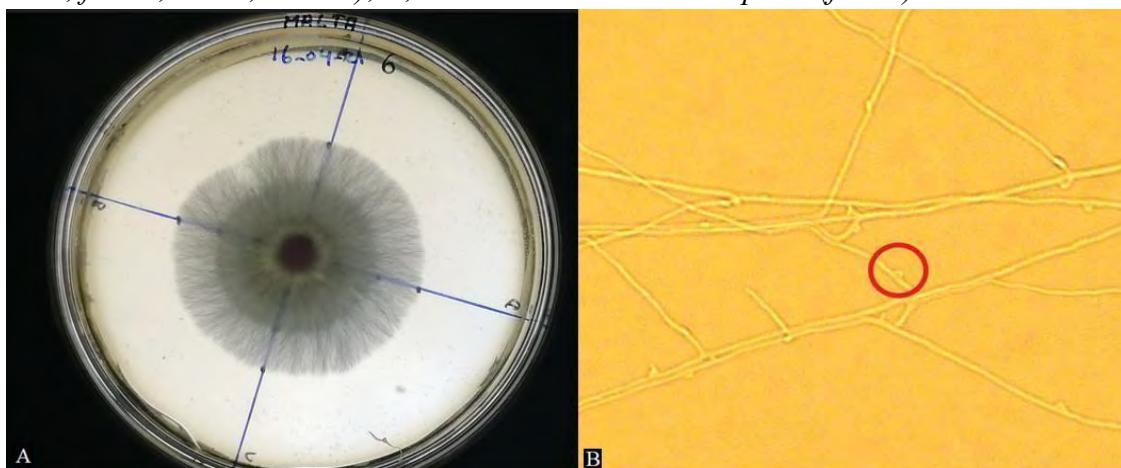
Reverso: Color crema hasta la parte media del radio, seguido de blanco amarilloso hacia los bordes.

Descripción de características microscópicas

A los 10 días de incubación en cámara de micro cultivo todos los aislados presentaron micelio hialino y ramificado que varió entre 1 y 3.8 μm de grosor. Se observó presencia de fibulas en el aislado (Figura 11. B) y formación de hifas hinchadas tipo clamidosporas de 5-7 μm de diámetro (Fig. 5. c-d) en 13 de los 44 aislados evaluados (Tabla 4). El tamaño de las fibras fue variable y estuvo relacionado directamente al grosor del micelio donde se formaron.

Figura 11

Aislamiento y caracterización de Moniliophthora perniciosa. A, Características macroscópicas (color, forma, borde, textura); B, Características microscópicas (fibula).



6.2. Evaluación de nueve medios de cultivo en el desarrollo micelial de *Moniliophthora perniciosa* a nivel “*in-vitro*”

En el Anexo 9, se presentan los medios de cultivo utilizados y que favorecieron el crecimiento y desarrollo de *Moniliophthora perniciosa*. La prueba de normalidad Shapiro-Wilk (Tabla 5, Figura 12) del crecimiento micelial de *Moniliophthora perniciosa*, en diferentes medios de cultivo, nos indica que presenta una distribución “No paramétrica”, debido a que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$) es de <0.006 . En la siguiente tabla se muestra los resultados de la Prueba de Normalidad de los datos utilizados para el Análisis.

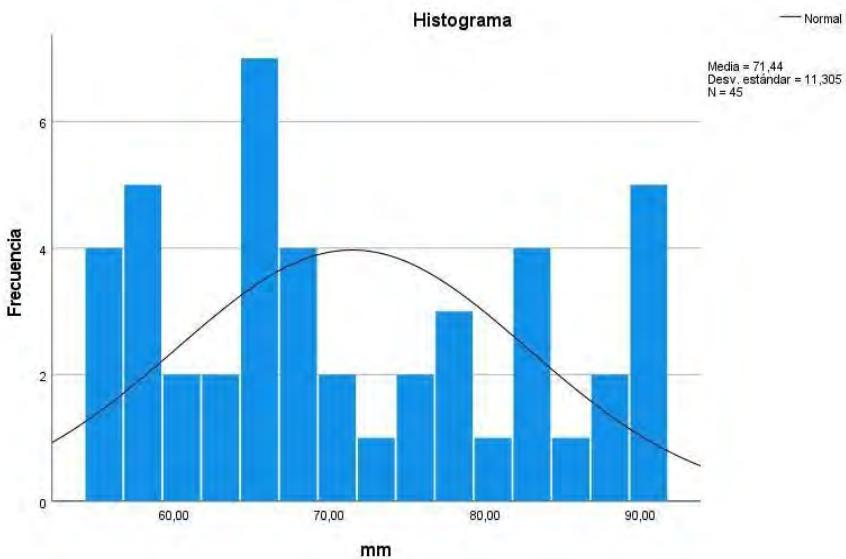
Tabla 5

Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk.

Shapiro-Wilk			
Estadístico	gl	Sig.	
mm	0.924	45	0.006

Figura 12

Histograma de distribución No Paramétrica de crecimiento micelial en 09 medios de cultivo.



El análisis de variancia No Paramétrico de Kruskal-Wallis, nos indica que el *p-value* = <0.001, menor a $\alpha= 0.05$, por tanto, se encontró diferencias en el crecimiento micelial de *Moniliophthora perniciosa* (Tabla 6), es decir, *Moniliophthora perniciosa* logró un mejor crecimiento micelial en el medio de cultivo cascara de mazorca de cacao (90.00 mm en 288 HDS), en cambio, el medio de cultivo vegetales logró el más bajo crecimiento micelial (56.50 mm en 288 HDS) (Figura14).

Tabla 6

Prueba por Kruskal-Wallis.

N total	45
Estadístico de prueba	41,278 ^a
Grado de libertad	8
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.001

En la (Tabla 7), los resultados sugieren que existen diferencias en el desarrollo micelial entre los grupos, ya que se observa una dispersión de valores y una significancia estadística marcada en los tratamientos Extracto de Vegetales con Cascara de Mazorca de Cacao con una significancia <0.000 y la significancia ajustada <0.000.

Tabla 7

	Estadístico de prueba				Desv. v. Estadístic Error o de prueba	Desv. Sig. ajustad a ^a
extracto de vegetales-mucilago de cacao	-2.900	8.296	-0.350	0.727	1.000	
extracto de vegetales-cerveza negra	-11.800	8.296	-1.422	0.155	1.000	
extracto de vegetales-frijol caraota	15.200	8.296	1.832	0.067	1.000	
extracto de vegetales-coco	15.600	8.296	1.880	0.060	1.000	
extracto de vegetales-extracto malta agar	22.900	8.296	2.760	0.006	0.208	
extracto de vegetales-coca	-30.000	8.296	-3.616	0.000	0.011	
extracto de vegetales-achiote	32.800	8.296	3.953	0.000	0.003	
extracto de vegetales-cascara de mazorca de cacao	38.900	8.296	4.689	0.000	0.000	
mucilago de cacao-cerveza negra	-8.900	8.296	-1.073	0.283	1.000	
mucilago de cacao-frijol caraota	12.300	8.296	1.483	0.138	1.000	
mucilago de cacao-coco	12.700	8.296	1.531	0.126	1.000	
mucilago de cacao-extracto malta agar	20.000	8.296	2.411	0.016	0.573	
mucilago de cacao-coca	27.100	8.296	3.266	0.001	0.039	
mucilago de cacao-achiote	29.900	8.296	3.604	0.000	0.011	
mucilago de cacao-cascara de mazorca de cacao	36.000	8.296	4.339	0.000	0.001	
cerveza negra-frijol caraota	3.400	8.296	0.410	0.682	1.000	
cerveza negra-coco	3.800	8.296	0.458	0.647	1.000	
cerveza negra-extracto malta agar	11.100	8.296	1.338	0.181	1.000	
cerveza negra-coca	18.200	8.296	2.194	0.028	1.000	
cerveza negra-achiote	21.000	8.296	2.531	0.011	0.409	
cerveza negra-cascara de mazorca de cacao	27.100	8.296	3.266	0.001	0.039	
frijol caraota-coco	0.400	8.296	0.048	0.962	1.000	
frijol caraota-extracto malta agar	7.700	8.296	0.928	0.353	1.000	
frijol caraota-coca	-14.800	8.296	-1.784	0.074	1.000	
frijol caraota-achiote	17.600	8.296	2.121	0.034	1.000	

frejol caraota-cascara de mazorca de cacao	23.700	8.296	2.857	0.004	0.154
coco-extracto malta agar	7.300	8.296	0.880	0.379	1.000
coco-coca	-14.400	8.296	-1.736	0.083	1.000
coco-achiote	17.200	8.296	2.073	0.038	1.000
coco-cascara de mazorca de cacao	-23.300	8.296	-2.808	0.005	0.179

Comparación por pareja de medios.

extracto malta agar-coca	-7.100	8.296	-0.856	0.392	1.000
extracto malta agar-achiote	-9.900	8.296	-1.193	0.233	1.000
extracto malta agar-cascara de mazorca de cacao	-16.000	8.296	-1.929	0.054	1.000
coca-achiote	2.800	8.296	0.337	0.736	1.000
coca-cascara de mazorca de cacao	8.900	8.296	1.073	0.283	1.000
achiote-cascara de mazorca de cacao	-6.100	8.296	-0.735	0.462	1.000

Para diferenciar los grupos con diferencias se realizó la comparación de pruebas de Kruskal-Wallis para muestras independientes (Figura 13), con el fin de buscar los 2 grupos con mayores promedios de diámetro de crecimiento del patógeno, nos muestra el agrupamiento en 9 grupos, donde el primer lugar en hacer llenar la placa fue el medio de cultivo a base de cascara de cacao, como segundo lugar quedaron los medios de cultivo a base de achiote, como último lugar fue el medio de cultivo a base de vegetales.

Figura 13

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes.

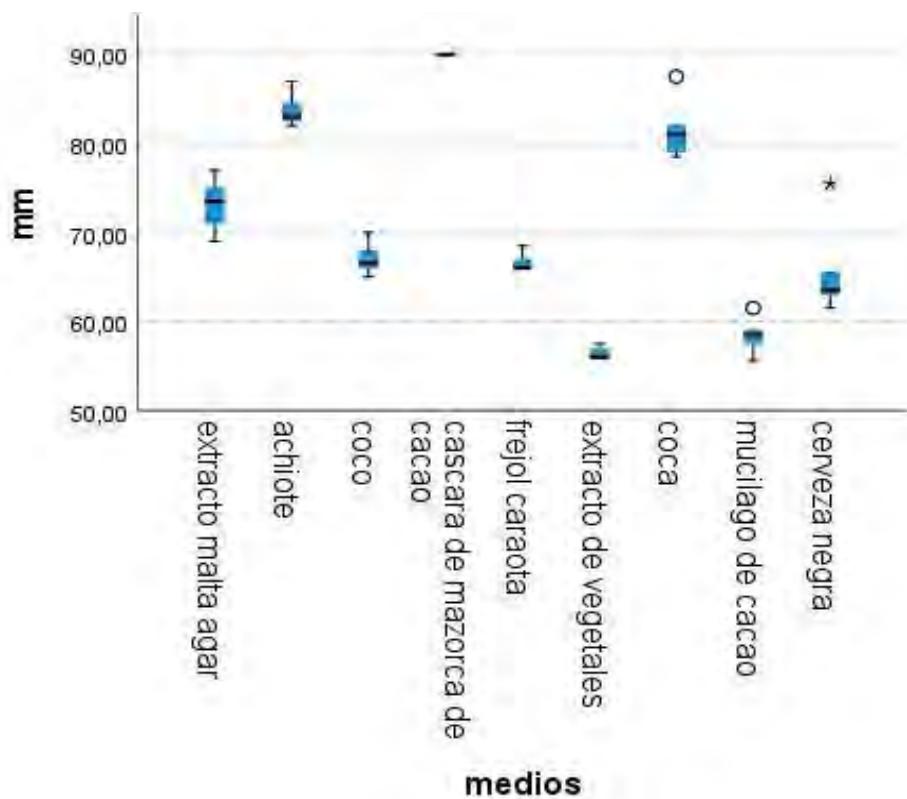
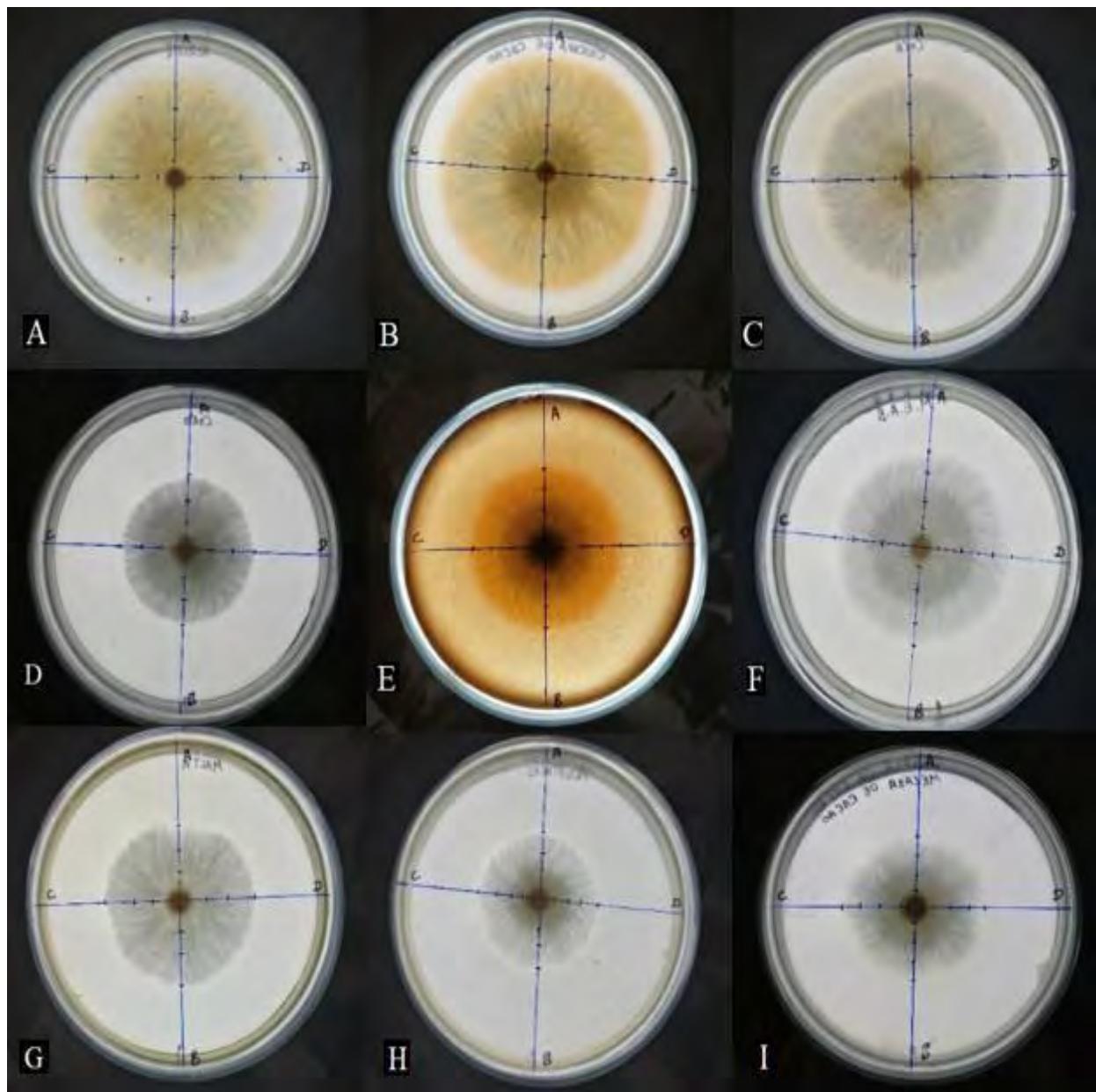


Figura 14

Medios de cultivo en el desarrollo micelial de *Moniliophthora perniciosa*. A, Medio de Achiote; B, Medio de Cascara de Mazorca de Cacao; C, Medio de Coca; D, Medio de Coco; E, Medio de Frijol; F, Medio de Malt Extract Agar Base; G, Medio de Cerveza Negra (malta); H, Medio de Vegetales; I, Medio de Melaza de cacao.



6.3. Evaluación del efecto de fungicidas en un medio de cultivo, en la inhibición de

Moniliophthora perniciosa, a nivel “*in vitro*”

En los Anexos 11 y 12, se muestran los resultados de la inhibición del crecimiento de

Moniliophthora perniciosa, a la dosis baja, media y alta en condiciones “*in vitro*”, por efecto de los fungicidas. Con los datos del Anexo 13 (evaluación a 288 horas después de la siembra), se realiza la Prueba de Normalidad (Tabla 8, Figura 15), donde el *p-value* = <001, fue menor a $\alpha=0.05$,

el cual nos indica que, el crecimiento micelial de *Moniliophthora perniciosa* en alimento envenenado con fungicidas, presenta una distribución “no paramétrica”.

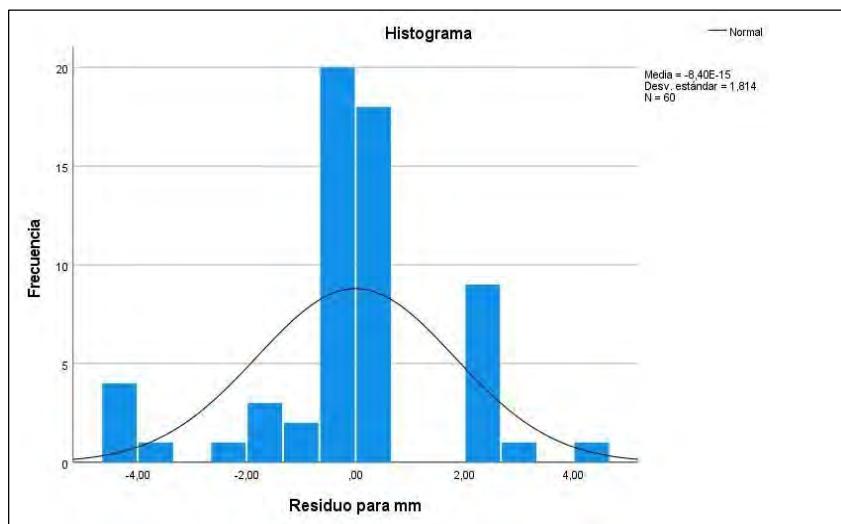
Tabla 8

Prueba de Normalidad, factorial (fungicidas x dosis)

	Kolmogorov-Smirnov ^a		<u>Sig.</u>
	<u>Estadístico gl</u>		
Residuo para crecimiento micelial (mm)	0.266	60	0.001

Figura 15

*Histograma de distribución No Paramétrica de la eficacia de fungicidas frente a *Moniliophthora perniciosa* in-vitro.*



El análisis de varianza No Paramétrico por Scheirer Ray hare (Tabla 9), nos indica que los fungicidas lograron diferencias en el crecimiento micelial de *Moniliophthora perniciosa*, es decir, Tebuconazole Triadimenol y Oxicloruro de cobre lograron 0.00 mm de crecimiento, en cambio Clorothalonil (32.33 mm), no logró inhibir el crecimiento micelial. El factor dosis, logró un *pvalue*

= 0.89, el cual es mayor al $\alpha=0.05$, por tanto, se determina estadísticamente que, el crecimiento micelial a la dosis baja, media y alta, son similares, es decir Tebuconazole Triadimenol; Oxicloruro de cobre lograron [(dosis baja= 0.00 mm) (dosis media= 0.00 mm) (dosis alta= 0.00 mm)];

Clorothalonil [(dosis baja= 40.20 mm) (dosis media= 32.50 mm) (dosis alta= 24.30 mm)]; Testigo [(dosis baja= 87.40 mm) (dosis media= 87.40 mm) (dosis alta= 87.40 mm)].

La interacción Fungicida*Dosis, logró un *p*-valor= 0.99, el cual es mayor al $\alpha=0.05$, el cual indica que no existe interacción, es decir, el efecto de los fungicidas sobre la inhibición micelial no depende de la dosis.

Tabla 9

Prueba de Scheirer-Ray-Hare.

	SS	df	MS	Alpha = H	0.05 p-value	sig
Fungicidas	15187.5	3		56.99418	2.577E-12	yes
Dosis	60.1	2		0.2255375	0.8933572	no
Interacción	180.3	6		0.6766124	0.994982	no
Within	294.1	48				
Total	15722	59	266.47458			

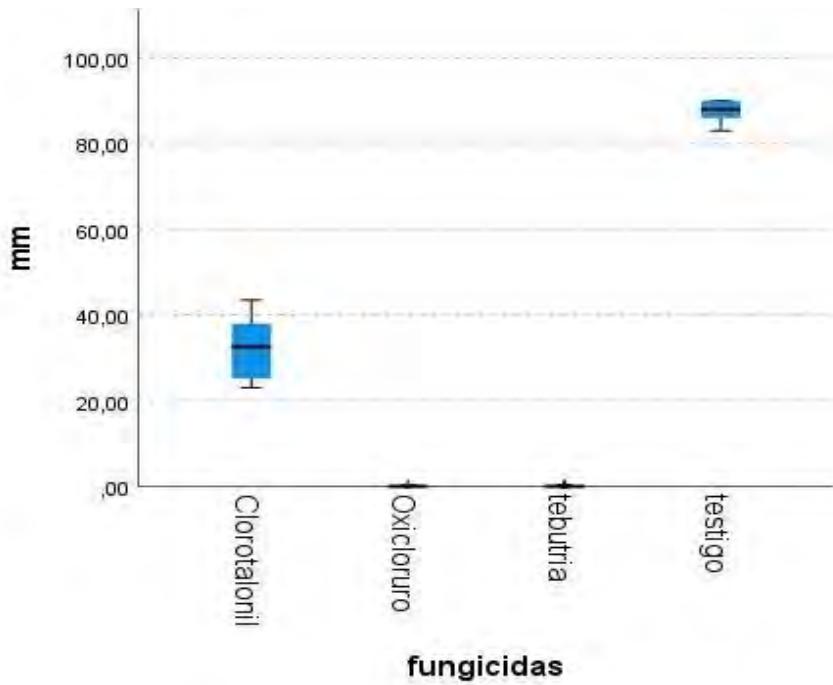
En la (Tabla 10), los resultados sugieren que existen diferencias en el desarrollo micelial entre los grupos, ya que se observa una dispersión de valores y una significancia estadística marcada en los grupos de Oxicloruro de cobre con Testigo con una significancia <0.000 y la significancia ajustada <0.000, grupo de Tebuconazole más Triadimenol con Testigo con una significancia <0.000 y la significancia ajustada < 0.000.

Tabla 10*Comparación por pareja de medios.*

	<u>stadístico e prueba</u> -2.000	<u>Desv. Error</u>	<u>Desv. Estadístico de prueba</u>	Sig.	Sig. ajustada ^a
Oxicloruro de cobreTebuconazole Triadimenol	-2.000	6.107	-0.328	0.743	1.000
Oxicloruro de cobreClorothalonil	23.500	6.107	3.848	0.000	0.001
Oxicloruro de CobreTestigo	-38.500	6.107	-6.304	0.000	0.000
Tebuconazole TriadimenolClorothalonil	21.500	6.107	3.521	0.000	0.003
Tebuconazole Triadimenol-Testigo	-36.500	6.107	-5.977	0.000	0.000
Clorothalonil-Testigo	-15.000	6.107	-2.456	0.014	0.084

Para diferenciar los grupos con diferencias se realizó la comparación de pruebas de kruskal-Wallis para muestras independientes (Figura 16), con el fin de buscar los 2 grupos con menores promedios en diámetro de crecimiento de la *Moniliophthora perniciosa*, nos muestra el agrupamiento en 4 grupos, donde el primer lugar en la inhibición del desarrollo micelial del agente *Moniliophthora perniciosa* fue el medio de envenenado con Oxicloruro de cobre con 0.00 mm y el medio envenenado con Tebuconazole Triadimenol con 0.00 mm, como segundo lugar quedaron los medios de envenenado con Clorotalonil con 32.33 mm, como último lugar fue el medio de testigo con un desarrollo de 87.40 mm de diámetro.

Figura 16*Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes.*



6.3.1. Evaluación del efecto dosis en la eficacia del Fungicida Clorothalonil

Con los datos de los Anexos 13, se realiza el Análisis de la Normalidad (Tabla 11, Figura 17) donde el p-valor, fue mayor a $\alpha=0.05$, el cual nos indica que, el crecimiento micelial de la *Moniliophthora perniciosa* en alimento envenenado con fungicida presenta una distribución “Paramétrica”

Tabla 11

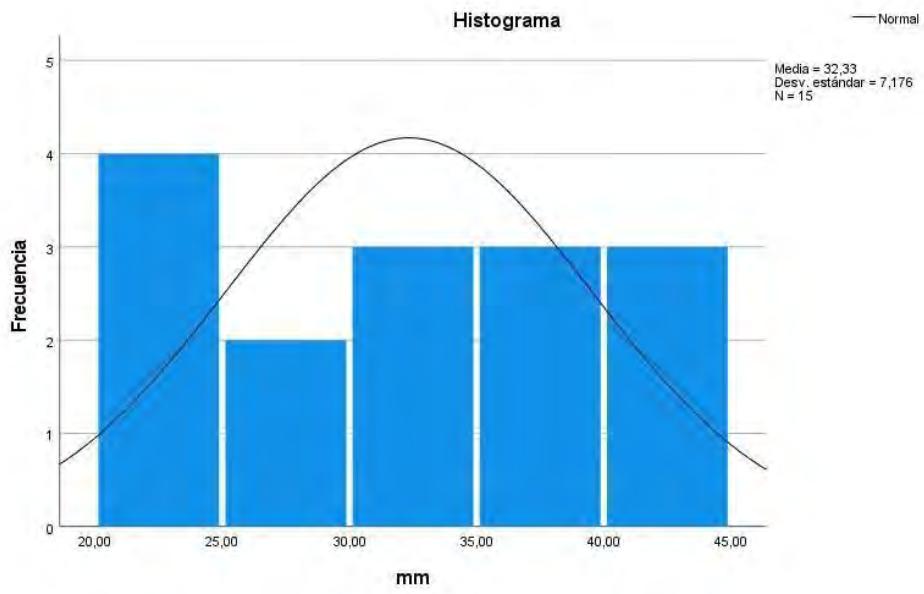
Prueba de Normalidad del efecto dosis en Clorothalonil.

Shapiro-Wilk

Estadístico gl Sig. 0.921 15 0.196 mm

Figura 17

Histograma de la distribución Paramétrica del efecto dosis en Clorothalonil.



Los resultados (Tabla 12, Figura 19) muestran que si existe diferencias significativas entre los promedios evaluados.

Tabla 12

ANOVA del efecto dosis en Clorothalonil.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	632.233	2	316.117	42.815	0.001
Dentro de grupos					
Total	88.600	12	7.383		
	720.833	14			

En la (Tabla 13), los resultados sugieren que existen diferencias en el desarrollo micelial entre los grupos, ya que se observa una dispersión de valores y una significancia estadística marcada en los grupos de dosis Alta con dosis Baja donde la significancia es < 0.000.

Tabla 13

Prueba de Post- Hoc en Comparaciones múltiples.

	dosis	superior	Diferencia	Intervalo de	de	Error	Si
			medias (I-J)	estándar	g.Límite inferior	Límite	confianza al 95%
Tukey	baja	media	7,70000*	1.7185	0.00	3.1152	12.284
		alta	15,90000	3	2	11.3152	8
	medi a	baja	*	1.7185	0.00	-	20.484
		alta	-	3	0	12.284	8
	alta	baja	7,70000	1.7185	0.00	8	-3.1152
		medi a	*	3	2	3.6152	12.784
		baja	8,20000*	1.7185	0.00	-20.4848	8
		medi a	-	3	1	-12.7848	-11.3152
		alta	15,90000	1.7185	0.00		-3.6152
		alta	*	3	0		
		alta	-	1.7185	0.00		
		alta	8,20000	3	1		
		alta	*				

Los resultados (Tabla 14, Figura 18) muestran 3 subconjuntos de medios envenenados con diferencias significativas. La dosis con mejor inhibición del crecimiento micelial son:

- Dosis alta, inhibe el menor desarrollo micelial con 24.30 mm.
- Dosis media, muestra que se reduce en comparación con dosis baja con 32.50 mm.
- Dosis baja, muestra que no inhibe el desarrollo del micelio 40.20 mm.

Tabla 14

Prueba Post-Hoc de Tukey

mm			
			Subconjunto para alfa
	1	2	3 = 0.05
			Tukey
media	5	32.50	dosis N
baja	5	40.20	alta 5 24.30

Figura 18

Inhibición micelial de la *Moniliophthora perniciosa* en prueba de envenenado (Clorothalonil) a nivel de dosis.

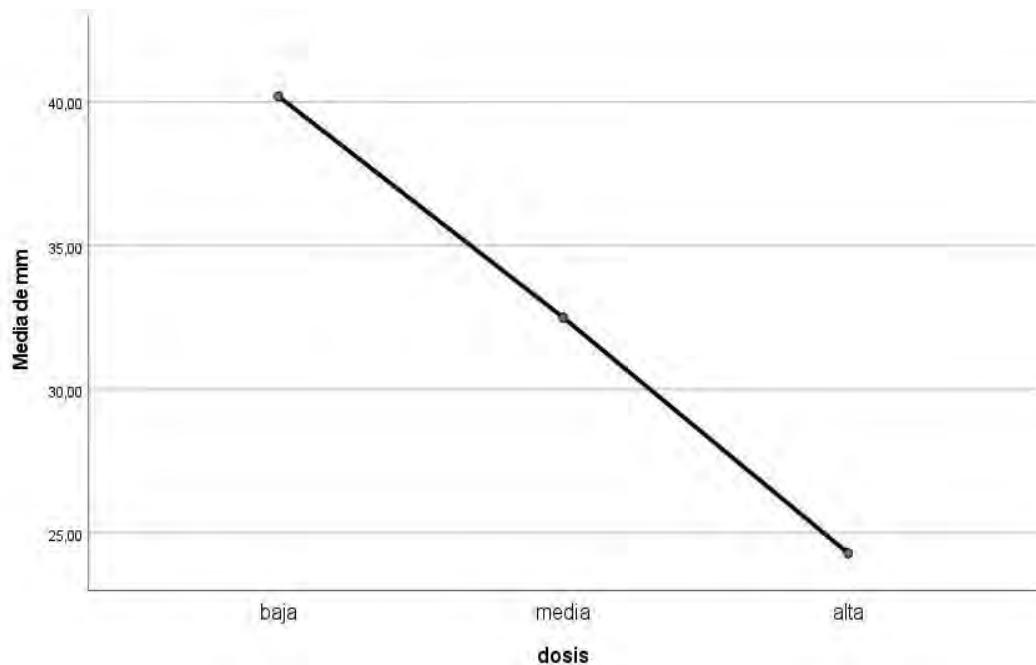
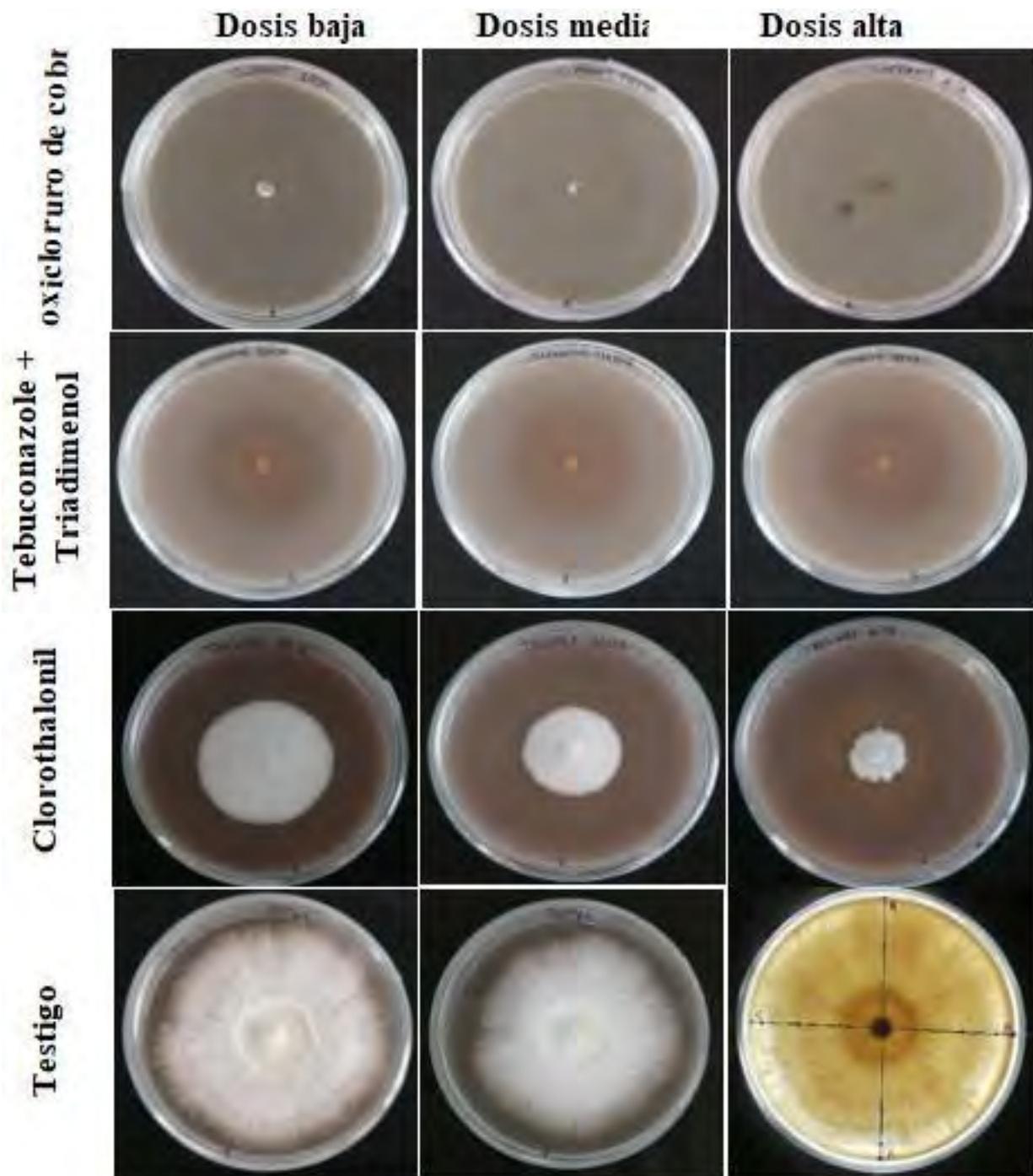


Figura 19

Alimento envenenado con fungicidas a dosis baja, media y alta, 288 horas después de la siembra (HDS).



6.4. Determinación del efecto de los fungicidas Tebuconazole Triadimenol, Oxicloruro de Cobre, Clorothalonil y poda fitosanitaria sobre la incidencia de brotes con hipertrofia causado por *Moniliophthora perniciosa*, en el cultivo de cacao blanco en condición de campo.

6.4.1. Evaluación del Efecto de “Poda Fitosanitaria + Fungicidas”

En el Anexo 15, se muestra los datos de evaluación de la incidencia a la raíz cuadrada de brotes con hipertrofia, donde el *p-value* = <0.061 de la prueba de Normalidad (Tabla 15, Figura 20), con lo que se determina, que la incidencia de *Moniliophthora perniciosa* presenta una distribución normal “paramétrica”, se procede el Análisis Paramétrico de ANOVA de 1 factor.

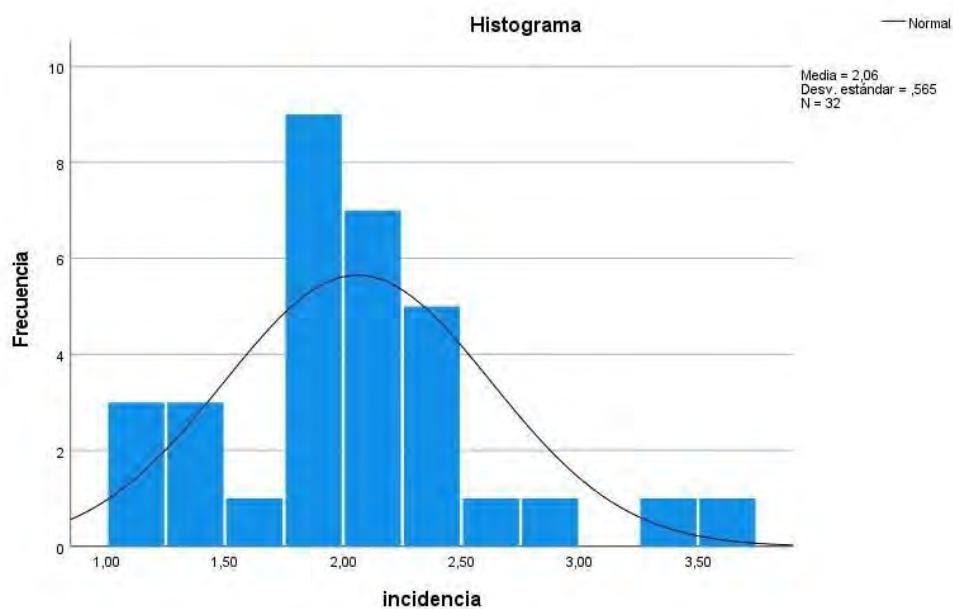
Tabla 15

Prueba de Normalidad, Raíz Cuadrada de la incidencia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
incidencia	0.937	32	0.061

Figura 20

Histograma de la distribución Paramétrica de la incidencia de Moniliophthora perniciosa en Poda Fitosanitaria + Fungicidas.



Se realizó un Análisis de Varianza para evaluar diferencias significativas entre los promedios del porcentaje de la incidencia de cada dato. La prueba F mostró los siguientes resultados (Tabla 16), muestran que si existe diferencias significativas entre los promedios evaluados.

Tabla 16

ANOVA de la Raíz Cuadrada del promedio porcentaje de la incidencia

	Suma de Media	cuadrados gl	cuadrática F	Sig.	
Entre grupos	52.053	3	17.351	2.993	0.048
	162.324	28	5.797		
Dentro de grupos					
Total	214.378	31			

Nota. Resultados obtenidos mediante el paquete estadístico SPSS v25.

En la (Tabla 17), los resultados sugieren que existen diferencias en la incidencia entre los grupos, ya que se observa una dispersión en los valores y una significancia estadística marcada en los grupos de Poda Fitosanitaria + Oxicloruro de Cobre con Poda Fitosanitaria.

Tabla 17

Comparación por parejas múltiples.

fitosanitaria + fungicidas	Diferencia de poda			Intervalo de confianza al 95%
	Error	Sig.		
	medias (I-J)	estándar	Límite Límite inferior superior	

poda fitosanitaria	poda fitosanitaria+oxicloruro de cobre poda fitosanitaria+clorothalonil poda fitosanitaria+triadimenol tebuconazole	3,56000* 1.20388 0.030 2.10750 1.20388 0.318 2.25125 1.20388 0.264	0.2730 -1.1795 - 1.0357	6.8470 5.3945 5.5382
poda fitosanitaria+oxicloruro de cobre	poda fitosanitaria poda fitosanitaria+clorothalonil poda fitosanitaria+triadimenol tebuconazole	- 1.20388 0.030 3,56000* 1.20388 0.628 1.45250 1.20388 0.700 - - 1.30875	-6.8470 -4.7395 - 4.5957 - - 1.30875	-0.2730 1.8345 1.9782 - - 1.1795
poda fitosanitaria+clorothalonil	poda fitosanitaria poda fitosanitaria+oxicloruro de cobre poda fitosanitaria+triadimenol tebuconazole	2.10750 1.45250 0.14375	1.20388 0.318 1.20388 0.628 1.20388 0.999	-5.3945 - 1.8345 -3.1432 4.7395 3.4307
poda fitosanitaria+triadimenol tebuconazole	poda fitosanitaria poda fitosanitaria+oxicloruro de cobre poda fitosanitaria+clorothalonil	2.25125 1.30875 - 0.14375	1.20388 0.264 1.20388 0.700 1.20388 0.999	-5.5382 - 1.9782 - 3.4307 4.5957 3.1432

Para diferenciar los grupos con diferencias de varianzas significativas (Tabla 18, Figura 21), se realizó la prueba Post-hoc de Tukey con el fin de buscar los 2 grupos con mayores promedios en disminuir la incidencia sobre la *Moniliophthora perniciosa*, teniendo en cuenta que los resultados muestran 3 subconjuntos con diferencias significativas. Los tratamientos con mejores resultados en la reducción de la incidencia el primer tratamiento mejor es la Poda Fitosanitaria + Oxicloruro de Cobre, teniendo en cuenta el segundo mejor son los tratamientos Poda Fitosanitaria + Triadimenol Tebuconazole y el tratamiento Poda Fitosanitaria + clorothalonil y el ultimo tratamiento es la Poda Fitosanitaria.

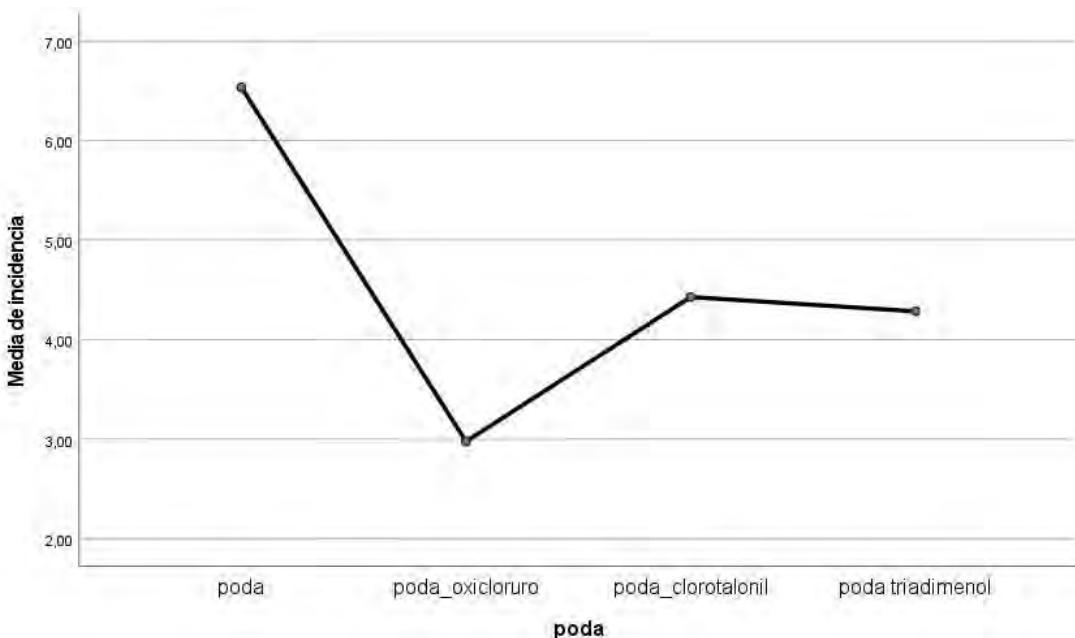
Tabla 18 Prueba Post-Hoc de Tukey

Subconjunto para alfa = 0.05

Poda Fitosanitaria	N	1	2	3
<hr/>				
Poda Fitosanitaria + Oxicloruro de Cobre	8	2.98		
<hr/>				
Poda Fitosanitaria + Triadimenol Tebuconazole	8		4.29	
<hr/>				
Poda Fitosanitaria + Clorothalonil	8		4.43	
<hr/>				
Poda Fitosanitaria	8		6.54	

Figura 21

Porcentaje Incidencia de infección, promedio en brotes según tratamientos con Poda Fitosanitaria.



6.4.2. Evaluación del Efecto de Fungicidas

En el Anexo 15, se muestra los datos de evaluación de la incidencia de brotes con hipertrofia, donde el $p-value = <.001$ de la prueba de Normalidad (Tabla 19, Figura 22), con lo que se

determina, que la incidencia de *Moniliophthora perniciosa* presenta una distribución “no paramétrica”.

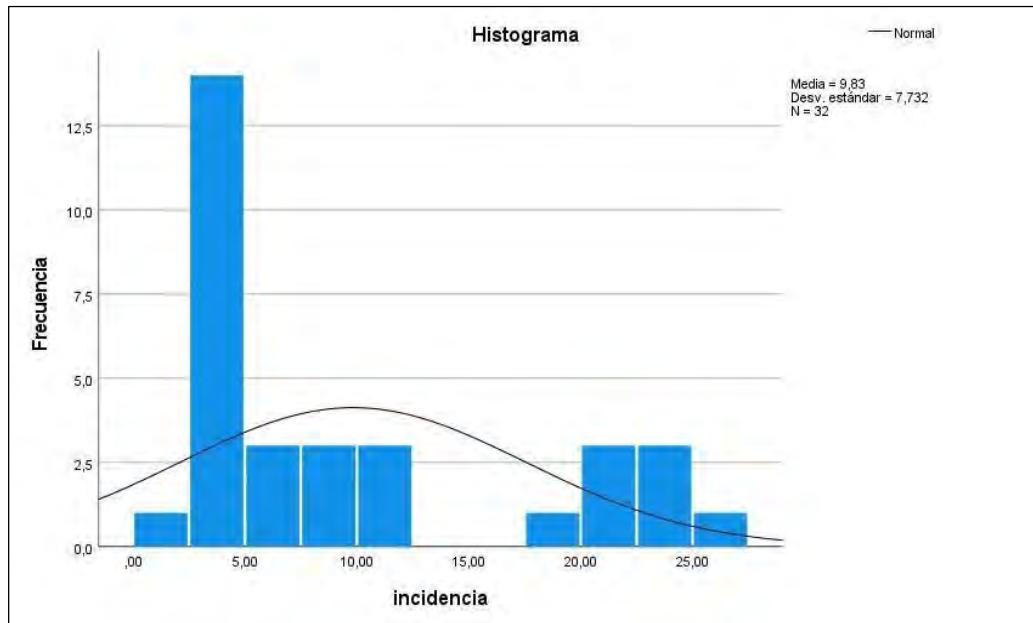
Tabla 19

Prueba de Normalidad de Incidencia de brotes con hipertrofia

Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.
Incidencia	0.806	32	0.001

Figura 22

Histograma de la distribución No Paramétrica en incidencia de Moniliophthora perniciosa con Fungicidas.



El análisis de variancia No Paramétrico de Kruskal-Wallis, nos indica que el *p-value*= <.001, menor a $\alpha= 0.05$, por tanto, se encontró diferencias en la incidencia de *Moniliophthora perniciosa* (Tabla 21), es decir, las plantas de cacao que fueron fumigadas con Oxicloruro de cobre, redujeron el inóculo primario a un 4.54 %, en cambio las plantas de cacao (Testigo), mantuvo el inóculo primario en 22.18 %.

Tabla 20*Prueba de Kruskal Wallis*

N total	32
Estadístico de prueba	21,903 ^a
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.000

Tabla 21*Control de la Incidencia de Moniliophthora perniciosa con Fungicidas*

T	O	Cl	TT
20.48	2.33	4.55	3.70
21.15	3.03	8.82	6.98
19.70	9.09	11.36	4.26
23.81	3.23	10.64	3.23
25.76	7.41	12.00	8.77
22.86	4.55	4.55	3.70
22.58	3.13	4.94	2.63
21.13	3.57	6.15	4.55
22.18	4.54	7.88	4.73

T=Téstigo

O= Oxicloruro de Cobre

Cl= Clorothalonil

TT= Tebuconazole Triadimenol

En la (Tabla 21), los resultados sugieren

- Grupo Testigo: Muestra la mayor incidencia, lo que indica que, sin tratamiento, la variable estudiada tiene un impacto significativo.
- Oxicloruro de cobre: Muestra la menor incidencia de todos los grupos, lo que sugiere que este fungicida es el más efectivo tiene algún efecto en la reducción de la variable estudiada.

- Clorothalonil: Presenta una incidencia más elevada que el Tebuconazole Triadimenol, indicando un efecto comparable en la reducción de la variable.
- Tebuconazole Triadimenol: La incidencia se reduce en comparación con el grupo testigo, lo que sugiere que este fungicida tiene algún efecto para reducir la variable estudiada.

En la (Tabla 22), los resultados sugieren que existen diferencias en la incidencia entre los grupos, ya que se observa una dispersión en los valores y una significancia estadística marcada en los grupos de Oxicloruro de cobre con el Testigo y Tebuconazole y Triadimenol con el Testigo.

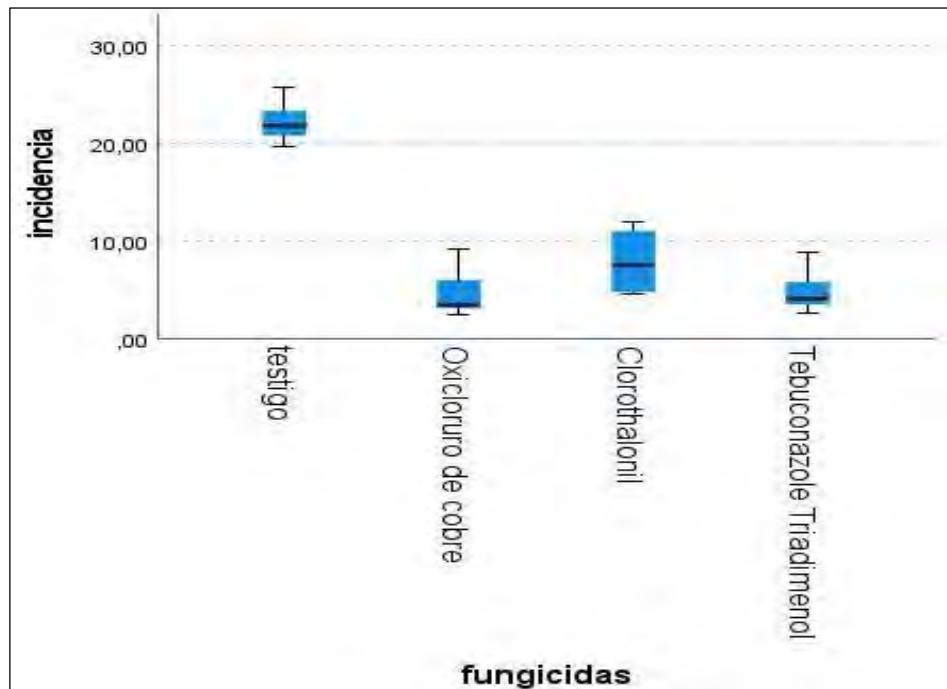
Tabla 22

Comparación por parejas de fungicidas

	Estadístico de prueba	Desv. Error	Estadístico de prueba	Desv.	Sig. ajustada ^a
Oxicloruro de CobreTebuconazole	-1.375	4.685	-0.293	0.769	1.000
Triadimenol					
Oxicloruro de CobreClorothalonil	-9.125	4.685	-1.948	0.051	0.309
Oxicloruro de Cobre-Téstigo	19.500	4.685	4.162	0.000	0.000
Tebuconazole	7.750	4.685	1.654	0.098	0.589
TriadimenolClorothalonil					
Tebuconazole	18.125	4.685	3.869	0.000	0.001
TriadimenolTéstigo					
Clorothalonil-Testigo	10.375	4.685	2.214	0.027	0.161

La comparación de pruebas de Kruskal-Wallis para muestras independientes (Figura 23), nos muestra el agrupamiento en 4 grupos, donde el primer lugar en la inhibición del desarrollo micelial del agente *Moniliophthora perniciosa* fue el fungicida Oxicloruro de cobre, como segundo lugar fue el fungicida Tebuconazole Triadimenol, como último lugar fue el testigo.

Figura
23



Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

VII. DISCUSION

7.1. Caracterización morfológica a *Moniliophthora perniciosa*, agente causal de la escoba de bruja en el cultivo de cacao blanco

La captura de los basidiocarpos se realizó al segundo día después de la lluvia y estos basidiocarpos deben ser procesados dentro de las 12 horas, estos datos son similares a lo reportado por Auhing et al. (2021), donde las descargas de basidiósporas corresponden a 24 h de recolección a 25 °C y una humedad relativa del 80%.

Las evaluaciones de morfología en aislados de 25 días de edad mostraron aspectos de colonia altamente variables, inclusive en repeticiones de un mismo aislado. En el anverso, el micelio fue de color blanco en la gran mayoría de aislados, a excepción de algunos pocos que presentaron un color con tendencia a crema. Según Purdy & Schmidt (1996), estos son colores frecuentes de colonias de *M. perniciosa*, en cultivos *in vitro*, y menciona que el micelio es generalmente de color blanco, con algunas excepciones donde pueden ser de color crema o rojiza púrpura. Resultados similares también fueron reportados por Maridueña-Zavala et al. (2019), quien evaluó el crecimiento micelial de *M. perniciosa* en cultivo PDA, y reportó aislados con micelios de color blanco, y algunos con tonalidades entre rojizo y púrpura. Por su parte, Evans (1980), refiere observaciones de micelio de color blanco y aspecto algodonoso en aislados de crecimiento rápido, y colores de blanco opaco a gris en aislados con hifas de crecimiento rizoidal, que posteriormente se tornaban de color amarillo y marrón.

7.2. Evaluación de nueve medios de cultivo en el desarrollo micelial de *Moniliophthora perniciosa* a nivel “*in-vitro*”

El medio de cultivo que favoreció un mejor crecimiento micelial y desarrollo de *Moniliophthora perniciosa* fue el medio a base de cascara de cacao, los cuales son ricos en hidratos de carbono. Existen reportes Rafael, R. (2002), donde afirman que estos compuestos favorecen el crecimiento y aumentan la producción micelial, razón por la cual hubo mayor velocidad de crecimiento micelial.

El medio que promovió la abundante formación de fibulas, fue el medio a base de achiote y coca. Estas observaciones coinciden con lo expuesto por Ramos, T. (2022), Microscópicamente, no se observó diferencias marcadas entre aislados, pero se encontró la presencia de fibulas, y el

diámetro de micelio oscilo entre 1 y 3,8 μm , también se observó la presencia de estructuras similares a clamidosporas que presentaron un diámetro de 5-7 μm .

7.3. Evaluación del efecto de fungicidas en un medio de cultivo, en la inhibición de *Moniliophthora perniciosa*, a nivel “*in vitro*”

Los resultados expuestos sobre la eficacia de inhibición de crecimiento micelial de *Moniliophthora perniciosa*, confirman los estudios realizados por Bastos y Medeiros (1978), quienes encontraron que los fungicidas a base cobre fueron los más efectivos en la inhibición “*in vitro*” del crecimiento micelial de *Moniliophthora perniciosa*.

La importancia de los fungicidas que se utilizan para el control de fitopatógenos, radica en su modo de acción sobre la fisiología del patógeno; además de la dosis, frecuencia y etapa de aplicación (Reuveni y Sheglov, 2002). Los resultados obtenidos con Oxicloruro de cobre y Tebuconazole Triadimenol “*in vitro*” concuerdan con Pérez, A. (2016) quien reporta al 100 % de inhibición micelial de *Moniliophthora roreri* a una dosis de 0.45 g.i.a./L, con los fungicidas Trifloxystrobin y Azoxystrobin, pertenecen al grupo químico de las estrobirulinas; un grupo de fungicidas sistémicos de baja toxicidad (tipo IV). Estos fungicidas inhiben la respiración mitocondrial deteniendo la producción de ATP, presentan amplio espectro de control y han mostrado efectividad sobre hongos basidiomicetos.

7.4. Determinación del efecto de los fungicidas Tebuconazole + Triadimenol, Oxicloruro de Cobre, Clorothalonil y poda fitosanitaria sobre la incidencia de brotes con hipertrofia causado por *Moniliophthora perniciosa*, en el cultivo de cacao blanco en condición de campo

El tratamiento testigo presento una incidencia de brotes con hipertrofia de 22.18 %, pero, el

tratamiento “Poda fitosanitaria + Oxicloruro de Cobre (Cupravit)” pudo reducir esta incidencia a un 2.98 %, ya que de acuerdo a CATIE (2010), el cacao criollo es altamente susceptible a la escoba de bruja y los resultados obtenidos concuerdan con lo que menciona Tovar (1991), el cual indica que en el control químico de *M. perniciosa*, puede incluir varias estrategias, de esta manera, el control puede estar dirigido a la protección de frutos y, eventualmente, de yemas o cojines florales, mediante el empleo de fungicidas protectores. También los resultados obtenidos concuerdan con lo que menciona Laker (1992), el cual nos indica que la aplicación de fungicidas antiesporulantes puede estar dirigido en la prevención de esporulación del agente causal de la enfermedad de la escoba de bruja en cacao y así controlar una nueva infección de tejidos como nos menciona SENASICA (2013), quien nos dice que la enfermedad afecta los tejidos jóvenes de los cacaoteros, llevando a la pérdida de su productividad.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

El método más adecuado de aislar *Moniliophthora perniciosa*, fue por descarga de basidiósporas, sobre el medio de cultivo de papa-dextrosa-agar (PDA).

En la caracterización macroscópica de las colonias, se encontró que el anverso de la colonia es de color blanquecino y el reverso es de color crema.

En la caracterización microscópica se observó la presencia de clampa.

El mejor medio para el crecimiento micelial de *Moniliophthora perniciosa* es a base de cascara de mazorca de cacao.

Los fungicidas Triadimenol Tebuconazole y Oxicloruro de cobre, lograron inhibir el crecimiento micelial de *Moniliophthora perniciosa* a nivel “in vitro” al 100%, a la dosis baja, media y alta.

El tratamiento “Poda fitosanitaria + Oxicloruro de Cobre (Cupravit OB 21)”, logró reducir a un 2.98 % de incidencia de brotes con hipertrofia, a comparación del testigo que presenta 22.18 % de incidencia.

8.2. Recomendaciones

- Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la aplicación de los fungicidas a nivel “*in vitro*” se recomienda utilizar los fungicidas “Oxicloruro de Cobre y Triadimenol Tebuconazole” y así mismo ampliar esta investigación, aplicando otros productos diferentes para tener más resultados del comportamiento del patógeno.
- los resultados obtenidos en condiciones de campo con la aplicación de los fungicidas, se recomienda utilizar el fungicida “Oxicloruro de Cobre con la Poda Fitosanitaria” teniendo una menor incidencia (2,98%) de la enfermedad *Moniliophthora perniciosa*; dando los siguientes resultados: en la infección de brotes; incrementando la cantidad de brotes tiernas sanas, esto se debe a que al controlar la cantidad del inoculo del patógeno se presenta menor cantidad de brotes afectados por la enfermedad. También se recomienda la aplicación del fungicida “Triadimenol Tebuconazole con la poda fitosanitaria” por ser el segundo

fungicida que presentó menor incidencia de la enfermedad *Moniliophthora perniciosa* en un 4.29%.

- Incluir a estos productos en programa de fumigación siendo importantes en viveros y como cultivos establecidos en campo definitivo, combinado con la estrategia de manejo integrado del cultivo.

IX. BIBLIOGRAFIA

Anzules, T. V. V. (2017). *SUSTENTABILIDAD DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CACAO, (*Theobroma cacao L.*) EN SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS, ECUADOR.*

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4110>

Auhing, J.; Cedeño A.; Saucedo, S.; Vera, L.; Macías C.; Canchignia H. (2021). Biodiversidad de ecotipos y rangos de agresividad de *Moniliophthora perniciosa*, en *Theobroma cacao L.* nacional del Litoral Ecuatoriano. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Departamento de Biotecnología, Artículo de investigación. Los Ríos, Ecuador.

Arvelo Sánchez, M. Á., González León, D., Maroto Arce, S., Delgado López, T., & Montoya Rodríguez, P. (2017). Manual Técnico del Cultivo de Cacao. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José - Costa Rica
Ames, T. (1997). Enfermedades fungosas y bacterianas de raíces y tubérculos andinos. CIP – CGIAR. Lima, Perú. 172 p.

Agrios, N. (1996). Fitopatología. Editorial Limusa S.A. México.

De Humanidades, F., Educación, Y., Bentivoglio, S. P. P., & Ruiz, S. (2006). *Universidad*

Central De Venezuela De Mérida. 68.

Bastos, R.N. Medeiros, A.G. (1978). Selecao “in vitro” de fungicidas a *Crinipellis perniciosa*

(Stahel) Singer. Causador da “Vassoura-de-Bruxa” do cacaueiro. Fitopatología Brasileira.

Rio Blanco, Brasil.

Baker, D.; Holliday, P. (1957). Witches broom disease of cacao (*Marasmus perniciosus* Stahel)

Phytopathological Papers N°2. Kew: Commonwealth Micological Institute. London,

Inglatera.

CATIE (2010). El cacao y el proyecto cacao de Centroamérica (PCC). Centro agronómico tropical

de investigación y enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

Cohen, J. (2017). The Evolution of Koch's Postulates. In Infectious Diseases (pp. 1-3). Elsevier.

Evans, H. (1980). Pleomorphism in *Crinipellis perniciosa*, causal agent of witches' broom disease

of cocoa. Transactions of the British Mycological Society, 74(3), 515–523.

[https://doi.org/10.1016/s0007-1536\(80\)80051-9](https://doi.org/10.1016/s0007-1536(80)80051-9)

Espino, J. (2012). Determinación del efecto de fungicidas sobre *Moniliophthora perniciosa*, agente

causal de escoba de bruja en cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis para optar el título de

ingeniero agrónomo. Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil, Ecuador.

French, E.R. y T.T. Herbert. 1980. Métodos de Investigación fitopatológica. Editorial IICA. San

José, Costa Rica. 277p.

Gonzales, A., & Roble, A. (2014). Aislamiento y caracterización del hongo *Moniliophthora roreri*

(*Monilia*) en frutos de *Theobroma cacao* L. (cacao) del cultivar san José del Real de la carrera, Usulután. Tesis. Lic. Q.F. Universidad de El Salvador. Facultad de Química y

Farmacia. San Salvador, SV.

Holdridge, L. R. 1967. «Life Zone Ecology». Tropical Science Center. San José, Costa Rica.

(Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa: «Ecología Basada en Zonas de Vida»,

1a. ed. San José, Costa Rica: IICA, 1982).

IICA. (2017). Manual técnico del cultivo de cacao Buenas prácticas para América Latina. In

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

file:///C:/Users/usuario/Downloads/BVE17089191e.pdf

Holliday, H. 1980. Enfermedades por hongos en cultivos tropicales. Universidad de Cambridge.

New York, USA.

Latorre, A. (1998). Fungicidas y nematicidas: avances y aplicabilidad. Pontificia Universidad

Católica de Chile, Facultad de Agronomía. Santiago, Chile.

Laker, H. A. (1992). Evaluación de fungicidas sistémicos para control de la enfermedad escoba de

bruja en cacao. Agricultura tropical. Trinidad.

Maridueña-Zavala, M., Freire-Peña Herrera, A., Espinoza-Lozano, R., Villavicencio-Vásquez, M.,

Jiménez-Feijoo, M., & Cevallos-Cevallos, J. (2019). Genetic characterization of

Moniliophthora perniciosa from Ecuador and in vitro sensitivity to compost tea. Plant

Pathol, 154, 943–959. <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01714-1>

Meinhardt, L; Rincones, J; Bailey, B; Aime, M; Griffith, G; Zhang, D; Pereira, G. 2008.

Moniliophthora perniciosa, agente causal de la enfermedad de escoba de bruja en cacao.

Patología molecular de planta, Sociedad Británica de fitopatología.

Meinhard, E. B. s/a. (2018). *Escoba de bruja del cacao.* 04.

[https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Fichas_tecnicas/Ficha Técnica de](https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Fichas_tecnicas/Ficha_Técnica_de)

Escoba bruja del cacao.pdf

MINAGRI-DGPA-DEEIA. (2016). Estudio del cacao en el Perú y el Mundo. Lima.

Ochoa-Fonseca LE., Ramírez-González SI., López-Báez O., Espinosa-Zaragoza S., Alvarado-Gaona AE., Álvarez-Siman F. Control in vivo de *Moniliophthora roreri* en *Theobroma cacao*, utilizando polisulfuro de calcio y silicosulfocálcico. Rev. Cien. Agri. 2017; 14(2): 59-66.

Pampañaupa, Jhojan & Marquez, Fanny & Márquez, Sara & Apaza, Dilman. (2021). Evaluación in vitro de 14 medios de cultivo sobre el crecimiento micelial de *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime & Phillips-Mora. TAYACAJA. 4. 168-179. 10.46908/tayacaja.v4i1.162.

Ponce, J. (2020). Biología reproductiva del cacao blanco (*Theobroma bicolor* Humb. & Bonpl.) en Napo, Ecuador. Tesis para optar el título de Ingeniería en Ecosistemas. Universidad Regional Amazónica Ikiam. Napo, Ecuador.

Pérez, A. (2016). Confirmación morfológica y molecular de *Moniliophthora perniciosa*, agente causal de escoba de bruja del cacao (*Theobroma cacao*). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco, México.

Purdy, L., & Schmidt, R. (1996). Status of cacao witches' broom: Biology, Epidemiology, and Management. Annual Review of <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.34.1.573>

Ramos, T. (2022). Diversidad genética de escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el agroecosistema cacao de la provincia de Bagua, región Amazonas. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas, Perú.

Reuveni, M. y Shegllov, D. (2002). Effects of azoxystrobin, difconazole, polyoxin B (polar) and Trifloxystrobin on germination and growth of *Alternaria alternata* and decay in red delicious apple fruit. Crop Protection, Texcoco, México.

SENASICA (2013). Escoba de bruja del cacao *Moniliophthora perniciosa*. Dirección general de sanidad vegetal, sistema nacional de vigilancia epidemiológica fitosanitaria. Laboratorio nacional de referencia epidemiológica fitosanitaria. México.

Rafael, R. (2002). Caracterización y control del agente causal de la mancha foliar de *Tagetes erecta* L. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en fitopatología, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Suárez, C.; Solis, K. (2003). Tácticas de manejo integrado de enfermedades disponibles para producción de cacao orgánico en el Ecuador. Seminario Nacional de Investigación en Agricultura Orgánica. EETP-INIAP/PROCIANDINO/ GTZ. Quevedo - Los Ríos – Ecuador.

Suárez, C. (1993). Enfermedades de cacao y su control, Manual del cultivo de cacao, II Edición. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quevedo, Ecuador.

Takacs, C. (2014). Efecto del óxido cuproso, hidróxido de cobre y tebuconazole, en *Moniliophthora perniciosa*, en el cultivo de *Theobroma cacao* L., variedad criolla, Satipo. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional del Centro del Perú. Satipo, Perú.

Tovar, G. (1991). Investigación sobre la epidemiología de la escoba de bruja del Cacao. Consideraciones generales de agronomía. Bogotá Colombia.

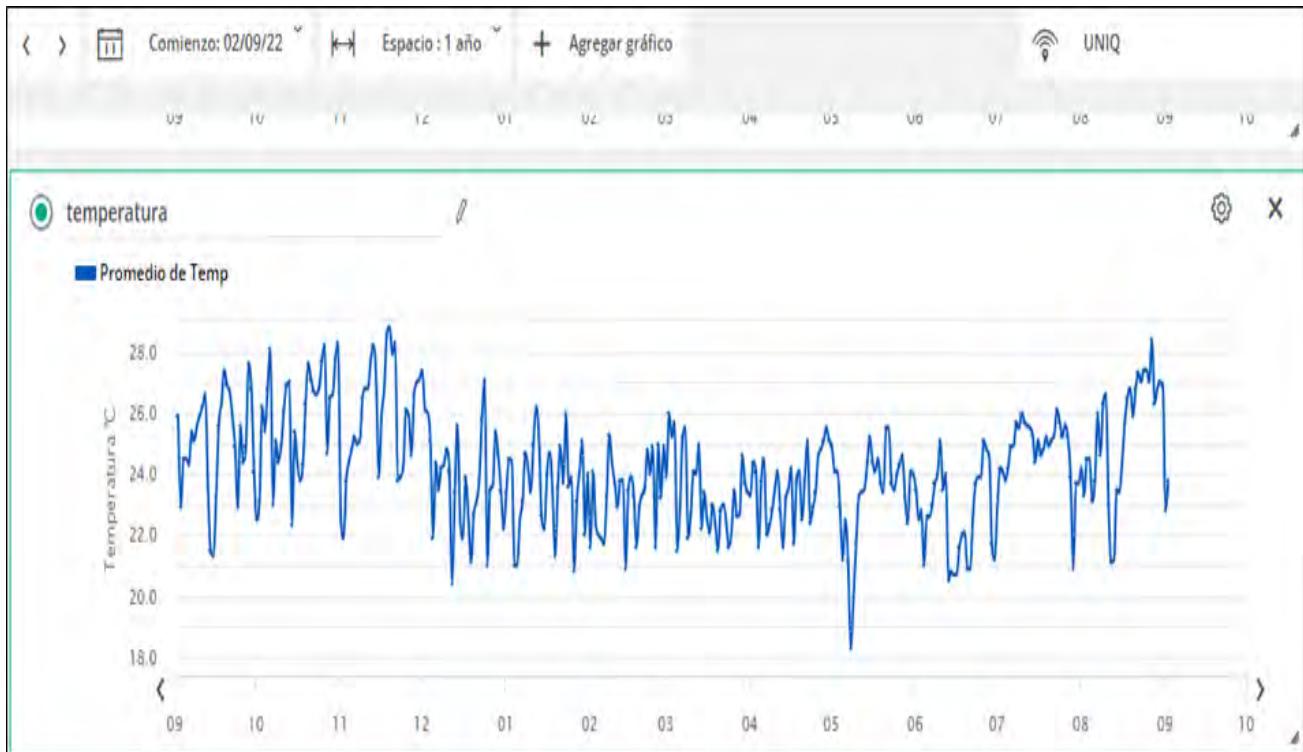
Ulloa, M., y Hanlin, R. (2006). Nuevo diccionario ilustrado de micología. Sociedad americana de fitopatología. Minnesota, U.S.A.

Wheeler, T y Suárez, Suarez, C. 1993. The pathosystem, Disease Management in Cocoa: Comparative Epidemiology of Witches' Broom. London, Inglaterra.

X. ANEXOS

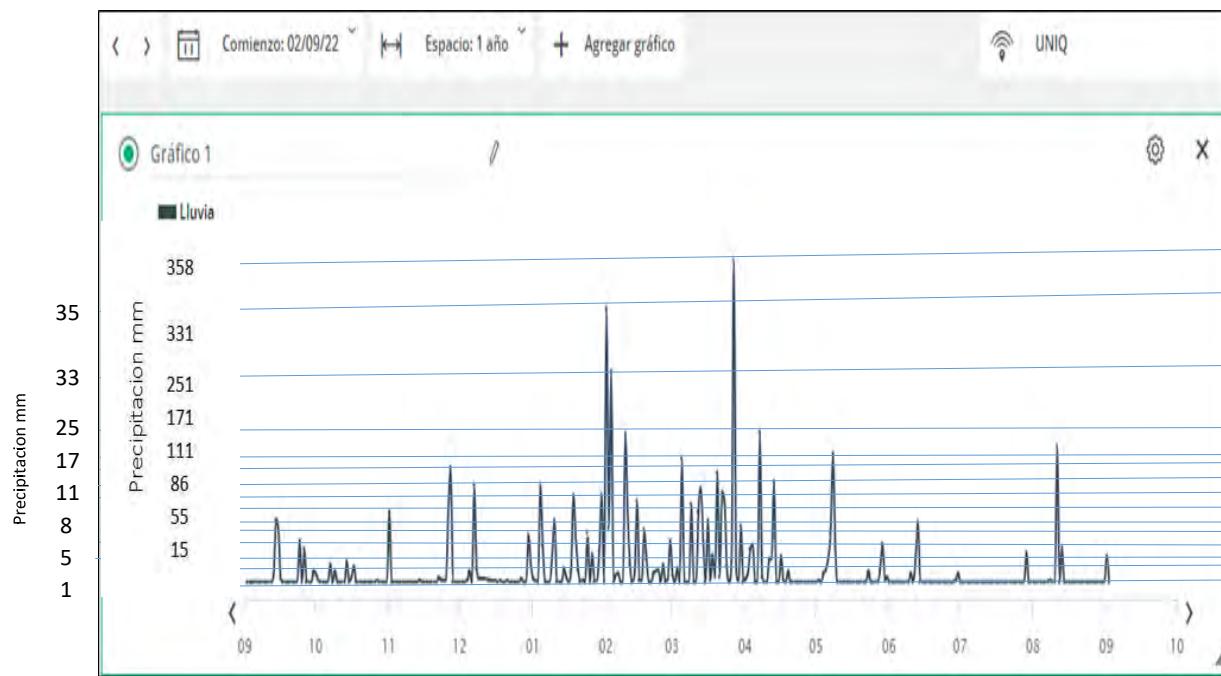
Anexo 1

Curva de variación de temperatura (°C). Datos proporcionados por Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba, iniciando con el estudio la fecha 02 de setiembre del 2022 al setiembre del 2023, siendo el espacio de 1 año.



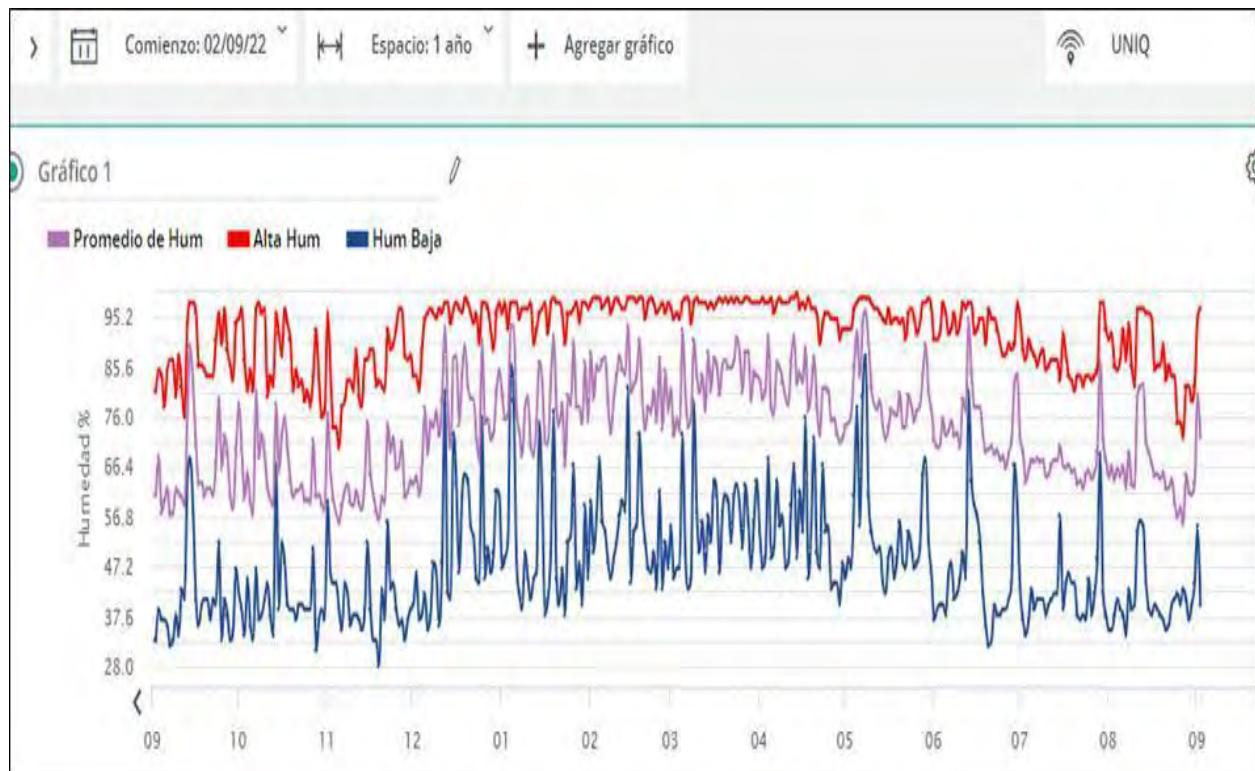
Anexo 2

Curva de variación de lluvia. Datos proporcionados por Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba, iniciando con el estudio la fecha 02 de octubre del 2022 al setiembre del 2023, siendo el espacio de 1 año.



Anexo 3

Curva de variación de humedad relativa (%). Datos proporcionados por Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba, iniciando con el estudio la fecha 02 de setiembre del 2022 al setiembre del 2023, siendo el espacio de 1 año.



Anexo 4

Recolección de muestras de cuerpos fructíferos (Basidiocarpo).



Anexo 5

Asesoramiento del asesor MSc. Luis Justino Lizárraga Valencia en el laboratorio de la Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba y en condiciones de campo.



Anexo 6

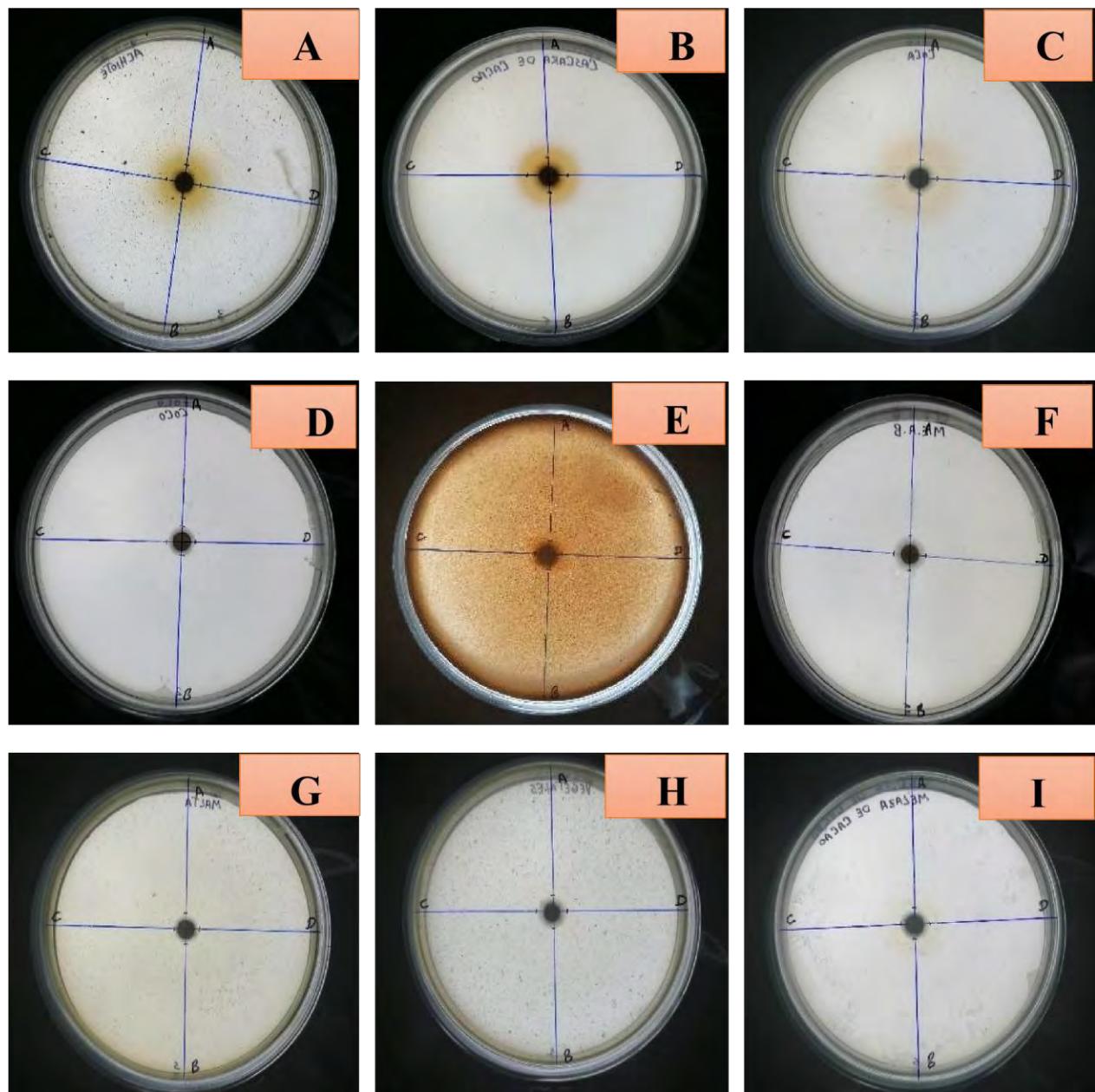
Aplicación de fungicidas en condiciones de campo.



Anexo 7

Evaluaciones de medios de cultivo *in-vitro*

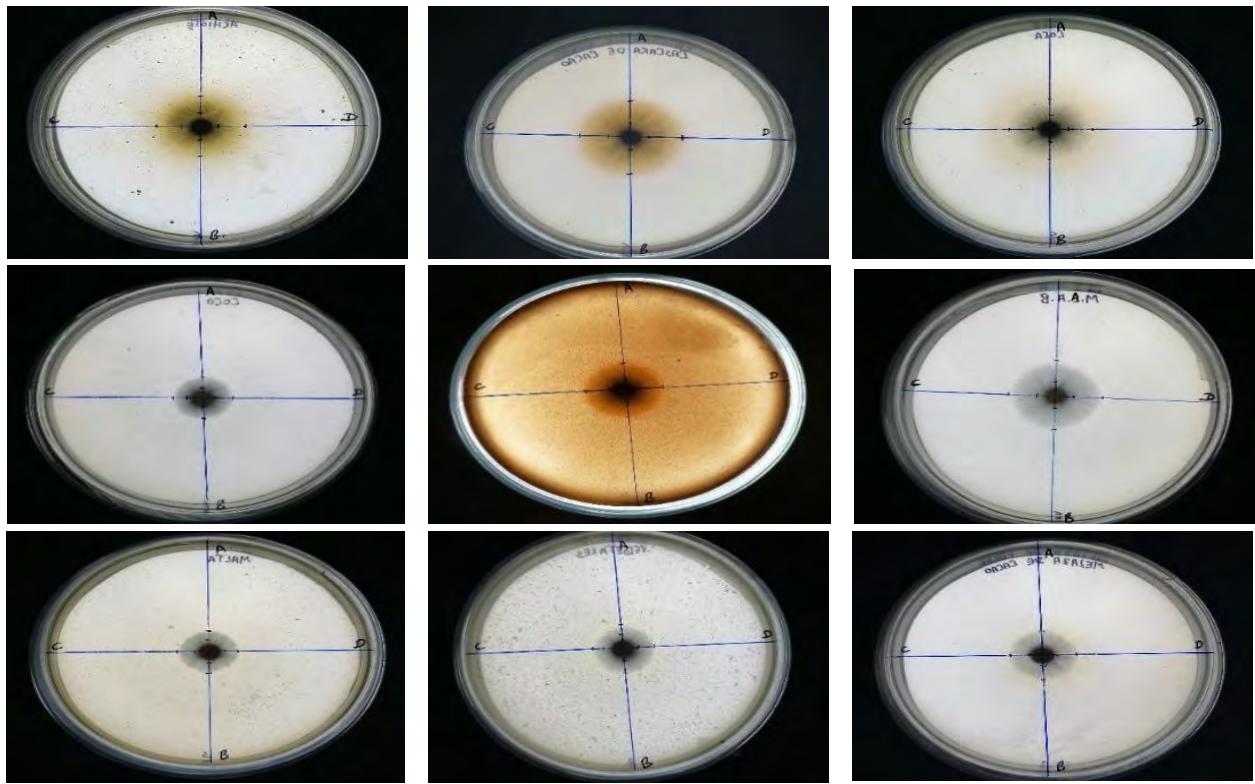
1° Evaluación “*in vitro*”, fecha. 03-06-2023.



Medios de Cultivo. A: Medio de Achiote. B: Medio de Cascara de Mazorca de Cacao. C: Medio de Coca. D: Medio de Coco. E: Medio de Frejol. F: Medio de Malt Extract Agar Base. G: Medio de Cerveza Negra (malta). H: Medio de Vegetales. I: Medio de Melaza de cacao.

Evaluación “*in vitro*”
2° , fecha. 05

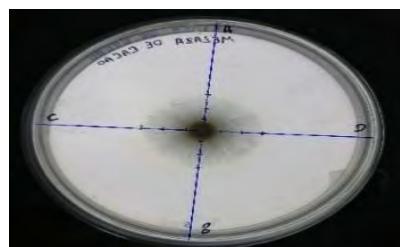
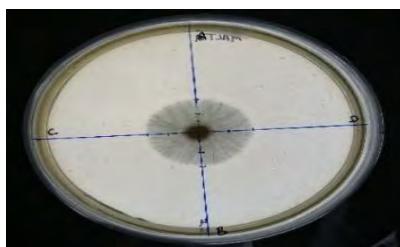
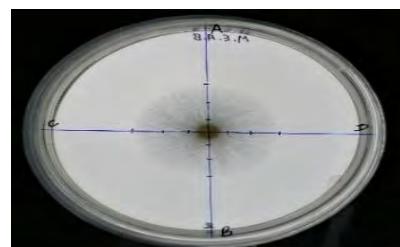
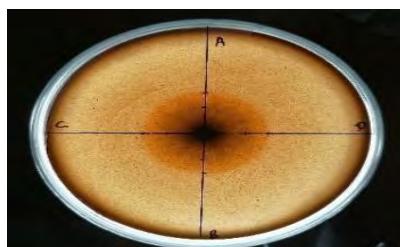
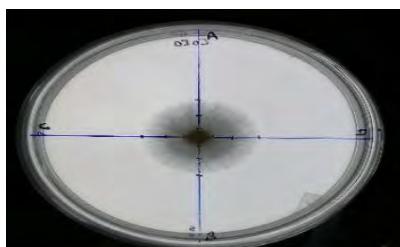
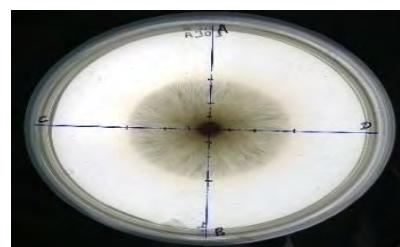
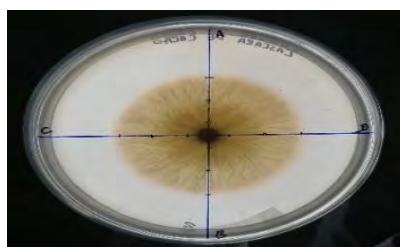
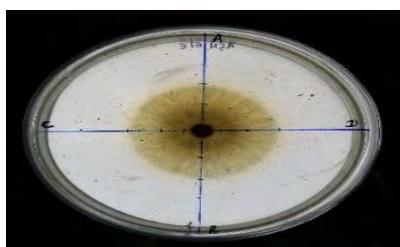
-06-2023.



3° Evaluación “*in vitro*”, fecha. 07-06-2023.

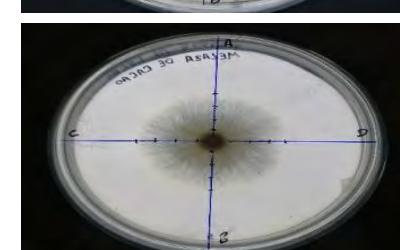
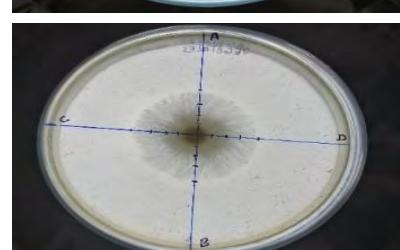
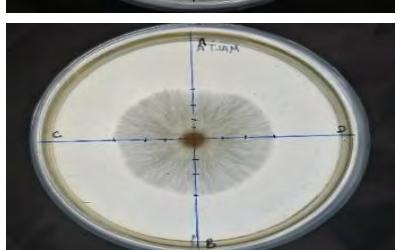
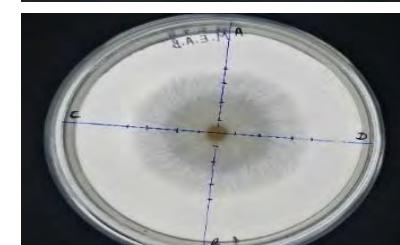
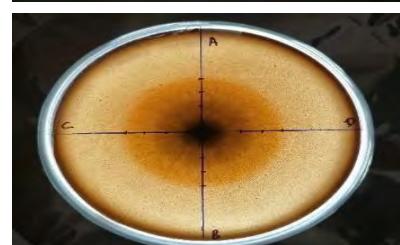
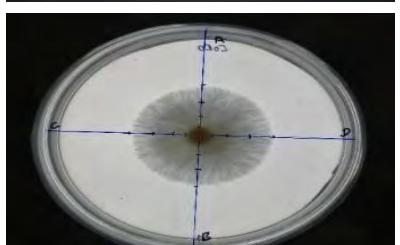
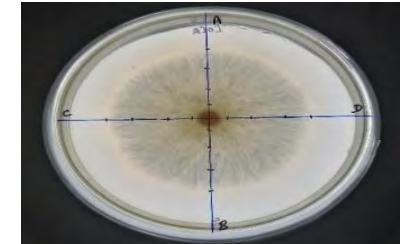
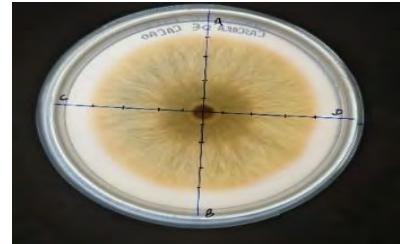
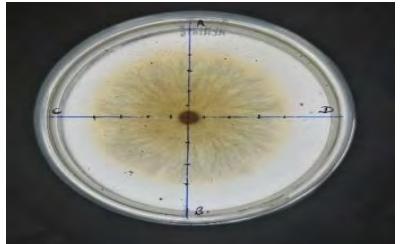
Evaluación “*in vitro*”

-06-2023.

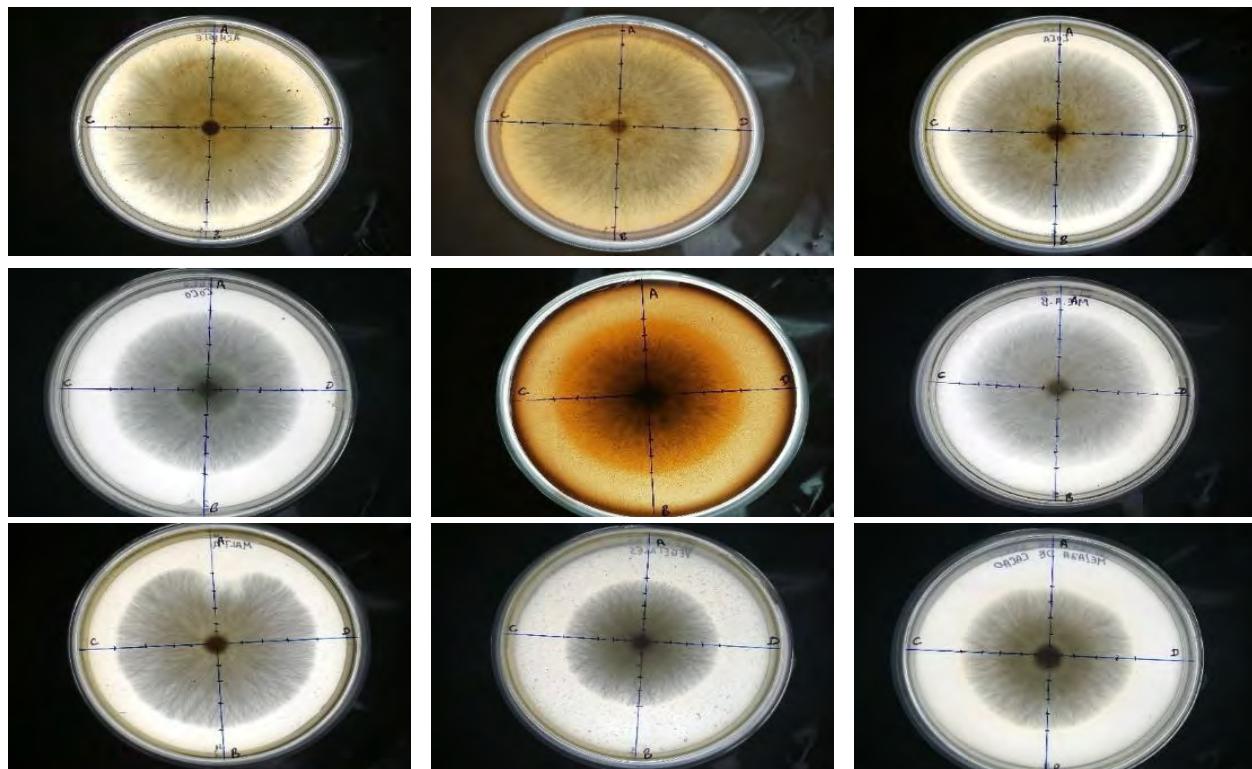


4°

, fecha. 09



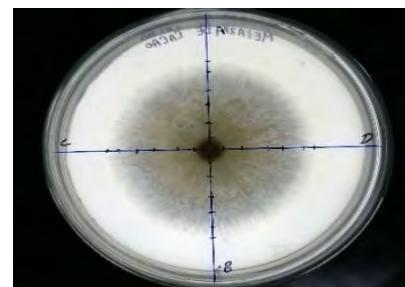
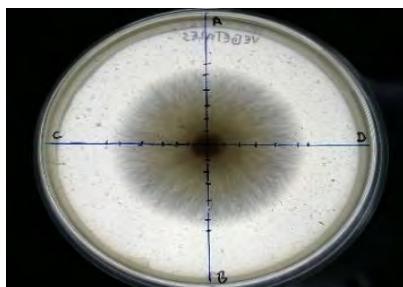
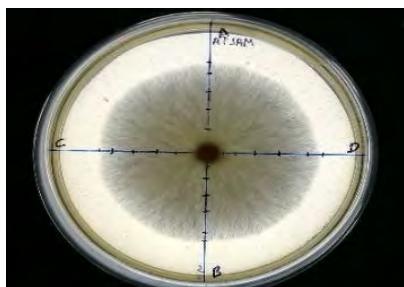
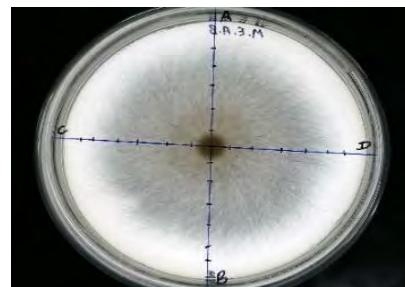
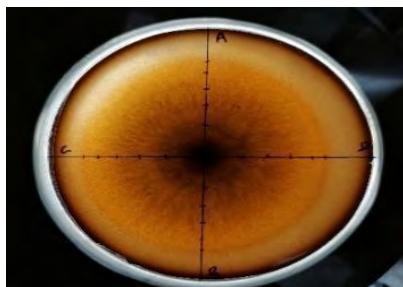
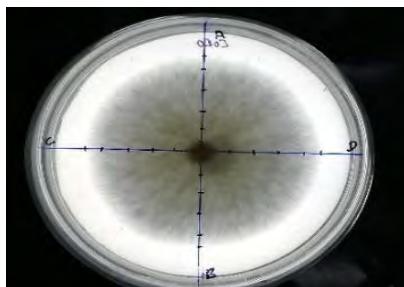
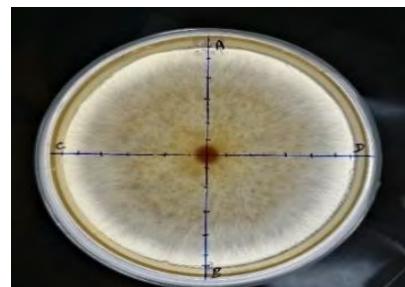
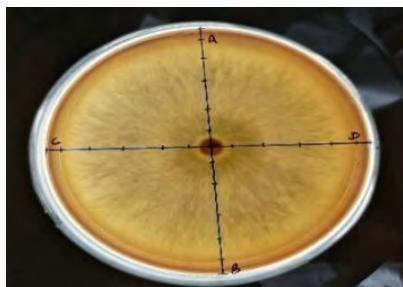
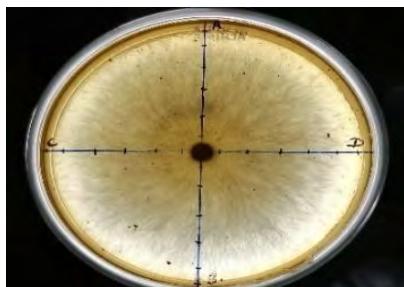
Evaluación “*in vitro*” -06-2023.
5ta Evaluación “*in vitro*”, fecha. 11-06-2023.



6° , fecha. 13

Evaluación “*in vitro*”

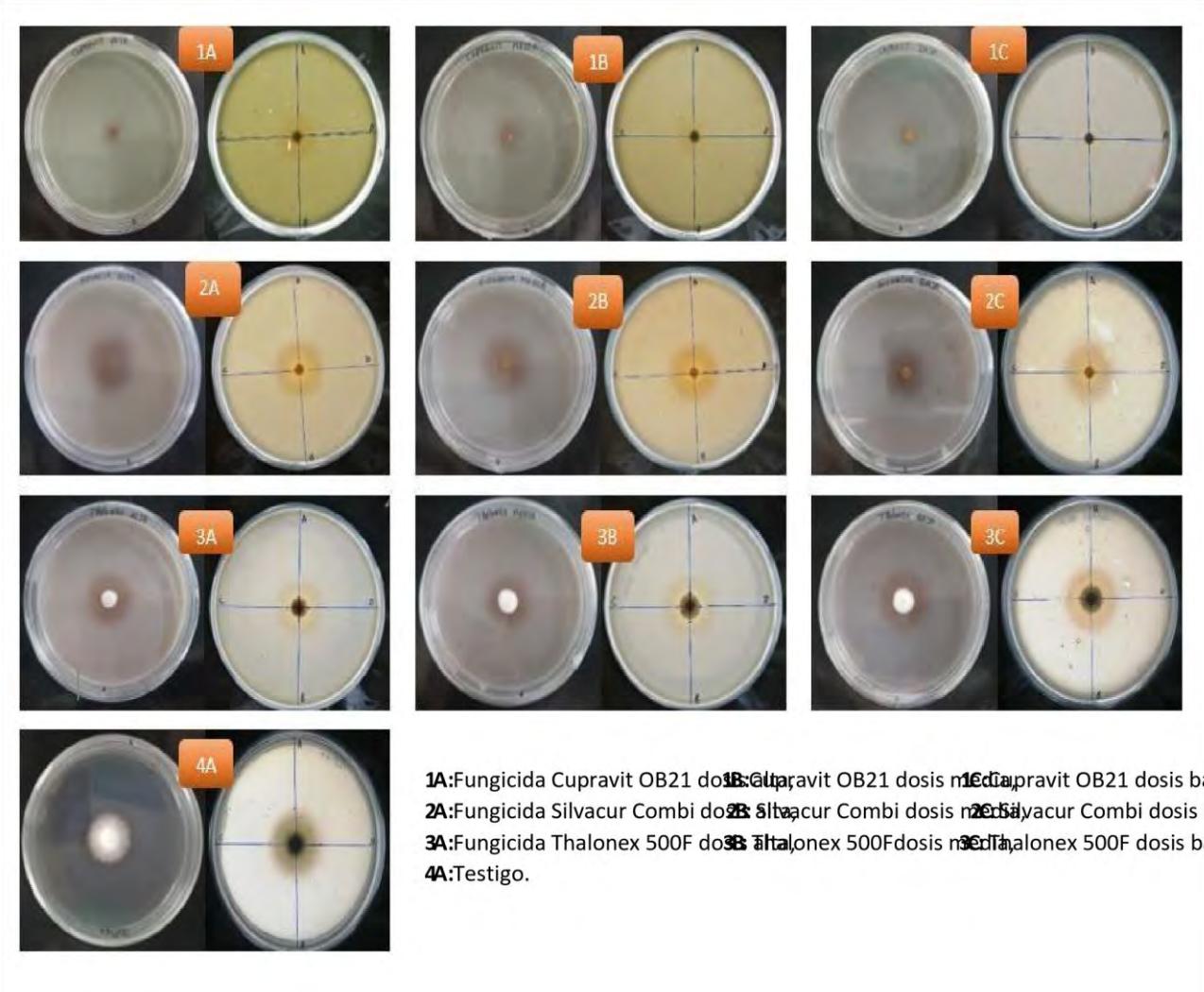
-06-2023.



Anexo 8

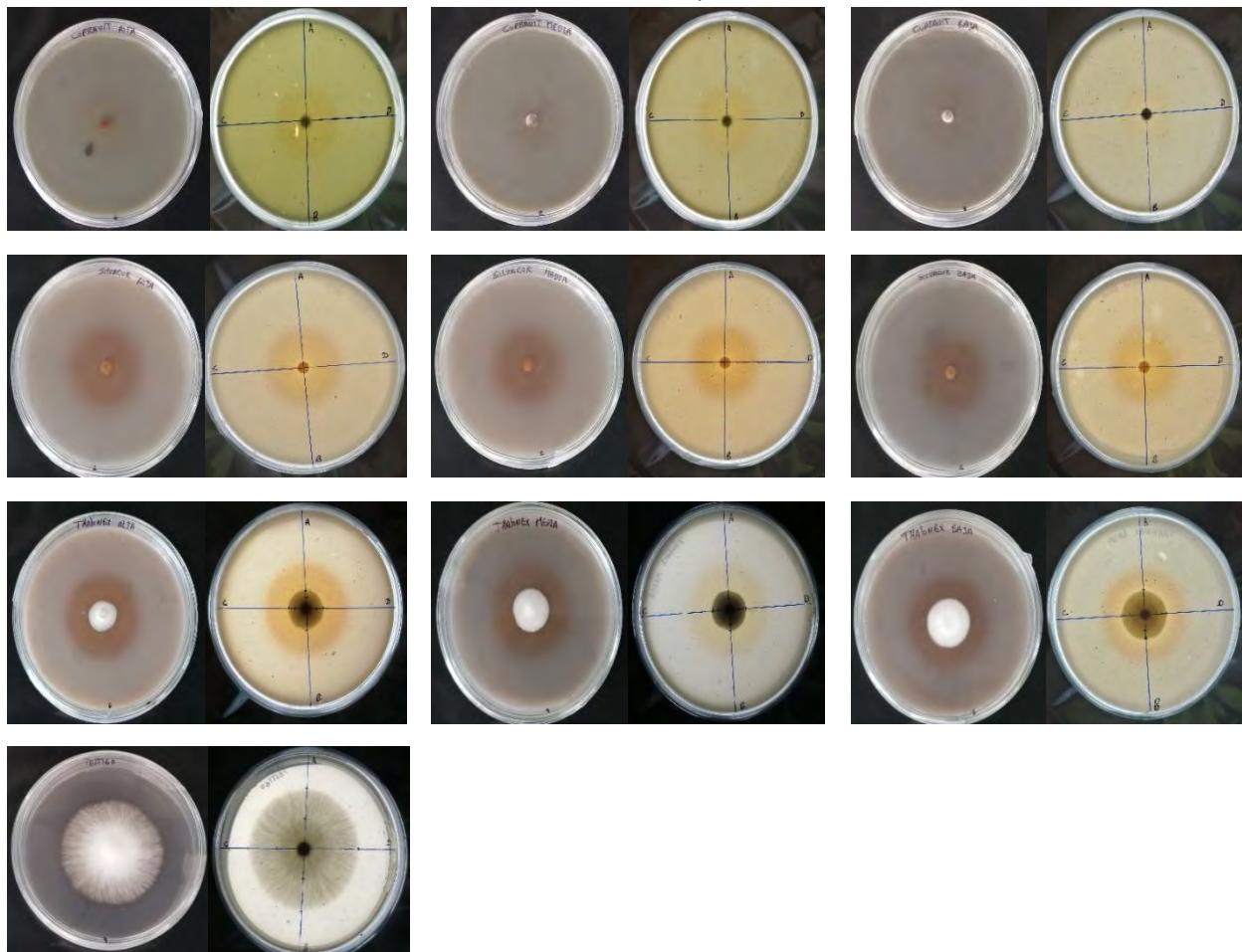
Evaluaciones de prueba de alimento envenenado con fungicidas frente al patógeno a nivel “*in vitro*”.

1° Evaluación de envenenado con fungicidas “*in vitro*”, fecha. 03-08-2023.



2° Evaluación

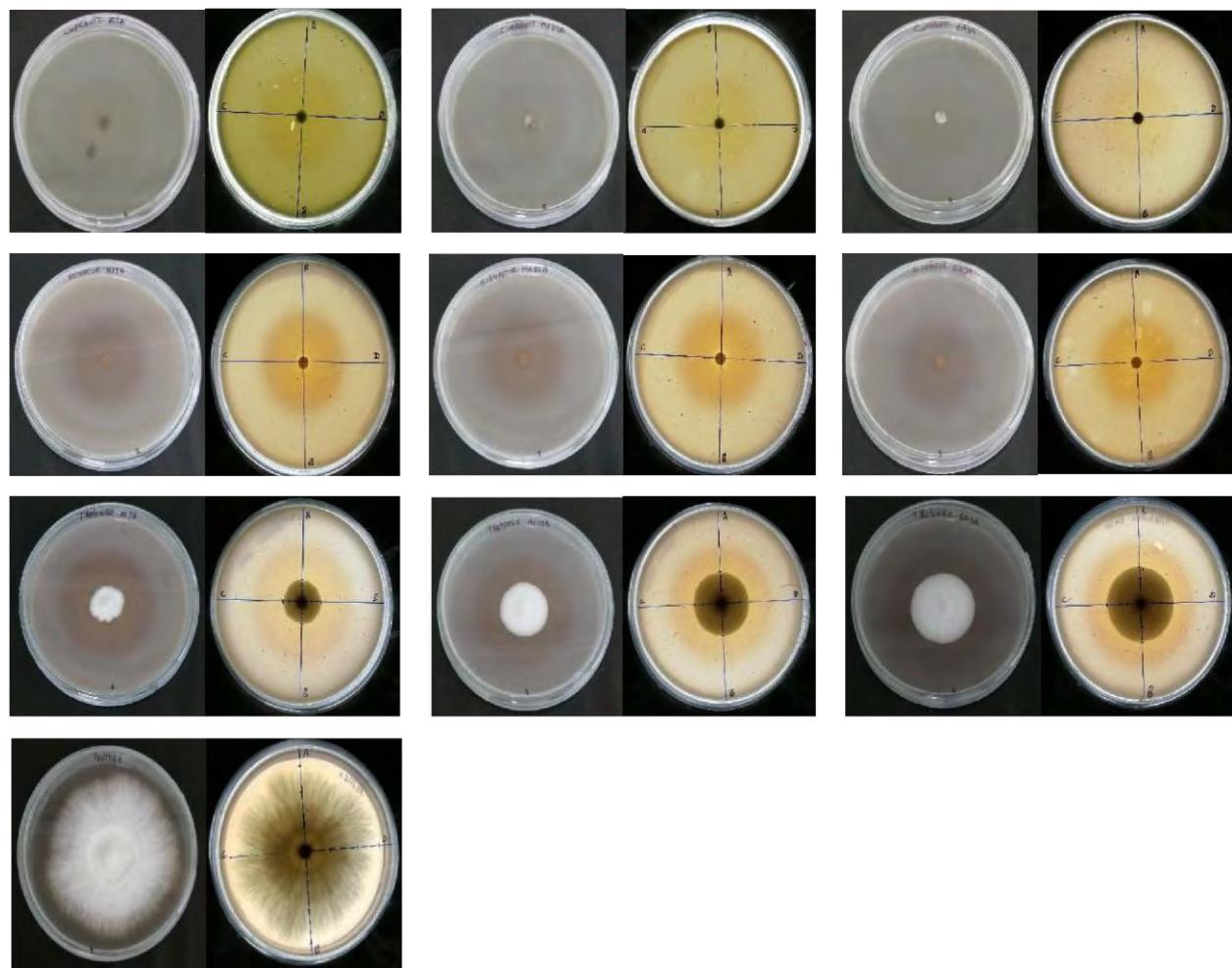
, fecha. 06



3° Evaluación

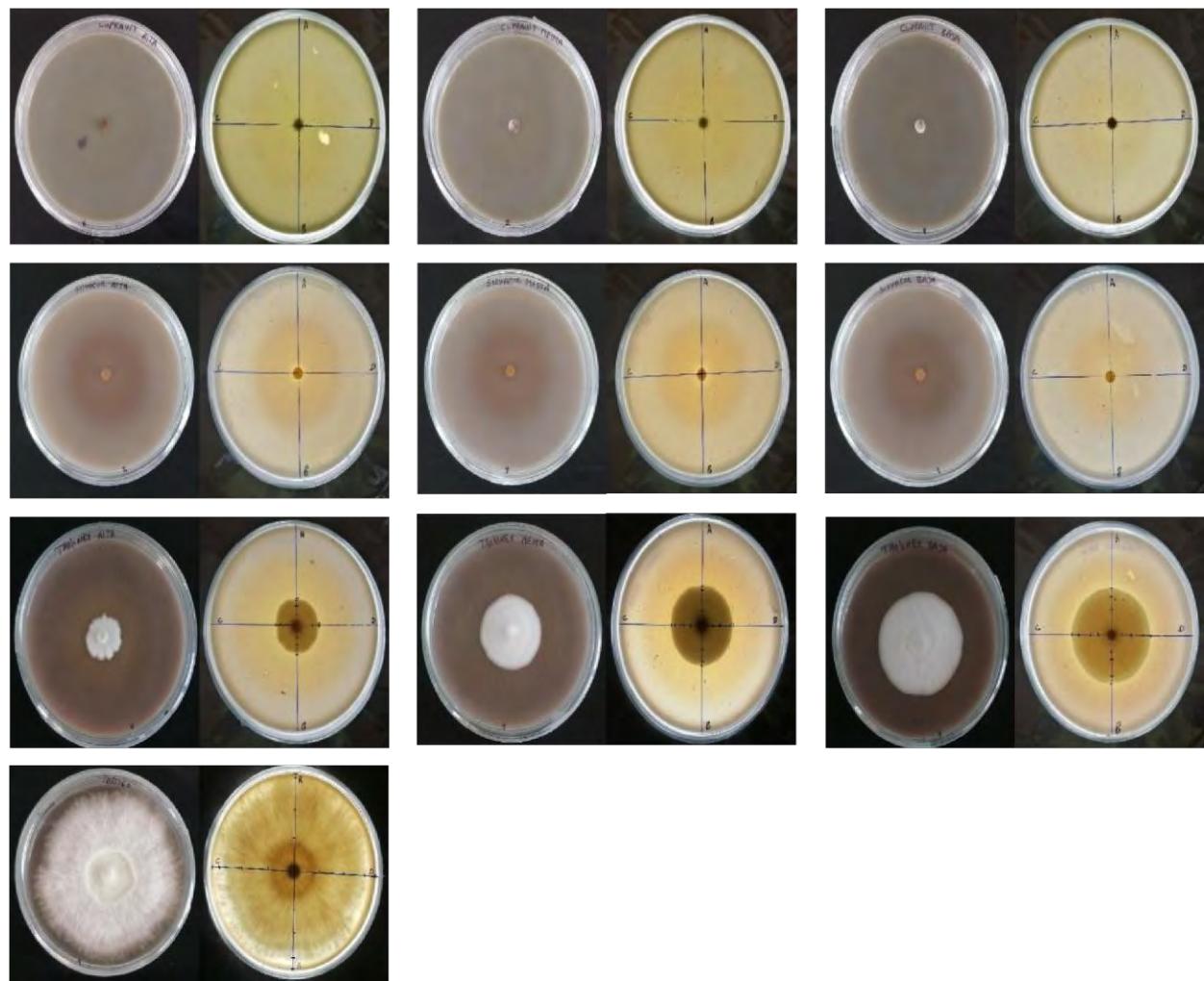
, fecha. 09

de envenenado con fungicidas “*in vitro*” -08-2023.



4° Evaluación , fecha. 12

de envenenado con fungicidas “*in vitro*” -08-2023.



Anexo

9

Evaluaciones del diámetro de crecimiento micelial (mm) de *Moniliophthora perniciosa*, en diferentes medios de cultivo.

Medios de cultivo	Evaluaciones del Crecimiento de diametro (mm) de <i>Moniliophthora perniciosa (Stahel) Aime & Phillips-Mora</i>												48 HDS				96 HDS				144 HDS				192 HDS				240 HDS				288 HDS			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4				
	P5				P5				P5				P5				P5				P5				P5				P5							
Malt agar	A-	10	11	10	10	10	23	24	24	20	26	40	39	40	34	40	51	52	52	50	53	62	64	65	67	65	68	74	71	77	74					
	B	10	11	10	10	10	24	24	24	21	27	42	40	39	36	42	53	52	51	50	55	65	65	64	67	68	70	73	71	77	76					
Achiote	A-	11	10	11	11	10	24	25	25	25	24	43	43	44	44	43	61	59	60	58	59	75	75	75	74	75	83	83	83	84	85					
	B	10	11	11	11	10	24	24	25	26	25	42	43	43	45	42	57	59	59	61	58	72	75	73	78	74	81	83	82	90	84					
Coco	A-	8		9	9	8	17	20	20	16	18	45	48	47	42	44	55	58	61	58	57	56	56	62	59	57	56	66	71	67	66	65				
	B	8		9	9	8	18	19	20	16	18	45	47	46	42	43	57	58	60	59	59	58	58	60	59	57	56	67	69	69	66	65				
Casca de mazorca de cacao	A-	11	11	11	12	11	31	27	24	27	30	52	49	43	49	50	67	66	66	66	67	81	82	79	81	82	90	90	90	90	90					
	B	11	10	13	12	12	31	27	25	28	30	52	50	44	49	50	66	66	65	67	67	82	81	79	82	82	90	90	90	90	90					
Frejol caraota	A-	9		8	8	8	22	22	22	21	22	34	35	35	33	35	46	47	48	46	46	58	58	59	59	61	66	66	67	66	68					
	B	8		9	9	8	22	22	22	22	22	35	35	36	34	36	46	47	46	46	47	59	59	58	59	60	66	66	67	66	69					
Vegetales	A-	10	10	10	9	10	18	18	18	17	17	28	27	26	26	25	38	38	37	38	38	51	50	49	48	49	58	57	56	56	56					
	B	12	10	10	10	10	19	18	18	18	18	29	27	26	26	27	39	38	37	38	38	51	50	50	49	49	57	57	56	56	56					
Coca	AB	11	10	11	10	11	23	23	26	24	25	43	42	44	42	43	30	33	28	32	32	70	75	75	73	70	77	87	82	81	77					
	CB	11	10	11	10	11	24	24	26	24	25	45	42	43	44	44	31	33	29	32	31	71	77	74	73	74	81	88	82	81	80					
Melaza de cacao	AB	8		8			19	15	19	18	20	32	30	32	31	31	42	40	40	42	42	53	52	50	54	53	60	58	56	62	58					
	CB			8			18	15	19	17	21	32	27	32	30	33	41	39	40	42	43	52	50	49	55	54	58	57	55	61	59					
				9			8																													
Malta de cerveza	A-	9		9	9	8	17	18	17	17	17	29	29	29	30	28	41	42	44	41	42	55	57	63	55	57	62	66	75	62	64					
	B	8		8	8	9	18	17	17	17	17	28	28	29	28	30	42	42	46	42	41	54	57	66	56	56	61	65	76	64	63					

Anexo

10

Evaluaciones promedias del diámetro de crecimiento micelial (mm) de *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime & Phillips-Mora.

Promedio de Medios de cultivo	diámetro de crecimiento (mm) de <i>Moniliophthora perniciosa</i> (Stahel) Aime & Phillips-														
	48HDS					96 HDS					144 HDS				
	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
Malt agar	10.00	11.00	10.00	10.00	10.00	23.50	24.00	24.00	20.50	26.50	41.00	39.50	39.50	35.00	41.00
Achiote	10.50	10.50	11.00	11.00	10.00	24.00	24.50	25.00	25.50	24.50	42.50	43.00	43.50	44.50	42.50
Coco	8.00	9.00	9.00	8.00	8.00	17.50	19.50	19.50	16.00	18.00	45.00	47.50	46.50	42.00	43.50
Cascara de mazorca de cacao	11.00	10.50	12.00	12.00	11.50	31.00	27.00	24.50	27.50	30.00	52.00	49.50	43.50	49.00	50.00
Frejol caraota	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	22.00	22.00	22.00	21.50	22.00	34.50	35.00	35.50	33.50	35.50
Vegetales	11.00	10.00	10.00	9.50	10.00	18.50	18.00	18.00	17.50	17.50	28.50	27.00	26.00	26.00	26.00
Coca	11.00	10.00	11.00	10.00	11.00	23.50	23.50	26.00	24.00	25.00	44.00	42.00	43.50	43.00	43.50
Melaza de cacao	8.00	8.00	8.00	8.00	9.50	18.50	17.50	19.00	17.50	20.50	32.00	28.50	32.00	30.50	32.00
Malta de cerveza	8.50	8.50	8.50	9.00	8.50	17.50	17.50	17.00	17.00	17.00	28.50	28.50	29.00	29.00	29.00
	192 HDS					240 HDS					288 HDS				
Malt agar	52.00	52.00	51.50	50.00	54.00	63.50	64.50	64.50	67.00	66.50	69.00	73.50	71.00	77.00	75.00
Achiote	59.00	59.00	59.50	59.50	58.50	73.50	75.00	74.00	76.00	74.50	82.00	83.00	82.50	87.00	84.50
Coco	56.00	58.00	60.50	58.50	58.00	57.00	61.00	59.00	57.00	56.00	66.50	70.00	68.00	66.00	65.00
Cascara de mazorca de cacao	66.50	66.00	65.50	66.50	67.00	81.50	81.50	79.00	81.50	82.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00
Frejol caraota	46.00	47.00	47.00	46.00	46.50	58.50	58.50	58.50	59.00	60.50	66.00	66.00	67.00	66.00	68.50
Vegetales	38.50	38.00	37.00	38.00	38.00	51.00	50.00	49.50	48.50	49.00	57.50	57.00	56.00	56.00	56.00
Coca	30.50	33.00	28.50	32.00	31.50	70.50	76.00	74.50	73.00	72.00	79.00	87.50	82.00	81.00	78.50
Melaza de cacao	41.50	39.50	40.00	42.00	42.50	52.50	51.00	49.50	54.50	53.50	59.00	57.50	55.50	61.50	58.50
Malta de cerveza	41.50	42.00	45.00	41.50	41.50	54.50	57.00	64.50	55.50	56.50	61.50	65.50	75.50	63.00	63.50

Anexo

11

Evaluaciones del diámetro de crecimiento micelial (mm) de *Moniliophthora perniciosa* en alimento envenenado con fungicidas, a nivel “*in vitro*”

Factor A: Fungicidas	Factor B: Dosis	Diámetro de crecimiento micelial (mm)																			
		72 HDS					144 HDS					216 HDS					288 HDS				
		P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
Clorotaloni	Alta	AB	10	10	10	12	17	16	16	18	15	22	20	22	25	21	24	22	24	27	23
		C-D	11				17	17	15	17	15	21	23	22	24	21	24	26	24	26	23
	Media	AB	11	12	11	11	18	20	19	20	21	25	30	26	28	32	28	35	30	33	37
		C-D		12			18	21	19	20	20	25	31	26	28	32	29	34	30	32	37
	Baja	A-	12	12	12	12	22	21	22	17	20	34	31	35	23	32	42	36	43	40	39
		B		12	12	12	12	22	21	23	16	20	35	31	36	21	32	43	36	44	40
		C-D	12	12																	
	oxicloruro de cobre	AB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		C-D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		AB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Baja	C-D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		A-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		C-D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Alta	AB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		C-D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo

		Media	0 0 AB C-D A-B C-D	0 Baja	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	
	Testigo	Alta	A-B C-D	26 23 26 31 27 23 27 28	27 52 48 50 56 56 27 55 47 50 56 56	77 80 77 83 83 77 79 76 80 82	90 86 82 90 90 85 84 90	90 90 85
		Media	A-B C-D	26 23 26 31 27 23 27 28	27 52 48 50 56 56 27 55 47 50 56 56	77 80 77 83 83 77 79 76 80 82	90 86 82 90 90 85 84 90	90 90 85
		Baja	A-B C-D	26 23 26 31 27 23 27 28	27 52 48 50 56 56 27 55 47 50 56 56	77 80 77 83 83 77 79 76 80 82	90 86 82 90 90 85 84 90	90 90 85

12

Evaluaciones del diámetro de crecimiento micelial promedio (mm) de *Moniliophthora perniciosa* en alimento envenenado con fungicidas, a nivel “*in vitro*”

Factor A: Fungicidas	Fact or B: Dosis	Promedio diámetro de crecimiento micelial (mm)																			
		72 HDS					144 HDS					216 HDS					288 HDS				
		P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
Clorothalo nil	Alta	10.50	11.00	10.50	11.50	1	17.00	16.50	15.50	17.50	1	21.50	21.50	22.00	24.50	2	24.00	24.00	24.00	26.50	2
	Media																				
	Baja	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
		12.00	12.00	12.00	12.00	1	18.00	20.50	19.00	20.00	2	25.00	30.50	26.00	28.00	3	28.50	34.50	30.00	32.50	3
		2.00	2.00	2.00	2.00	2	0.50	0.50	0.50	0.50	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
		13.50	13.50	14.00	12.00	1	22.00	21.00	22.50	16.50	2	34.50	31.00	35.50	22.00	3	42.50	36.00	43.50	40.00	3
		1.50	1.50	1.50	1.50	1	0.00	0.00	0.00	0.00	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00

Anexo

oxicloruro de cobre	Alta	0.000.000.000.000.00	0.000.000.000.000.00	0.000.000.000.000.00	0.000.000.000.000.00
	Media	0.000.000.000.000.00	0.000.000.000.000.00	0.000.000.000.000.00	0.000.000.000.000.00
	Baja	0.000.000.000.000.00	0.000.000.000.000.00	0.000.000.000.000.00	0.000.000.000.000.00
Tebuconazo le + Triadimenol	Alta	0.000.000.000.000.00	0.000.000.000.000.00	0.000.000.000.000.00	0.000.000.000.000.00
	Media	0.000.000.000.000.00	0.000.000.000.000.00	0.000.000.000.000.00	0.000.000.000.000.00
	Baja	0.000.000.000.000.00	0.000.000.000.000.00	0.000.000.000.000.00	0.000.000.000.000.00
Testigo	Alta	26.5023.0026.5029.502	53.5047.5050.0056.005	77.0079.5076.5081.508	90.0085.5083.0090.008
	Media	7.00	6.00	2.50	7.50
	Baja	26.5023.0026.5029.502	53.5047.5050.0056.005	77.0079.5076.5081.508	90.0085.5083.0090.008
		7.00	6.00	2.50	7.50
		26.5023.0026.5029.502	53.5047.5050.0056.005	77.0079.5076.5081.508	90.0085.5083.0090.008
		7.00	6.00	2.50	7.50

Anexo 13

Evaluaciones del diámetro de crecimiento micelial promedio (mm) de *Moniliophthora perniciosa* en alimento envenenado con fungicidas, a nivel “*in vitro*”, a las 288 HDS

Fungicidas		Clorothalonil (F1)			Oxicloruro de cobre (F2)			Tebuconazole+Triadimenol (F3)			Testigo (F4)		
Dosis		Baja (D1)	Media (D2)	Alta (D3)	Baja (D1)	Media (D2)	Alta (D3)	Baja (D1)	Media (D2)	Alta (D3)	Baja (D1)	Media (D2)	Alta (D3)
tratamientos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Repeticiones	1	42.50	28.50	24.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	90.00	90.00	90.00
	2	36.00	34.50	24.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.00	86.00	86.00
	3	43.50	30.00	24.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	83.00	83.00	83.00
	4	40.00	32.50	26.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	90.00	90.00	90.00
	5	39.00	37.00	23.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	88.00	88.00	88.00
Total tratamientos		201.00	162.50	121.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	437.00	437.00	437.00
Total fungicidas		485.00			0.00			0.00			1311.00		
Total dosis		638.00	599.50	558.50									
Promedio tratamientos		40.20	32.50	24.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	87.40	87.40	87.40

14

Evaluación de la incidencia de brotes con hipertrofia.

	Nº total de brotes por planta	Nº de brotes con a hipertrofi
--	-------------------------------	-------------------------------

Anexo

		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T1	T2	T3	T4	
Enero	1	63.00	38.00	30.00	82.00	32.00	89.00	31.00	30.00	30.00	9.00	4.00	5.00	5.00
	2	32.00	19.00		51.00	30.00		42.00	80.00	56.00	8.00	6.00	5.00	4.00
	3	40.00	48.00	38.00	60.00	29.00	60.00	25.00	50.00		10.00	7.00	4.00	7.00
	4	32.00	30.00				48.00	70.00	48.00		5.00	4.00	5.00	4.00
	5	28.00	28.00	59.00	81.00	31.00	46.00	67.00	21.00		5.00	5.00	5.00	5.00
	6	22.00	35.00	28.00	32.00	38.00	30.00	70.00	28.00		4.00	5.00	6.00	5.00
	7	32.00	41.00	115.00		32.00	51.00	30.00	15.00		6.00	6.00	8.00	6.00
	8	43.00	53.00		56.00	32.00	38.00	33.00	9.00		7.00	3.00	4.00	8.00
Febrero				32.00		150.00		35.00						
						40.00	141.00		41.00					
	1	70.00	35.00	68.00	30.00	40.00	110.00	40.00	28.00	21.00	19.00	10.00	1.00	1.00
	2	44.00	40.00	70.00	40.00	100.00		70.00	39.00	68.00	25.00	7.00	7.00	1.00
	3	35.00	34.00	35.00	40.00	55.00		68.00	38.00	42.00	11.00	39.00	6.00	5.00
	4	37.00	60.00	66.00	100.00		60.00	30.00	18.00	29.00		4.00	1.00	1.00
	5	45.00	61.00	35.00	45.00		62.00	73.00	29.00	17.00		6.00	1.00	1.00
	6			138.00			70.00	57.00	23.00	37.00	11.00	7.00	1.00	2.00
Marzo	7				35.00		178.00	80.00	67.00	18.00	18.00			1.00
	8				100.00		158.00	58.00	25.00	28.00	15.00			1.00
				10.00										
				10.00										
				10.00										
	1	72.00	40.00	10.00	10.00	10.00	44.00	43.00	47.00	45.00	44.00	54.00	12.00	2.00
	2	46.00	48.00	20.00	20.00	20.00	43.00	38.00	22.00	55.00	41.00	33.00	8.00	7.00
	3	44.00	47.00	20.00	10.00		44.00	34.00	44.00	65.00	49.00	44.00	6.00	7.00
Abril	4	42.00	10.00		10.00		45.00	44.00	34.00	37.00	65.00		7.00	3.00
	5	55.00	20.00		20.00		43.00	54.00	36.00	42.00	56.00		6.00	5.00
	6						34.00	25.00	67.00	23.00			7.00	4.00
	7						22.00		39.00	35.00	38.00			4.00
	8						31.00		46.00	36.00	39.00			5.00
				10.00										
				10.00										
				10.00										
Mayo	1	78.00	41.00	47.00	54.00	30.00	65.00	14.00	35.00	46.00	76.00	76.00	14.00	1.00
	2	53.00	58.00	67.00	67.00	33.00	34.00	18.00	16.00	67.00	65.00	64.00	9.00	7.00
	3	50.00	67.00	56.00			39.00	22.00	25.00	65.00	61.00	63.00	9.00	2.00
	4	53.00	45.00	57.00			54.00	26.00	39.00		41.00	30.00	9.00	1.00
	5	55.00	45.00	39.00			65.00	21.00	66.00	44.00	34.00		7.00	2.00
	6	63.00	57.00	77.00			56.00	54.00	53.00	33.00		10.00	1.00	1.00
	7			67.00			57.00		36.00	65.00	42.00	9.00	1.00	1.00
	8			65.00			65.00		37.00	67.00	41.00			2.00
													13.00	
Junio	1	83.00	48.00	85.00	56.00	44.00	36.00	54.00	43.00	32.00	23.00	28.00	15.00	1.00
	2	61.00	60.00	53.00	29.00	54.00	48.00	74.00	53.00	34.00	25.00	43.00	9.00	1.00
	3	62.00	91.00	58.00			43.00	32.00	41.00	31.00	26.00	54.00	12.00	1.00
	4	59.00	46.00	75.00			57.00	40.00	44.00		37.00	26.00		1.00
	5	58.00	65.00	77.00			66.00	35.00	29.00	38.00	54.00		2.00	15.00
	6	66.00	35.00	59.00			54.00	31.00	44.00	35.00			1.00	10.00
	7			63.00			54.00		54.00	43.00	36.00		1.00	
	8			55.00			65.00		34.00	44.00	31.00		1.00	
													15.00	

				Incidencia								
T5	T6	T7	T8	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
5.0 0	5.0 0	6.0 0	6.0 0	14.2 9	10.5 3	16.6 7	6.10	15.63	16.1 3	20.0 0	20.0 0	
6.0 0	3.0 0	4.0 0	5.0 0	25.0 0	31.5 8	5.62	7.84	20.00	7.14	5.00	8.93	
5.0 0	6.0 0	5.0 0	4.0 0	25.0 0	14.5 8	10.5 3	11.67	17.24	10.0 0	20.0 0	8.00	
5.0 0	4.0 0	4.0 0	4.0 0	15.6 3	13.3 3	10.1 7	4.94	16.13	8.33	5.71	8.33	
8.0 0	6.0 0	6.0 0	8.0 0	17.8 6	17.8 6	17.8 6	15.63	21.05	13.0 4	8.96	38.1 0	
7.0 0	5.0 0	5.0 0	7.0 0	18.1 8	14.2 9	5.22	8.93	21.88	16.6 7	7.14	25.0 0	
4.0 0	4.0 0	5.0 0	3.0 0	18.7 5	14.6 3	25.0 0	4.00	11.43	7.84	16.6 7	20.0 0	
4.0 0	6.0 0	6.0 0	4.0 0	16.2 8	5.66	10.0 0	5.67	9.76	15.7 9	18.1 8	44.4 4	
1.0 0	1.0 0	1.0 0	3.0 0	14.2 9	1.47	2.50	0.91	2.50	3.57	4.76	15.7 9	
1.0 0	1.0 0	3.0 0	1.0 0	20.0 0	3.33	1.00	1.43	#DIV/0!	2.56	4.41	4.00	
1.0 0	2.0 0	2.0 0	2.0 0	15.9 1	1.43	1.82	1.47	2.63	4.76	18.1 8	5.13	
1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	15.0 0	2.50	1.52	1.00	1.67	3.33	5.56	3.45	
1.0 0	1.0 0	1.0 0	4.0 0	14.2 9	2.86	2.86	2.22	1.61	1.37	3.45	23.5 3	
1.0 0	2.0 0	1.0 0	3.0 0	11.7 6	2.50	0.72	2.86	1.75	8.70	2.70	27.2 7	
1.0 0	1.0 0	2.0 0	2.0 0	16.2 2	1.67	2.86	0.56	1.25	1.49	11.1 1	11.1 1	
1.0 0	1.0 0	2.0 0	1.0 0	15.5 6	1.64	1.00	0.63	1.72	4.00	7.14	6.67	
1.0 0	2.0 0	1.0 0	3.0 0	16.6 7	20.0 0	10.0 0	6.82	2.33	4.44	2.27	5.56	
1.0 0	1.0 0	1.0 0	3.0 0	20.0 0	20.0 0	20.0 0	6.98	2.13	1.82	2.44	9.09	
1.0 0	2.0 0	2.0 0	2.0 0	15.2 2	25.0 0	10.0 0	2.27	2.63	3.08	4.08	4.55	
1.0 0	3.0 0	3.0 0	2.0 0	12.5 0	10.0 0	20.0 0	4.44	4.55	8.82	8.11	3.08	
1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0	15.9 1	35.0 0	10.0 0	9.30	2.94	2.78	2.38	1.79	
2.0 0	3.0 0	1.0 0	3.0 0	14.8 9	30.0 0	5.00	14.71	4.55	12.0 0	1.49	13.0 4	

1.0	0	1.0	0	2.0	0	2.0	0	14.2	9	50.0	0	10.0	0	18.1	18	2.27	2.56	5.71	5.26	
1.0	0	1.0	0	1.0	0	4.0	0	12.7	3	20.0	0	15.0	0	16.1	13	1.85	2.17	2.78	10.2	6
1.0	0	1.0	0	1.0	0	2.0	0	17.9	5	2.13	3.33	1.54	7.14	2.17	1.32	2.63				
1.0	0	1.0	0	1.0	0	1.0	0	21.9	5	1.85	3.03	2.94	2.86	1.49	1.54	1.56				
1.0	0	1.0	0	3.0	0	1.0	0	13.2	1	2.99	1.79	2.56	5.56	1.54	4.92	1.59				
1.0	0	1.0	0	1.0	0	1.0	0	15.5	2	2.99	1.75	1.85	6.25	2.56	2.44	3.33				
1.0	0	1.0	0	2.0	0	1.0	0	18.0	0	1.49	2.56	1.54	4.55	1.52	4.55	2.94				
2.0	0	1.0	0	3.0	0	4.0	0	13.2	1	2.22	2.60	1.79	8.00	1.85	5.66	12.1				
2.0	0	1.0	0	2.0	0	3.0	0	18.1	8	2.22	2.99	1.75	7.69	2.78	3.08	7.14				
1.0	0	1.0	0	2.0	0	1.0	0	14.2	9	1.75	1.54	3.08	4.76	2.70	2.99	2.44				
2.0	0	2.0	0	4.0	0	4.0	0	18.0	7	1.18	9.09	25.00	3.70	6.25	17.3	14.2				
1.0	0	1.0	0	4.0	0	1.0	0	18.7	5	1.79	3.70	12.50	2.33	2.94	16.0	2.33				
2.0	0	1.0	0	3.0	0	4.0	0	19.6	7	1.89	1.72	6.98	2.70	3.23	11.5	7.41				
2.0	0	3.0	0	4.0	0	2.0	0	20.0	0	3.45	1.33	3.51	3.77	6.82	10.8	7.69				
1.0	0	1.0	0	2.0	0	1.0	0	25.8	1	2.20	2.60	3.03	3.13	3.45	5.26	1.85				
3.0	0	1.0	0	5.0	0	1.0	0	25.4	2	2.17	1.69	9.26	7.32	3.23	11.3	2.86				
4.0	0	1.0	0	2.0	0	3.0	0	17.2	4	1.54	1.59	5.56	10.00	1.85	4.65	8.33				
2.0	0	3.0	0	5.0	0	5.0	0	19.7	0	2.86	7.27	1.54	5.71	8.82	11.3	16.1				
1.0	0	1.0	0	2.0	0	2.0	0	20.4	8	5.56	2.22	4.55	4.35	2.33	4.55	3.70				
1.0	0	1.0	0	3.0	0	3.0	0	21.1	5	5.48	2.63	1.92	5.00	3.03	8.82	6.98				
1.0	0	2.0	0	5.0	0	2.0	0	19.7	0	3.57	3.23	3.85	5.88	9.09	11.3	4.26				
1.0	0	1.0	0	5.0	0	2.0	0	23.8	1	6.52	6.06	4.55	3.45	3.23	10.6	3.23				
1.0	0	2.0	0	3.0	0	5.0	0	25.7	6	8.57	1.35	4.55	3.70	7.41	12.0	8.77				
1.0	0	1.0	0	2.0	0	2.0	0	22.8	6	3.70	1.49	1.85	5.00	4.55	4.55	3.70				
1.0	0	1.0	0	4.0	0	2.0	0	22.5	8	13.8	1.47	10.71	3.57	3.13	4.94	2.63				

1.0 0	1.0 0	4.0 0	3.0 0	21.1 3	5.00	5.36	3.45	3.33	3.57	6.15	4.55
----------	----------	----------	----------	-----------	------	------	------	------	------	------	------

Anexo 15

Evaluación de la incidencia promedio a la Raíz Cuadrada.

		Incidencia								Raiz Cuadrada de la Incidencia								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
ENERO	1	14.29	10.53	16.67		6.10	15.63	16.13	20.00	20.00	3.78	3.24	4.08	2.47	3.95	4.02	4.47	4.47
	2	25.00	31.58	5.62		7.84	20.00	7.14	5.00	8.93	5.00	5.62	2.37	2.80	4.47	2.67	2.24	2.99
	3	25.00	14.58	10.53		11.67	17.24	10.00	20.00	8.00	5.00	3.82	3.24	3.42	4.15	3.16	4.47	2.83
	4	15.63	13.33	10.17		4.94	16.13		8.33		3.95	3.65						2.89
	5	17.86	17.86	17.86		15.63	21.05	8.33	8.96	38.10	4.23	4.23	3.19	2.22	4.02	2.89	6.17	5.00
	6	18.18				8.93	21.88	13.04		25.00	4.26	3.78		2.39	4.23	3.95	4.59	5.00
	7	18.75	14.29	5.22		4.00	11.43	16.67	7.14		20.00	4.33	3.83	3.61	2.99	2.28	2.99	4.47
	8	16.28	14.63	25.00		9.76	7.84	16.67			44.44	4.03	2.38	4.68	4.08	2.67	6.67	
FEBRERO	1	14.29		2.50	0.91		15.79		18.18	15.79	3.78	1.21	5.00	2.00	3.38	2.80	4.08	3.97
	2	20.00	5.66			1.43	2.50	3.57	4.76	4.00	4.47	1.83		2.38	3.12	3.97	4.26	2.00
	3	15.91	1.47			1.47	2.63	2.56	4.41	5.13	3.99	1.20		0.95	1.58	1.89	2.18	2.26
	4	15.00	3.33	1.00	1.43	1.00	2.63	4.76	18.18	3.45	3.87	1.58	3.16					1.86
	5	14.29		1.82	2.50	2.22	1.67	3.33	5.56	23.53	3.78	1.69		3.43	1.58			4.85
	6	11.76		1.52	2.86	2.86	1.61	1.37	3.45	27.27			1.58	1.00	1.20	1.62	1.60	5.22
	7	16.22		2.86	2.50	0.56	1.75	8.70	2.70	11.11	4.03	1.29		2.10	1.35	1.21	1.62	3.33
	8	15.56			0.72		1.25	1.49	11.11	6.67	3.94	1.28		2.18	4.26	1.23	1.00	2.58
MARZO			1.67	2.86			1.72	4.00	7.14					1.29	1.83	2.36		
	1	16.67	1.64	1.00	0.63	6.98	2.33	4.44	2.27	5.56	4.08	4.47	1.69	1.49	1.27	1.17	2.36	
	2	20.00	20.00	10.00	6.82	2.27	2.13	1.82	2.44	9.09	4.47	4.47		1.86	0.85	1.69	1.32	3.02
	3	15.22				4.44	2.63	3.08	4.08	4.55	3.90	5.00			2.95		1.64	2.13
	4	12.50	20.00	20.00	25.00	9.30	2.94	2.78	2.38	1.79	3.54	3.16	1.69	0.75	1.12	1.22	3.33	1.75
	5	15.91		10.00	10.00	14.71	4.55	8.82	8.11	3.08	3.99	5.92		0.80	1.31	2.00	2.67	1.34
	6	14.89					12.00	1.49		13.04	3.86	5.48		2.61	1.52	2.11	1.51	3.61
	7	14.29	35.00	10.00		18.18	2.27	2.56	5.71	5.26	3.78	7.07	1.00					2.29
ABRIL	8	12.73				1.85	2.17	2.78		10.26	3.57	4.47	3.16					3.20
			30.00	5.00														
	1	17.95	50.00	10.00		1.54	7.14	2.17	1.32	2.63	4.24	1.46	4.47	2.64	1.46	1.35	1.62	
	2	21.95				2.94	2.86	1.49	1.54	1.56	4.69	1.36		1.56	3.16	1.51	1.62	1.25
	3	13.21	20.00	15.00	16.13	2.56	5.56	1.54	4.92	1.59	3.63	1.73		1.75		2.02	4.47	2.11
	4	15.52				1.85	6.25	2.56	2.44	3.33	3.94	1.73		2.13		2.97	2.85	1.83
	5	18.00	2.13	3.33	1.85	1.54	4.55	1.52	4.55	2.94	4.24	1.22	3.16	3.05	1.71	1.67	1.71	
	6	13.21		3.03	2.99	1.79	8.00	1.85	5.66		3.63	1.49		1.54	2.24	3.83	2.13	3.48
	7	18.18		1.79	2.99	1.75	7.69	2.78		7.14	4.26	1.49			3.46	1.22		2.67
	8	14.29		1.75	1.49		4.76	2.70		2.44	3.78	1.32	3.16	4.26	1.51	1.60	2.39	1.56

MAYO	1	18.07	2.56	2.22		3.08	14.29	4.25	1.08		4.02	1.36	1.47	1.67	3.78				
	2	18.75		2.60		3.70	6.25	2.99	2.33	4.33	1.34		1.24	2.67	1.47	1.15	1.52		
	3	19.67	2.22	2.99		2.33	2.94	17.39	7.41	4.44	1.37	3.87					2.72		
	4	20.00				2.70	3.23	16.00	7.69	4.47	1.86	1.83					2.77		
	5	25.81		1.54	3.08	12.50	3.77	6.82	11.54	1.85	5.08	1.48	1.74		1.71	1.69	1.22	1.36	
	6	25.42			9.09	25.00	6.98	3.13	3.45	10.81	2.86	5.04	1.47		1.24	1.34	1.60	2.36	1.69
	7	17.24	1.75				3.51									2.22	1.32	1.36	2.89
	8	19.70	1.18				3.03	7.32	3.23	5.26	8.33	4.15	1.24			2.50	1.60	1.56	4.02
		1.79				3.70	1.89		11.36	16.13	4.44	1.69							
JUNIO	1	20.48		1.72	3.45	9.26	10.00	1.85	3.70	4.53	2.36	1.60		1.24	2.13	1.23	1.92		
	2	21.15		1.33	2.20	5.56	5.71	8.82	4.65	6.98	4.60	2.34		2.13	1.61	1.34	2.83	2.64	
	3	19.70		2.60	2.17				4.26	4.44	1.89			1.36		2.38		2.06	
	4	23.81		1.69		4.35	2.33	11.36	3.23	4.88	2.55	1.73		1.32	2.77	1.67	1.75	1.80	
	5	25.76				5.00	3.03	4.55	8.77	5.08	2.93							2.96	
	6	22.86	1.54	1.59		1.92	5.88	9.09	8.82	3.70	4.78	1.92		1.75	2.18	1.64	1.73	1.92	
	7	22.58		7.27	1.54	3.85	3.45	3.23	11.36	2.63	4.75	3.73	1.24		5.00	1.92	2.50	4.17	1.62
	8	21.13	2.86		4.55	3.70	7.41	10.64	4.55	4.60	2.24	3.02							2.13
		5.56			4.55	5.00	4.55	12.00			1.92		3.54	1.52		1.71			
		5.48		2.63	3.57	10.71	3.57	3.13	4.55				4.00	1.31	2.64	1.64			
					3.23	3.33	3.57	4.94					1.80	3.40	1.15	1.87			
				6.52	6.06			6.15					1.94	2.61		3.29			
		8.57	1.35								1.61		1.74	1.77		1.86			
		3.70	1.49										2.29	1.30	3.04		2.71		
		13.89	1.47											1.80		3.37			
		5.00	5.36								1.26		2.36	3.16	1.36		2.16		
											1.24		2.39	2.97	3.37				
											2.13		2.09	1.52		2.13			
											2.70								
											1.49								
											1.62		1.39	2.24		1.74			
													2.97	1.80	1.96		2.43		
													3.02		3.37	2.46		2.13	
													1.86		1.80		3.26		
													1.16		2.13	1.92		2.72	
													3.46	1.22	1.36		2.24		
														2.13		2.13			
													1.21		3.27	1.89	1.77		2.22
													2.31		1.86	1.83	1.89		2.48

Anexo 16	Ficha de	Nº de planta evaluada	Nº total de brotes evaluadas	BROTE O YEMA					Nº de brotes infectados	Incidencia (%)
				Grado 0	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4		
		1								
		2								
		3								
		4								
Grado 0		5								
Grado 1		6								
Grado 2		7								
Grado 3		8								
Grado 4										

Brote sano sin síntomas visibles

evaluación de *Moniliophthora perniciosa*, elaborado por la Universidad Nacional

Intercultural de Quillabamba.

Engrosamiento anormal del brote apical

Engrosamiento anormal del brote apical y deformación de hojas en brote apical Escoba de bruja completamente desarrollada, brote de escoba seca.

Presencia de basidiocarpos en brotes infectados y secos