



**Evaluación de dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas
en la época seca**

Aguilar Rodríguez, Omar David y Farfán Tuárez, Yaritza Michelle

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniería Agropecuaria

Ing. Vaca Pazmiño, Eduardo Patricio Mgs.

17 de marzo del 2022

Reporte de verificación de contenido

CDPYLEAKS

TEST 4: Yantza Qimar: CDPYLEAKS.docx.docx

Scanned on 19:47 March 16, 2022 UTC

5.8% Overall Security Score

45 Results Found

11590 Total Items in Test

Item List Summary

Item List Summary	130
Results Found	45
Items in Test	11590

Results

The results shown are a list of all items that were scanned and their overall security score. Items with a score of 0 are considered to be high risk and should be reviewed.

CDPYLEAKS

TEST 4: Yantza Qimar: CDPYLEAKS.docx.docx

Scanned on 19:47 March 16, 2022 UTC

CDPYLEAKS

TEST 4: Yantza Qimar: CDPYLEAKS.docx.docx

Scanned on 19:47 March 16, 2022 UTC

CDPYLEAKS

TEST 4: Yantza Qimar: CDPYLEAKS.docx.docx

Scanned on 19:47 March 16, 2022 UTC

CDPYLEAKS

TEST 4: Yantza Qimar: CDPYLEAKS.docx.docx

Scanned on 19:47 March 16, 2022 UTC



Trimestre de documentos firmados
**EDUARDO
PATRICIO VACA
PAZMIÑO**

Ing. Eduardo Patricio Vaca Pazmiño Mgs.

Director



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de integración curricular, **“EVALUACIÓN DE DOSIS Y FRECUENCIAS DE AGROQUÍMICOS EN CACAO PARA MANTENER LA SANIDAD DE LAS MAZORCAS EN LA ÉPOCA SECA”** fue realizado por los señores **Aguilar Rodríguez, Omar David y Farfán Tuárez, Yaritza Michelle** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 17 de Marzo del 2022

Firma:



Firmado electrónicamente por:
**EDUARDO
PATRICIO VACA
PAZMIÑO**

Ing. Eduardo Patricio Vaca Pazmiño Mgs.

CC. 180212735-5



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO**

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, **Aguilar Rodríguez, Omar David y Farfán Tuárez, Yaritza Michelle**, con cédula de ciudadanía N° **1724741556** y **2300447592** declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **"EVALUACIÓN DE DOSIS Y FRECUENCIAS DE AGROQUÍMICOS EN CACAO PARA MANTENER LA SANIDAD DE LAS MAZORCAS EN LA ÉPOCA SECA"** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 17 de Marzo del 2022

Firmas:

Aguilar Rodríguez Omar David
C.C.: 1724741556

Farfán Tuárez Yaritza Michelle
C.C.: 2300447592



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros **Aguilar Rodríguez Omar David** y **Farfán Tuárez Michelle Yaritza**, con cédulas de ciudadanía N° 1724741556 y 2300447592, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **"EVALUACIÓN DE DOSIS Y FRECUENCIAS DE AGROQUÍMICOS EN CACAO PARA MANTENER LA SANIDAD DE LAS MAZORCAS EN LA ÉPOCA SECA"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 17 de Marzo del 2022

Firmas:

Aguilar Rodríguez Omar David
C.C.: 1724741556

Farfán Tuárez Yaritza Michelle
C.C.: 2300447592

Dedicatoria

El presente trabajo va dedicado de manera especial para mi madre Elva Rodríguez Vargas por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo, sacrificio, humildad, sabiduría e inteligencia convirtiéndose así en más grande inspiración para poder terminar esta etapa de mi vida profesional. De igual manera a Segundo Galarza por ser un pilar fundamental con sus enseñanzas, su ejemplo logro inculcar y brindarme su apoyo incondicional.

A mis hermanos Eduardo A. y Anderson A. por su compañía constante motivación y cariño durante todas las etapas de mi vida.

A mi novia Carol P. por brindarme su apoyo, cariño y motivación a lo largo de mi carrera.

A mis familiares y amigos con mención especial a Johanna P. quienes se han involucrados de manera directa en brindarme su soporte emocional, apoyo sólido y sincero.

Por todo esto y mucho más, este logro es para todos ustedes.

Omar

La realización de este trabajo está dedicada a Dios por ser el motor espiritual y protector de mi vida.

A mis padres, María Tuárez y Wilson Farfán, quienes a pesar de su constante sacrificio me han impulsado para alcanzar mis propósitos y formarme profesionalmente, gracias por tanto amor y apoyo en los buenos y malos momentos ya que sin ustedes no sería posible culminar esta tan importante etapa de mi vida.

A mis hermanos, Lisbeth, Leidy y Andrés; mis cuñados Jefferson y Jorge y mis sobrinos Mathías, Eithan y Alisson quienes con sus risas inundaban mi alma en momentos de debilidad.

A mis familiares y allegados quienes siempre me motivaron a cumplir mis sueños.

Yaritza

Agradecimiento

Agradezco a mi madre, quien me ha educado con principios de respeto y responsabilidad, quien junto a Dios han guiado mi camino bendiciéndome en cada paso que dé, de igual manera me ha brindado su apoyo incondicional para afrontar cualquier obstáculo, siendo mi mayor tesoro en momentos de desahogo de mi culpa y convirtiéndose en meta de mi sueños, agradezco madre mía y pido que aún lluevan rosas, que la vida permita brindar por mil cosas hermosas que bajen los ángeles y sigan colocando plumas en sus pasos, que siga manteniendo su sonrisa ante los fracasos, por mucho más gracias madre por mi vida la amo, la llevo siempre conmigo.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-SD por ser templo de conocimiento y fuente de sabiduría al permitir formarme profesionalmente en mi carrera universitaria.

Agradezco con gran gratitud a mi tutor de tesis, Ing. Patricio Vaca, por su orientación tanto a nivel personal como profesional y brindarme la oportunidad de poder realizar este trabajo, por la ayuda brindada, por los momentos de enseñanza, consejos, tiempo y predisposición ya que gracias a él este trabajo es posible.

A todos mis amigos y amigas "del combito" en especial a Jessica, Luis, Pablo, Christian G., mi novia Caro, les agradezco por ser parte de todo este viaje, tanto en mi vida universitaria como mi vida personal, gracias por su amistad sincera, incondicional, consejos y compañía.

De manera fundamental quiero darle las gracias a mis amigos y compañeros de Tesis Michelle Farfán y Fernando Vivanco por permitirme compartir con ustedes esta pequeña gran experiencia y haber formado parte de esta etapa esencial fieles a apoyarnos en concluir nuestro objetivo.

A mis familiares que apoyaron a mi madre, mis compañeros de clases que formaron parte de todo este logro. Gracias a todos.

Omar

A Dios, por darme la oportunidad de vivir con su bendición, fortaleza y guía alcanzar una de mis metas personales.

A mis padres, quienes con su amor y apoyo incondicional me han cobijado en mis momentos de debilidad; han sido fuente de inspiración y consejeros a lo largo de mi vida. A mis hermanas, por ser esas segundas madres cuando la distancia nos separaba de nuestros padres, a mis cuñados que siempre tenían palabras de aliento y superación.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas por acogerme en su Sede Santo Domingo y a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria por propiciar las herramientas para mi formación.

A mi tutor de tesis, mi estimado Ing. Patricio Vaca, no solo por su labor docente, por su paciencia, orientación brindada, sus enseñanzas a nivel personal y profesional; y por poner a disposición el personal y predios de su cultivo para la ejecución de la investigación.

A mis docentes por ser fuente de conocimiento y compartir sus experiencias para mi aprendizaje.

A mis amigos Betty, Jessenia, Jessica, Daniela, Karina y Fabricio, por su valiosa amistad, por todo lo compartido y por siempre darme palabras de ánimo.

Un agradecimiento especial a mis amigos y compañeros de tesis Omar y Fernando, con quienes compartí tiempo, risas, cansancio, pero sobre todo muchas alegrías.

A mis compañeros por su constante apoyo y compañía en este importante proceso.

Gracias de corazón a todos.

Yaritza

Índice de contenido

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	8
Índice de contenido	10
Índice de tablas.....	13
Índice de figuras	14
Resumen	17
Abstract.....	18
Capítulo I.....	19
Introducción	19
Capítulo II.....	21
Marco teórico	21
Generalidades del cultivo de cacao	21
Exigencias del cultivo.....	21

Enfermedades que afectan al cultivo de cacao.....	22
Mazorca negra (<i>Phytophthora palmivora</i>)	22
Moniliasis.....	25
Generalidades	25
Opciones de control.....	29
Capítulo III	32
Metodología	32
Ubicación del lugar de investigación.....	32
Materiales.....	33
Métodos.....	35
Capítulo IV.....	45
Resultados y Discusión	45
Mazorcas sanas	46
Incidencia de Monilla (%).....	52
Incidencia de Mazorca negra (%).....	60
Índice de semilla.....	67
Análisis económico	69

Capítulo V.....	71
Conclusiones.....	71
Recomendaciones.....	72
Bibliografía.....	73

Índice de tablas

Tabla 1	Factores de evaluación	35
Tabla 2	Tratamientos a comparar.....	36
Tabla 3	Análisis de la varianza.	39
Tabla 4	Fungicidas.....	43
Tabla 5	Matriz para la toma de datos de campo.	44
Tabla 6	Análisis de varianza en la variable número de mazorcas sanas mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.	46
Tabla 7	Análisis de varianza en la variable porcentaje de incidencia de monilla (%) mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.	52
Tabla 8	Porcentaje de incidencia de monilla en cada evaluación.	58
Tabla 9	Análisis de varianza en la variable porcentaje de incidencia de mazorca negra (%) mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.	60
Tabla 10	Porcentaje de incidencia de mazorca negra en cada evaluación.	64
Tabla 11	Descripción del índice de semilla, número de mazorcas por planta y número de almendras por mazorca.	67
Tabla 12	Relación Beneficio/Costo.....	69

Índice de figuras

Figura 1	Área de investigación.....	32
Figura 2	Croquis del ensayo.....	38
Figura 3	Prueba de significancia mazorcas sanas primera toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.	47
Figura 4	Prueba de Significancia mazorcas sanas tercera toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.	48
Figura 5	Prueba de Significancia mazorcas sanas cuarta toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.	49
Figura 6	Prueba de significancia mazorcas sanas quinta toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.	50
Figura 7	Prueba de significancia Incidencia de monilla primera toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.	53

Figura 8	Prueba de significancia Incidencia de monilla segunda toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.	54
Figura 9	Prueba de Significancia Incidencia de moniliasis tercera toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.	55
Figura 10	Prueba de significancia Incidencia de moniliasis cuarta toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.	56
Figura 11	Prueba de significancia Incidencia de moniliasis quinta toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.	57
Figura 12	Prueba de Significancia Incidencia de mazorca negra primera toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.	61
Figura 13	Prueba de Significancia Incidencia de mazorca negra cuarta toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.	62

Figura 14	Prueba de significancia Incidencia de mazorca negra quinta toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.	63
------------------	--	----

Resumen

Evaluar estrategias de control contra enfermedades que atacan las mazorcas de cacao en época seca, permite determinar las mejores opciones de manejo fitosanitario que eviten pérdidas productivas del cultivo. La investigación fue realizada en la Finca “Cacao del Valle”, ubicada en Santo Domingo de los Tsáchilas, Parroquia Valle Hermoso, Km 6 ½ vía Cristóbal Colón a 370 msnm. Los objetivos planteados fueron determinar la efectividad de agroquímicos vs las frecuencias de aplicación para establecer un plan de manejo de enfermedades vasculares, analizar e interpretar mediante análisis estadístico y establecer la relación costo/beneficio de los tratamientos. El diseño utilizado fue un bifactorial AxB+1 conducido por un DBCA, la prueba de significancia de Tukey al 5%, contraste y polinomios ortogonales. Los resultados demostraron que las alternativas de manejo tienen influencia en la reducción de las enfermedades que afectan a la mazorca, siendo el T7 (Clorotalonil cada 20 días) y T4 (Hidróxido de Cobre cada 20 días) los tratamientos que reducen la incidencia de monilla y mazorca negra respectivamente, así también, en el índice de semilla el T8 (rotaciones de Fosetil aluminio con hidróxido de cobre cada 20 días) generó un promedio de 1,98 g. La relación costo/beneficio indicó que el T9 (Rotaciones de Fosetil aluminio con Hidróxido de cobre cada 30 días) presenta el valor más alto con \$ 3,05 por cada dólar invertido en el manejo de la enfermedad.

Palabras clave:

- CACAO
- PHYTOPHTHORA CACAO
- MONILLA CACAO
- INSUMOS CACAO

Abstract

Evaluating control strategies against diseases that attack cocoa pods during the dry season allows us to determine the best phytosanitary management options to avoid crop production losses. The research was conducted at the "Cacao del Valle" farm, located in Santo Domingo de los Tsáchilas, Valle Hermoso Parish, at Km 6 ½ via Cristobal Colon at 370 meters above sea level. The objectives were to determine the effectiveness of agrochemicals vs. application frequencies to establish a management plan for vascular diseases, to analyze and interpret by statistical analysis and to establish the cost/benefit ratio of the treatments. The design used was a bifactorial AxB+1 design conducted by a DBCA, Tukey's significance test at 5%, contrast and orthogonal polynomials. The results showed that the management alternatives have influence on the reduction of diseases affecting the ear, being T (Chlorothalonil every 20 days) and T4 (Copper hydroxide every 20 days) the treatments that reduce the incidence of monilla and black ear respectively, also, in the seed index the T8 (Fosetyl aluminum rotations with copper hydroxide every 20 days) generated an average of 1.98 g. The cost/benefit ratio indicated that T9 (Fosetyl aluminum rotations with copper hydroxide every 30 days) had the highest value at \$3.05 per dollar invested in disease management

Key words:

- **COCOA**
- **PHYTOPHTHORA CACAO**
- **COCOA MONILLA**
- **COCOA INPUTS COCOA**

Capítulo I

Introducción

Ecuador cuenta con una larga tradición en la producción y venta de cacao, esta fruta tropical ha logrado consolidarse como un producto muy significativo dentro de ciertas divisas económicas del país desarrolladas en gran medida alrededor del mercado internacional. El cacao en años recientes se ha convertido en uno de los principales productos de exportación logrando un incremento de 235 000 toneladas en 2014 a 353 000 toneladas en 2020, superando los USD 900 millones en exportaciones. Los destinos principales son Estados Unidos (18%) e Indonesia (22%) (ANECACAO, 2020), y la tendencia continúa al alza con un promedio de 8% por año.

En el país existen diversas variedades como: cacao Fino de Aroma, Nacional o sabor Arriba y el de tipo común o al granel denominado Colección Castro Naranjal o CCN51. Las provincias con mayor producción en la región Costa son Manabí, Los Ríos, El Guayas, Esmeraldas, El Oro y Santo Domingo de los Tsáchilas. En la Sierra son Bolívar, Cañar y Cotopaxi, y en la Amazonía son Zamora Chinchipe, Orellana y Napo. El área sembrada en el país en 2020 fue de 590 579 hectáreas, con un área cosechada de 527 324 hectáreas, una producción de 327 903 toneladas y un rendimiento de 0,60 t/ha. Santo Domingo de los Tsáchilas cuenta con un área sembrada de 28 288 hectáreas (4,79%) y un rendimiento de 0,16 t/ha en el 2020 (SIPA, 2020).

En base al incremento logrado en cuanto a las exportaciones durante los últimos 6 años, se debe considerar que el éxito y óptimo desarrollo de los cultivos parte desde un adecuado establecimiento de la plantación continuando con prácticas de mantenimiento en el cual se manejen labores culturales, actividades que generan empleos para 120 000 familias entre pequeños productores y otras familias involucradas en la cadena de valor (ANECACAO, 2015).

Estudios del INIAP resaltan la importancia de brindar la oportuna atención a los problemas fitosanitarios que afectan directamente a la producción como plagas y enfermedades y la falta de cierto conocimiento tecnológico. En cacao los principales problemas fitosanitarios como moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja, ocasionan pérdidas de hasta en un 80% de la producción total, que puede llegar a consolidarse hasta en un 100% en cultivos sin manejo. Ante el alto porcentaje de afectación por dichas enfermedades es necesario emprender ciertas estrategias que permitan mitigar los problemas fitosanitarios con la finalidad de ayudar a generar incrementos significativos en la producción. Una metodología recomendada es la optimización de prácticas mediante la combinación de prácticas culturales, podas de mantenimiento, remoción de frutos enfermos, eliminación de malezas, fertilización, control biológico y químico a base de cobre, con productos de baja toxicidad (MAG, s.f.).

Investigaciones previas obtuvieron una reducción de la incidencia de *Phytophthora* y *Monilophthora roreri* mediante aplicaciones de Hidróxido de cobre y Fosetil aluminio, aunque por la aplicación de productos puros no mostraron diferencia estadística y a nivel análisis económico se encontró reducción en la función de aplicación de fungicidas. Por lo que es vital la determinación del comportamiento de las incidencias ante la rotación de fungicidas (Ponce, 2015).

Frente a lo expuesto, el desarrollo de la investigación permite recopilar un conjunto de buenas prácticas asociadas con recomendaciones para el manejo óptimo de ciertas enfermedades, las cuales se encuentran direccionadas hacia una producción sostenible de cacao reflejada en impulsar ciertos rubros económicos del país.

Capítulo II

Marco teórico

Generalidades del cultivo de cacao

El cacao (*Theobroma cacao*) que significa comida de dioses, es una especie que se desarrolla con mayor potencial en climas ecuatoriales debido a las precipitaciones profusas y temperaturas desde los 25 a 28 grados centígrados (Alcívar, Pino, & Aguilar, 2016). Es un vegetal de hábito arbóreo, que puede llegar a medir hasta 10 m, cuyo origen se dió en las selvas centro y suramericanas; genera un fruto que posee de 20 a 60 semillas envueltas en pulpa dulce y viscosa, mide de 10 a 32 cm de largo y 7 a 10 cm de ancho, puede llegar a pesar hasta 1 kg, es alargado, color rojo, blanco o verde que oscurece conforme alcanza la maduración (ICCO, 2017).

Exigencias del cultivo

Temperaturas menores a 18°C y superiores a 32 °C afectan el desarrollo del cultivo, por ello el régimen más apto es de 24 a 28°C. Esta variable climática es fundamental, ya que con variaciones superiores a los 9°C se afecta la polinización y consecuente formación de frutos. Los valores de precipitaciones de entre 1800 a 2600 mm/año son aptos para su establecimiento, también puede establecerse con sistemas de riego en zonas de precipitación muy baja y debe evitarse en zonas de precipitación elevada por el desencadenamiento de problemas fitosanitarios. Valores de velocidad del viento por sobre los 4 m/s ocasionan un incremento en la deshidratación foliar e impiden la polinización. La humedad relativa a la que puede someterse el cultivo en fase de desarrollo debe ser alta, puede bajar hasta 50% pero debe mantenerse la humedad mediante sistema de riego (FEDECACAO, 2013).

Enfermedades que afectan al cultivo de cacao

El excesivo incremento de lluvias tanto en la época invernal como en la época seca, ha ocasionado que el contenido de humedad en el aire y el suelo, favorezcan la diseminación de ciertas enfermedades como:

- Mazorca Negra o *Phytophthora*.
- Moniliasis.

Enfermedades de gran importancia económica ya que llegan a ocasionar una reducción en la producción de hasta un 80%, además de generar el incremento de costos de producción por las medidas de manejo y control que se deban realizar (INIAP, 2017).

Mazorca negra (*Phytophthora palmivora*)

Generalidades

El agente causal de la enfermedad es *Phytophthora* de la clase *Oomycetes*, también conocida como pudrición parda o pudrición negra, es responsable del cáncer del tronco, ramas y raíces; con el avance del tiempo y gracias al aislamiento de cepas de los tejidos afectados se ha conseguido reconocer la presencia de un complejo de cuatro especies siendo *Phytophthora palmivora* la más común, agresiva y de mayor extensión a nivel mundial, ataca principalmente en los brotes tiernos, cojinete florales y plántulas de viveros; pero el daño más importante lo causa en los frutos, en donde la infección aparece en forma de manchas pardas o negras, oscuras aproximadamente circulares, que se agrandan y extienden por toda la superficie de la mazorca, las almendras se infectan y descomponen hasta en un periodo de quince días, lapso en el cual la mazorca está totalmente podrida (PROCACAO, 2017).

Importancia de la enfermedad

(Sánchez, Jaramillo, & Ramírez, 2015), mencionan que la mazorca negra ha ocasionado 450 000 toneladas en pérdidas anuales de cacao en Brasil y África, con un costo de 423 millones de dólares, las pérdidas a nivel mundial representan entre un 30% y 90%; ejemplos de su agresividad son Nigeria que ha originado pérdidas anuales de entre el 30 al 35% de la producción nacional, Ghana en que se ha reportado pérdidas de hasta el 38% y Venezuela en que se registran pérdidas que van desde el 20% y 50%, asociadas precipitaciones profusas que junto a la falta de drenaje eficiente generan inundaciones, exceso de sombra en el cultivo y un deficiente manejo de agronómico de las plantaciones.

Síntomas de la enfermedad

El hongo ataca principalmente a nivel de frutos en cualquier estadio que se encuentre, la infección se manifiesta en forma de manchas regulares oscuras que pueden iniciar en los ápices del fruto o en el centro, a los pocos días la mancha se extiende de manera uniforme y terminan por cubrir totalmente la mazorca lo que causa cambios de color, descomposición de granos y posterior secado de frutos en las plantas; las zoosporas persisten en hojas secas, restos de cosecha y mazorcas adheridas al árbol, los que las convierte en fuentes de infección permanente debido a que son dispersadas, se propagan y contaminan los frutos sanos (PROCACAO, 2017).

Además, el patógeno genera quemazón en hojas jóvenes y tallo de plántulas, generando la formación de chancros que a menudo se esconden por la corteza y reducen su vigor ocasionando mortalidades anuales del 10% (Sánchez, Jaramillo, & Ramírez, 2015).

Ciclo de vida

Conforme a las condiciones ambientales puede presentarse de forma asexual o sexual, prevaleciendo el estado asexual en que el que germina una estructura denominada esporangio la cual a temperaturas de entre 15 a 38 °C logra liberar zoosporas biflageladas móviles en el agua (Salinas, 2014).

El patógeno pasa por distintas fases durante el ciclo de la enfermedad, entre ellas la formación de micelio, esporangios, zoosporas y clamidosporas; en el suelo, raíces, hojas, cojinetes florales, flores, frutos sanos, infectados y chancros se encuentra el inóculo primario allí se forman esporangios que una vez germinan continúan con la infección, la esporas pueden permanecer viables por nueve meses y en el caso de los frutos momificados constituyen en un reservorio de hasta por tres años (Sánchez, Jaramillo, & Ramírez, 2015).

Manejo

Es necesario establecer un manejo integrado enfocado desde métodos fitosanitarios, control cultural, biológico y el uso de productos químicos lo que permite desarrollar un conjunto de medidas efectivas para el combate de esta enfermedad, todas deben partir de la prevención y ser orientadas a la reducción de condiciones favorables para el patógeno; se puede realizar cortes y recolección de mazorcas maduras cada 8-15 días (tanto de frutos sanos como enfermos), procedimientos para destruir el patógeno y evitar su diseminación a partir de restos de cosecha, evitar crear microclimas mediante el respeto de distancia de siembra, controles de maleza, podas, establecimiento de materiales resistentes y el empleo de fungicidas cúpricos (PROCACAO, 2017).

Existen estrategias biológicas con baja afectación ambiental, económicas y seguras como el empleo de *Trichoderma* direccionado a inhibir el crecimiento de *Phytophthora*, así también otros microorganismos benéficos como actinomicetes, *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum brasilense* y *Bacillus subtilis* (Sánchez, Jaramillo, & Ramírez, 2015).

Moniliasis

Generalidades

Es conocida como monilla causada por el hongo *Moniliophthora roreri* (Cif. & Par.) Evans *et. al*, se trata de una enfermedad que afecta exclusivamente a las mazorcas, estimando un promedio en pérdidas entre 40% hasta el 80% de la producción total. Primeras investigaciones datan la aparición de moniliasis en Ecuador en el año 1916 en la región de Quevedo, pero estudios realizados por (Phillips, 2006) mencionan “que se originó en Antioquia, Colombia; diseminándose a países como Ecuador, Perú, Bolivia, Venezuela, Panamá, Costa Rica, Honduras, Guatemala, Belice y México. Se conoce hasta el momento que cinco variedades del hongo de moniliasis, todos de origen colombiano, algunos endémicos, pero otros, mediante la dispersión del material de siembra se esparcieron a otros países de América”.

Importancia de la enfermedad

El impacto en cuanto a la agresividad de esta enfermedad es notorio en zonas donde se presenta, se han registrado pérdidas que van desde el 30% hasta el 100% de la producción total anual, ocasionando el abandono de muchas plantaciones afectadas. Sus efectos se encuentran asociados con la pérdida en la mayoría de la producción y el resultado suele ser el abandono de plantaciones, como consecuente las zonas se convierten en áreas menos sustentables. En

Ecuador se reportan pérdidas de 40% o un equivalente 20 millones de dólares anuales (Sánchez, Jaramillo, & Ramírez, 2015).

Según (Suárez & Amores, 2006) el comportamiento de moniliasis y el porcentaje de daño que presente en las producciones cacaoteras, varían de acuerdo a la diferencia entre ambientes, el manejo del cultivo y los genotipos cultivados; en general plantaciones ubicadas en zonas húmedas, con poca tecnificación y sin un adecuado manejo, es muy frecuente obtener pérdidas superiores al 90% de la producción total anual.

Síntomas de la enfermedad

Mazorcas infectadas por moniliasis presentan el tejido interno una masa compacta rodeada de una sustancia acuosa generando la pérdida total de las almendras, las manchas de color marrón forman una capa de micelio blanco a los 4 o 5 días y estas se tornan más oscuras conforme las esporas maduran, luego de tres meses las mazorcas se secan, momifican y permanecen adheridas al tallo, se ha detectado que una sola mazorca infectada puede producir siete mil millones de esporas en seis meses aproximadamente, constituyéndose en una fuente de inóculo abundante para largo tiempo (Sánchez, Jaramillo, & Ramírez, 2015).

La aparición de los síntomas se relaciona con la edad de los frutos, en mazorcas muy jóvenes (menos de un mes) se observa protuberancias cloróticas distorsionadas que se vuelven necróticas antes de que alcance la mitad de su tamaño, luego las almendras se ablandan y humedecen, por su parte las mazorcas de uno a tres meses de edad presentan abultamiento y manifiestan manchas pardas irregulares que se agrandan velozmente y llegan a cubrir la mayor parte o en totalidad la superficie de la mazorca; en mazorcas grandes se presenta ennegrecimiento interno y madurez prematura (Sánchez, Jaramillo, & Ramírez, 2015).

Pasado los tres meses y los frutos que se encuentren infectados pueden permanecer asintomáticos o mostrar ligeras lesiones, hundidas. Los tejidos internos se tornan necróticos y la masa de esporas pegada al endocarpio; como característica particular es que las mazorcas afectadas son mucho más pesadas que las sanas. Finalmente, todo el tejido exterior se necrosa y es recubierto por el pseudestroma color blanco en forma de paño el que se torna de color crema, luego canela y finalmente marrón; las mazorcas infectadas que se encuentren adheridas a las ramas y que gradualmente se encojen y momifican, se encuentran parcialmente cubiertos por residuos de la pseudoestroma y si la mazorca es cortada se puede generar una infección el tejido interno y la formación de esporas ocurre a los pocos días (Sánchez, Jaramillo, & Ramírez, 2015).

Ciclo de vida

Según (Meléndez, 1993), en su investigación sobre microambiente, “la mayor cantidad de esporas de moniliasis se encuentran a 1 metro de altura de las plantas de cacao. Las conidias se sitúan sobre el fruto, germinan con la presencia de agua y estas pueden penetrar directamente la cáscara del fruto, su penetración ocurre directamente entre las células del córtex, produciendo conidias dentro y en la superficie del fruto” (Sánchez & Garcés, 2012).

El periodo de incubación del patógeno es extenso incluso antes de la aparición de los síntomas, según estudios realizados, “el período de incubación (latente) oscila entre 30 y 70 días, el tiempo de infección puede ser de 3 a 8 semanas, esto puede variar de según la edad del fruto, severidad del ataque, la susceptibilidad del cultivo y principalmente las condiciones ambientales específicamente el exceso de lluvias; en el caso de mazorcas tiernas, en días lluviosos y calurosos, el período de incubación se acorta a tres semanas” (Sánchez & Garcés, 2012).

Manejo

Es importante fomentar el principio de “convivencia con el patógeno”, en donde se manejen métodos de prevención y posterior control de la enfermedad; los mismos que nos ayuden a mantener un ambiente favorable para el desarrollo óptimo de nuestro cultivo de cacao y a su vez se genere un ambiente desfavorable para el patógenos (FHIA, 2012). Entre los métodos mejor encaminados en poder disminuir la incidencia y severidad de moniliasis se tiene:

Control cultural

Es fundamental iniciar con prácticas agronómicas que permitan modificar el ambiente en donde se desarrolla la enfermedad, afectar la propagación y sobrevivencia del hongo, es necesario mantener la aireación e ingreso de luz mediante podas de mantenimiento, efectuar fertilizaciones adecuadas, construir drenajes que ayuden a eliminar excesos de agua, control de malezas para mantener un ambiente seco y desfavorable para el patógeno, siendo los residuos de cosecha una fuente de inoculación del hongo es necesario manejar un cronograma de cosecha oportuna que ayude a mitigar las fuentes de inóculo, así como el retiro y eliminación de mazorcas enfermas a inicio de lluvias y floración cada ocho días y en época seca cada quince días (FHIA, 2012).

Control genético

Este tipo de control esta direccionado en poder identificar y seleccionar plantas con ciertas características en cuando a resistencia de la enfermedad; no se han descubierto variedades resistentes pero en diferentes estudios realizados en Ecuador, Colombia, Costa Rica y Honduras permiten mencionar algunos cultivares, clones o híbridos resistentes a la enfermedad: UF-273, UF-721, PA-169, ARF-22, EET-75, EET-233, UF-296, IMC-67, entre otros (FHIA, 2012).

Según (García, 2012), menciona que “se están evaluando cacaos ancestrales del Amazonas, esto con la finalidad de encontrar un clon que presente una alta resistencia a plagas y enfermedades. Se conoce que se han evaluado progenies del donante SC-6 y un clon identificado como Estación Experimental Tropical 454 (EET-454), el que ha resultado ser tolerante a *Moniliophthora perniciosa* (Escoba de Bruja)”.

Control biológico

La investigación realizada por (Suárez & Rangel, 2014), *Paecilomyces sp* y *Bacillus brevis*, permiten obtener una antibiosis del 89% versus el hongo *Moniliophthora roreri*; el uso de *Trichoderma* también se alza como alternativa dentro del control biológico ya que contribuye a reducir la incidencia y severidad de *Phytophthora sp* y *Moniliophthora roreri*.

Control químico

En este tipo de control es necesario poder manejar un criterio responsable que permita encontrar un producto efectivo contra el organismo objetivo y no sea tan toxico que permita la manipulación tanto de medianos como pequeños productores. En el caso de *Moniliophthora roreri* es conveniente utilizar fungicidas cúpricos, es recomendable realizar aplicaciones en frutos de hasta 5 cm de largo, respetar la dosis de acuerdo al fabricante, condiciones climáticas, aplicaciones mínimo cinco veces con una frecuencia de 22 días (Paredes, 2016).

Opciones de control

Fosetil aluminio

El Tris-o etil fosfonato de aluminio o Fosetil aluminio se trata de un fungicida sistémico, protector y curativo, recomendado para el control al ataque de hongos especialmente a los

pertenecientes al orden *Peronosporaceae*. Su uso se encuentra direccionado al control de *Phytophthora*, *Plasmopara*, *Bremia* spp. Al ser absorbido por las hojas y raíces de la planta, su metabolización es rápida y se distribuye por la savia hacia todo el conjunto vegetal, incluyendo los rebrotes que se formen una vez realizada la aplicación, impide tanto germinación, esporulación y el desarrollo del micelio (AGRIPAC, s.f.).

Su comportamiento ambiental presenta una solubilidad en agua alta, no es persistente en el suelo, lo que provoca que en el mismo su movilidad sea mediana a ligera, no es volátil, presenta una bioacumulación ligera. Puede tener problemas de compatibilidad si se utiliza en mezcla con abonos foliares que contengan nitrógeno, así como con productos a base de cobre (Universidad Nacional Costa Rica).

Hidróxido de cobre

Es un fungicida preventivo y de contacto para hongos y bacterias susceptibles al cobre, debido a que acepta y dona electrones tiene la capacidad de causar alteraciones en las proteínas de las células de los patógenos, de modo que no pueden efectuar procesos como transporte de electrones, ligadura de ADN y ordenamiento de la estructura helicoidal del mismo, además actúa inhibiendo la formación de estructuras reproductivas y destruyendo la pared celular. El producto ejerce una acción de contacto, por lo que debe emplearse antes de iniciada la germinación del hongo, ya que impide que el mismo desarrolle esporas, imposibilita su germinación y ataca las bacterias debido a que se forma una serie de complejos enzimáticos de grupos sulfhidrilos, amino, hidróxido y carboxílicos gracias al cobre; con ello, las esporas lo toman y acumulan desde su desarrollo hasta alcanzar una concentración de modo que esto perturba la cadena respiratoria lo que es capaz de causar la muerte. (Ecuaquímica, 2019).

Clorotalonil

Fungicida de contacto de amplio espectro, eficaz en el control de enfermedades causadas por hongos, nombre químico Tetrachloroisophthalonitrile, resistente a la lluvia evitando el lavado del producto en los tejidos vegetales tratados. Presenta un nivel de toxicología moderadamente peligroso, no es dañino para un amplio rango de organismos benéficos y es seguro para aquellas especies que no son objetivos (Syngenta, 2020).

Su comportamiento ambiental presenta una solubilidad en agua baja, persistencia en el suelo alta a no persistente, movilidad en el suelo ligera a inmóvil (arcilla), no volátil, presenta una bioacumulación ligera. Compatible con insecticidas, fungicidas y acaricidas de uso común, excepto los de reacción alcalina. No combinar con aceites minerales, fertilizantes foliares y otros plaguicidas emulsionables. No se recomienda el uso de adherentes o humectantes cuando se aplique. No representa un peligro de fitotoxicidad para los cultivos recomendados siempre que sea aplicado en condiciones normales y según las instrucciones de uso (Universidad Nacional Costa Rica).

Capítulo III

Metodología

Ubicación del lugar de investigación

Ubicación política

Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas

Cantón: Santo Domingo

Parroquia: Valle Hermoso

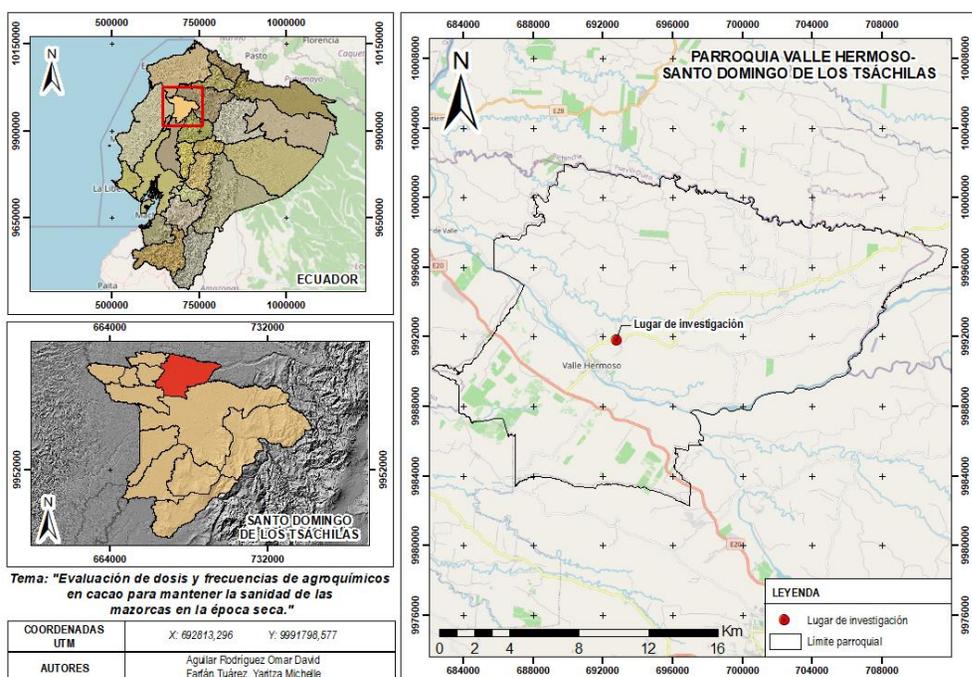
Sector: Recinto Cristóbal Colón km 6

Ubicación geográfica

La Finca Cacao del Valle se ubica en las coordenadas $00^{\circ}04' 58,3''$ mS y $79^{\circ}14' 34''$ mO.

Figura 1

Área de investigación



Ubicación ecológica

Zona de vida:	Bosque húmedo tropical (bh-T) (Holdridge, 2019).
Altitud:	370 msnm
Temperatura:	24,8 °C
Precipitación:	3200 mm/año
Suelos:	Limo arcilloso y arenoso
Humedad relativa:	Presencia de vegetación originaria, las especies más destacadas e importantes son el guayacán <i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) y laurel (<i>Cordia alliodora</i>) Nicholson.

Materiales

- Cinta métrica
- Letreros de identificación
- Paja piola o cinta tomatera
- Tijera podadora
- Podón
- Fundas plásticas
- Jeringas de 10 ml
- Tanque de 100 litros

Equipos

- Balanza gramera
- Bomba a motor
- Bomba de mochila

- Bomba electrostática
- Desmalezadora
- Equipos de protección (gafas, guantes, mascarilla, casco)
- Estufa
- Medidor de humedad
- GPS

Insumos

- Hidróxido de cobre (Kocide 2000)
- Clorotalonil (Daconil 720)
- Fosetil aluminio (Phos-Al)
- Etoxilado de Alquifenol (Agropega)

Métodos

Diseño experimental

Factores a probar

Se empleó un diseño bifactorial AxB+1 donde los factores evaluados fueron dos, el Factor A fueron los productos de control y el Factor B la frecuencia de aplicación.

Tabla 1

Factores de evaluación

Factores	Niveles	Código
Factor A: Productos	Fosetil aluminio	a1
	Hidróxido de cobre	a2
	Clorotalonil	a3
	Fosetil aluminio en rotación con Hidróxido de cobre	a4
	Fosetil aluminio en rotación con Clorotalonil	a5
Factor B: Frecuencia de aplicación	Cada 20 días	b1
	Cada 30 días	b2
Testigo	Sin aplicaciones	

Niveles a evaluar

Tabla 2

Tratamientos a comparar.

Tratamientos	Código	Descripción
T1	Testigo	Recolección y eliminación de mazorcas
T2	a1b1	Fosetil aluminio - Cada 20 días
T3	a1b2	Fosetil aluminio - Cada 30 días
T4	a2b1	Hidróxido de cobre - Cada 20 días
T5	a2b2	Hidróxido de cobre - Cada 30 días
T6	a3b1	Clorotalonil - Cada 20 días
T7	a3b2	Clorotalonil- Cada 30 días
T8	a4b1	Fosetil aluminio en rotación con Hidróxido de cobre - Cada 20 días
T9	a4b2	Fosetil aluminio en rotación con Hidróxido de cobre - Cada 30 días
T10	a5b1	Fosetil aluminio en rotación con Clorotalonil - Cada 20 días
T11	a5b2	Fosetil aluminio en rotación con Clorotalonil - Cada 30 días

Tipo de diseño

Se empleó un esquema bifactorial 5x2 (Cinco opciones de productos y dos frecuencias de aplicación) más un testigo conducido por un diseño de bloques completos al azar (DBCA) distribuido en tres bloques, 10 tratamientos más un testigo, lo que generó un total de 33 unidades experimentales.

El modelo empleado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_1 + \beta_1 + (\alpha\beta_{ij}) + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

μ : Es el efecto de la media global

α_1 : Es el efecto incremental sobre la media causado por el nivel i del factor A (Productos)

β_1 : Es el efecto incremental sobre la media causado por el nivel j del factor B (Frecuencias de aplicación)

$(\alpha\beta)_{ij}$: Es el efecto incremental sobre la media causado por la interacción del nivel i-ésimo del factor A y el nivel j-ésimo del factor B.

ε_{ij} : Es el error aleatorio.

Observaciones

La investigación contó con 11 tratamientos y tres observaciones por cada tratamiento.

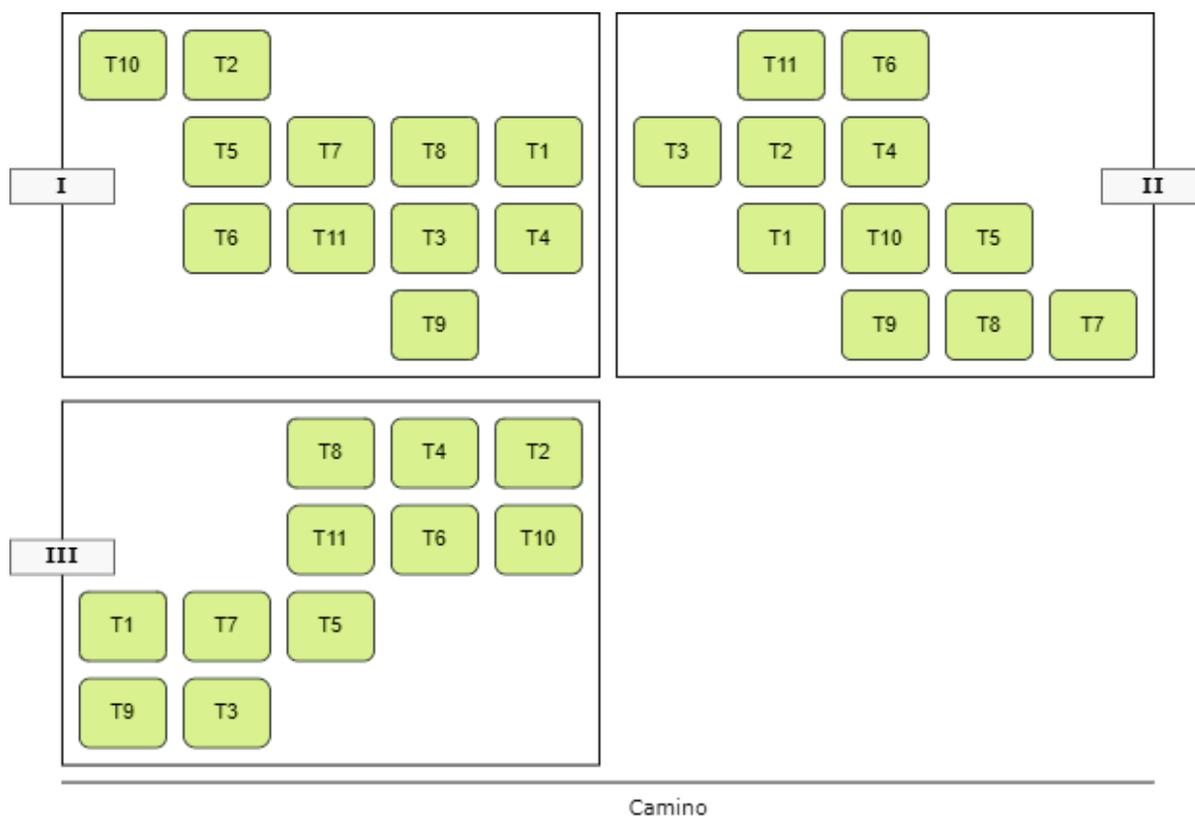
Características de las UE

Distanciamiento del cultivo	:	3,5 m x 3,5 m
Número de unidades experimentales	:	33
Área de la unidad experimental	:	28 m ²
Área neta de la unidad experimental	:	12,25 m ²
Largo	:	14 m
Ancho	:	14 m
Forma de la UE	:	Cuadrado
Área total del ensayo	:	924 m ²
Área neta del ensayo	:	404,25 m ²
Forma del ensayo	:	Rectangular
Población total	:	528 plantas

Croquis

Figura 2

Croquis del ensayo.



Análisis estadístico

La investigación contó con once tratamientos de estudio (productos de control y dos frecuencias de aplicación), cada uno con tres observaciones.

Esquema del análisis de variables

Tabla 3

Análisis de la varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloque	2
Factor A	4
Productos puros vs Productos en rotación	1
Fosetil aluminio vs Hidróxido de cobre, Clorotalonil	1
Hidróxido de cobre vs Clorotalonil	1
Rotación 1 vs Rotación 2	1
Factor B	1
Lineal	1
Interacción AxB	4
Testigo vs Resto	1
Error	20
Total	32

Coefficiente de variación

La fórmula empleada para el cálculo fue:

$$cv = \frac{\sqrt{CM_e}}{\bar{x}} * 100$$

Donde;

cv = Coeficiente de variación

CM_e = Cuadrado medio del error experimental

\bar{x} = Media de tratamiento

Análisis funcional

Las variables estadísticas con diferencia significativa fueron sometidas a la prueba de significancia de Tukey al 5 % de probabilidad de error, además a polinomios y comparaciones ortogonales.

El coeficiente de variación se empleó para determinar la variabilidad de los datos con respecto a la media.

Análisis económico

Se realizó el análisis económico por hectárea, considerando el rendimiento por tratamiento multiplicado por el valor comercial actual, generando un desglose de costos, ingresos y utilidad.

Variables a medir

Las variables fueron medidas durante un periodo de producción de cinco meses desde la aplicación de los tratamientos, las evaluaciones se realizaron cada 30 días a partir de la primera aplicación de los tratamientos en las plantas previamente seleccionadas para lo cual se consideró 12 plantas por tratamiento.

Número de mazorcas sanas

Se realizó el conteo de mazorcas sin síntomas de Moniliasis y Mazorca negra, registrando los datos en una matriz de campo.

Porcentaje de incidencia de Moniliasis y Mazorca negra

Se realizó el conteo de mazorcas afectadas con Moniliasis y también por Mazorca negra, con dicho valor se procedió a determinar el porcentaje de incidencia de ambas enfermedades considerando la siguiente fórmula:

$$\%IM = \frac{\text{Número de mazorcas infectadas } (n)}{\text{Número de mazorcas evaluadas } (N)} * 100;$$

Donde:

- IM = Incidencia de (Moniliasis o Mazorca negra) (%)
- m = Número de mazorcas afectadas con (Moniliasis o Mazorca negra)
- N = Número total de mazorcas evaluadas

Índice de semilla

Se procedió a realizar la cosecha de las mazorcas maduras, a efectuar la fermentación y secado, a partir de una muestra de 100 granos, el proceso se realizó un total de tres veces y se obtuvo un promedio, el valor se calculó mediante la ecuación:

$$\text{Índice de semilla} = \frac{\text{Peso de la muestra de cacao } (g)}{100 \text{ granos}}$$

Métodos específicos de manejo del experimento

Se realizó el mismo manejo agronómico todos los tratamientos, lo que involucra actividades de control mecánico y químico de malezas, fertilización y podas fitosanitarias.

Las actividades se realizaron acorde al siguiente orden:

Delimitación de parcelas

Se realizó al inicio de la investigación, para ellos se procedió a delimitar parcelas con 16 individuos por cada una, lo que generó un total de 11 parcelas bloque y 33 por todo el ensayo.

Marcación de plantas de evaluación

Se identificaron con cintas y un orden estratégico para el registro de los datos, cada tratamiento abarcó 16 plantas, evaluando cuatro plantas centrales equivalente a 12,25 m² de área por parcela.

Etiquetado de parcelas

Se colocó señaléticas indicando el número de tratamiento y repetición.

Podas fitosanitarias

Fueron realizadas previo a la aplicación de los tratamientos, consistió en eliminar frutos secos, enfermos, plantas epífitas y ramas secas. Además, se realizó manualmente cada 15 días en el testigo y cada 30 días en el resto de tratamientos, los residuos mazorcas fueron enfundados y sellados.

Control mecánico de malezas

Se realizó en todos los tratamientos de forma mecánica con el empleo de una desmalezadora y en rotación con herbicidas.

Control químico de malezas

Se realizó en todos los tratamientos mediante aspersiones de herbicidas en rotación, para lo cual se empleó una bomba electrostática.

Aplicación de los tratamientos

La primera aplicación de los tratamientos se realizó el 22 de septiembre del 2021.

Se utilizó una bomba a motor para la aspersión de los productos fungicidas sin mezclar fungicidas, se aplicó un adherente (Agropega) únicamente para las aplicaciones del producto Fosetil aluminio, la aspersión de Fosetil aluminio y Clorotalonil se realizó sobre el área foliar, mientras que la de Hidróxido de Cobre se realizó sobre las mazorcas, chereles, cojinetes florales, hojas y tallos principales.

La frecuencia de aplicación estuvo en función de cada tratamiento.

Los productos usados fueron:

Tabla 4

Fungicidas.

Producto comercial	Presentación	Ingrediente activo	Dosis	Observaciones
Phos-Al	100 g	Fosetil aluminio	1,7 g / L	Adherente Agropega en dosis de 0,5 ml/L
Kocide 2000	400 g	Hidróxido de cobre	5 g / L	-
Daconil 720	1L	Clorotalonil	3 ml / L	-

Cosecha de mazorcas

Se realizó la cosecha al final de las evaluaciones considerando solo las mazorcas maduras de los tratamientos, se realizó labores de postcosecha finalizando con el registro del peso de las almendras.

Evaluación de los tratamientos aplicados

Al partir con la investigación se estableció una línea base la cual se realizó previo a la evaluación de los tratamientos, la línea base consistió en determinar la situación fitosanitaria del cultivo antes de la aplicación de los tratamientos, por lo cual se tomó datos sobre el número de mazorcas sanas, con moniliasis y con mazorca negra, además de chereles sanos y quemados.

Las variables fueron evaluadas conforme lo indicado previamente, se adecuó una matriz de datos para el respectivo registro mensual. Se obtuvieron cinco tomas de datos incluida la línea base, los datos van desde el 22 de septiembre del 2021 al 22 de enero del 2022.

Dosis de los tratamientos aplicados

Fosetil aluminio : 17 g en 10 litros de agua + Agropega: 5 ml en 10 litros de agua

Hidróxido de Cobre : 50 g en 10 litros de agua

Clorotalonil : 30 ml en 10 litros de agua

Tabla 5

Matriz para la toma de datos de campo.

Bloque	_____	Fecha	<i>dddd</i>	<i>mmmm</i>	<i>aaaa</i>
Tratamiento	N° de planta		Mazorcas sanas	Mazorcas con Moniliasis	Mazorcas con <i>Phytophthora</i>
T1	1		-	-	-
	2		-	-	-
	3		-	-	-
	4		-	-	-

Capítulo IV

Resultados y Discusión

Mazorcas sanas**Tabla 6**

Análisis de varianza en la variable número de mazorcas sanas mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.

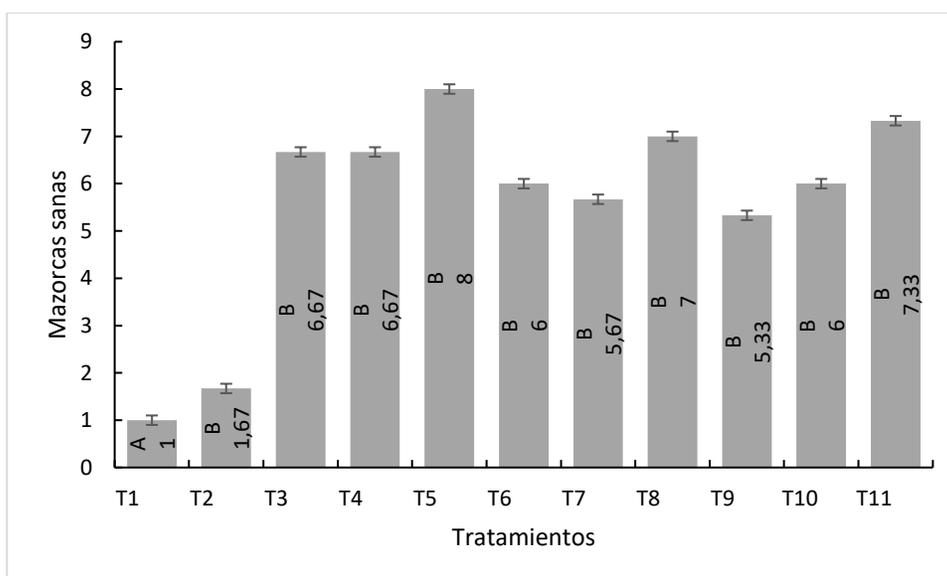
Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios					
		Línea base	1	2	3	4	5
Bloque	2	71,48 *	68,94 *	22,94 *	25,48 *	42,64 *	18,58 *
Tratamiento	10	16,61 ns	15,01 *	3,49 ns	5,08 ns	5,82 *	9,05 *
Factor A	4	16,62 ns	8,45 ns	1,28 ns	1,55 ns	1,28 ns	3,88 ns
Puros vs Rotaciones	1	12,27 ns	2,94 ns	0,36 ns	3,76 ns	0,36 ns	3,76 ns
Fosetil aluminio vs Hidróxido de Cobre, Clorotalonil	1	8,03 ns	23,36 ns	0,44 ns	0,03 ns	1,36 ns	1,36 ns
Hidróxido de Cobre vs Clorotalonil	1	44,08 ns	6,75 ns	3 ns	2,08 ns	2,08 ns	10,08 ns
Rotación 1 vs Rotación 2	1	2,08 ns	0,75 ns	1,33 ns	0,33 ns	1,33 ns	0,33 ns
Factor B	1	14,7 ns	9,63 ns	0,53 ns	2,7 ns	4,8 ns	13,33 ns
Lineal	1	14,7 ns	9,63 ns	0,53 ns	2,7 ns	4,8 ns	13,33 ns
Interacción AxB	4	17,62 ns	9,38 ns	0,62 ns	2,45 ns	2,22 ns	6,58 ns
Testigo vs Resto	1	14,43 ns	69,09 *	26,78 ns	32,15 *	39,38 *	35,35 *
Error	20	14,85	6,01	3,47	2,68	1,74	1,71
Total	32						
CV		36,97	43,95	41,27	34,22	29,58	33,19

En la tabla 6 mediante el análisis de varianza correspondiente a la variable número de mazorcas sanas, se observa que existe diferencia significativa en el factor B (Frecuencias de Aplicación), puntualmente para el caso de la interacción suscitada con la frecuencia entre el testigo y los demás tratamientos, corroborando esta información a partir de la primera, segunda, cuarta y quinta toma de datos, con un nivel de significancia del 5%. Por lo tanto, se interpreta que la aplicación en distintas frecuencias de productos enfocados en la sanidad de las mazorcas de cacao tiene efecto en el control de enfermedades.

A continuación, se presenta la prueba de significancia para la variable mazorcas sanas en la primera evaluación.

Figura 3

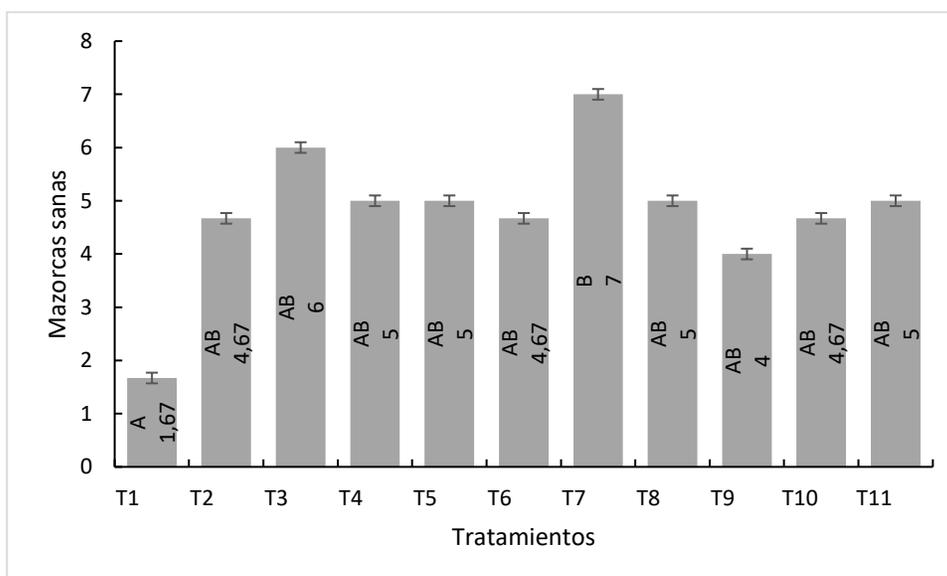
Prueba de significancia mazorcas sanas primera toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.



El contraste ortogonal muestra que los tratamientos experimentales estudiados fueron mejores que el testigo (T1) ya que presentan diferencia significativa en la comparación de tratamientos con un promedio de 6,03 mazorcas sanas por planta respecto al testigo (sin aplicación de fungicidas) con una media de 1 mazorca sana por planta por lo que se deduce que las aplicaciones de fungicidas tienen respuesta en el control de las enfermedades en las mazorcas de cacao en época seca. La prueba de significancia (Figura 3) para la variable mazorcas sanas en la primera evaluación muestra que se ubican en el primer rango de significancia el T5 (Hidróxido de Cobre cada 30 días) con una media de 8 mazorcas sanas por planta y el T11 (Rotaciones de Fosetil aluminio con Clorotalonil cada 30 días), mientras que el promedio más bajo lo tiene el T1 con un valor de 1 mazorca sana por planta.

Figura 4

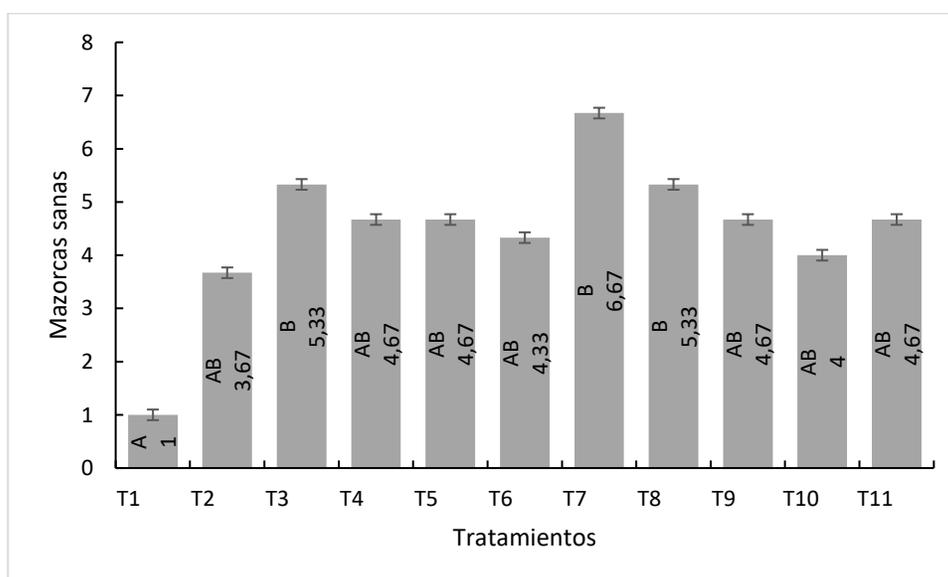
Prueba de Significancia mazorcas sanas tercera toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.



El contraste ortogonal muestra que los tratamientos experimentales estudiados fueron mejores que el testigo (T1) ya que presentan diferencia significativa en la comparación de tratamientos con un promedio de 5,10 mazorcas sanas por planta respecto al testigo (sin aplicación de fungicidas) con una media de 1,67 mazorcas sana por planta por lo que se deduce que las aplicaciones de fungicidas tienen respuesta en el control de las enfermedades en las mazorcas de cacao en época seca. La prueba de significancia (Figura 4) para la variable mazorcas sanas en la tercera evaluación muestra que se ubican en el primer rango de significancia el T7 (Clorotalonil cada 30 días) con una media de 7 mazorcas sanas por planta, mientras que el promedio más bajo lo tiene el T1 (Testigo) con un valor de 1 mazorca sana por planta. Se deduce que las aplicaciones de fungicidas bajan la incidencia del patógeno en las mazorcas de cacao en época seca.

Figura 5

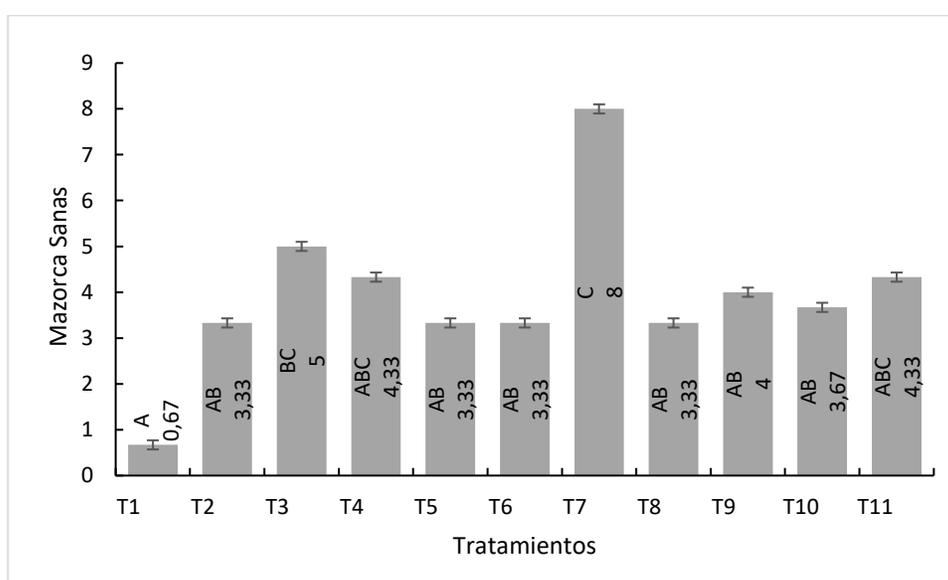
Prueba de Significancia mazorcas sanas cuarta toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.



El contraste ortogonal muestra que los tratamientos experimentales estudiados fueron mejores que el T1 (Testigo) ya que presentan diferencia significativa en la comparación de tratamientos con un promedio de 4,80 mazorcas sanas por planta respecto al testigo (sin aplicación de fungicidas) con una media de 1 mazorca sana por planta por lo que se deduce que las aplicaciones de fungicidas tienen respuesta en el control de las enfermedades en las mazorcas de cacao en época seca. La prueba de significancia (Figura 5) para la variable mazorcas sanas en la cuarta evaluación muestra que se ubican en el primer rango de significancia el T7 (Clorotalonil cada 30 días) con una media de 6,67 mazorcas sanas por planta, mientras que el promedio más bajo lo tiene el T1 (testigo) con un valor de 1 mazorca sana por planta. Se deduce que las aplicaciones de fungicidas bajan la incidencia del patógeno en las mazorcas de cacao en época seca.

Figura 6

Prueba de significancia mazorcas sanas quinta toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.



El contraste ortogonal muestra que los tratamientos experimentales estudiados fueron mejores que el testigo ya que presentan diferencia significativa en comparación de tratamientos con un promedio de 4,27 mazorcas sanas por planta respecto al T1 (Testigo) con una media de 0,67 mazorcas sanas por planta por lo que se deduce que las aplicaciones de fungicidas tienen respuesta en el control de las enfermedades en las mazorcas de cacao en época seca. La prueba de significancia (Figura 6) para la variable mazorcas sanas en la quinta evaluación muestra que se ubica en el primer rango de significancia el T7 (Clorotalonil cada 30 días) con una media de 8 mazorcas sanas por planta en época seca.

El número de mazorcas sanas no se diferencia estadísticamente entre los tratamientos más bajo lo tiene el T1 (Testigo) con un valor de 0,67 mazorcas sanas por planta. Se deduce que las aplicaciones de fungicidas bajan la incidencia del patógeno en que fueron tratados con fungicidas en diferentes frecuencias de aplicación, pero si son diferentes con el testigo. La aspersión de los diferentes tratamientos tiene un efecto positivo en mantener la sanidad de mazorcas de cacao en época seca. El tratamiento que registró mayor número de mazorcas sanas a partir de la primera aplicación es el T7 (Clorotalonil cada 30 días) es evidente que la aplicación del fungicida asociado con la remoción y eliminación de mazorcas mejora la sanidad de frutos frente al ataque de enfermedades.

Posterior a la pulverización de Clorotalonil se inhibe la respiración celular de los hongos causando la muerte del mismo, ya que impide completar sus procesos naturales, generando la desactivación del ciclo de Krebs y la no producción de ATP, por ello, el producto pertenece a los inhibidores multisitio; es eficaz para mantener la sanidad de mazorcas, pero su alto costo solo facilita la aplicación en predios con alto potencial productivo (Chamorro, 2018).

Incidencia de Monilla (%)**Tabla 7**

Análisis de varianza en la variable porcentaje de incidencia de monilla (%) mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.

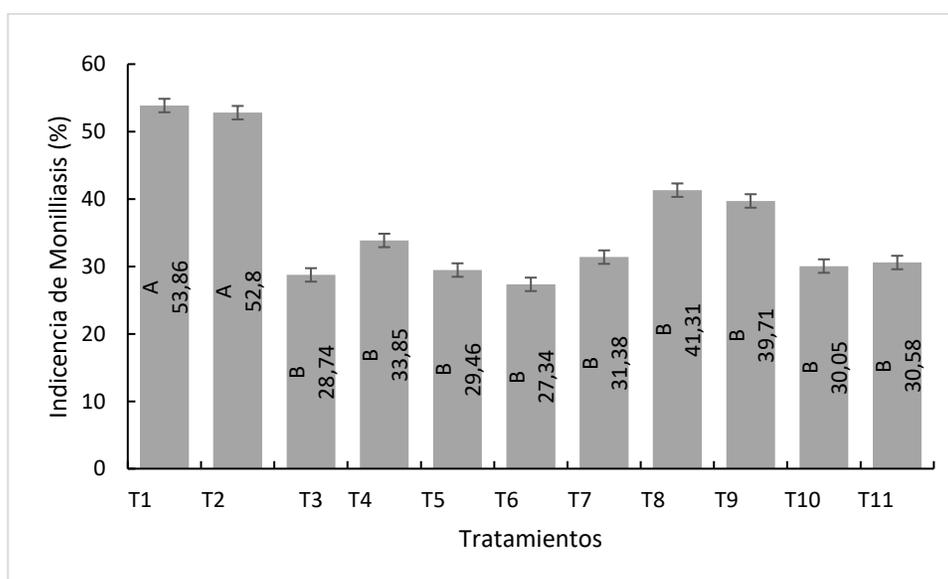
Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios					
		Línea base	1	2	3	4	5
Bloque	2	128,56 *	853,08 *	43,55 ns	66,32 ns	25,87 ns	211,42 ns
Tratamiento	10	24,35 ns	271,04 ns	520,35 *	472,28 *	969,63 *	402,45 *
Factor A	4	18,34 ns	191,17 ns	172,8 ns	12,51 ns	10,91 ns	15,42 ns
Puros vs Rotaciones	1	9,62 ns	15,91 ns	360,26 ns	8,42 ns	0,0012 ns	2,14 ns
Fosetil aluminio vs Hidróxido de Cobre, Clorotalonil	1	1,47 ns	421,14 ns	103,29 ns	24,03 ns	0,45 ns	14,66 ns
Hidróxido de Cobre vs Clorotalonil	1	61,88 ns	15,8 ns	209,67 ns	16,64 ns	36,86 ns	38,92 ns
Rotación 1 vs Rotación 2	1	0,4 ns	311,81 ns	17,98 ns	0,97 ns	6,35 ns	5,96 ns
Factor B	1	20,67 ns	194,51 ns	23,21 ns	0,68 ns	0,49 ns	19,8 ns
Lineal	1	20,67 ns	194,51 ns	23,21 ns	0,68 ns	0,49 ns	19,8 ns
Interacción AxB	4	20,6 ns	182,92 ns	190,29 ns	24,56 ns	13,24 ns	58,43 ns
Testigo vs Resto	1	67,04 ns	1019,5 *	3727,92 *	4573,82 *	9599,16*	3709,26 *
Error	20	23,4	122,68	128,29	38,74	14,71	155,03
Total	32						
CV		18,83	30,53	36,53	69,05	54,48	69,21

En la tabla 7 mediante el análisis de varianza correspondiente a la variable porcentaje de incidencia de monilla, se observa que existe diferencia significativa en el factor B (Frecuencias de Aplicación), específicamente en la interacción promovida con la frecuencia entre el testigo y los demás tratamientos, corroborando esta información a partir de la primera hasta la quinta toma de datos, con un nivel de significancia del 5%. Por lo tanto, se deduce que la aplicación en diferentes frecuencias de productos fungicidas direccionados a mantener la sanidad de las mazorcas de cacao tiene efecto en el control de monilla. El coeficiente de variación se encuentra dentro del rango permitido para evaluaciones en campo.

A continuación, se presenta la prueba de significancia para la variable incidencia de Monilla (%) en la primera evaluación.

Figura 7

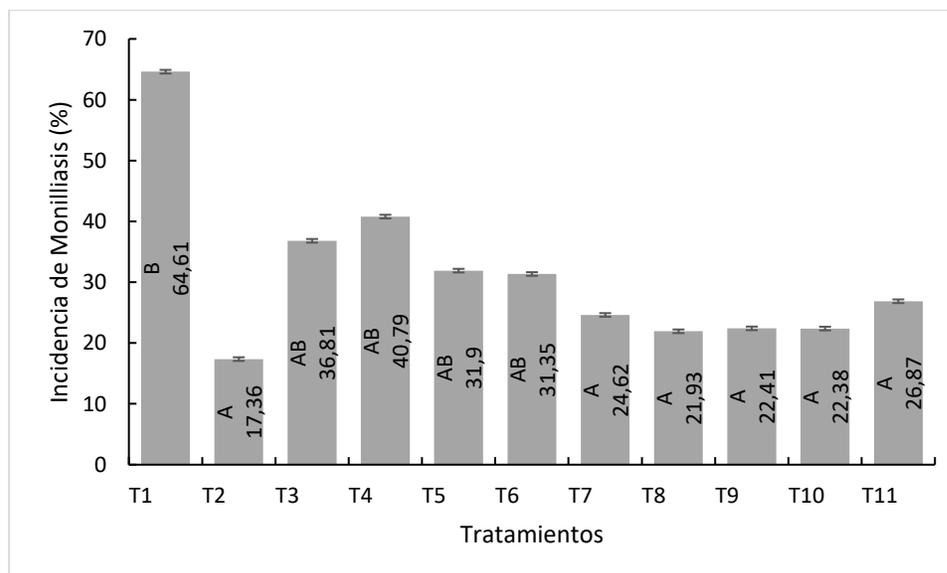
Prueba de significancia Incidencia de monilla primera toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.



El contraste ortogonal muestra que los tratamientos experimentales estudiados fueron mejores que el testigo ya que presentan diferencia significativa, a partir de ella se tiene que el testigo se diferencia de los tratamientos aplicados con una incidencia de 53,86%, mientras que los tratamientos alcanzan una media de incidencia de monilla del 34,52%. Se deduce que las aplicaciones de fungicidas bajan la incidencia del patógeno en las mazorcas de cacao en época seca. La figura 7, presenta la prueba de significancia del porcentaje de incidencia de Monilla en la primera evaluación en el que se ubica en el primer rango de significancia el T6 (Clorotalonil cada 20 días) con el 28,74% y en el último rango el T1 (Testigo) con el 53,86% y la mayor incidencia de Monilla.

Figura 8

Prueba de significancia Incidencia de monilla segunda toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.

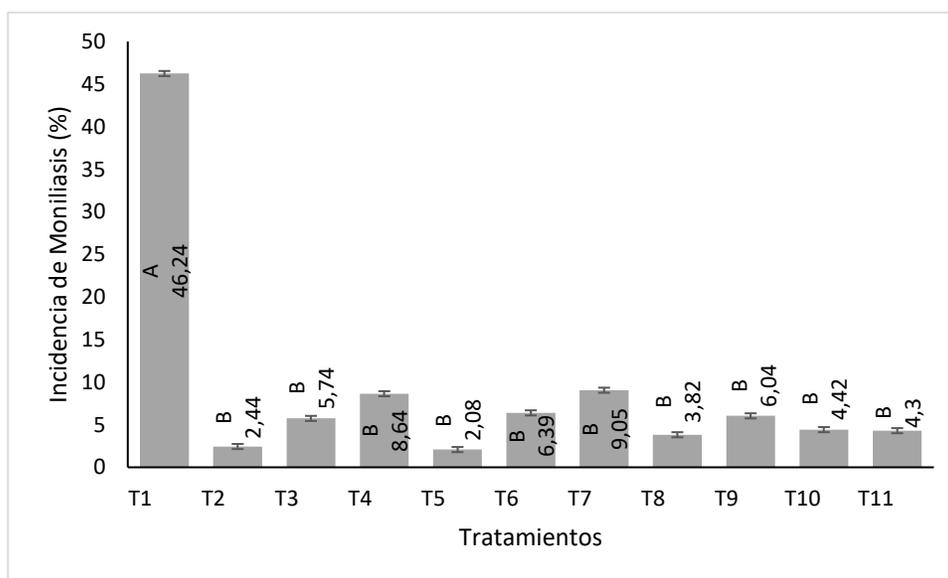


El contraste ortogonal muestra que los tratamientos experimentales estudiados fueron mejores que el testigo ya que presentan diferencia significativa, a partir de ella se tiene que el

T1 (Testigo) se diferencia de los tratamientos aplicados con una incidencia de 64,61%, mientras que los tratamientos alcanzan una media de incidencia de monilla del 27,64%. Se deduce que las aplicaciones de fungicidas bajan la incidencia del patógeno en las mazorcas de cacao en época seca. La figura 8, presenta la prueba de significancia del porcentaje de incidencia de monilla en la segunda evaluación en el que se ubica en el primer rango de significancia el T2 (Fosetil aluminio cada 20 días) con el 17,36% de incidencia y en el último rango el T1 (Testigo) con el 64,61% y la mayor incidencia de monilla.

Figura 9

Prueba de Significancia Incidencia de moniliasis tercera toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.

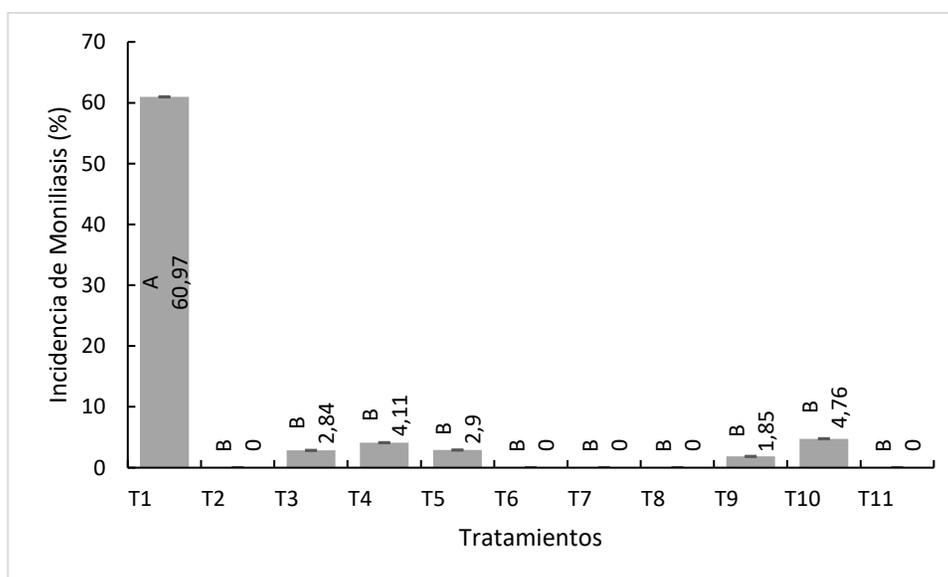


El contraste ortogonal muestra que los tratamientos experimentales estudiados fueron mejores que el testigo ya que presentan diferencia significativa, a partir de ella se tiene que el testigo se diferencia de los tratamientos aplicados con una incidencia de 46,24%, mientras que los tratamientos alcanzan una media de incidencia de monilla del 5,29%. Se deduce que las

aplicaciones de fungicidas bajan la incidencia del patógeno en las mazorcas de cacao en época seca. La figura 9, presenta la prueba de significancia del porcentaje de incidencia de monilla en la tercera evaluación en el que se ubican en rangos menores al 10% de incidencia todos los tratamientos aplicados y en el último rango con la mayor incidencia el testigo con el 46,24%.

Figura 10

Prueba de significancia Incidencia de moniliasis cuarta toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.

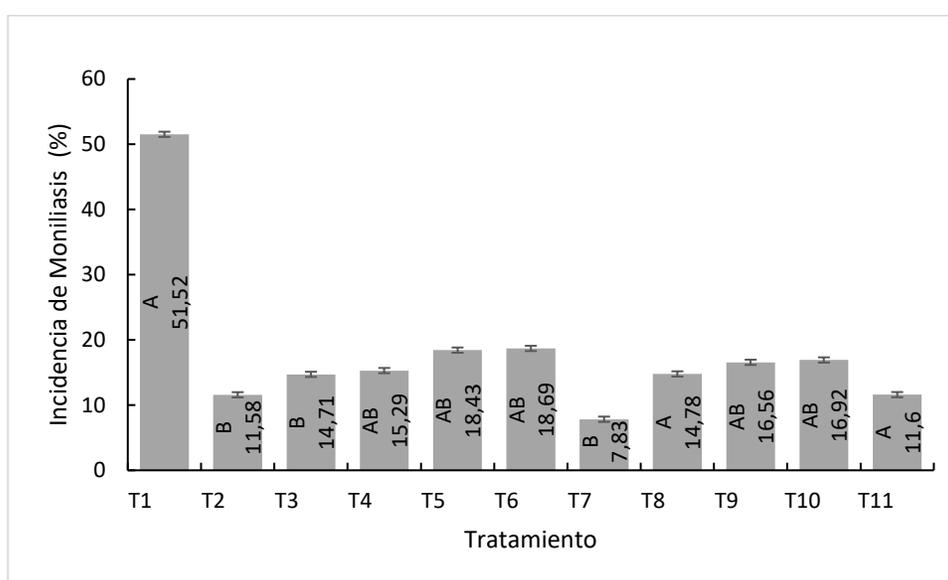


En el contraste ortogonal se obtuvo que los tratamientos experimentales estudiados fueron mejores que el testigo ya que presentan diferencia significativa, a partir de ella se tiene que el testigo se diferencia de los tratamientos aplicados con una incidencia de 60,97%, mientras que los tratamientos alcanzan una media de incidencia de monilla del 1,65%. Se deduce que las aplicaciones de fungicidas bajan la incidencia del patógeno en las mazorcas de cacao en época seca. La figura 10, presenta la prueba de significancia del porcentaje de incidencia de monilla en la cuarta evaluación en el que se ubican en rangos menores al 5% de

incidencia todos los tratamientos aplicados y en el último rango con la mayor incidencia el testigo.

Figura 11

Prueba de significancia Incidencia de moniliasis quinta toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.



En el contraste ortogonal se obtuvo que los tratamientos experimentales estudiados fueron mejores que el testigo ya que presentan diferencia significativa, a partir de ella se tiene que el testigo se diferencia de los tratamientos aplicados con una incidencia de 51,52%, mientras que los tratamientos alcanzan una media de incidencia de monilla del 14,64%. Se deduce que las aplicaciones de fungicidas bajan la incidencia del patógeno en las mazorcas de cacao en época seca. La figura 11, presenta la prueba de significancia del porcentaje de incidencia de monilla en la quinta evaluación en el que se ubica en los rangos menores de incidencia el T7 (Clorotalonil cada 30 días) con el 7,83% y en el último rango con la mayor incidencia el T1 (Testigo).

A continuación, se presenta la tabla del porcentaje promedio final para la variable de incidencia de monilla.

Tabla 8

Porcentaje de incidencia de monilla en cada evaluación.

Tratamientos		Evaluaciones						
		Línea base	1	2	3	4	5	
Testigo	T1	30,20	53,86	64,61	46,24	60,97	51,52	
Fosetil aluminio	Cada 20 T2	25,97	52,80	17,36	2,44	0,00	11,58	
Fosetil aluminio	Cada 30 T3	26,24	28,74	36,81	5,74	2,84	14,71	
Hidróxido de Cobre	Cada 20 T4	22,78	33,85	40,79	8,64	4,11	15,29	
Hidróxido de Cobre	Cada 30 T5	22,50	29,91	27,84	3,13	4,35	21,88	
Clorotalonil	Cada 20 T6	25,74	27,34	31,35	6,39	0,00	18,69	
Clorotalonil	Cada 30 T7	29,80	31,38	24,62	9,05	0,00	7,83	
Fosetil aluminio e Hidróxido de Cobre	Cada 20 T8	21,55	41,31	21,93	3,82	0,00	14,78	
Fosetil aluminio e Hidróxido de Cobre	Cada 30 T9	27,91	39,71	22,41	6,03	1,85	16,56	
Fosetil aluminio y Clorotalonil	Cada 20 T10	26,01	30,05	22,38	4,42	4,76	16,92	
Fosetil aluminio y Clorotalonil	Cada 30 T11	22,71	30,58	26,87	4,30	0,00	11,60	

En la tabla 8 se observa el porcentaje de incidencia de monilla en cada evaluación, se tiene que el T7 (Clorotalonil cada 30 días) llegó al menor porcentaje con 7,83 % de incidencia en la quinta evaluación, y la mayor incidencia la mantuvo el T1 (Testigo) con 51,52%.

Es importante señalar que en la cuarta toma de datos se logró obtener una promedio de 0% en incidencia de monilla, esto fue gracias al oportuno manejo cultural de las plantas en la eliminación de mazorcas enfermas y a la disminución de producción en la que se encontraba el cultivo, pero a la siguiente toma de datos la incidencia tuvo un comportamiento ascendente, esto debido a que es imposible erradicar la enfermedad por completo, como lo indica (Sánchez, Jaramillo, & Ramírez, 2015), la monilla es una de las enfermedades más devastadoras y agresivas, ya que se encuentra en todas las regiones del país, especialmente en zonas con altas

temperaturas y alta humedad relativa como lo es Santo Domingo de los Tsáchilas, además si no existe un manejo integral agronómico del cultivo, que involucre el eliminar frutos afectados, estos se convierten en una abundante fuente de inóculo que generaría pérdidas que van del 30% al 100% de la producción total.

Incidencia de Mazorca negra (%)

Tabla 9

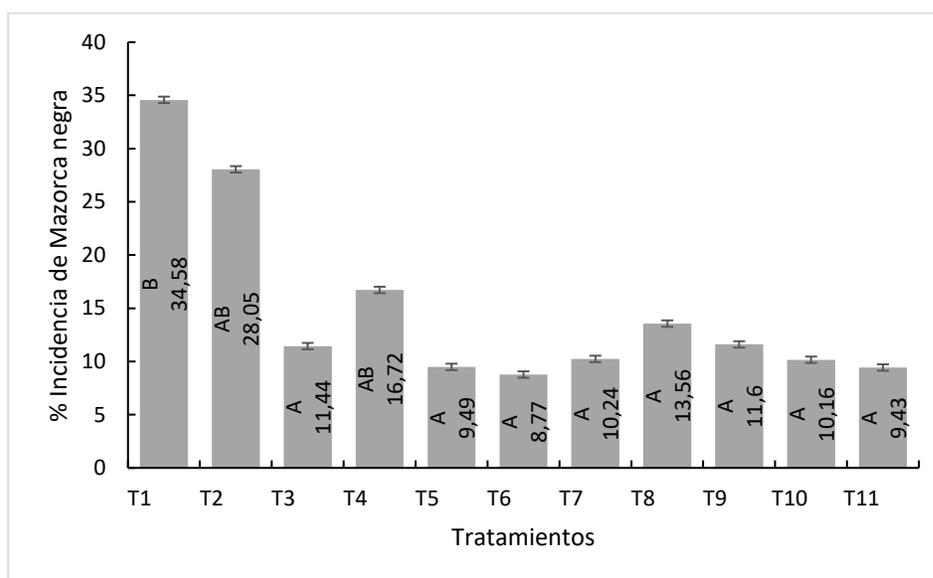
Análisis de varianza en la variable porcentaje de incidencia de mazorca negra (%) mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios					
		Línea base	1	2	3	4	5
Bloque	2	66,47 *	94,97 ns	117,77 *	63,69 ns	14,61 ns	43,98 ns
Tratamiento	10	37,28 ns	218,77 *	30,99 ns	30,07 ns	61,68 *	313,43 *
Factor A	4	28,94 ns	102,27 ns	22,73 ns	21,93 ns	37,8 ns	49,99 ns
Puros vs Rotaciones	1	2,65 ns	61,81 ns	6,46 ns	0,33 ns	21 ns	45,34 ns
Fosetil aluminio vs Hidróxido de Cobre, Clorotalonil	1	46,95 ns	285,1 *	6,33 ns	12,4 ns	10,64 ns	4,52 ns
Hidróxido de Cobre vs Clorotalonil	1	65,66 ns	38,99 ns	38,2 ns	0,41 ns	63,99 ns	0,0012 ns
Rotación 1 vs Rotación 2	1	0,51 ns	23,19 ns	39,93 ns	74,6 ns	55,81 ns	150,1 *
Factor B	1	73,6 ns	188,25 ns	37,16 ns	30,93 ns	5,27 ns	25,15 ns
Lineal	1	73,6 ns	188,25 ns	37,16 ns	30,93 ns	5,27 ns	25,15 ns
Interacción AxB	4	42,43 ns	78,39 ns	8,11 ns	41,06 ns	34,77 ns	8,06 ns
Testigo vs Resto	1	13,74 ns	1276,8 *	149,39 ns	17,79 ns	321,24 *	2876,96 *
Error	20	18,23	44,19	31,6	24,17	23,31	39,96
Total	32						
CV		23,18	44,57	140,12	144,95	91,56	83,24

En la tabla 9 mediante el análisis de varianza correspondiente a la variable porcentaje de incidencia de mazorca negra, se observa que existe diferencia significativa en el factor B (Frecuencias de Aplicación), específicamente en la interacción promovida con la frecuencia entre el testigo y los demás tratamientos, corroborando esta información a partir de la primera, cuarta y quinta toma de datos, con un nivel de significancia del 5%.

Figura 12

Prueba de Significancia Incidencia de mazorca negra primera toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.

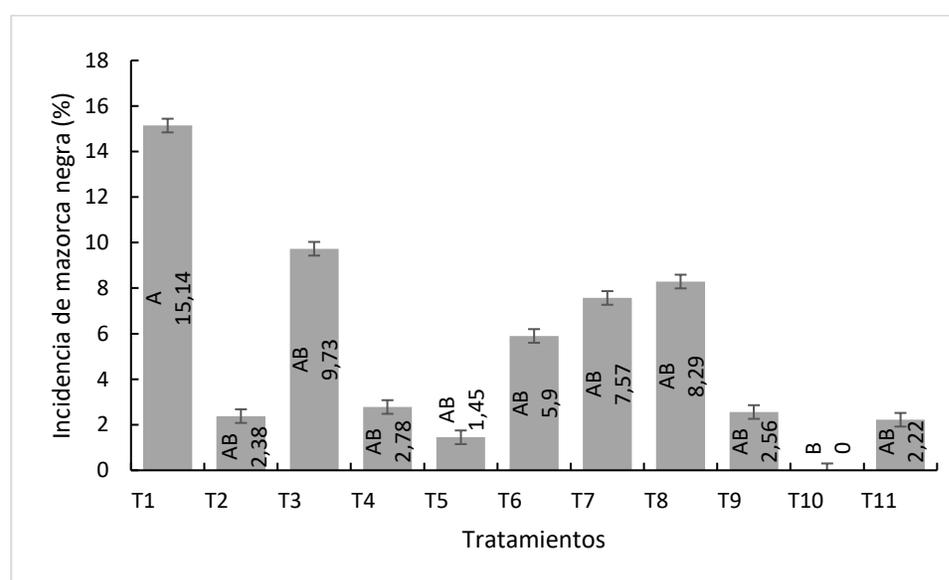


El contraste ortogonal muestra que los tratamientos experimentales estudiados fueron mejores que el testigo ya que presentan diferencia significativa, a partir de ella se tiene que el testigo se diferencia de los tratamientos aplicados con una incidencia de 34,58%, mientras que los tratamientos alcanzan una media de incidencia de mazorca negra del 12,95%. Se deduce que las aplicaciones de fungicidas bajan la incidencia del patógeno en las mazorcas de cacao en época seca. La figura 12, presenta la prueba de significancia del porcentaje de incidencia de

mazorca negra en la primera evaluación en el que se ubica en rangos menores el T6 (Clorotalonil cada 20 días) con el 8,77% y en el último rango con la mayor incidencia el T1 (Testigo).

Figura 13

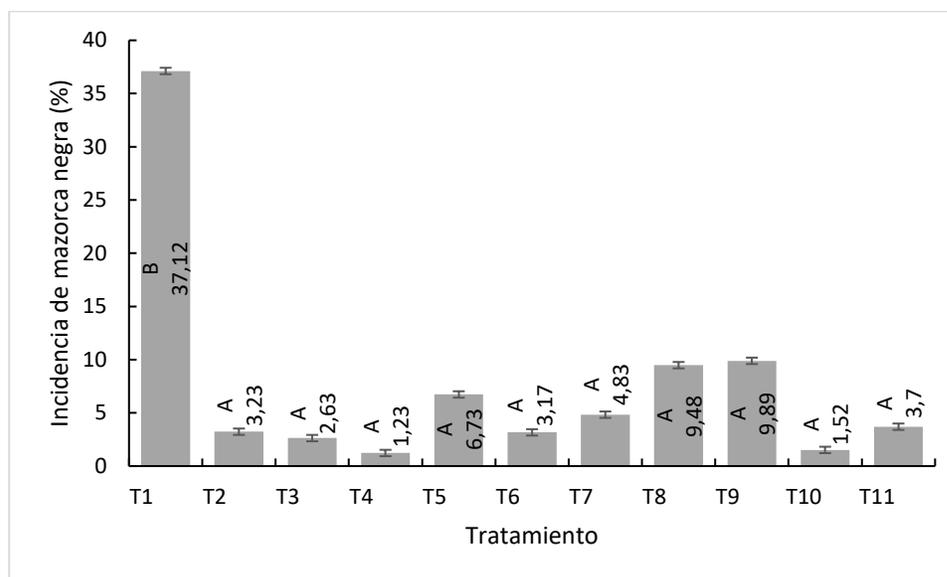
Prueba de Significancia Incidencia de mazorca negra cuarta toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.



El contraste ortogonal muestra que los tratamientos experimentales estudiados fueron mejores que el testigo ya que presentan diferencia significativa, a partir de ella se tiene que el testigo se diferencia de los tratamientos aplicados con una incidencia de 15,14%, mientras que los tratamientos alcanzan una media de incidencia de mazorca negra del 4,29%. Se deduce que las aplicaciones de fungicidas bajan la incidencia del patógeno en las mazorcas de cacao en época seca. La figura 13, presenta la prueba de significancia del porcentaje de incidencia de mazorca negra en la cuarta evaluación en el que se ubica en rangos menores el T10 (Fosetil aluminio con Clorotalonil cada 20 días) y en el último rango con mayor incidencia el T1 (Testigo).

Figura 14

Prueba de significancia Incidencia de mazorca negra quinta toma de datos mediante la aplicación de distintas dosis y frecuencias de agroquímicos en cacao para mantener la sanidad de las mazorcas en la época seca, Santo Domingo, 2021.



El contraste ortogonal muestra que los tratamientos experimentales estudiados fueron mejores que el testigo ya que presentan diferencia significativa, a partir de ella se tiene que el testigo se diferencia de los tratamientos aplicados con una incidencia de 37,12%, mientras que los tratamientos alcanzan una media de incidencia de mazorca negra del 4,64%. Se deduce que las aplicaciones de fungicidas bajan la incidencia del patógeno en las mazorcas de cacao en época seca. La figura 14, presenta la prueba de significancia del porcentaje de incidencia de mazorca negra en la quinta evaluación en el que se ubican en rangos menores el T4 (Hidróxido de cobre cada 20 días) con el 1,23% y T10 (Rotación de Fosetil Aluminio con Clorotalonil cada 20 días) con el 1,52% y en el último rango con la mayor incidencia el T1 (Testigo).

A continuación, se presenta la tabla del porcentaje promedio final para la variable de incidencia de mazorca negra.

Tabla 10

Porcentaje de incidencia de mazorca negra en cada evaluación.

Tratamientos		Evaluaciones						
		Línea base	1	2	3	4	5	
Testigo		T1	20,46	34,58	10,74	5,71	15,14	37,12
Fosetil aluminio	Cada 20	T2	24,91	28,05	4,86	5,69	2,38	3,23
Fosetil aluminio	Cada 30	T3	15,60	11,44	2,74	3,15	9,73	2,63
Hidróxido de Cobre	Cada 20	T4	13,13	16,72	6,98	0,00	2,78	1,23
Hidróxido de Cobre	Cada 30	T5	16,25	11,18	2,50	6,25	2,17	6,25
Clorotalonil	Cada 20	T6	22,64	8,77	0,76	4,13	5,90	3,17
Clorotalonil	Cada 30	T7	15,70	10,24	0,76	0,81	7,57	4,83
Fosetil aluminio e Hidróxido de Cobre	Cada 20	T8	17,84	13,56	2,08	1,08	8,29	9,48
Fosetil aluminio e Hidróxido de Cobre	Cada 30	T9	19,74	11,60	2,08	0,00	2,56	9,89
Fosetil aluminio y Clorotalonil	Cada 20	T10	20,40	10,16	7,58	9,97	0,00	1,52
Fosetil aluminio y Clorotalonil	Cada 30	T11	16,35	9,43	3,89	1,08	2,22	3,70

En la tabla 10 indica el porcentaje de incidencia de mazorca negra con las que llegan los tratamientos a la quinta evaluación, el T4 (Hidróxido de Cobre cada 20 días) presentó el menor porcentaje con 1,23 % de incidencia y la mayor incidencia tuvo es el T1 (Testigo) con un valor de 37,12%.

Los tratamientos no son 100% eficientes para el manejo de la enfermedad, (Jáuregui, 2001) menciona que el patógeno no puede ser erradicado debido a la rápida contaminación de los tejidos en el interior de los frutos y la ausencia de un ingrediente activo para controlar el crecimiento del micelio en el interior de los tejidos, por lo que se debe integrar prácticas culturales y asociación con controles químicos para convivir con el agente causal, bajar las incidencias a un 15%.

Realizar un manejo preventivo de enfermedades vasculares durante la época seca, ayuda a mitigar la propagación de las mismas en época lluviosa, ya que es conocido que en este periodo los patógenos cuenta con condiciones favorables para su desarrollo, como ejemplo, “P.

palmivora sobrevive períodos secos como clamidosporas o micelios latentes en el suelo, raíces o desechos vegetales, lo que proporciona una fuente de esporangios y zoosporas cuando regresan las lluvias” (Sánchez, Jaramillo, & Ramírez, 2015), por ello se debe establecer un plan de manejo de enfermedades que involucre el control cultural en combinación con el control químico.

El control cultural permite bajar la presión de inóculo, al ser económico y fácil de adoptar no presenta limitaciones técnicas. Con esto se remueven frutos enfermos recién infectados y momificados, de modo que se evita la generación de esporas, puesto que como indica (Pérez, 2018), los patógenos generan alrededor de 44 millones de esporas por cm², es decir, una mazorca adulta infectada puede generar 700 millones de esporas y tiene la facilidad de diseminar las esporas hasta 375 m de distancia.

El uso de productos químicos como Fosetil aluminio (Fernández, 2019), destaca por la rapidez de penetración y su larga persistencia en la planta (semanas), lo que alarga el intervalo entre aplicaciones garantizando la protección de frutos en maduración. Además, se caracteriza por la movilización de forma acropetal y basipetal, lo que ayuda a activar mecanismos de defensa propios de la planta.

Por su parte el Hidróxido de cobre, “afecta la permeabilidad celular del patógeno, provocando la ruptura de la pared e impidiendo la germinación de esporas y como bactericida provoca la destrucción de la pared celular bacteriana. Se da una inhibición del desarrollo del micelio y esporulación” (Ecuaquímica, 2019).

Índice de semilla

Tabla 11

Descripción del índice de semilla, número de mazorcas por planta y número de almendras por mazorca.

Tratamiento		Mazorcas /Planta	Granos /Mazorca	Índice de semilla	Peso/ Planta (lb)	Peso/ tratamiento (lb)	
T1	Testigo	-	9,17	31,00	1,66	0,11	96,15
T2	Fosetil aluminio	Cada 20	15,83	50,22	1,92	0,21	180,82
T3	Fosetil aluminio	Cada 30	11,67	52,67	1,86	0,22	183,41
T4	Hidróxido de Cobre	Cada 20	17,50	48,33	1,84	0,20	166,51
T5	Hidróxido de Cobre	Cada 30	16,66	48,33	1,89	0,20	171,33
T6	Clorotalonil	Cada 20	10,00	49,33	1,97	0,21	182,27
T7	Clorotalonil	Cada 30	12,50	53,67	1,75	0,21	175,50
T8	Fosetil aluminio + Hidróxido de Cobre	Cada 20	15,83	49,00	1,98	0,21	181,65
T9	Fosetil aluminio + Hidróxido de Cobre	Cada 30	15,00	53,91	1,97	0,23	198,83
T10	Fosetil aluminio + Clorotalonil	Cada 20	10,83	50,00	1,94	0,21	181,61
T11	Fosetil aluminio + Clorotalonil	Cada 30	15,83	48,67	1,96	0,21	178,89

En la tabla 11 se observa que el tratamiento con mejor resultado obtenido con respecto al índice de semilla es el T8 (Fosetil aluminio en rotación con Hidróxido de cobre cada 20 días) con un valor de 1,98 g, mientras que el tratamiento con el menor valor es el T1 (Testigo) con un valor de 1,66 g.

En el caso del promedio de mazorcas/planta, el T4 (Hidróxido de Cobre cada 20 días) alcanzó un promedio de 17,50 mazorca/planta, mientras que el promedio más bajo fue el T1 (Testigo) con un valor de 9,17 mazorcas/planta. Con respecto al número de almendras, el T9 (Fosetil aluminio en rotación con Hidróxido de cobre cada 30 días) obtuvo un promedio de 53,91 almendras/planta, caso contrario es el caso del T1 (Testigo) cuyo promedio fue de 31,00 almendras/planta.

Con los resultados anteriormente descritos en cuanto al peso en libras por planta se destaca el T9 (Fosetil aluminio en rotación con Hidróxido de cobre cada 30 días) con un promedio de 0,23 lb/planta el mismo que obtuvo un peso promedio por tratamiento de 198,83 lb; mientras tanto que el T1 (Testigo) generó un peso promedio de 0,11 lb/planta, obteniendo un peso promedio por tratamiento de 96,15 lb. Se destaca que los demás tratamientos en base a los promedios de peso en libras por planta como por tratamiento resultaron ser superiores al testigo.

Análisis económico

Tabla 12 Relación Beneficio/Costo.

Descripción	Tratamientos											
	Cantidad/ha	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
Fosetil aluminio (kg)	0,36	\$0,00	\$86,70	\$75,86	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$43,35	\$43,35	\$43,35	\$43,35
Hidróxido de cobre (kg)	1,06	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$127,50	\$111,56	\$0,00	\$0,00	\$63,75	\$47,81	\$0,00	\$0,00
Clorotalonil (L)	0,64	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$76,50	\$66,94	\$0,00	\$0,00	\$38,25	\$28,69
Recursos humanos	-	\$300,00	\$195,00	\$180,00	\$195,00	\$180,00	\$195,00	\$180,00	\$195,00	\$180,00	\$195,00	\$180,00
Costos indirectos	-	\$10,00	\$10,00	\$10,00	\$10,00	\$10,00	\$10,00	\$10,00	\$10,00	\$10,00	\$10,00	\$10,00
Total egresos/ha	-	\$310,00	\$291,70	\$265,86	\$332,50	\$301,56	\$281,50	\$256,94	\$312,10	\$281,16	\$286,60	\$262,04
Cosecha lb/ha	-	961,52	1.808,23	1.834,05	1.665,05	1.713,31	1.822,65	1.755,00	1.816,45	1.988,28	1.816,08	1.788,91
Total ingresos/ha	-	\$414,34	\$779,20	\$790,32	\$717,50	\$738,30	\$785,41	\$756,26	\$782,74	\$856,78	\$782,58	\$770,87
Utilidad	-	\$104,34	\$487,50	\$524,46	\$385,00	\$436,74	\$503,91	\$499,32	\$470,64	\$575,62	\$495,98	\$508,83
Relación costo/beneficio	-	1,34	2,67	2,97	2,16	2,45	2,79	2,94	2,51	3,05	2,73	2,94

De acuerdo a la tabla 12, la relación costo-beneficio indica que el costo por tratamiento obtenido en relación a los insumos se encuentra en los rangos de 256,94 y 332,50 USD; la cantidad de libras cosechadas por tratamiento se realizó en base al número de mazorcas cosechadas, el número de almendras por mazorca y por el total de las plantas que conforman el tratamiento. El valor considerado para el cálculo de ingreso total fue de \$95,00 por quintal del rubro en seco (el precio promedio en el mercado fue considerado al momento de realizar esta investigación, Septiembre 2021).

El tratamiento más rentable en cuanto al criterio económico, de eficiencia y en base a su productividad fue el T9 (Fosetil aluminio en rotación con Hidróxido de cobre cada 30 días) dejando una utilidad de \$ 575,62; mientras que el T1 (Testigo) tuvo la rentabilidad más baja en comparación con los demás tratamientos.

Respecto a la relación costo/beneficio tanto el T9 (Fosetil aluminio en rotación con Hidróxido de cobre cada 30 días) seguido del T3 (Fosetil aluminio cada 30 días) tuvieron los valores más altos de \$ 3,05 y \$ 2,97, es decir que por cada dólar invertido hay una utilidad de \$ 3,05 y \$ 2,97 respetivamente.

Capítulo V

Conclusiones

La aplicación de fungicidas en diferentes dosis y frecuencias mitigaron la incidencia de las enfermedades vasculares que afectan al cacao, para la incidencia de *Phytophthora* el T4 (Hidróxido de Cobre c/20 días) tiene el mejor resultado desde la tercera evaluación. Respecto a Monilla el T7 (Clorotalonil c/20 días) llega a la quinta toma de datos con menores valores de incidencia, además cuenta con presencia desde la tercera toma de datos en adelante con un mayor número de mazorcas sanas por árbol.

Las otras opciones que pueden considerarse para el manejo de estas enfermedades vasculares son T2 (Fosetil aluminio c/20 días) y T10 (Rotaciones de Fosetil aluminio con Clorotalonil c/20 días).

Lo obtenido en el T8 (rotación de Fosetil aluminio con Hidróxido de cobre cada 20 días) resultó ser el tratamiento con mayor índice de semilla, alcanzó los 1,98 gramos.

El análisis económico genera una relación costo-beneficio en la que el T9 (Fosetil aluminio en rotación con Hidróxido de cobre c/30 días) como el valor más representativo con \$ 3,05 en comparación al Testigo \$ 1,34; considerando que el Testigo tiene un costo por mano de obra para mantenimiento del cultivo, pero se mantiene baja su producción por la incidencia de enfermedades.

Recomendaciones

Se recomienda integrar el manejo de las enfermedades mediante el control químico aplicando rotaciones de fungicidas como Clorotalonil, Fosetil aluminio e Hidróxido de cobre cada 30 días, esto garantiza la efectividad de los insumos, realizar las podas fitosanitarias y el manejo de mazorcas enfermas, encapsulándolas en fundas plásticas para reducir la diseminación de las esporas.

Debido a las precipitaciones es necesario emplear un adherente en las pulverizaciones de Fosetil aluminio para disminuir pérdidas económicas y mejorar su eficiencia.

Se recomienda realizar otra investigación utilizando los mejores tratamientos obtenidos en este estudio, pero ampliando las frecuencias de aplicación de las pulverizaciones para determinar la posibilidad de bajar los costos del manejo fitosanitario del cultivo.

Bibliografía

- AGRIPAC. (s.f.). *Ficha técnica de Phos-Al 80 WP*. Obtenido de <https://agripac.com.ec/productos/phos-al-80-wp/>
- Alcívar, B., Pino, S., & Aguilar, R. (2016). *El gran cacao de los pequeños agricultores: Una mirada al escenario agro socioeconómico de los cacaoteros en la Cordillera Oriental del Ecuador*. Research Gate. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/338014361_LIBRO_CACAO
- ANECACAO. (2015). *El Cacao Ecuatoriano*. Obtenido de ANECACAO: <http://www.anecacao.com/index.php/es/noticias/el-cacao-ecuadoriano.html>
- ANECACAO. (2020). *Pese al COVID, cacao rompe récord del 2018 y exporta 345 000 toneladas en 2020*. Obtenido de Asociación Nacional de Exportadores de Cacao e Industrializados del Ecuador: <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/12/27/nota/8993653/cacao-record-exportacion-produccion-2020/>
- Ayala, M. (02 de Septiembre de 2008). *Manejo Integrado de Moniliasis (Moniliophthora roreri) en el Cultivo de Cacao (Theobroma cacao L.) Mediante el Uso de Fungicidas, Combinado con Labores Culturales*. Obtenido de Escuela Superior Politecnica del Litoral - Guayaquil: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90979/D-65609.pdf>
- Bustos, G. (2017). *Efecto de un compuesto a base de silicio, sobre el manejo fitosanitario del cultivo de*. Obtenido de Repositorio Universidad ESPE: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/12964/1/T-ESPE-002805.pdf>
- CFN. (2021). *Ficha sectorial: Cacao y Chocolate*. . Obtenido de Corporación Financiera Nacional: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2021/fichas-sectoriales-2-trimestre/Ficha-Sectorial-Cacao.pdf>

- Chamorro, M. (2018). *Evaluación de programa fitosanitarios junto a una práctica cultural para el control Monilla (Moniliophthora roreri en cacao (Theobroma cacao)*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/14565/1/T-UCE-0004-A62-2018.pdf>
- Ecuaquímica. (2019). *Ficha técnica de Kocide 2000*. Obtenido de <http://www.ecuaquimica.com.ec/producto/kocide-2000/>
- FEDECACAO. (2013). *Guía ambiental para el cultivo de Cacao. Federación Nacional de Cacaoteros*. Obtenido de <https://docplayer.es/1149194-Guia-ambiental-para-el-cultivo-del-cacao-ministerio-de-agricultura-y-desarrollo-rural-federacion-nacional-de-cacaoteros-fondo-nacional-del-cacao.html>
- Fernández, E. N. (2019). *Bases de las Estrategias de Control Químico del Tizón Tardío de la Papa*. Obtenido de PROINPA: <http://www.papaslatinas.org/v11n1p1.pdf>
- FHIA. (Octubre de 2012). *La Moniliasis del Cacao: El Enemigo a Vencer*. Obtenido de FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola): http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/La_moniliasis_del_cacao_el_enemigo_a_vencer.pdf
- García, C. (02 de Octubre de 2012). *Opinión: Un cultivo de cacao resistente a enfermedades es clave*. Obtenido de AGROVALLE PERU Blog: <http://agrovalleperu.blogspot.com/2012/10/opinion-un-cultivo-de-cacao-resistente.html>
- García, M. (2017). *Modelo de gestión para "Asociación de pequeños productores de Cacao Fino de Aroma del Recinto Cristóbal Colón, Parroquia Valle Hermoso, Cantón Santo Domingo de los Colorados, Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas"*. Obtenido de <http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/538/1/PROYECTO%20MANUEL%20ARTURO%20GARCIA%20GARCIA.PDF>

- Holdridge, L. (2019). *Ecología basada en zonas de vida IV*. Obtenido de <http://www.cct.or.cr/contenido/wp-content/uploads/2017/11/Ecologia-Basada-en-Zonas-de-Vida-Libro-IV.pdf>
- ICCO. (2017). *Desarrollo de nichos específicos de cacao con alta productividad y calidad sensorial: experiencia ecuatoriana - Organización Internacional del Cacao*. Obtenido de <https://www.icco.org/wp-content/uploads/T1.201.DESARROLLO-DE-NICHOS-ESPECIFICOS-DE-CACAO-CON-ALTA-PRODUCTIVIDAD-Y-CALIDAD-SENSORIAL-EXPERIENCIA-ECUATORIANA.pdf>
- INAMHI. (2022). *Información de Estaciones* . Obtenido de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - Sistema de Estandarización de Datos Hidroclimáticos Crudos (SEDC): <http://sedc.fonag.org.ec/reportes/inamhi>
- INIAP. (09 de Marzo de 2017). *¿Cómo manejar enfermedades en cultivo de Cacao?* Obtenido de INIAP: <http://eva.iniap.gob.ec/web/cacao/enfermedades-cacao/>
- Jáuregui, C. (2001). *Efecto de fungicidas en el control de las principales enfermedades de cacao (Theobroma cacao) en Tingo María* . Obtenido de <https://agronomia.unas.edu.pe/sites/default/files/AGR-429.pdf>
- MAG. (s.f.). *Manejo integrado de enfermedades en cacao genera incrementos significativos en la producción*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería: <https://www.agricultura.gob.ec/manejo-integrado-de-enfermedades-en-cacao-genera-incrementos-significativos-en-la-produccion/>
- McKelvie, A. (01 de Julio de 2016). *Cherelle Wilt of Cacao: I. POD DEVELOPMENT AND ITS RELATION TO WILT*. Obtenido de Journal of Experimental Botany: <https://academic.oup.com/jxb/article-abstract/7/2/252/461904>

- Meléndez, L. (1993). *Microambiente, cantidad de esporas en el aire e incidencia del hongo Moniliophthora roreri (Cif & Par). Evans, et al. Bajo tres sistemas de manejo de sombra leguminosa en cacao (Theobroma cacao L)*. Obtenido de Repositorio Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza :
https://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3120/Microambiente_cantidad_de_esporas_en_el_aire.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Paredes, M. (2016). *El manejo fitosanitario del cultivo de cacao nacional (Theobroma cacao L.) y el rendimiento del mismo, en la asociación Kallari*. Obtenido de Repositorio Universidad Técnica de Ambato:
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/22069/1/tesis-051%20Maestr%C3%ADa%20en%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Ambiente%20-%20CD%20375.pdf>
- Pérez, L. (2018). *Moniliophthora roreri H.C. Evans et al. y Moniliophthora perniciososa (Stahel) Aime: impacto, síntomas, diagnóstico, epidemiología y manejo*. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v33n1/rpv07118.pdf>
- Phillips, W. (2006). *"Origen, biogeografía, diversidad genética y afinidades taxonómicas del hongo Moniliophthora roreri (Cif)" Evans et al. del cacao (Theobroma cacao L.) determinadas mediante evidencia molecular, fitopatológica y morfofisiológica*. Obtenido de Catie: [www. Catie.ac.cr](http://www.Catie.ac.cr).
- Ponce, R. (2015). *Manejo de enfermedades en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.), considerando parámetros epidemiológicos que permitan reducir el uso de fungicidas*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1287/1/T-UTEQ-0010.pdf>

PROCACAO. (Julio de 2017). *Reconociendo los síntomas y signos de la mazorca negra*. Obtenido de PROCACAO:

http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/InfoCacao_No13_Jul_2017.pdf

Salinas, S. (4 de Julio de 2014). *La Mazorca Negra (Phytophthora sp.)*. Obtenido de Datos

Agronomicos Blog: <http://datosagronicosssalinaas.blogspot.com/2014/07/normal-0-21-false-false-false-es-co-x.html>

Sánchez, F., & Garcés, F. (2012). *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao. *Scientia Agrppecuaria web site* , 249-258.

Sánchez, M., Jaramillo, E., & Ramírez, I. (2015). Enfermedades del Cacao. En M. Sánchez, E. Jaramillo, & I. Ramírez, *Enfermedades del Cacao* (págs. 46-93). Machala: UTMACH (Universidad Técnica de Machala).

SIPA. (2020). *Resultados operativos de rendimientos 2020 - SIPA. Ministerio de Agricultura y Ganadería - Sistema de Información Pública Agropecuario*. Obtenido de

http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/estudios/rendimientos/resultados_rendimientos_2020.pdf

Suárez, C., & Amores, F. L. (16 de Octubre de 2006). *NEW SOURCES TO RESISTANCE TO Moniliophthora roreri*". Obtenido de Documento Estación Experimental Tropical

Pichilingue. FUNDAGRO - INIAP:

https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3519/1/Developing_Effective_Sustainable_Crop_Protection_Systems_Increased_Cocoa_Production%20-%20copia.pdf

Suárez, L., & Rangel, A. (09 de Enero de 2014). *Aislamiento de microorganismos para control biológico de Moniliophthora roreri*. Obtenido de

<http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v62n4/v62n4a11.pdf>

Syngenta. (2020). *Ficha técnica de Daconil 720 SC*. . Obtenido de

<https://www.syngenta.com.co/product/crop-protection/fungicida/daconil-720-sc>

Universidad Nacional Costa Rica. (s.f.). *CLOROTALONIL*. Obtenido de Manual de Plaguicidas de

Centroamérica: <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/152-clorotalonil>

Universidad Nacional Costa Rica. (s.f.). *FOSETIL*. Obtenido de Manual de Plaguicidas de

Centroamérica: [http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/294-](http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/294-fosetil#:~:text=Modo%20de%20acci%C3%B3n%3A%20sist%C3%A9mico%2C%20protector,con%C3%A1cidos%20o%20bases%20fuertes.)

[fosetil#:~:text=Modo%20de%20acci%C3%B3n%3A%20sist%C3%A9mico%2C%20protector,con%C3%A1cidos%20o%20bases%20fuertes.](http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/294-fosetil#:~:text=Modo%20de%20acci%C3%B3n%3A%20sist%C3%A9mico%2C%20protector,con%C3%A1cidos%20o%20bases%20fuertes.)