



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

**ESCUELA DE POSTGRADO “ING. JACOBO
BUCARAM ORTIZ, PHD.”**

PROGRAMA DE MAESTRÍA SANIDAD VEGETAL

**PROYECTO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

MAGÍSTER EN SANIDAD VEGETAL

**EVALUACIÓN DE LA COMBINACIÓN DE FUNGICIDAS
QUÍMICOS CON *Trichoderma spp* PARA EL MANEJO DE
MONILIASIS EN CULTIVOS DE CACAO, NARANJAL -
GUAYAS**

ING. ARTURO ENRIQUE ALVARADO BARZALLO

**GUAYAQUIL- ECUADOR
2024**

**ESCUELA DE POSTGRADO “ING. JACOBO BUCARAM
ORTIZ, PHD.”**

CERTIFICACION

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Director certifico que: he revisado el trabajo de titulación, denominada: **EVALUCION DE LA COMBINACIÓN DE FUNGICIDAS QUÍMICOS CON Trichoderma spp PARA EL MANEJO DE MONILIASIS EN EL CULTIVO DE CACAO, NARANJAL GUAYAS**, el mismo que ha sido elaborado y presentado por el/la estudiante, **Ing. Arturo Enrique Alvarado Barzallo**; quien cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la universidad agraria del Ecuador para este tipo de estudios

Atentamente:

Ing. Dolores Carrera Maridueña PhD.
TUTOR

Guayaquil 22 de mayo del 2024

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

**ESCUELA DE POSTGRADO “ING. JACOBO BUCARAM
ORTIZ, PHD.”**

**EVALUCION DE LA COMBINACIÓN DE FUNGICIDAS QUÍMICOS CON
Trichoderma spp PARA EL MANEJO DE MONILIASIS EN EL CULTIVO
DE CACAO, NARANJAL GUAYAS**

AUTOR

ARTURO ENRIQUE ALVARADO BARZALLO

TRABAJO DE TITULACION

**APROBADA Y PRESENTADA AL CONSEJO DE POSTGRADO COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE**

MAGISTER EN SANIDAD VEGETAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACION

**Ing. Víctor Iler Santos MSc.
PRESIDENTE**

**Ing. Luis Zúñiga Moreno Msc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. Dolores Carrera Maridueña PhD.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

AGRADECIMIENTO

En el presente agradezco a dios, que me brindo su vida para poder alcanzar todas las metas planteadas a lo largo de mi vida, a la Universidad Agraria del Ecuador por permitirme formar parte del personal académico y estudiantil, al Dr. Jacobo Bucaram Ortiz como fundador de los programas de maestría de la Universidad Agraria, a la Ing. Mariela Carreta por su guía como tutora del presente trabajo de investigación, al Ing. Juan Javier y la Lcda. Beatriz Bucaram que por intermedio del voluntaria sigue de cerca las actividades del departamento de maestría, por ultimo agradezco sobre medida a mis padres que me han guiado e inculcado el nunca rendirme y siempre seguir adelante en busca de ms metas y objetivos.

Por otra parte, agradezco sobremanera a mis padres, Víctor Hugo Alvarado Mendieta y Victoria Francisca Barzallo Gómez por su apoyo incondicional para obtener logros en mi vida.

DEDICATORIA

Dedico el trabajo a Dios ya que gracias he logrado continuar en el camino del bien y del aprendizaje, con esa sinceridad dedico este trabajo tanto a los agricultores como productores de cacao, así mismo, Fito mejoradores e investigadores encargados al proceso de mejoras en la producción de cacao mediante la adopción de técnicas eco amigables que aporten a la conservación de nuestro planeta.

Dedico el presente trabajo a mis padres.

RESPONSABILIDAD

La responsabilidad, derecho de la investigación, resultados, conclusiones y recomendaciones que aparecen en el presente Trabajo de Titulación corresponden exclusivamente al Autor/a y los derechos académicos otorgados a la Universidad Agraria del Ecuador

Ing. Arturo Enrique Alvarado Barzallo

C.I.: 0929776516

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el cantón Naranjal, específicamente en la parroquia san Carlos, dentro de la finca cuenta con una

plantación de 7 años, en donde se evaluó los niveles de incidencia y severidad del daño causado por *M. royeri*, cuyo objetivo fue el de evaluar la eficacia del uso combinado de *Trichoderma spp* y Sulfato de cobre mediante aplicaciones alternadas, obteniéndose los siguientes datos. De acuerdo a la variable incidencia inicial se obtuvo que los tratamientos no presentaron diferencia significativa, en cuanto a la severidad se establece que todos los tratamientos fueron eficaces presentándose una severidad promedio en el T1 de 39.65% y una severidad final de 7.50, en tanto que para el número de mazorcas enfermas el T1 presento valores de 7.6 en la primera evaluación, mientras que al final de la evaluación presento 2.73 lo cual indica que sulfato de cobre es altamente eficaz frente a la aplicación de *Trichoderma* y la mezcla de los dos, por ultimo para la variable de rendimiento es posible indicar que todos los tratamientos ayudaron a mejorar la productividad de la fincas.

Palabras Clave: *Trichoderma*, Antogonistas, Incidencia, Severidad, Microorganismos.

SUMMARY

The present research work was carried out in the canton Naranjal, specifically in the parish of San Carlos, within the farm has a plantation of 7 years, where the levels of

incidence and severity of damage caused by *M. royeri* were evaluated, whose objective was to evaluate the effectiveness of the combined use of *Trichoderma* spp and copper sulfate by alternate applications, obtaining the following data. According to the variable initial incidence it was obtained that the treatments did not present significant difference, as for the severity it is established that all the treatments were effective presenting an average severity in the T1 of 39.65% and a final severity of 7.50, while for the number of diseased ears the T1 presented values of 7.6 in the first evaluation, while at the end of the evaluation it presented 2.73 which indicates that copper sulfate is highly effective against the application of *Trichoderma* and the mixture of the two, finally for the variable of yield it is possible to indicate that all the treatments helped to improve the productivity of the farms.

Keywords: *Trichoderma*, Antagonists, Incidence, Severity, Microorganisms.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---------------------------|------|
| RESUMEN..... | vi |
| SUMMARY | vii |
| ÍNDICE DE APENDICES | xi |
| | viii |

| | |
|--|-----|
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xii |
| INTRODUCCION..... | 1 |
| Caracterización del tema..... | 2 |
| Planteamiento de la Situación Problemática | 3 |
| Justificación e importancia de estudio | 3 |
| Delimitación de la investigación..... | 5 |
| Formulación del problema | 5 |
| Objetivo general: | 5 |
| Objetivos específicos | 6 |
| Hipótesis o idea para defender | 6 |
| Aporte teórico | 6 |
| Aplicación practica..... | 6 |
| 1.1 Estado del Arte..... | 7 |
| 1.2 Bases científicas..... | 10 |
| 1.2.1 Clasificación taxonómica del cacao | 10 |
| 1.2.2 Requerimientos climáticos..... | 10 |
| 1.2.3 Principales enfermedades del Cacao | 11 |
| 1.2.3.1 Escoba de bruja (<i>Crinipellis perniciosa</i>)..... | 11 |
| 1.2.3.2 Mal de machete | 11 |
| 1.2.3.3 Ojo de gallo (<i>Cercospora spp.</i>)..... | 12 |
| 1.2.3.4 Pudrición parda (<i>Phytophthora spp.</i>)..... | 12 |
| 1.2.3.5 Antracnosis (<i>Colletotrichum spp.</i>)..... | 13 |
| 1.3 Moniliasis (<i>Moniliophthora spp.</i>) | 13 |
| 1.3.1 Taxonomía de la Moniliasis..... | 13 |
| 1.3.2 Impacto económico y social | 14 |
| 1.3.3 Estrategias de control | 14 |
| 1.3.4 Control químico | 15 |

| | |
|---|-----------|
| 1.3.5 Control biológico | 15 |
| 1.3.6 <i>Trichoderma spp.</i> | 15 |
| 1.3.8 Sinergia entre control químico y biológico | 16 |
| 1.4 Fundamentación Legal..... | 16 |
| CAPITULO 2 | 19 |
| ASPECTOS METODOLOGÍCOS | 19 |
| 2.1 Métodos..... | 19 |
| 2.1.1 Modalidad y tipo de investigación | 19 |
| 2.1.2 Tipo de investigación | 20 |
| 2.1.3 Diseño de la investigación | 20 |
| 2.2 Variables..... | 20 |
| 2.2.1 Variable independiente | 20 |
| 2.2.2 Variables dependientes | 20 |
| 2.2.2.1 Incidencia inicial de la enfermedad (%)..... | 20 |
| 2.2.2.2 Incidencia Post aplicación de los tratamientos | 21 |
| 2.2.2.3 Severidad (%)..... | 21 |
| 2.2.2.4 Escala de severidad del daño ocasionado por la moniliasis..... | 21 |
| 2.2.2.5 Numero de mazorcas enfermas por planta | 22 |
| 2.2.2.6 Rendimiento | 22 |
| 2.2.2.7 Análisis de presupuesto parcial. | 22 |
| 2.3 Operacionalización de Variables | 23 |
| 2.4 Población y muestra..... | 24 |
| 2.4.1 Población..... | 24 |
| 2.4.2 Muestra | 24 |
| 2.5 Técnicas de recolección de datos | 24 |
| 2.6 Diseño experimental | 24 |
| 2.7 Tratamientos | 25 |

| | |
|---|-----------|
| 2.8 Estadística descriptiva e inferencial..... | 25 |
| 2.9 Delimitación del Experimento..... | 25 |
| 2.10 Manejo del ensayo..... | 26 |
| DISCUSIÓN..... | 35 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 36 |
| Cronograma de actividades..... | 37 |
| BIBLIOGRAFIA CITADA..... | 38 |
| Anexos..... | 42 |

ÍNDICE DE APENDICES

| | |
|--|-----------|
| Apendice N° 1 Taxonomía del cacao..... | 10 |
| Apendice N° 2. Escala de severidad..... | 21 |
| Apendice N° 3 Esquema Experimental..... | 24 |
| Apendice N° 4 Tratamientos a evaluar..... | 25 |

| | |
|--|-----------|
| Apendice N° 5 Delimitación del Experimento | 25 |
| Apendice N° 6 Incidencia inicial de la enfermedad | 28 |
| Apendice N° 7 Incidencia final de moniliasis en cacao..... | 28 |
| Apendice N° 8 Severidad de M. royeri para los tratamientos evaluados..... | 30 |
| Apendice N° 9 Numero de mazorcas sanas..... | 30 |
| Apendice N° 10 Numero de mazorcas enfermas | 31 |
| Apendice N° 11 Eficacia de control | 32 |
| Apendice N° 12 Peso del grano seco por mazorca | 32 |
| Apendice N° 13 Rendimiento | 33 |
| Apendice N° 14 Relación beneficio costo | 34 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----------|
| Anexo : 1 Distribución de las parcelas experimentales..... | 55 |
| Anexo: 2. Ubicación geográfica del ensayo..... | 55 |
| Anexo: 3 Toma de datos inicial..... | 56 |

| | |
|---|-----------|
| Anexo: 4 Identificación y toma de datos..... | 56 |
| Anexo: 5 Toma de datos incidencia | 57 |
| Anexo: 6 Tratamiento a base de Trichoderma spp | 57 |
| Anexo: 7 Aplicación de los tratamientos | 58 |
| Anexo: 8 Aplicación de los tratamientos | 58 |
| Anexo: 9 Respuesta del cultivo | 59 |
| Anexo: 10 Respuesta del cultivo | 59 |
| Anexo: 11 Pesado de la mazorca..... | 60 |
| Anexo: 12 Pesado de la semilla en baba..... | 60 |
| Anexo: 13 Pesado de la semilla en seco..... | 61 |
| Anexo: 14 Visita del tutor..... | 61 |

INTRODUCCION

La monilla que afecta a los cultivos de cacao es también conocida como pudrición acuosa, quemazón, es causada por el hongo *Monilophthora roreri* es cual presenta síntomas de daño en las semillas del fruto, se estima que la temperatura y humedad tiene una importante incidencia en la aparición de la enfermedad, viéndose las fincas mucho más afectadas en época invernal en donde tanto los fuertes vientos como las altas temperaturas ayudaran a diseminar con mayor facilidad las esporas del patógeno.

El método de control más utilizado dentro del medio productivo nacional es el químico, debido a las condiciones sociales y poca disposición de información basada en el uso de controladores biológicos dentro del medio agrícola en el Ecuador, se ha provocado un cierto desbalance en la fauna benéfica sean estas poblaciones de insectos u hongos antagónicos que ayuden a minimizar el daño de patógenos dentro de los cultivos. Así mismo dentro del sector agrícola no se llevan a cabo un adecuado empleo de ciertas prácticas culturales que pudieran ayudar a minimizar el impacto de los agentes patogénicos.

El presente proyecto de investigación está enfocado en realizar un análisis de la combinación ordenada de dos alternativas de manejo para el hongo *Moniliphthora roreri*, causante de la moniliasis en cultivos de cacao, esto con la finalidad de mejorar los rendimientos y a su vez ser más eco amigable con el medio ambiente.

El uso combinado de controladores biológicos con productos sintéticos en el control de enfermedades son el punto de partida para mantener un equilibrio biológico en el sector agrícola y medio ambiente de cultivares de cacao, el mismo que ha sido afectado hasta la actualidad por el uso indiscriminado de plaguicidas sintéticos lo que ha provocado cierta resistencia en los patógenos requiriendo de esta manera una dosificación mucho más alto para su control.

Caracterización del tema

El Cultivo de cacao ha sido afectado por un sin número de enfermedades entre las cuales se pueden mencionar principalmente moniliasis, escoba de bruja, phitoptora, antracnosis, entre otros. La enfermedad que genera daños más devastadores es la moniliasis la misma que es causada por el hongo ***Moniliophthora spp.*** Siendo el uso de agroquímicos la opción de manejo más utilizada por los agricultores a nivel nacional. Sin embargo, esta acción está sujeta a limitaciones en términos de eficacia ocasionada por factores tanto ambientales, así como características de aplicación por parte de los operadores encargados del cultivo.

El cultivo de cacao es afectado por diversas enfermedades, siendo una de las más devastadoras la moniliasis, causada por el hongo ***Moniliophthora spp.*** El control de esta enfermedad se ha basado tradicionalmente en el uso de fungicidas químicos. Sin embargo, el uso exclusivo de fungicidas puede tener limitaciones en términos de eficacia, impacto ambiental y desarrollo de resistencia por parte de los patógenos.

En los últimos años, se ha explorado la combinación de fungicidas químicos con ***Trichoderma spp.***, un hongo beneficioso que posee propiedades de control biológico. ***Trichoderma spp.*** es capaz de colonizar el suelo y las raíces de las plantas, estableciendo una relación simbiótica que proporciona una protección adicional contra los patógenos, incluyendo ***Moniliophthora spp.***

La evaluación de la combinación de fungicidas químicos con ***Trichoderma spp.*** para el control de la moniliasis en cultivos de cacao tiene como objetivo determinar la efectividad de esta estrategia en la reducción de la incidencia de la enfermedad. Además, se busca evaluar el impacto en la calidad del cacao cosechado, la posible reducción en el riesgo de desarrollo de resistencia a los fungicidas y el potencial incremento en el rendimiento del cultivo.

Esta combinación de enfoques, que combina el control químico con el control biológico, tiene el potencial de ofrecer una alternativa sostenible y eficaz para el

manejo integrado de la moniliasis en los cultivos de cacao. Sin embargo, es fundamental llevar a cabo investigaciones científicas rigurosas que aborden aspectos como la interacción entre los fungicidas y *Trichoderma spp.*, la viabilidad económica de la estrategia y su adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales y variedades de cacao.

Planteamiento de la Situación Problemática

Uno de los principales problemas que se presentan dentro del sector agrícola cacaotero del Ecuador es la baja productividad causada por el efecto de las enfermedades como la moniliasis que ataca a los brotes florales, así como mazorcas en etapa de desarrollo impidiendo que estas a su vez lleguen a completar su etapa de desarrollo. Otras de las realidades que se presenta en el sector agrícola del Ecuador es el uso excesivo de los fungicidas químicos como medida para contrarrestar este tipo de patógenos afectando así el equilibrio microbiológico de medio. Por tal razón se plantea el uso de diferentes combinaciones técnicas que generen condiciones eco amigables con el fin de mantener un medio ambiente

Justificación e importancia de estudio

La moniliasis, causada por el hongo *Moniliophthora spp.*, representa una amenaza significativa para el cultivo de cacao en la región de Naranjal-Guayas y en otras zonas cacaoteras del mundo. Esta enfermedad ha causado pérdidas económicas sustanciales y ha impactado negativamente la calidad y cantidad de producción de cacao. Por tal motivo, se hace necesario desarrollar estrategias efectivas de control que minimicen el impacto de la moniliasis en los cultivos de cacao.

El uso de fungicidas químicos ha sido una práctica común en el control de enfermedades en la agricultura, incluyendo el cacao. Sin embargo, el uso excesivo e inadecuado de fungicidas químicos puede tener consecuencias negativas, como el desarrollo de resistencia en los patógenos y la acumulación de residuos químicos en los productos agrícolas. Además, los fungicidas químicos no siempre

proporcionan una protección duradera y eficaz contra las enfermedades.

En los últimos años, ha surgido un creciente interés en el uso de agentes de control biológico, como *Trichoderma spp.*, como alternativa a los fungicidas químicos en el control de enfermedades en el cultivo. *Trichoderma spp.* es conocido por su capacidad para competir con patógenos, secretar enzimas antifúngicas y estimular las defensas naturales de las plantas. Estudios previos han demostrado el potencial de *Trichoderma spp.* en el control de enfermedades en el cacao.

Sin embargo, es necesario evaluar la combinación de fungicidas químicos con *Trichoderma spp.* para determinar si dicha estrategia puede mejorar la eficacia del control de la moniliasis en el cultivo de cacao variedad CCN-51 para la zona de Naranjal, Guayas. Comprender la interacción entre los fungicidas químicos y *Trichoderma spp.* podría conducir al desarrollo de un enfoque integrado que maximice la eficacia del control de la moniliasis y reduzca la dependencia de los fungicidas químicos.

La presente investigación busco llenar esta brecha de conocimiento y proporcionar información científica relevante para los agricultores, investigadores y actores del sector cacaotero del Cantón Naranjal

En resumen, la evaluación de la combinación de fungicidas químicos con *Trichoderma spp.* para el control de la moniliasis en el cultivo de cacao en Naranjal-Guayas es de vital importancia para abordar los desafíos actuales en el manejo de esta enfermedad. Mediante la integración de enfoques químicos y biológicos, se puede proporcionar una estrategia más efectiva y sosten

Por otra parte, dentro de la zona donde se llevó a cabo el experimento cuenta con plantas de un promedio de 7 años de tipo CCN-51 en donde existe gran incidencia de moniliasis en dicho cultivar, este patógeno afecta a mazorcas en

diferentes estadios vegetativos convirtiéndose como una enfermedad de gran importancia económica. Sabiendo que dicho patógeno migro desde cultivos de cacao nacional a cultivares de cacao CCN-51.

Así mismo, el uso de microorganismos dentro de la actividad agrícola ha aumentado en los últimos años debido a la dinámica e influencia del mercado a utilizar tecnologías más sanas y amigables con el medio ambiente, sin que se vea afectado la rentabilidad de los cultivos. Esto ha llevado a los agricultores a migrar de manera paulatina a usar **Trichoderma** como bio controlador de diferentes patógenos causantes de enfermedades en los cultivos.

Delimitación de la investigación

- Espacio: El presente trabajo de investigación se desarrolló en la provincia del Guayas, recinto Virgen del Mar del Cantón Naranjal. Coordenadas UTM (Sur 02°31.344 Oeste 079°27.483)
- Tiempo: El trabajo a realizarse tuvo una duración de seis meses.
- Población: La investigación fue enfocada en brindar alternativas de manejo de la moniliasis tanto para agricultores dedicados al rubro productivo del cacao, así como estudiantes y docentes que necesiten información referente al tema.

Formulación del problema

¿Existirá control del hongo causante de la moniliasis en el cultivo de cacao mediante el uso combinado de fungicidas químicos y **Trichoderma spp?**.

Objetivo general:

Evaluar la eficiencia del uso de la combinación de fungicidas químicos con **Trichoderma spp**. Para el manejo de moniliasis en cultivos de cacao CCN-51 Naranjal, Guayas

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de las alternativas de manejo propuestas a través de la incidencia de la moniliasis en el cultivo de cacao. .
- Establecer el grado de severidad de la enfermedad en los tratamientos en proceso de estudio, mediante la escala respectiva.
- Determinar la relación beneficio costo entre los tratamientos evaluados.

Hipótesis o idea para defender

La combinación de fungicidas químicos con *Trichoderma spp* ayudará a minimizar el ataque de moniliasis en cultivos de cacao CCN-51 en la zona del Cantón Naranjal, Guayas, en comparación con el uso exclusivo de fungicidas químicos.

Aporte teórico

Concluido el trabajo de investigación, se espera presenta un manejo combinado entre controladores biológicos y químicos que haya podido solventar los requerimientos para bajar la incidencia del hongo *Moniliophthora roreri* y su aplicación basada en el rendimiento del cultivo.

Aplicación practica

La aplicación práctica de esta investigación consistió en implementar y evaluar el uso combinado de fungicidas químicos y *Trichoderma spp*. en cultivos de cacao del cantón Naranjal-Guayas, teniendo en cuenta una correcta selección y uso de tratamientos con dosis e intervalos de aplicación, así como una correcta evaluación del daño, incidencia y severidad de la enfermedad.

CAPITULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 Estado del Arte.

Pilaloe y Alvarado (2021) realizaron un manejo agroecológico de la moniliasis en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) mediante diferentes tratamientos, tal como el uso de bacillus (T1), trichoderma (T2), químico (T3) y testigo (T4); donde al inicio de la aplicación la severidad no existieron diferencias estadísticas, pero estadísticamente la severidad a los setenta días de aplicación fueron iguales en los tres primeros tratamientos, donde se demostró que el testigo tuvo mayor grado de infección en las plantas y el mejor controlador de incidencia a los setentas días fue el T2.

Anzules, Borjas, Alvarado, Castro y Julca (2019) evaluaron la moniliasis en el cultivo de cacao CCN 51 mediante un control cultural, biológico (*Bacillus subtilis*) con y sin fertilizante y dos químicos (Clorotalonil y Pyraclostrobin) demostrado un efecto positivo en el fungicida químico ya que la incidencia de moniliasis al final fue menor a la inicial seguido del control biológico, demostrando así mejores resultados para disminuir la incidencia de *Moniliophthora roreri*.

Torres et al. (2019) evaluaron la eficacia del control químico mediante siete fungicidas protectantes y cinco fungicidas sistémicos sobre la germinación de esporas y el crecimiento micelial de la moniliasis, demostrando mayor efectividad en los fungicidas sistémicos trifloxys-trobin, así mismo (Rodriguez, 2019) indica que el tebuconazol y el propiconazol inhibiendo el 100 % del crecimiento micelar en todas las dosis evaluadas y en los fungicidas protectantes solo inhibieron la germinación de esporas y no hubo diferencias de efectividad sobre el crecimiento micelar.

Villamil et al. (2019) evaluaron el control de la moniliasis mediante parámetros de severidad e incidencia, mediante tres aislamientos nativos de *trichoderma spp.* H3, H5 y H20; tres cepas de comerciales de trichoderma: Trombo®W.P, ®Protector y Safer Soil®W.P *Trichoderma* y un control

químico a base de óxido de cobre; demostrando menor porcentaje de severidad e incidencia en la combinación de *Trichoderma spp.* H3,H5 y H20 y en la cepa comercial Sfacer Soil, obteniendo rendimientos altos en su cosecha.

Zurita (2019) determino la incidencia de *Moniliophthora roreri* mediante el uso de dos fungicidas químicos pyraclostrobin y azoxystrobin con diferentes dosificaciones y aplicaciones, donde demostró que el pyraclostrobin 0.50 L/ha con tres aplicaciones obtuvo un porcentaje de incidencia de 2.36 demostrando ser el mejor resultado a comparación del testigo con un 15.83% de incidencia de moniliasis.

Terrero, et all, (2019) planteo el uso de la compatibilidad de diferentes cepas de *Trichoderma* con fungicidas sintéticos dando como resultado que la *Trichoderma* tienen mejor compatibilidad con Azosistrobina con porcentajes de 88,6%, mientras que para el caso de insecticidas cúpricos el nivel de compatibilidad decae siendo en muchos contraproducente el uso de esta combinación, cabe indicar que dicho trabajo fue realizado en condiciones de laboratorio para cultivos in vitro.

Hernández, Leiva y Oliva. (2019) evaluó la incidencia y la severidad en el cultivo de cacao mediante experimentación in vitro, mediante la utilización de cinco tratamientos, de los cuales, cuatro fueron cepas nativas de *thichoderma spp.* y un testigo sobre la de *Moniliophthora roreri*; demostrando que la cepa CP24-6 tiene mayor potencial de biocontrol en condiciones de campo.

Tenegusñay, V. (2022) determinó la sensibilidad in vitro de M. roreri, en el cultivo cacao, mediante el uso de seis fungicidas químicos cuyos ingredientes activos son los siguientes: tebuconazol, azoxystrobin, boscalid, tiabendazol, sulfato de cobre y extracto vegetal de tomillo; obteniendo resultados eficientes sobre la inhibición del crecimiento micelial de la moniliasis los tres primeros con nombres comerciales Stratego® (SC), Amistar (WG) y Cantus® (WG).

Cruz y Dávila (2021) evaluaron la efectividad de dosificaciones de fungicidas para el control de la moniliasis en el cultivo de cacao, mediante cinco tratamientos: mediante el fungicida Mancozeb y fungicida bacterias fototróficas con diferentes dosificaciones y por último el testigo; demostrando que las

bacterias foto tróficas con dosis baja de 15, obteniendo mayor mazorca sanas y menor valor de mazorca enferma fue mancozeb con una baja dosis de 1.75.

De acuerdo con lo establecido por (Carrasco, 2019) en su trabajo de investigación titulado Efecto comparativo de dos antagonistas sobre el agente causal **Monilia roleri** en el cultivo de cacao (**Theobroma cacao L**) en el cual se empleó un diseño experimental conformado por 2 tratamiento y 18 repeticiones en donde se utilizó microorganismos antagonistas y sin empleo de microorganismos antagonistas, se obtuvieron los siguientes resultados el T1 aumento el peso para el rendimiento del cultivo de cacao 3557 kg/ha, comparado con el tratamiento 2 sin uso de antagonistas simplemente alcanzo alrededor de 1766 kg/ha.

Según Cadena y Poma (2022) la producción de cacao a nivel mundial es afectada por el hongo *M. roleri* la cual es capaz de reducir considerablemente la producción del cultivo por tal razón es de vital importancia encontrar una forma eficiente y eco amigable de manejarla siendo la alternativa mas viable el uso de microorganismos antagónicos como es el caso de *Trichoderma*, evidenciándose una índice de inhibición promedio del 59% en los lugares donde fue utilizada esta medida.

Según Naula (2023) el cultivo de cacao enfrenta varias amenazas económicas entre las que se mencionan la *M. roleri* en donde se utilizaron diferentes métodos para disminuir la incidencia de dicha enfermedad siendo la opción para el manejo de dicha enfermedad el uso de fungicida sintético Trioxy con una dosificación de 4 litro/hectárea obteniéndose mejor rentabilidad con relación a otros productos utilizados en el mismo fin.

Según Paredes (2017) en su trabajo de investigación expresa en su trabajo de investigación en el mismo que se evaluaron tres métodos de manejo de la enfermedad *M roleri*, siendo estos cultural que consistió en la recolección de frutos enfermos con intervalos de 15 día, método biológico que consiste en el uso de *Triichoderma* de diferentes razas y el método químico a base de polisulfuro de calcio y sulfato de cobre pentahidratado siendo este ultimo la mezcla mas utilizada y mas eficiente para el control de la enfermedad en dosis

de 1.25 cc/l de agua con frecuencias de aplicación en intervalos de 15 días.

así mismo Isai (2012) establece que la mejor alternativa para el manejo de la enfermedad causada por *M. royeri* se da a base de fungicidas sistémicos contacto como tebuconazol, azosistrobin, propiconazol, entre otras, y de contacto como clorotalonyl, siendo todos estos efectivos para el manejo de la enfermedad con un porcentaje que oscila entre 70 y 80% para los de contacto y superior al 80% para los sistémicos respectivamente.

1.2 Bases científicas

Ecuador posee una variedad de cacao de la más alta calidad, caracterizándose por su agradable aroma y sabor único, lo cual le ha permitido ser reconocido a nivel mundial como un cacao fino y de aroma único, siendo el rubro cacaotero un importante segmento de la producción agrícola y económica del país. (Alvarado et al, 2022)

1.2.1 Clasificación taxonómica del cacao

Según lo establecido por Ronquillo (2020) el cacao taxonómicamente se clasifica de la siguiente manera:

Tabla 1 Taxonomía del cacao

| Taxonomía del Cacao | |
|---------------------|---------------|
| Reino | Plantae |
| Clase | Magnoliopsida |
| Orden | Malvales |
| Familia | Malvaceae |
| Genero | Theobroma |
| Especie | T. cacao |

En la tabla se describe la taxonomía de cacao

Fuente: Roquillo, 2020

1.2.2 Requerimientos climáticos

Según Vasquez-Garcia, *et al.* (2023) el cultivo del cacao se lleva a cabo en el hábitat natural de los bosques tropicales húmedos que requiere una temperatura media anual de 24°C a 26°C y no superior a 30°C. Los procesos fisiológicos como la polinización, fecundación, fotosíntesis, respiración y

transpiración se alteran cuando la temperatura fluctúa por debajo de la temperatura mínima y por encima de la temperatura máxima. La precipitación anual requerida para su producción está entre 1.500 mm y 2.500 mm y su humedad relativa óptima, que varía entre 70 y 80 %.

1.2.3 Principales enfermedades del Cacao

Según Masmela (2019) El cacao (*Theobroma cacao*) es un cultivo de importancia económica en muchas regiones tropicales y está expuesto a diversas enfermedades que pueden causar grandes pérdidas económicas. A continuación, se mencionan algunas de las enfermedades más comunes del cacao:

- Moniliasis (*Moniliophthora spp.*)
- Escoba de bruja (*Crinipellis perniciosa*)
- Mal d machete (*Ceratocystis cacaofunesta*)
- Antracnosis (*Colletotrichum spp.*)

1.2.3.1 Escoba de bruja (*Crinipellis perniciosa*)

La escoba de bruja es otra de las enfermedades más importantes que afecta al cultivo de cacao, causada por el hongo *Crinipellis perniciosa*. Esta enfermedad afecta los brotes jóvenes y terminales y puede causar la formación de estructuras similares a escobas, lo que resulta en la disminución de la producción de cacao. Según Canchignia (2019) y Anzules et al (2022) la escoba de bruja es una de las principales enfermedades que afectan las plantaciones cacaoteras a nivel mundial.

1.2.3.2 Mal de machete

El hongo *Ceratocystis cacaofunesta* es considerado uno de los fitopatógenos más importantes en el cultivo de cacao debido a que puede llegar a producir numerables pérdidas económicas en el sector cacaotero del Ecuador. Por lo general este patógeno es transmitido por medio de las herramientas de uso agrícola sin previo manejo de desinfección, así mismo este puede ser introducido al interior de las células del cultivo por medio de insectos sean estos pertenecientes a la familia Curculiomidae como a la familia Xyleborus ferrugineus

u otros organismos que sean capaces de interactuar entre ellos. En fincas productoras de cacao se encuentran aún en la actualidad un gran número de plantas afectadas por mal de machete mostrando síntomas como ramas secas y perforaciones en los tallos tanto en etapa seca como lluviosa. (Paladines-Rezabala, Moreira-Morrillo, Mieles y Garces-Fiallos, 2022)

1.2.3.3 Ojo de gallo (*Cercospora spp.*)

El ojo de gallo es una enfermedad foliar del cacao causada por diferentes especies del género ***Cercospora***. Esta enfermedad se caracteriza por la aparición de manchas circulares de color marrón claro con un centro grisáceo en las hojas. Según Aikpokpodion y Aikpokpodion (2017), el ojo de gallo puede causar una reducción significativa en el rendimiento del cacao.

Existen otras enfermedades del cacao además de la moniliasis y la escoba de bruja, que afectan al cacao, como la antracnosis (***Colletotrichum spp.***), a enfermedad de la pudrición parda (***Phytophthora spp.***) y la enfermedad de la mancha negra (***Phytophthora palmivora***). (Sanchez et al, 2019)

De acuerdo con Sanchez, et al (2015) estas enfermedades representan una amenaza constante para los cultivos de cacao en diferentes regiones del mundo.

La falta de resistencia genética en las variedades comerciales de cacao y las condiciones ambientales favorables para los patógenos contribuyen a la propagación y el establecimiento de estas enfermedades. (Canchignia, 2019)

1.2.3.4 Pudrición parda (*Phytophthora spp.*)

Se dice que uno de los problemas más importantes en cultivos de cacao es producidos por los hongos del género *Phytophthora spp*, los mismo que son capaces de atacar no solo al fruto como tal sino también a otras partes de la planta como las hojas, así mismo, este hongo es capaz de causar pérdidas de hasta el 30% de la producción cacaotera, presentando síntomas como manchas color café en la parte vegetativa que afectan. (Anzules, Borja, Alvarado, Castro y Julca, 2019)

1.2.3.5 Antracnosis (*Colletotrichum spp.*)

La antracnosis es una enfermedad causada por diferentes especies del género ***Colletotrichum*** y puede afectar diferentes partes de la planta de cacao, incluyendo las mazorcas, los frutos y los brotes. Según Delgado-Ospina et al., (2021) la antracnosis es una enfermedad importante en muchas regiones cacaoteras y puede causar grandes pérdidas en la producción de cacao.

1.3 Moniliasis (*Moniliophthora spp.*)

La moniliasis es una enfermedad devastadora del cacao causada por el hongo del género *Moniliophthora*, principalmente ***Moniliophthora roreri***. Esta enfermedad afecta los frutos del cacao como ciertos brotes tiernos, se caracteriza por la aparición de manchas y lesiones en las mazorcas, las mismas que pueden extenderse y provocar la pudrición del fruto, por ende, pérdida de rendimiento y calidad de este. Según Pilaloe (2021), la moniliasis es una de las principales enfermedades que limitan la producción de cacao en América Latina.

Según Torrez-De La Cruz, *et al.* (2020), la moniliasis es considerada una de las enfermedades más importantes del cacao, ya que puede causar pérdidas de hasta el 80% en la producción en algunas regiones. Además, este patógeno tiene una alta capacidad de dispersión, lo que dificulta su control.

1.3.1 Taxonomía de la Moniliasis

De acuerdo con el trabajo de investigación desarrollado por (Reatigue, 2022) la taxonomía de la Moniliasis se ubica en la clase ***Destheromycetes***, de orden ***Hyphales***, perteneciente a la familia ***Moniliaceae***, de género ***Monilia*** y de especie ***roreri***.

Se tiene como referencia que el ciclo de vida de la moniliasis aun no a sido descifrado completamente, cumpliendo con la principal característica de que los síntomas de la enfermedad permanecen ausentes durante un largo periodo, el tiempo de infección oscila entre 3 y 8 semanas esto de acuerdo con las condiciones medioambientales, pudiendo establecerse periodos de incubación de entre 30 y 70 días. (Arrazate, 2020)

Se considera que la primera etapa (menor de 3 meses) de desarrollo de

las mazorcas de cacao son las más susceptibles a la infestación del hongo el ataque es intercelular y emite conidióforos ramificados para propagarse en la parte interior del tejido; produce nuevas hifas infectivas tornándose el hongo intracelular alcanzando de esta manera su forma adulta, e iniciando la manifestación de los síntomas en la mazorca. Los síntomas que muestra la mazorca son: puntos claros o grasientos en la mazorca, abultamiento gibas o chichote, madurez prematura, mancha café o color chocolate y polvo blanco y cremoso (esporas) etapa más peligrosa de la enfermedad que pueden infectar otros frutos o plantaciones sanas (Mamani, 2019)

1.3.2 Impacto económico y social

La moniliasis tiene un impacto significativo en la economía y las comunidades agrícolas que dependen del cultivo de cacao. Se estima que las pérdidas causadas por la moniliasis pueden alcanzar hasta el 90% de la producción de cacao en algunas regiones (Fister, 2018) Esto afecta los ingresos de los agricultores, la seguridad alimentaria y la estabilidad económica de las comunidades rurales (Royaert, 2019)

1.3.3 Estrategias de control

El control de la moniliasis se basa principalmente en el uso de fungicidas químicos. Sin embargo, la dependencia exclusiva de los fungicidas químicos puede llevar a problemas de resistencia de los patógenos y tener un impacto negativo en el medio ambiente y la salud humana (Royaert, 2019) Por lo tanto, es necesario explorar enfoques alternativos y sostenibles, como el control biológico, para reducir la dependencia de los fungicidas químicos.

El uso de fungicidas específicos para el control de la moniliasis en cacao puede ser necesario, y se debe seguir estrictamente las indicaciones de uso para evitar riesgos para la salud humana y el medio ambiente. Asimismo, se sugiere implementar prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades para fortalecer la resistencia de las plantas y reducir la dependencia de productos químicos. (Unda, 2019)

Además, es crucial implementar prácticas de prevención, como la limpieza de herramientas y equipos para evitar la transmisión del hongo de una planta a

otra. El control de la humedad y la ventilación adecuada en las plantaciones de cacao también puede ayudar a reducir el riesgo de desarrollo de la enfermedad. (Jainez, Vera, Mora, Loor, & Bailey, 2020)

1.3.4 Control químico

El control químico se basa principalmente en el empleo de diversos fungicidas sintéticos sin embargo el uso inadecuado e indiscriminado de estos puede generar resistencia por parte del patógeno a una determinada molécula química, sin embargo, esta actividad puede ser justificada bajo dos factores alta infestación del área de estudio por medio de la enfermedad y buenos rendimientos obtenidos por ausencia del patógeno, con la finalidad de generar ingresos óptimos para los agricultores dedicados a este rubro comercial, para ellos los frutos en su gran mayoría deberán encontrarse localizados en el tallo de las plantas, para asegurar que el producto sea aplicado de manera correcta sobre la superficie de los mismo. Los productos más utilizados son los que su formulación es a base de cobre y azufre. (Quintana, 2021)

1.3.5 Control biológico

El control biológico se ha propuesto como una estrategia prometedora para el manejo de enfermedades del cacao, incluyendo la moniliasis. El género *Trichoderma spp.* ha mostrado un alto potencial como agente de control biológico en diversos cultivos (Rubini, y otros, 2019) Estos hongos pueden colonizar el suelo y las raíces de las plantas, compitiendo con los patógenos y produciendo enzimas y compuestos antifúngicos que inhiben su crecimiento (Rubini M. , 2018)

1.3.6 *Trichoderma spp.*

El género *Trichoderma* presenta características muy variadas lo que provoca que en gran mayoría esto dificulte la identificación de las respectivas especies, no obstante a lo largo del tiempo a sido clasificado de diferentes maneras: hace 200 años fue descrito y clasificado como un gasteromicete, 100 años después fue analizado desde su estructura y características siendo así clasificado como hongo filamentosos, para posteriormente ser clasificado en 5 secciones distintas entre las que se encuentran, *Saturnisporum*, *Pachybasium*,

Longibrahmatum, Trichoderma e Hypocreanum. Quedando su taxonomía distribuida de la siguiente manera. Reino: **Fungi** Division: **Ascomycotina** Subdivision: **Pezizomycotina** Clase: **Sordariomycetes** Orden: **Hypocreales** Familia: **Hypocreaceae** Género: **Trichoderma**. (Santos, 2022)

Además de las medidas de control químico y prevención mencionadas anteriormente, el uso de Trichoderma como agente de biocontrol puede ofrecer beneficios significativos en la lucha contra la moniliasis en las plantaciones de cacao. (Mborga, y otros, 2020)

Trichoderma es un hongo que ha demostrado ser eficaz en el control de diversas enfermedades de las plantas, incluida la moniliasis. Su capacidad para competir con patógenos como Moniliophthora roreri y su capacidad de colonizar el sustrato radicular de las plantas de cacao lo convierten en una herramienta valiosa para reducir la incidencia de la enfermedad. (Bailey, y otros, 2016)

1.3.8 Sinergia entre control químico y biológico

Varios estudios han demostrado la efectividad de la combinación de fungicidas químicos con *Trichoderma spp.* en el control de enfermedades del cacao. Por ejemplo, (Vásquez-Hernández, et al, 2021) encontraron que la combinación de fungicidas químicos *y Trichoderma spp.* resultó en una reducción significativa de la incidencia y severidad de la moniliasis en cultivos de cacao en Ecuador. (Rosmana, y otros, 2018)

1.4 Fundamentación Legal.

Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria

Título I de la Institucionalidad

Capítulo I de la Rectoría

Art. 7.- De las competencias. - En materia de sanidad agropecuaria corresponde a la Autoridad Agraria Nacional las siguientes competencias:
e) Promover y orientar la investigación científica en el área de sanidad vegetal y animal en coordinación con el ente rector de investigación.

Art. 10.- Destino de los incentivos. - La Autoridad Agraria Nacional establecerá los siguientes incentivos para:

b) Establecimiento y aplicación de acciones de promoción, difusión, capacitación y asistencia técnica destinados a la prevención, investigación, diagnóstico de enfermedades, plagas, trazabilidad (Asamblea Nacional, 2017, p.5).

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Título II. Derechos.

Capítulo segundo-Derechos del buen vivir. Sección segunda-Ambiente sano.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional (Plan del buen vivir, 2008).

TITULO I DISPOSICIONES GENERALES

Art. 1.- La formulación, fabricación, importación, registro, comercialización y empleo de plaguicidas y productos afines para la agricultura, se sujetarán a las disposiciones de la Constitución Política de la República y de la Ley.

Art. 2.- Para los efectos de esta Ley, plaguicida o producto afín es toda sustancia química, orgánica o inorgánica que se utilice sola, combinada o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repeler o mitigar insectos, hongos, bacterias, nematodos, ácaros, moluscos, roedores, malas hierbas o cualquier otra forma de vida que cause perjuicio directo o indirecto a los cultivos agrícolas, productos vegetales o plantas en general. La terminología técnica, así como la clasificación que se deba tener de los plaguicidas deberán constar en el correspondiente Reglamento.

Art. 3.- Para la clasificación de los plaguicidas y productos afines se establece los siguientes grupos: I-A.- Extremadamente tóxicos; Ib.- Altamente tóxico; II.- Moderadamente tóxico; y, III.- Ligeramente tóxico; la misma que se basa en la dosis letal media oral y dermal del tipo de formulación.

TITULO VI Del expendio, uso, aplicación, manejo de plaguicidas y productos afines y protección de operarios

Art. 21.- Los plaguicidas o productos afines se venderán al por mayor o al por menor para los fines indicados en su registro, únicamente en establecimientos autorizados para el efecto, cuyos propietarios permitirán y facilitarán las inspecciones de rigor por parte de los funcionarios del Ministerio de Agricultura y Ganadería debidamente identificados y autorizados. Estos establecimientos deberán contar con el asesoramiento

de un Ingeniero Agrónomo en libre ejercicio profesional, debidamente colegiado, que responderá solidariamente con el dueño del establecimiento en el caso de adulteración, conservación o transporte inadecuados de los plaguicidas y productos afines que se venden.

Art. 22.- El Ministerio de Agricultura y Ganadería recomendará el uso de plaguicidas y productos afines cuando no existan enemigos naturales de las plagas a controlar o cuando su población sea muy baja y de acción poco significativa, propendiéndose a la utilización de productos biodegradables (AGROCALIDAD, 2017).

CAPITULO 2 ASPECTOS METODOLOGÍCOS

2.1 Métodos

Método inductivo: Se efectuó la recolección de información basada en características cuantitativas de la reacción de la enfermedad Moniliasis, con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación mediante el respectivo análisis de resultados.

Método deductivo: Se evaluaron mediante la evolución e interpretación de las debidas variaciones que se pudieren presentar en las parcelas experimentales tomando en cuenta la respectiva frecuencia de aplicación de los productos siendo este el caso el análisis de la combinación de *Trichoderma spp.* con fungicidas convencionales, tomando en cuenta otros parámetros cuantitativos diversos

Método analítico: Este método fue utilizado para comprender la relación de eficacia entre los ingredientes activos establecidos sobre la severidad del daño causado por el hongo.

Método sintético: Se dio con el fin de interpretar de manera correcta de los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, Por otra parte permitirá establecer un debate referente a la hipótesis planteada y de más aspectos de relevancia que pudiera presentar la investigación.

2.1.1 Modalidad y tipo de investigación

El presente trabajo fue efectuado mediante una modalidad de tipo experimental en donde se verificaron condiciones de campo. Así mismo, se adoptó un enfoque investigativo mediante el análisis y evaluación de técnicas descriptivas y características tanto cualitativas como cuantitativas, cuyo fin fue el de estimar la afectación, incidencia y severidad del daño en los frutos o mazorcas causadas por el hongo de la moniliasis, Por otra parte, se planteó con el fin de llevar a cabo la evaluación de la eficacia que presente la combinación de controladores biológicos como *Trichoderma spp* con fungicidas sintéticos convencionales

2.1.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación que se utilizó fue exploratoria y experimental ya que mediante una evaluación se obtendrán datos de las variables como incidencia y severidad del daño y su respuesta a la aplicación de diferentes moléculas químicas combinados con el uso de microorganismos benéficos como es (*Trichoderma spp*).

2.1.3 Diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo mediante un diseño de bloques completos al azar, el cual consta de 4 tratamientos y 4 repeticiones, utilizando un diseño cuadrado latino replicado, en donde se evaluo las variables dependientes a partir de la eficiencia en el manejo de diferentes moléculas controladores de moniliasis.

El análisis de datos se realizó mediante la utilización del software estadístico infostat. Llevando a cabo un análisis de Varianza (ANDEVA), y los datos de las medias fueron analizados mediante la prueba de **Tukey** al 5% de probabilidad

2.2 Variables

2.2.1 Variable independiente

Eficacia en el control de moniliasis mediante la combinación de fungicidas sintéticos y *Trichoderma spp* en Cacao.

2.2.2 Variables dependientes

2.2.2.1 Incidencia inicial de la enfermedad (%)

Se llevo a cabo la evaluación de los frutos teniendo en cuenta cantidad de mazorcas sanas y número de mazorcas enfermas, dicha mediciones fueron realizadas al inicio de los tratamientos en los árboles ubicados dentro de cada parcela. Es necesario indicar que se tomó en cuenta para dicha evaluación solo aquellos frutos que hayan logrado alcanzar su madurez fisiológica respectiva, para posteriormente ser eliminados y retirados del área de estudio.

Para el análisis del porcentaje de incidencia de la enfermedad se utilizó la

siguiente formula: (Lectong, Chavez, España, & Velez, 2019)

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Numero de frutos enfermos}}{\text{Numero total de frutos}} \times 100$$

2.2.2.2 Incidencia Post aplicación de los tratamientos

Para el análisis de esta variable se llevó a cabo el respectivo conteo inicial de las mazorcas presentes en cada planta evaluada, Así mismo, se plantea evaluar con frecuencia de 3 semanas la evolución de las mazorcas con el fin de verificar cuantas mazorcas o frutos son infestados por moniliasis

2.2.2.3 Severidad (%)

Para la evaluación de daño ocasionado por moniliasis en cacao se estableció la evaluación de 6 plantas de cada parcela experimental, tomando mazorcas provenientes de cada una de las plantas evaluadas y se realizara la verificación de la severidad del daño de las mazorcas. Para lo cual se plantea la siguiente formula.

$$S = \frac{\sum(Ni * Ei)}{N * V_E} \times 100$$

2.2.2.4 Escala de severidad del daño ocasionado por la moniliasis

La escala de severidad de síntomas externos y porcentaje del síntoma internos son los siguientes:

Tabla 2. Escala de severidad

| Fase | % de daños internos | Síntomas externos |
|------|---------------------|--|
| 0 | 0 | Mazorcas sanas |
| 1 | 1-20 | Aparición de puntos aceitosos |
| 2 | 21-40 | Madurez precoz |
| 3 | 41-60 | Presencia de mancha chocolate |
| 4 | 61-80 | Aparición de micelio, mancha parda |
| 5 | >81 | Aparición del micelio mancha chocolate |

La tabla muestra la escala de severidad.
Gallo, 2024

2.2.2.5 Numero de mazorcas enfermas por planta

Para la evaluación de la variable se realizó un conteo de mazorcas que presenten daños causados por moniliasis luego de la respectiva aplicación del fertilizante a los 30, 60 y 90 días.

2.2.2.6 Rendimiento

Para la respectiva medición de esta variable se tomaron 6 plantas de cada parcela experimental, las mismas que serán pesadas en una balanza gramera.

2.2.2.7 Análisis de presupuesto parcial.

Para el respectivo análisis de la variable de presupuesto parcial emitido por el CIMYT mediante la evaluación parcial de los costos de producción y rendimiento de los tratamientos durante el proceso de estudio.

2.3 Operacionalización de Variables

Tabla 6. Operacionalización de variables

| TEMA CENTRAL | OBJETIVO | DIMENSIÓN | INDICADOR | MATERIAL | TIEMPO | TIPO |
|--|---|---|------------------------------------|--|--|-------------|
| Evaluación de la combinación de fungicidas químicos con Trichoderma spp para el control de moniliasis en cultivos de cacao, Naranjal-Guayas | Evaluar la eficiencia del uso y combinación de diferentes métodos de control fúngico de moniliasis en cultivos de cacao CCN-51 para la zona de San Carlos, Cantón Naranjal Provincia del Guayas | Incidencia de moniliasis en cultivos de cacao CCN-51 | Mazorcas afectadas | Número de mazorcas sanas por planta | Después de cada aplicación en decir a los 30, 60 y 90 días | Descriptivo |
| | | | Cambios en la morfología del fruto | Numero de mazorcas infestadas por moniliasis | Después de cada aplicación em decir a los 30, 60 y 90 días | Descriptivo |
| | | Estimación del daño causado por moniliasis en cacao variedad CCN-51 | Necrosis em frutos | Lesiones em frutos | Después de cada aplicación em decir a los 30, 60 y 90 días | Descriptivo |
| | | | Manchas pardas | Lesiones em frutos | Después de cada aplicación em decir a los 30, 60 y 90 días | Descriptivo |
| | | Presencia de frutos afectados por moniliasis em cacao | Presencia de micelios y polvos | Lesiones em frutos | Después de cada aplicación em decir a los 30, 60 y 90 días | Descriptivo |

Alvarado, 2024

2.4 Población y muestra

2.4.1 Población.

EL presente trabajo de investigación constó de 32 parcelas experimentales, teniendo como base 4 tratamientos y 4 repeticiones, así mismo se plantea en desarrollar una réplica del experimento respectivamente

2.4.2 Muestra

Para el presente análisis fueron seleccionadas cinco plantas en cada parcela experimental con la finalidad de llevar a cabo la evaluación de las variables antes mencionadas. Referentes a la presencia y daño causado por moniliasis en cacao tipo CCN-51.

2.5 Técnicas de recolección de datos

Para la respectiva obtención de datos fueron seleccionadas 4 plantas en cada una de las parcelas experimentales, en donde se utilizó un diseño cuadrado latino replicado, con el uso de 4 tratamiento y 4 repeticiones en cada parcela demostrativa. Luego de ello se llevó a cabo un análisis de varianza para determinar cuál de los tratamientos es más efectivo para el manejo de moniliasis en cacao.

2.6 Diseño experimental

En el presente trabajo se utilizó un diseño cuadrado latino replicado conformado por 4 tratamiento cada uno con 4 repeticiones teniendo un total de 32 parcelas experimentales dentro del área de estudio.

Tabla 3 Esquema Experimental

| Fuente de variación | Fórmula | Desarrollo | Grados de libertad |
|---------------------|-----------------------|-----------------|--------------------|
| Tratamientos | (T-1) | (4-1) | 3 |
| Filas | (N-1) | (4-1) | 3 |
| Columna | (N-1) | (4-1) | 3 |
| Replica | r-1 | 2 | 1 |
| Error experimental | $((n-1)(r.n+1)-3)(3)$ | $((2(1(5))-3)$ | 21 |
| Total | $[(T * r) - 1]$ | $[(5 * 5) - 1]$ | 31 |

La tabla muestra el esquema experimental
Alvarado, 2024

2.7 Tratamientos

El presente trabajo de investigación contó con 1 tratamiento químico, 1 tratamiento biológico, la combinación o uso alternado de los dos métodos de control y el testigo absoluto. Como se describen a continuación.

Tabla 4 Tratamientos a evaluar

| Tratamientos | Ingredientes activos | Dosis/Ha | Dosis/bomba | Frecuencia de aplicación |
|--------------|---|---------------------|-------------|------------------------------------|
| T1 | Sulfato de cobre pentahidratado | 0.75 l/ha | 75ml | Cada 30 días |
| T2 | Trichoderma spp | 0.5 l/ha | 50 ml | Cada 30 días |
| T3 | Sulfa. Cobre pentahidra + trichoderma spp | 0.75 l/ha + 0.5 lha | 75ml + 50ml | Intervalos de 30 días c/aplicación |
| T4 | Testigo absoluto | - | - | - |

La tabla indica los tratamientos a evaluar Alvarado, 2024

2.8 Estadística descriptiva e inferencial

Para la respectiva valoración estadística de los datos generados mediante la medición de cada variable se efectuó el respectivo análisis de varianza (ANOVA), previo a un análisis de distribución normal y homocedasticidad de los residuales. El modelo de ANOVA utilizado se da teniendo en cuenta el respectivo diseño experimental en donde se comprobará si existe diferencia significativa entre los tratamientos mediante la prueba de Tukey.

2.9 Delimitación del Experimento

Tabla 5 Delimitación del Experimento

| Diseño del experimento | |
|---|----------|
| Variable | Unidades |
| Número de tratamientos | 4 |
| Número de repeticiones | 4 |
| Número de replicaciones | 2 |
| Número total de unidades experimentales | 32 |

| | |
|-----------------------------------|---------------------|
| Número de plantas por hilera | 5 |
| Número De hileras por parcela | 4 |
| Número de plantas por parcela | 20 |
| Distancia entre plantas | 2.75 m |
| Distancia entre hileras m | 2.75 m |
| Separación entre bloques | 5.5 m |
| Separación entre parcelas | 5.5 m |
| Forma de la parcela | Rectangular |
| Largo de parcela m | 8.25 m |
| Ancho de parcela m | 8.25 m |
| Área de la parcela m ² | 7991 m ² |

La tabla muestra delimitación del experimento
Alvarado, 2024

2.10 Manejo del ensayo.

Para el presente trabajo de investigación se efectuó la evaluación del efecto de la aplicación de *Trichoderma spp* y sulfato de cobre pentahidratado con intervalos de frecuencia de aplicación de 30 días entre cada aplicación, plantaciones de cacao de un promedio de 6 años de tipo CCN- 51, ubicado en la parroquia San Carlos, recinto Virgen del Mar de la jurisdicción del cantón Naranjal, Provincia del Guayas.

Las respectivas aplicaciones al follaje de los cultivos se desarrollaron mediante la utilización de una bomba de motor con ancho de gota número 4 respectivamente.

Las evaluaciones en las mazorcas se dieron mediante la inspección visual directa en campo con la finalidad de seleccionar y evaluar los daños efectuados por la presencia de la infección causada por moniliasis en cultivos de cacao.

Para los tratamientos combinados mediante el uso de sulfato de cobre pentahidratado con *Trichoderma* estos fueron realizados mediante aplicaciones intercaladas con intervalos de 30 días cada uno. Con la finalidad de no afectar las cepas de *Trichoderma* utilizadas con el uso de fungicida químico.

RESULTADOS

El presente trabajo de investigación fue realizado en el recinto Virgen del mar perteneciente a la parroquia San Carlos del Cantón Naranjal, en un cultivo de cacao tipo CCN-51 con una edad promedio de 7 años, el experimento se llevó a cabo empleando el uso de *T. harzianun*, sulfato de cobre pentahidratado, el uso combinado de ambos y un testigo absoluto, por otra parte, se empleó un diseño cuadrado latino replicado con 32 parcelas experimentales.

Para la respectiva toma de datos se utilizaron seis plantas de cada parcela experimental tomadas en el interior de la parcela, dejando las plantas de los bordes sin evaluar, con la finalidad de evitar el efecto borde asegurando la veracidad del dato.

La incidencia de la enfermedad en el predio evaluado es relativamente alta tomando como referencia el número de mazorcas sanas y el número de mazorcas enfermas.

Efecto de las alternativas de manejo propuestas a través de la incidencia de la moniliasis en el cultivo de cacao.

Para dar a conocer el nivel de incidencia dando respuesta al objetivo uno, la presente investigación hace referencia al análisis inicial previo a la aplicación de los tratamientos para determinar la cantidad de mazorcas afectadas por el hongo causante de la enfermedad de moniliasis en cultivo de cacao, contrastándola con la medición al final del periodo de evaluación.

Incidencia Inicial

Para los datos de incidencia inicial se plantean como resultado de la evaluación al principio del experimento (previa aplicación de los tratamientos), donde se evaluaron los datos, en lo cual es posible indicar que existió una distribución normal, en los cuales no se encontró diferencia significativa entre los productos evaluados para incidencia de moniliasis, como se muestra a continuación.

Tabla N° 6 Incidencia inicial de la enfermedad

| N° Tratamientos | Ingrediente Activo | Número De Mazorcas Sanas | Número De Mazorcas Enfermas | Total De Mazorcas | Incidencia Inicial (%) |
|-----------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------|------------------------|
| T1 | Sulfato de cobre | 11.69 a | 7.59 a | 19.30 a | 39.24 a |
| T2 | Trichoderma | 12.3 a | 7.30 a | 19.64 a | 37.34 a |
| T3 | Trichoderma + Sulfato de cobre | 11.85 a | 6.69 a | 19.55 a | 36.15 a |
| T4 | Testigo Absoluto | 11.91 a | 7.33 a | 19.46 a | 38.69 a |
| | Significancia ANOVA | Ns | Ns | Ns | Ns |
| | Coef. Variación % | 14.6 | 16.63 | 9.92 | 15.47 |

T3: tratamiento con aplicaciones intercaladas en cada ciclo de fumigación

ns Diferencias no significativas ($p>0.05$)

Columnas con letras iguales no difieren significativamente de acuerdo a Tukey ($p>0.05$)

Elaborado por el Autor, 2024

De acuerdo con la Tabla 6, los datos muestran un alto índice de incidencia de la moniliasis previo a las aplicaciones en donde presuntamente existe influencia del tipo de suelo (arcilloso) con alto contenido de humedad, esto sumado a las condiciones ambientales de exceso de radiación solar y humedad relativa generan las condiciones propicias para el desarrollo de la enfermedad, motivo por el cual se hizo indispensable el desarrollo de la presente investigación.

Incidencia final (%)

Para la medición de esta variable se tomó como referencia la evaluación al final del experimento (90 días después de la aplicación), en donde se muestra que los tratamientos presentan diferencias estadísticas significativas mostrándose el tratamiento químico como mejor controlador de la enfermedad como se muestra en la Tabla 7, sin embargo cabe destacar que el uso de microorganismos biológicos podrían mejorar las condiciones a largo plazo actuando de forma preventiva en futuros ciclos de producción.

Tabla N° 7 Incidencia final de moniliasis en cacao

| N° Tratamientos | Ingrediente Activo | Numero De Mazorcas Sanas | Numero De Mazorcas Enfermas | Total De Mazorcas | Incidencia Inicial |
|-----------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------|--------------------|
| T1 | Sulfato de cobre | 21.19 b | 2.73 a | 23.91 a | 11.43 a |
| T2 | Trichoderma | 22.99 b | 5.60 b | 28.99 b | 19.43 b |
| T3 | Trichoderma + Sulfato de cobre | 21.24 b | 6.24 b | 27.48 ab | 22.64 b |

| | | | | | |
|----|---------------------|---------|--------|----------|---------|
| T4 | Testigo Absoluto | 17.26 a | 8.33 c | 25.75 ab | 33.39 c |
| | Significancia ANOVA | * | * | * | * |
| | Coef. Variación % | 12.69 | 17.88 | 10.37 | 18.3 |

T3: tratamiento con aplicaciones intercaladas en cada ciclo de fumigación

* Diferencias significativas ($p > 0.05$)

Columnas con letras iguales no difieren significativamente de acuerdo a Tukey ($p > 0.05$)

Elaborado por el Autor, 2024

La incidencia de la moniliasis post aplicación de los tratamientos muestra una reducción considerable de la enfermedad causada por *M. royeri* en cultivos de cacao establecidos CCN-51 en lo referente al uso de productos químicos, tomando como referencia la rápida asimilación de las plantas a moléculas químicas actuando de manera preventiva y curativa hacia la enfermedad, sin embargo se aconseja el uso de microorganismos antagonistas en tratamientos a largo plazo, por otra parte en cuanto a lo referente al uso intercalado entre Microorganismos antagonistas y productos químicos no muestran significancia en los resultados con referencia al tratamiento 2, por lo cual es recomendable el no uso de estos, ya que podría afectar al óptimo desempeño de dichos antagonistas inhibiendo su capacidad de reproducción.

Grado de severidad de la enfermedad en los tratamientos en proceso de estudio, mediante la escala respectiva.

Para la medición de este objetivo se tomaron evaluaciones al inicio intermedio y periodo final de evaluación cuya finalidad es de evidenciar el proceso de afectación de la enfermedad en las mazorcas enfermas, mostrando los datos en porcentajes.

Severidad (%)

Para la medición de la variable índice de severidad (%) se tomaron mazorcas de cacao en diferentes estadios de desarrollo para medir el daño causado por la moniliasis en cacao utilizando la escala de severidad en donde se utilizaron promedios de 0%, 15%, 30%, 50, 70, >80% de afectación de la enfermedad en la mazorca, habiendo variación significativa entre la medición de severidad a la mitad del periodo de evaluación y al final de este, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 8 Severidad de *M. royeri* para los tratamientos evaluados

| N° Tratamientos | Ingrediente Activo | Severidad Inicial | Severidad Intermedia | Severidad Final |
|-----------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|-----------------|
| T1 | Sulfato de cobre | 39.75 a | 20.00 a | 7.50 a |
| T2 | Trichoderma | 42.50 ab | 23.50 a | 9.00 a |
| T3 | Trichoderma + Sulfato de cobre | 43.00 ab | 27.50 a | 9.00 a |
| T4 | Testigo Absoluto | 51.00 b | 37.58 b | 60.20 b |
| | Significancia ANOVA | * | * | * |
| | Coef. Variación % | 14.62 | 24.24 | 9.00 |
| | p. value | 0.0158 | 0.0003 | <0.0001 |

T3: tratamiento con aplicaciones intercaladas en cada ciclo de fumigación

ns Diferencias no significativas ($p>0.05$)

* Diferencias significativas ($p>0.05$)

Columnas con letras iguales no difieren significativamente de acuerdo a Tukey ($p>0.05$)

Elaborado por el Autor, 2024

De acuerdo con los datos estimados para el uso de fungicidas químicos y *Trichoderma* no existe variación significativa mostrándose una reducción en la severidad del ataque de moniliasis sobre frutos de cacao generando un anejo efectivo de la enfermedad, cabe indicar que la evaluación fue determinada en época de inicio del periodo invernal.

Relación beneficio costo entre los tratamientos evaluados.

Número de mazorcas sanas

Para la variable número de mazorcas sanas se desarrollaron evaluaciones con intervalos de tres semanas cada una mostrándose significancia entre los tratamientos notándose menor índice de producción en el testigo absoluto presuntamente por el efecto de la presencia del hongo *M. royeri*.

Tabla N° 9 Numero de mazorcas sanas

| N° Tratamientos | Ingrediente Activo | 1era Evaluación | 2da Evaluación | 3Era Evaluación | 4ta Evaluación |
|-----------------|--------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| T1 | Sulfato de cobre | 11.69 a | 14.06 ab | 14.92 b | 21.15 b |
| T2 | Trichoderma | 12.31 a | 15.72 b | 16.19 b | 23.02 b |
| T3 | Trichoderma + Sulfato de cobre | 11.85 a | 14.79 ab | 14.96 b | 21.10 b |
| T4 | Testigo Absoluto | 11.92 a | 12.67 a | 12.15 a | 17.19 a |
| | Significancia ANOVA | ns | * | * | * |
| | Coef. Variación % | 36.24 | 34.54 | 28.93 | 29.18 |
| | P valor | --- | 0.0223 | 0.0001 | <0.001 |

T3: tratamiento con aplicaciones intercaladas en cada ciclo de fumigación

ns Diferencias no significativas ($p>0.05$)
 * Diferencias significativas ($p>0.05$)
 Columnas con letras iguales no difieren significativamente de acuerdo a Tukey ($p>0.05$)
 Elaborado por el Autor, 2024

La tabla anterior muestra el efecto de productos químicos y biológicos sobre el manejo fitosanitario del cultivo de cacao mostrándose diferencias significativas entre los tratamientos en estudio a partir de la segunda evaluación dando a prever que el uso de dichos productos son capaces de disminuir en gran medida la incidencia de hongo sobre el rendimiento del cultivo.

Número de mazorcas enfermas

Para la medición de esta variable se realizaron evaluaciones periódicas durante un periodo de tres meses en los cuales se tomaron mazorcas y se midió el índice de afectación o que presenten lesiones, malformaciones u otro signo visible causado por el hongo de *M. royeri* en plantaciones comerciales de cultivo de cacao CCN 51.

Tabla N° 10 Número de mazorcas enfermas

| N° Tratamientos | Ingrediente Activo | 1era Evaluación | 2da Evaluación | 3Era Evaluación | 4ta Evaluación |
|-----------------|--------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| T1 | Sulfato de cobre | 7.60 a | 5.38 a | 4.21 a | 2.73 a |
| T2 | Trichoderma | 7.51 a | 4.90 a | 3.81 a | 5.50 b |
| T3 | Trichoderma + Sulfato de cobre | 6.69 a | 4.48 a | 3.58 a | 6.23 b |
| T4 | Testigo Absoluto | 7.54 a | 5.02 a | 4.02 a | 8.52 c |
| | Significancia ANOVA | Ns | Ns | Ns | * |
| | Coef. Variación % | 23.4 | 26.7 | 28.01 | 26.6 |
| | P valor | ---- | ---- | ----- | <0.001 |

T3: tratamiento con aplicaciones intercaladas en cada ciclo de fumigación
 ns Diferencias no significativas ($p>0.05$)
 * Diferencias significativas ($p>0.05$)
 Columnas con letras iguales no difieren significativamente de acuerdo a Tukey ($p>0.05$)
 Elaborado por el Autor, 2024

El respectivo análisis muestra de manera positiva un decrecimiento del número de mazorcas afectadas por el hongo especialmente en el tratamiento a base de sulfato de cobre, maximizando de esta manera el control del hongo sobre el resto de tratamientos, sin embargo se debe tener en cuenta que el control en la última evaluación genera presenta datos positivos para el uso de microorganismos antagonistas dejando abierta la brecha para la investigación y aprovechamiento de técnicas agroecológicas más sanas para el ambiente.

Eficacia de control

Para esta variable se utilizó la fórmula de Abbott, que es capaz de evidenciar si el uso de un determinado producto sea este químico o biológico es eficaz sobre el manejo de una determinada plaga o enfermedad respectivamente, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 11 Eficacia de control

| N° Tratamientos | Ingrediente Activo | Severidad Final | Eficacia (%) |
|-----------------|--------------------------------|-----------------|--------------|
| T1 | Sulfato de cobre | 7.50 | 87.54 |
| T2 | Trichoderma | 9.00 | 85.05 |
| T3 | Trichoderma + Sulfato de cobre | 9.00 | 85.05 |
| T4 | Testigo Absoluto | 7.50 | 0.00 |

T3: tratamiento con aplicaciones intercaladas en cada ciclo de fumigación
Eficacia evaluada basado al nivel de severidad al final del tratamiento
Elaborado por el Autor, 2024

Los tratamientos dieron un resultado de 70% de eficacia, lo cual se puede considerar un índice de eficacia intermedio para cada uno de estos, debido a que según Abbott un producto es altamente eficaz si sobrepasa el 80% (Sudo, Yamanaka, & Miyai, 2019)

Peso del grano (g)

Para la medición de esta variable se tomaron seis mazorcas por parcela experimental la misma se realizó el pesado de las semillas el verde con pulpa y testa, posteriormente se procedió al fermentado de la semilla durante tres días en fundas de yute, posteriormente se realizó el secado de estas al sol hasta que alcancen el grado de secado comercial (entre 8 y 12 % de humedad) para posteriormente ser pesada en una balanza gramera.

Tabla N° 12 Peso del grano seco por mazorca

| N° Tratamientos | Ingrediente Activo | Peso de los granos (g) |
|-----------------|--------------------------------|------------------------|
| T1 | Sulfato de cobre | 30.48 a |
| T2 | Trichoderma | 29.15 a |
| T3 | Trichoderma + Sulfato de cobre | 30.50 a |
| T4 | Testigo Absoluto | 28.73 a |
| | Significancia ANOVA | Ns |
| | Coef. Variación % | 6.16 |

T3: tratamiento con aplicaciones intercaladas en cada ciclo de fumigación
ns Diferencias no significativas ($p > 0.05$)

Columnas con letras iguales no difieren significativamente de acuerdo a Tukey ($p>0.05$)
Elaborado por el Autor, 2024

Luego de haber realizado el respectivo análisis los datos no muestran diferencias significativas entre los tratamientos por lo cual es posible indicar que el uso de microorganismos para manejo de *M. royeri* o productos químicos no tienen influencia sobre el peso de los granos en seco, como se mostró en la tabla anterior.

Rendimiento (kg)

Para la medición de esta variable se tomó como referencia el número de mazorcas emitidas durante el proceso de evaluación, lo cual expresa que el grado de significancia entre los tratamientos evaluados no establece diferencia estadística, sin embargo, en el caso del testigo absoluto en el que no se realizó ningún control el rendimiento fue menor lo cual podría ser consecuencia de porcentaje de fruto que se pierde por afectación del hongo *M. royeri* como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 13 Rendimiento

| N° Tratamientos | Ingrediente Activo | Rendimiento |
|-----------------|--------------------------------|-------------|
| T1 | Sulfato de cobre | 1517.65 a |
| T2 | Trichoderma | 1584.60 a |
| T3 | Trichoderma + Sulfato de cobre | 1528.95 a |
| T4 | Testigo Absoluto | 1168.68 b |
| | Significancia ANOVA | * |
| | Coef. Variación % | 14.44 |
| | P valor | 0.0027 |

T3: tratamiento con aplicaciones intercaladas en cada ciclo de fumigación

* Diferencias significativas ($p>0.05$)

Medias con letras iguales no difieren significativamente de acuerdo a Tukey ($p>0.05$)

Elaborado por el Autor, 2024

Relación beneficio costo

Para la variable de relación costo beneficio se tomaron los ingresos estimados en la capacidad de producción, precio de kilogramo en dólares y el nivel de egresos para cada uno de los tratamientos generando de esta manera una variación mínima entre el impacto de cada tratamiento sobre la rentabilidad del cultivo.

Tabla N° 14 Relación beneficio costo

| | T1 | T2 | T3 | T4 |
|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ingresos | | | | |
| Productividad | 1517.65 | 1584.6 | 1528.95 | 1168.68 |
| P. Ajustado (-10%) | 1365.88 | 1426.14 | 1376.05 | 1050.81 |
| Precio de venta | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 |
| Ingresos por venta | 8468.45 | 8842.07 | 8531.51 | 6515.02 |
| Egresos | | | | |
| Mano de obra | 2700 | 2700 | 2700 | 2700 |
| Fertilización | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| Control de malezas | 112 | 112 | 112 | 112 |
| Poda | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| Aplicación de fungicidas | | | | |
| <i>Trichoderma</i> | | 480 | 240 | 0 |
| Sulfato de cobre | 210 | | 105 | |
| Uso de insecticidas | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cosecha | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Otros gastos | 300 | 300 | 300 | 300 |
| Egresos totales | 5722 | 5992 | 5857 | 5512 |
| Beneficios totales | 2748.45 | 2850.07 | 2674.51 | 1003.02 |
| Rentabilidad (%) | 33 | 32 | 31 | 31 |
| Relación beneficio costo | 1.48 | 1.48 | 1.46 | 1.18 |

Elaborado por el Autor, 2024

DISCUSIÓN

Para medir el efecto de los tratamientos en campo abierto se utiliza la metodología planteada por Soliz-Hidalgo y Suarez-Capello (2004) en donde utilizaron muestreo mediante un diseño experimental realizando evaluaciones dentro de un área útil determinada, en donde encontraron que no existía diferencia significativa entre los tratamientos de estudios al realizarse la evaluación inicial de la incidencia de la enfermedad corroborando con los resultados expuestos en la presente investigación, por otra parte, (Peñaherrera, Solis, Cedeño, Solorzano y Terrero, (2021), muestran una disminución significativa de la moniliasis desde la primera aplicación de los tratamientos a base de **Trichoderma**, presentando un porcentaje de disminución que superan el 50%, en tanto que el fungicida a base de cobre tan solo disminuyó un 26%.

De acuerdo con el uso de biocontroladores y productos químicos se tiene como referencia los datos emitidos por Soberanis (2009) no se mostró diferencia estadística alguna entre los tratamientos evaluados, sin embargo se estimó que el uso de antagonistas o biocontroladores del hongo causante de la moniliasis como **Trichoderma** presenta un promedio de afectación que oscila entre el 33% y 35%, no obstante, si presento diferencia con el testigo respectivamente cuyo promedio es supera el 50% de afectación, corroborando lo encontrado en la presente tesis de investigación, cuyos valores de eficiencia en control es mayor al 80% determinados mediante la aplicación de la fórmula de Abbot el mismo que establece que un índice de eficacia superior al 80% determina que el producto es altamente recomendable para su uso.

De acuerdo con lo establecido por Sudo, Yamanaka y Miyai (2019) para medir el grado de severidad de afectación de las mazorcas que se veían infectadas por **M. roleri** para cultivos de cacao tipo CCN-51 donde se plantea que en mazorcas en donde el grado de infección es superior al 25% del total de la mazorca esta tiende a interrumpir su desarrollo fisiológico natural, mientras que en mazorcas donde el grado de afectación es inferior a 25% durante los primeros 40 días de desarrollo de la mazorca estas terminan su desarrollo natural llegando a la cosecha en forma de prieto, corroborando lo dispuesto en la presente investigación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

De acuerdo con los datos evaluados es posible concluir que el efecto de cada uno de los tratamientos sobre la incidencia del hongo *M. royeri* causante de la enfermedad de moniliasis en cultivos de cacao el tratamiento que presentó mayor capacidad de control del hongo fue a base de Sulfato de cobre pentahidratado, sobre el tratamiento a base de *Trichoderma*, mientras que la combinación de químicos con *Trichoderma* mediante aplicaciones mensuales intercaladas el nivel de control no presento mayor control del hongo mas por el contrario el uso de aplicaciones químicas puede afectar la eficiencia del control del microorganismo benéfico.

En base a los datos obtenidos del análisis en la presente investigación estos presentaron severidad alta al inicio del periodo de estudio, luego de la aplicación de los tratamientos el que mejores resultados presento fue a base de sulfato de cobre reduciendo de manera considerable el grado de afectación causado por el hongo, sin embargo, no se puede aislar el hecho de que el tratamiento a base de aplicaciones de *Trichoderma* presento un control eficiente sobre el hongo causante de la moniliasis.

Para la evolución de la relación beneficio costo para los tratamientos evaluados se obtuvieron valores que sobrepasan los 60 centavos por cada dólar invertido esto debido al precio actual del cacao en el mercado.

RECOMENDACIONES

Llevar a cabo la evaluación de la incidencia de la enfermedad durante un periodo mínimo de un año con la finalidad de medir el efecto de estas sobre la enfermedad.

Determinar los momentos y medios de mayor fitopatogenisidad del hongo y realizar las pruebas durante aquel periodo para descartar errores en la toma de los datos.

Determinar áreas de mayor susceptibilidad del hongo dentro de la zona y

realizar la evaluación de individuos durante periodos determinados, con la finalidad de realizar un óptimo control preventivo de la enfermedad minimizando costos de producción maximizando la rentabilidad de las fincas.

Cronograma de actividades

| Actividades | Abril 2023 | Mayo 2023 | Junio 2023 | Julio 2023 | Agosto 2023 | Septiembre 2023 | Octubre 2023 | Noviembre 2023 | Diciembre 2023 | Enero 2024 | Febrero 2024 |
|--|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|--------------------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------|-----------------|
| Elaboración del anteproyecto | Yellow | | | | | | | | | | |
| Revisiones: tutor y estadística | Yellow | Yellow | | | | | | | | | |
| Sustentación y aprobación del anteproyecto | | | Magenta | Magenta | | | | | | | |
| Experimento en campo | | | | Orange | Orange | | | | | | |
| Recolección de datos | | | | Cyan | Cyan | | | | | | |
| Análisis de datos | | | | | | Red | Red | | | | |
| Culminación de tesis | | | | | | Teal | Teal | | | | |
| Revisión: tutor y estadística | | | | | | | | Green | Green | | |
| Sustentación y aprobación de tesis | | | | | | | | | | Purple | |
| Entrega de empastados y otros documentos | | | | | | | | | | Light Green | |
| Aprobación para apto a incorporarse | | | | | | | | | | | Blue |

Elaborado por: (Alvarado, 2024)

BIBLIOGRAFIA CITADA

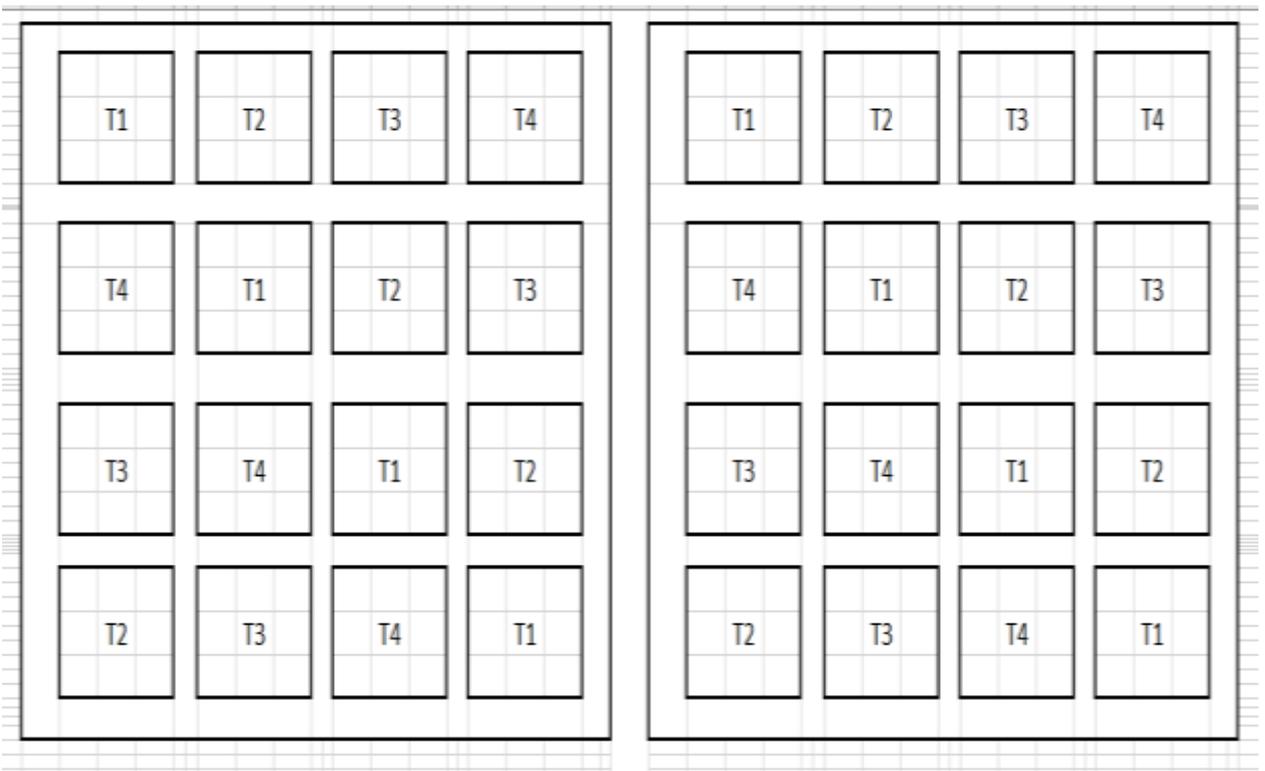
- Aikpokpodion, P., & Aikpokpodion, F. (2017). •Comparative studies on the prevalence of leaf spot diseases and the effects of *Cercospora cacao* on cocoa plantations in Edo and Ondo States, Nigeria. . *Journal of Plant Diseases and Protection*, 41.
- Alvarado-Barzallo, A., Amador-Sacoto, C., Farah-Asang, S., & Martillo-Garcia, J. (2022). Caracterización morfológica del cacao nacional "Theobroma cacao L." del cantón Naranjal, Ecuador. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 34(4), 80-97. Obtenido de <https://doi.org/10.>
- Anzules, V., Borja, R., Alvarado, L., Castro, V., & Julca, A. (2019). Control cultural, biologico y quimico de *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora* spp en *Theobroma cacao* L "CCN-51". *Scientia agropecuaria* , 511-520.
- Anzules, V., Pazmiño, E., Alvarado, L., Borja, R., Julca, N., Castro, V., & Julca, A. (2022). Incidencia de "cherelle wilt" y enfermedades fungosas en mazorcas de cacao 'CCN-51' en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. *Idesia* , 31 - 37.
- Arrazate, V. (2020). Efectividad de cepas nativas de *Trichoderma* spp, en el control de moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri*. *Investigacion en Ciencias Agrícolas* .
- Cadena, F., & Poma, E. (2022). Manejo de la moniliasis en cacao (*Moniliophthora roreri*) con la aplicacion de dos especies de *Trichoderma* . *Revista de investigacion e innovacion agropecuaria y de recursos naturales* , 1-6.
- Canchignia, H. (2019). *Actividad antagonista de Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (PGPR) a Moniliophthora perniciosa (Escoba de bruja) en Cacao (Theobroma cacao L.)*. Quevedo : Universidad Tecnica de Quevedo .
- Carrasco, D. (2019). Estudio comparativo de dos antagonistas sobre el agente causal *Monilia roreri* en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Universidad Agraria del Ecuador* .
- Cruz, M., & Davila, C. (2021). *Aplicación de fungicidas con diferentes dosis para el control de moniliasis (Moniliophthora roreri) en el cultivo del cacao (Theobroma cacao) en el sector Gualipe*. La Maná, Ecuador: Universidad Tcnica de Babahoyo.
- Delgado-Ospina, J., Molina-Hernandez, J., Cheves-Lopez, C., Romanazzi, G., & Poparella, A. (2021). The Role of Fungi in the Cocoa Production Chain and the Challenge of Climate Change. *Journal of fungi*, 1-25.
- Fister, A. S. (2018). The Monilinia diseases of stone fruits and almonds. *Fungal Biology*, 12(7), 650-672.
- Gallo, F. (2023). *Análisis de la incidencia y severidad de moniliasis (Moniliophthora roreri*

- L.) en la producción de cacao (*Theobroma cacao L*), Cantón Milagro. Guayaquil: Universidad Agraria Del Ecuador.
- Hernández, E., Leiva, S., & Oliva, S. (2019). Patogenicidad de cepas nativas de *Trichoderma* spp. contra *Moniliophthora roreri* en Amazonas, Peru. *Simbiosis Internacional de control biologico*, 1-12.
- Isai, D. (2012). Evaluacion de fungicidas siteicos y de contacto en el control de la moniliasis del cacao . *Colegio de posgraduados, Institucion de enseñanza e investigacion en ciencias agricolas* .
- Lectong, P., Chavez, J., España, C., & Velez, S. (2019). Evaluación de moniliasis (*Moniliophthora roreri* H.C Evans et al) en cacao en el Cantón Bolívar. *Revista Tecnologica de la Espol*, 1-5.
- Mamani, S. (2019). *Caracterizacion morfologica de arboles promisorios de cacao (theobroma cacao L.) con grados de tolerancia a Moniliasis (Moniliophthora roreri.) Municipio Palos Blancos - La Paz*. La Paz Bolibia : Universidad Mayor de San Andres .
- Masmela, J. (2019). Distribución potencial y nicho fundamental de *Moniliophthora* spp en cacao de América y África. *Agronomía Mesoamericana*, 659-667.
- Naula, A. (2023). Manejo de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) con aceite ionizado en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L*), canton Milagro Guayas. *Universidad Agraria del Ecuador*.
- Paladines-Rezabala, A., Moreira-Morrillo, A., Mieles, A., & Garces-Fiallos, F. (2022). Advances in understanding of the interaction between *Ceratocystis cacaofunesta* and *Xyleborus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) on cocoa trees. *Scientia agropecuaria* , 43-52.
- Paredes, M. (2017). El manejo fitosanitario dl cultivo de cacao nacional (*Theobroma cacao L*), y el rendimiento del mismo en la asociacion Kallari . *Universidad Tecnica de Ambato* .
- Peñaherrera, S., Solis, K., Cedeño, G., Solorzano, R., & Terrero, P. (2021). Aplicación de *Trichoderma* spp. para el Manejo de la Moniliasis del Cacao. *USFQ*, 61-64.
- Pilaloo, W., Perez, D., Alvarado, A., & Torres, S. (2021). Manejo agroecológico de la Moniliasis en el cultivo de cacao (*Theobroma*. *ALFA, revista de investigaciones en Ciencias Agronomicas y Veterinarias*, 453-468.
- Quintana, I. (2021). *Aplicacion de tres metodos para el control de Moniliasis (Moniliophthora roreri) en cacao, Canton Bucay Provincia del Guayas*. Guayaquil: Universidad Agraria Del Ecuador.
- Reatigue, A. (2022). "Tratamiento de la moniliasis en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*) utilizando un biocontrolador *Trichoderma harzianum* en el centro poblado

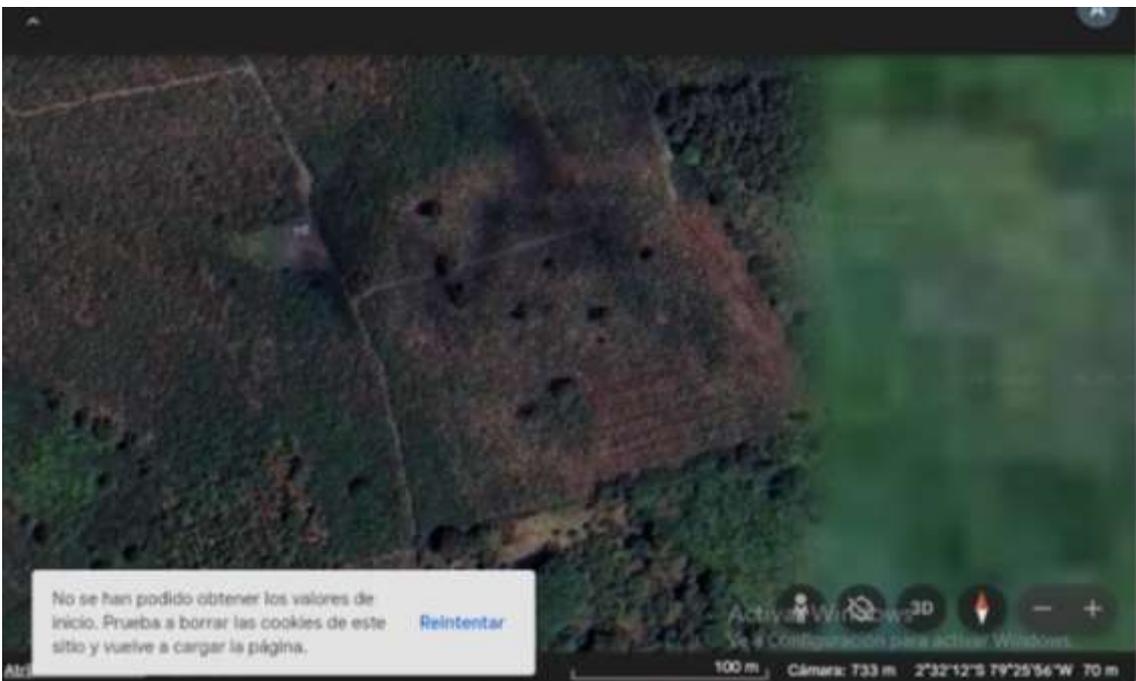
- de Macuya distrito de Tournavista, provincia de puerto inca – Huánuco, 2019 – 2020”. Huanuco - Peru: Universidad de Huanuco.
- Rodriguez, A. (2019). *Compatibilidad de fungicidas químicos, biológicos y de origen vegetal sobre el hongo benéfico Trichoderma harzianum, controlador de Fusarium oxysporum en plantas de tomate (Solanum lycopersicum)*. Bogota : Fundacion Universidad de Bogota.
- Roquillo, M. (2020). *Control químico y cultural de la moniliasis (Moniliophthora roreri Cif & Par) del cacao (Theobroma cacao L) en el estado Barinas*. Guayaquil: Universidad agraria Del Ecuador .
- Royaert, S. E. (2019). Control of Monilinia spp. on stone fruit crops with biological products. *Journal of Berry Research*, 9(1), 157-164.
- Rubini, M. (2018). Diversity of Trichoderma species in Brazilian citrus orchards and antagonism against the causal agents of the main diseases. *Bio control*.
- Rubini, M. R.-R. (2019). Diversity of Trichoderma species in Brazilian citrus orchards and antagonism against the causal agents of the main diseases. *BioControl*, 62(3), 365-377.
- Sanchez, F., Medina, M., Diaz, G., Ramos, R., Vera, J., Vasquez, V., . . . Onofre, R. (2015). Potencial sanitario y productivo de 12 clones de cacao en Ecuador. *Revista Fitotecnia Mexicana* , 265- 274.
- Santos, L. (2022). *Diversidad genetica de Trichoderma como agente biocontrolador de Moniliasis(Moniliophthora roreri) para la produccion sostenible de cacao nativo*. Lima-Peru: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Soberanis, M. (2009). Control de la moniliasis (Moniliophthora roreri (Cif & Par) Evans en cacao con trichoderma spp bajo condiciones de campo en Tinga María. *REvista Selva Alegre*.
- Soliz-Hidalgo, K., & Suarez-Capello, C. (2004). Uso de Trichoderma spp para control del complejo MoniliasisEscoba de Bruja del. *Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Tropical Pichilingue*, 3.
- Sudo, M., Yamanaka, T., & Miyai, S. (2019). Cuantificación de la eficacia de los plaguicidas a partir de múltiples ensayos de campo. *Ecology and Evolution*, 61(4), 450-456. doi:<https://doi.org/10.1002/1438-390X.12019>
- Teneguzñay, V. (2022). *Sensibilidad in vitro de Moniliophthora Roreri H C Evans, agente causal de la moniliasis del cacao (Theobroma cacao L.) a fungicidas de diferentes modos de acción*. Riobamba - Ecuador: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.
- Terrero, R., : Peñaherrera, S., Solis, Z., Vera, D., Navarrete, J., & Herrera, M. (2019). Compatibilidad in vitro de Trichoderma spp. con fungicidas de uso común en

- cacao (*Theobroma cacao* L.). *Investig. Agrar* 20(2):146-151. *investigacion Agraria*, 20(2), 146-151. Obtenido de <https://doi.org/10.18004/investig.a>
- Torres, M., Quevedo, J., Ortiz, C., Laguñez, J., Angel, D., & Perz, M. (2019). Control químico de la *Monilophthora roreri* en México. *Biotechnia*, 21(2), 55-61. Obtenido de <https://doi.org/10.18633/biotechnia.v21i2.906>
- Torres-De la Cruz, M., Mora-Aguilera, G., Ortiz-García, C., De la Cruz-Pérez, A., & Gaspar-Génico, Á. (2020). Flujos productivos determinan la estructura epidémica de la moniliasis del cacao en el sureste de México. *Revista Fitotecnia Mexico*, 421-431.
- Vásquez-García, J., Malqui-Ramos, R., & Vilca-Valqui, N. (2023). *Manual de manejo agronomico del cacao*. Lima: INIA.
- Vásquez-Hernández, A. L., Yandún, C. E., Hidalgo-Díaz, L., & Mendoza-Mendoza, A. (2021). Control of *Monilophthora roreri*, causal agent of cacao frosty pod rot, with fungicides and *Trichoderma* spp. in Ecuador. *Crop Protection*,.
- Villamil, J., Sierra, L., Olarte, Y., Mosquera, A., Fajardo, J., Pinzon, E., . . . Martinez, J. (2019). Integración de prácticas culturales y control biológico para el manejo de *Monilophthora roreri* CIF & PAR. *Revista Científica Agropecuaria*, 32(2), 13-25.
- Zurita, A. (2019). *Eficacia del pyraclostrobin para el control de moniliasis (Monilophthora roreri) y su efecto sobre la fisiología del cultivo de cacao*. Quito - Ecuador : Universidad Central Del Ecuador .

Anexos



Anexo : 1 Distribución de las parcelas experimentales



Anexo: 2. Ubicación geográfica del ensayo



Anexo 3 Identificación y toma de muestras



Anexo: 4 Toma de datos inicial



Anexo: 5 Toma de datos incidencia



Anexo: 6 Tratamiento a base de Trichoderma spp



Anexo: 7 Aplicación de los tratamientos



Anexo: 8 Aplicación de los tratamientos



Anexo: 9 Respuesta del cultivo



Anexo: 10 Respuesta del cultivo



Anexo: 11 Pesado de la mazorca



Anexo: 12 Pesado de la semilla en baba



Anexo: 13 Pesado de la semilla en seco



Anexo 14 Visita del tutor

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Numero de mazorcas sanas

Numero de mazorcas sanas

| Variable | N | R ² | R ² | Aj | CV |
|--------------------------|----|----------------|----------------|-------|----|
| Numero de mazorcas sanas | 32 | 0.35 | 0.04 | 14.60 | |

Datos desbalanceados en celdas.
Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-----------------|-------|----|-------|------|---------|
| Modelo | 34.44 | 10 | 3.44 | 1.13 | 0.3842 |
| Replica | 13.01 | 1 | 13.01 | 4.28 | 0.0510 |
| TRATAMIENTO | 1.62 | 3 | 0.54 | 0.18 | 0.9104 |
| Columna>rEPLICA | 9.49 | 3 | 3.16 | 1.04 | 0.3944 |
| Fila | 10.32 | 3 | 3.44 | 1.13 | 0.3584 |
| Error | 63.76 | 21 | 3.04 | | |
| Total | 98.20 | 31 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.42837

Error: 3.0361 gl: 21

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|-------------|--------|---|--------|
| T1 | 11.69 | 8 | 0.63 A |
| T3 | 11.85 | 8 | 0.63 A |
| T4 | 11.91 | 8 | 0.63 A |
| T2 | 12.30 | 8 | 0.63 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Numero de mazorcas enfermas

Numero de mazorcas enfermas

| Variable | N | R ² | R ² | Aj | CV |
|------------------------------|----|----------------|----------------|-------|----|
| Numero de mazorcas enferma.. | 32 | 0.60 | 0.41 | 16.63 | |

Datos desbalanceados en celdas.
Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-----------------|-------|----|-------|------|---------|
| Modelo | 46.33 | 10 | 4.63 | 3.16 | 0.0125 |
| Replica | 13.52 | 1 | 13.52 | 9.23 | 0.0062 |
| TRATAMIENTO | 4.05 | 3 | 1.35 | 0.92 | 0.4476 |
| Columna>rEPLICA | 18.64 | 3 | 6.21 | 4.24 | 0.0171 |
| Fila | 10.12 | 3 | 3.37 | 2.30 | 0.1063 |
| Error | 30.75 | 21 | 1.46 | | |
| Total | 77.08 | 31 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.68637

Error: 1.4642 gl: 21

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|-------------|--------|---|--------|
| T3 | 6.69 | 8 | 0.44 A |
| T2 | 7.30 | 8 | 0.44 A |
| T4 | 7.53 | 8 | 0.44 A |

T1 7.59 8 0.44 A
 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Total mazorcas

Total mazorcas

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------------|----|----------------|-------------------|------|
| Total mazorcas | 32 | 0.38 | 0.08 | 9.92 |

Datos desbalanceados en celdas.
 Para otra descomposición de la SC
 especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-----------------|---------|----|---------|---------|---------|
| Modelo | 46.65 | 10 | 4.67 | 1.28 | 0.3015 |
| Replica | 1.2E-03 | 1 | 1.2E-03 | 3.4E-04 | 0.9854 |
| TRATAMIENTO | 5.50 | 3 | 1.83 | 0.50 | 0.6840 |
| Columna>rEPLICA | 21.56 | 3 | 7.19 | 1.97 | 0.1486 |
| Fila | 19.59 | 3 | 6.53 | 1.79 | 0.1791 |
| Error | 76.43 | 21 | 3.64 | | |
| Total | 123.08 | 31 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.65868

Error: 3.6393 gl: 21

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|-------------|--------|---|--------|
| T3 | 18.55 | 8 | 0.69 A |
| T1 | 19.30 | 8 | 0.69 A |
| T4 | 19.46 | 8 | 0.69 A |
| T2 | 19.64 | 8 | 0.69 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Incidencia Inicial

Incidencia Inicial

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Incidencia Inicial | 32 | 0.54 | 0.32 | 15.47 |

Datos desbalanceados en celdas.
 Para otra descomposición de la SC
 especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-----------------|---------|----|--------|------|---------|
| Modelo | 833.95 | 10 | 83.39 | 2.43 | 0.0414 |
| Replica | 342.57 | 1 | 342.57 | 9.99 | 0.0047 |
| TRATAMIENTO | 46.92 | 3 | 15.64 | 0.46 | 0.7158 |
| Columna>rEPLICA | 285.57 | 3 | 95.19 | 2.78 | 0.0666 |
| Fila | 158.89 | 3 | 52.96 | 1.54 | 0.2324 |
| Error | 720.05 | 21 | 34.29 | | |
| Total | 1554.00 | 31 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=8.16077

Error: 34.2883 gl: 21

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|-------------|--------|---|--------|
| T3 | 36.13 | 8 | 2.12 A |
| T2 | 37.34 | 8 | 2.12 A |

| | | | | |
|----|-------|---|------|---|
| T4 | 38.69 | 8 | 2.12 | A |
| T1 | 39.24 | 8 | 2.12 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

INCIDENCIA FINAL

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Numero de mazorcas sanas1 | 32 | 0.60 | 0.41 | 12.69 |

Datos desbalanceados en celdas.
Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-----------------|--------|----|-------|------|---------|
| Modelo | 220.02 | 10 | 22.00 | 3.20 | 0.0119 |
| Replica | 17.70 | 1 | 17.70 | 2.57 | 0.1237 |
| TRATAMIENTO | 140.57 | 3 | 46.86 | 6.81 | 0.0022 |
| Columna>Replica | 49.69 | 3 | 16.56 | 2.41 | 0.0958 |
| Fila | 12.05 | 3 | 4.02 | 0.58 | 0.6322 |
| Error | 144.49 | 21 | 6.88 | | |
| Total | 364.51 | 31 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.65566

Error: 6.8804 gl: 21

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|-------------|--------|---|------|---|
| T2 | 22.99 | 8 | 0.95 | A |
| T3 | 21.24 | 8 | 0.95 | A |
| T1 | 21.19 | 8 | 0.95 | A |
| T4 | 17.26 | 8 | 0.95 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Severidad Inicial previo a la aplicación

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Severidad Inicial previo a.. | 32 | 0.54 | 0.31 | 26.47 |

Datos desbalanceados en celdas.
Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-----------------|---------|----|--------|------|---------|
| Modelo | 1982.81 | 10 | 198.28 | 2.42 | 0.0425 |
| Replica | 132.03 | 1 | 132.03 | 1.61 | 0.2184 |
| TRATAMIENTO | 396.09 | 3 | 132.03 | 1.61 | 0.2172 |
| Columna>Replica | 1283.59 | 3 | 427.86 | 5.22 | 0.0075 |
| Fila | 171.09 | 3 | 57.03 | 0.70 | 0.5653 |
| Error | 1722.66 | 21 | 82.03 | | |
| Total | 3705.47 | 31 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=12.62257

Error: 82.0313 gl: 21

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|-------------|--------|---|------|---|
| T2 | 30.63 | 8 | 3.28 | A |
| T3 | 32.50 | 8 | 3.28 | A |
| T1 | 33.75 | 8 | 3.28 | A |

T4 40.00 8 3.28 A
 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Severidad Intermedia (45 días)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Severidad Intermedia (45 .. | 32 | 0.64 | 0.48 | 31.03 |

Datos desbalanceados en celdas.
 Para otra descomposición de la SC
 especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-----------------|---------|----|--------|------|---------|
| Modelo | 1512.50 | 10 | 151.25 | 3.81 | 0.0047 |
| Replica | 78.13 | 1 | 78.13 | 1.97 | 0.1755 |
| TRATAMIENTO | 1059.38 | 3 | 353.13 | 8.89 | 0.0005 |
| Columna>Replica | 234.38 | 3 | 78.13 | 1.97 | 0.1500 |
| Fila | 140.63 | 3 | 46.88 | 1.18 | 0.3413 |
| Error | 834.38 | 21 | 39.73 | | |
| Total | 2346.88 | 31 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=8.78474

Error: 39.7321 gl: 21

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|-------------|--------|---|----------|
| T2 | 15.00 | 8 | 2.28 A |
| T1 | 15.00 | 8 | 2.28 A |
| T3 | 22.50 | 8 | 2.28 A B |
| T4 | 28.75 | 8 | 2.28 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Severidad Final (90 días)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Severidad Final (90 .. | 32 | 0.97 | 0.96 | 14.50 |

Datos desbalanceados en celdas.
 Para otra descomposición de la SC
 especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-----------------|---------|----|---------|--------|---------|
| Modelo | 8525.00 | 10 | 852.50 | 68.20 | <0.0001 |
| Replica | 12.50 | 1 | 12.50 | 1.00 | 0.3287 |
| TRATAMIENTO | 8437.50 | 3 | 2812.50 | 225.00 | <0.0001 |
| Columna>Replica | 37.50 | 3 | 12.50 | 1.00 | 0.4123 |
| Fila | 37.50 | 3 | 12.50 | 1.00 | 0.4123 |
| Error | 262.50 | 21 | 12.50 | | |
| Total | 8787.50 | 31 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.92735

Error: 12.5000 gl: 21

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|-------------|--------|---|--------|
| T3 | 15.00 | 8 | 1.28 A |
| T2 | 15.00 | 8 | 1.28 A |
| T1 | 15.00 | 8 | 1.28 A |
| T4 | 52.50 | 8 | 1.28 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Peso de granos

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Peso de semillas secas por.. | 32 | 0.27 | 0.00 | 6.16 |

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-----------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo | 25.62 | 10 | 2.56 | 0.77 | 0.6596 |
| Replica | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | >0.9999 |
| TRATAMIENTO | 19.55 | 3 | 6.52 | 1.95 | 0.1530 |
| Columna>Replica | 0.00 | 3 | 0.00 | 0.00 | >0.9999 |
| Fila | 6.06 | 3 | 2.02 | 0.60 | 0.6198 |
| Error | 70.31 | 21 | 3.35 | | |
| Total | 95.93 | 31 | | | |

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.55012

Error: 3.3482 gl: 21

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|-------------|--------|---|--------|
| T3 | 30.50 | 8 | 0.66 A |
| T1 | 30.48 | 8 | 0.66 A |
| T2 | 29.15 | 8 | 0.66 A |
| T4 | 28.75 | 8 | 0.66 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Rendimiento Kg/Ha

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Rendimiento en Kilogramos | 32 | 0.59 | 0.40 | 14.44 |

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-----------------|------------|----|-----------|------|---------|
| Modelo | 1350572.28 | 10 | 135057.23 | 3.08 | 0.0143 |
| Replica | 101903.55 | 1 | 101903.55 | 2.33 | 0.1422 |
| TRATAMIENTO | 864564.29 | 3 | 288188.10 | 6.58 | 0.0026 |
| Columna>Replica | 262979.82 | 3 | 87659.94 | 2.00 | 0.1448 |
| Fila | 121124.61 | 3 | 40374.87 | 0.92 | 0.4477 |
| Error | 920349.75 | 21 | 43826.18 | | |
| Total | 2270922.03 | 31 | | | |

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=291.75947

Error: 43826.1788 gl: 21

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|-------------|---------|---|---------|
| T2 | 1584.60 | 8 | 75.84 A |
| T3 | 1528.95 | 8 | 75.84 A |
| T1 | 1517.65 | 8 | 75.84 A |
| T4 | 1168.68 | 8 | 75.84 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)