



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Proyecto de Investigación previo a la
Obtención del título de Ingeniera
Agropecuaria.

Título Proyecto de Investigación:

“EFICACIA DEL FUNGICIDA (Mancozeb 800 g/kg WP) PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA (*Micosphaerella fijiensis*) EN EL CULTIVO DE BANANO (*Mussa acuminata* AAA. Variedad Williams enano)”.

Autor:

LUIS ALEJANDRO BAUTISTA PALMA

Director del proyecto de Investigación:

ING.AGR. GERARDO FRANCISCO SEGOVIA FREIRE

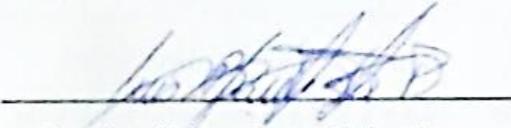
QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.

Yo, **Bautista Palma Luis Alejandro**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

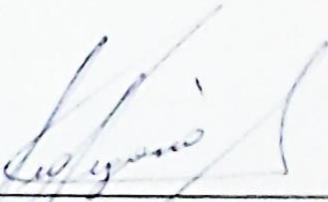
La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Bautista Palma Luis Alejandro
C.C. 093105694-9
AUTOR

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

El suscrito, **Ing. Gerardo Segovia Freire**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Bautista Palma Luis Alejandro**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado: **“EFICACIA DEL FUNGICIDA (Mancozeb 800 g/kg WP) PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA (*Micosphaerella fijiensis*) EN EL CULTIVO DE BANANO (*Mussa acuminata* AAA. Variedad Williams enano)”**, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Ing. Gerardo Segovia Freire
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, siguiendo las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, el suscrito **Ing. Gerardo Segovia Freire**, en calidad de Director del Proyecto de Investigación de Grado “**EFICACIA DEL FUNGICIDA (Mancozeb 800 g/Kg WP) PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA (*Micosphaerella fijiensis*) EN EL CULTIVO DE BANANO (*Mussa acuminata* AAA. Variedad Williams enano)**”, de autoría de la estudiante **Bautista Palma Luis Alejandro**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es del, 7%, el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.

URKUND	
Documento	Tesis Banano Bautista.docx (D29183845)
Presentado	2017-06-05 20:46 (-05:00)
Presentado por	Veliz Zamora Diana Veronica (dveliz@uteq.edu.ec)
Recibido	gsegovia.uteq@analysis.orkund.com
Mensaje	Tesis Banano Bautista Análisis Urkund Mostrar el mensaje completo

2% de esta aprox. 29 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 3 fuentes.

Ing. Gerardo Segovia Freire
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“EFICACIA DEL FUNGICIDA (Mancozeb 800 g/kg WP) PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA (*Micosphaerella fijiensis*) EN EL CULTIVO DE BANANO (*Mussa acuminata* AAA. Variedad Williams enano)”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria.

Aprobado por:

Ing. Wilfredo Escobar Pavón
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL.

Ing. Raquel Guerrero Chuez.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL.

Ing. Diana Veliz Zamora.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

AGRADECIMIENTO.

Mis más sinceros agradecimientos:

A Dios por derramar bendiciones sobre mí y mi familia que gracias a eso he podido alcanzar una meta en mi vida.

A mi padre Luis Bautista Hurtado y mi madre Luisa Palma Macías y mi tío Pedro Bautista Hurtado por apoyarme en todo lugar y momento, gracias queridos padres sin ustedes y sus sabios consejos no estaría aquí ni sería quien soy ahora.

A mis hermanos Luis y Ana Bautista y demás familiares, por su apoyo y cariño incondicional en todo momento.

Al Ing. Gerardo Segovia Freire coordinador de carrera y director de tesis, por su apoyo y colaboración científica incondicional brindada por concluir este trabajo.

A la Dra. Yenny Torres Navarrete Decana de la facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por ser un funcionario ejecutivo con calidad humana que supo ayudar al egresado en sus trámites de pregrado.

Al Ing. Marcos Meneses y Neil Alvear, por su apoyo técnico y aporte en experiencias que resultaron de gran utilidad.

A mis compañeros amigos por su amistad gracias por todos los años que estuvieron conmigo y todos los momentos maravillosos que compartimos juntos.

Luis Bautista Palma

DEDICATORIA

Al terminar una etapa más de mi vida estudiantil, con todo cariño amor y admiración dedico este trabajo de investigación a mi padre Luis Bautista Hurtado y a mi madre Luisa Palma Macías y mi tío Pedro Bautista Hurtado, quienes son mi fuente de inspiración por su total apoyo y mostrarme el camino del bien con su ejemplo, por inculcarme siempre que las metas fijadas hay que cumplirlas siempre, aunque no todo sea fácil.

A mis hermanos por su apoyo moral y desinteresado, por estar junto a mí en mis momentos difíciles. Por ser esa fuerza que me impulsa a salir adelante y por todo su cariño derramado en mí, hoy por hoy pueden estar seguros de que todo su esfuerzo y sacrificio ha sido recompensado.

Luis Bautista Palma

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES.

Este proyecto de investigación tuvo como objetivo principal: Evaluar la eficacia del fungicida Dithane NT (Mancozeb 800g/kg WP), para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), en el cultivo de banano (*Mussa acuminata* AAA, Variedad Williams enano), mediante la aplicación de Dithane NT y Emthane, productos comerciales cuyo ingrediente activo es Mancozeb, este trabajo que se llevó a cabo desde febrero del 2017 hasta abril del 2017, en la finca experimental La Represa, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, la cual está ubicada en el km 5 de la vía Quevedo - San Carlos. Se realizaron prácticas culturales en la plantación para la identificación del hongo causante de la enfermedad Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) mediante la metodología de Stover modificada por Gaul. Las variables estudiadas en la investigación fueron: eficacia del producto a través de las distintas dosis y testigos, hoja más joven infectada (YLI), área foliar afectada (AFA), hojas totales y datos económicos de los productos. En el análisis estadístico de los resultados se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con ($P>0.05$). La eficacia en hoja 3, a los 49 días después de la aplicación no se observaron diferencias estadísticas pero cabe recalcar que el tratamiento de Dithane a dosis media (T2) fue el que obtuvo un menor porcentaje de infección con un 20.5%. Para la variable Hoja más joven infectada, tampoco se observaron diferencias estadísticas ya que Dithane NT en las diferentes dosis (T1, T2, T3) y Emthane obtuvieron los mismos resultados al contener las 5 primeras hojas libre de infección a los 49 días. En la variable AFA, no se observaron diferencias estadísticas pero el tratamiento de Dithane a dosis media (T2) presentó los mejores resultados con un 26.2% de infección. Para la variable Hojas Totales no hubo diferencia estadística para ninguno de los tratamientos incluido el testigo absoluto. Se pudo fijar el tratamiento de Dithane a dosis media (T2) como la dosis efectiva mediante la variable costos, por presentar grados de eficacia superior a las dosis bajas y similares a la dosis alta de Dithane y al tratamiento de Emthane por un precio rentable.

Palabras claves: *Sigatoka negra*, eficacia, dosis, aplicación, metodología.

ABSTRACT AND KEYWORD.

The objective of this research project was to evaluate the efficacy of the fungicide Dithane NT (Mancozeb 800g / kg WP) for control of black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*), banana (*Mussa acuminata* AAA, Williams dwarf variety) , Through the application of Dithane NT and Emthane, commercial products whose active ingredient is Mancozeb, this work was carried out from February 2017 to April 2017, at the experimental farm La Represa, Quevedo State Technical University, the Which is located in km 5 of the road Quevedo - San Carlos. Cultural practices were carried out in the plantation for the identification of the fungus causing the black Sigatoka disease (*Mycosphaerella fijiensis*) using the Stover methodology modified by gaul. The variables studied in the research were: product efficacy through the different doses and controls, younger infected leaf (YLI), affected leaf area (AFA), total leaves and economic data of the products. A completely randomized design (DCA) with ($P > 0.05$) was used in the statistical analysis of the results. The efficacy in leaf 3, at 49 days after application no statistical differences were observed but it should be noted that the treatment of Dithane at medium doses (T2) was the one that obtained a lower percentage of infection with 20.5%. For the variable Young Leaf Infected, no statistical differences were observed since Dithane NT in the different doses (T1, T2, T3) and Emthane obtained the same results when containing the first 5 leaves free of infection at 49 days. In the variable AFA, no statistical differences were observed but the treatment of Dithane at medium dose (T2) presented the best results with a 26.2% infection. For the Total Sheets variable, there was no statistical difference for any of the treatments including the absolute control. The treatment of Dithane at medium doses (T2) as the effective dose could be fixed by means of the variable costs, to present degrees of efficiency superior to the low doses and similar to the high dose of Dithane and to the treatment of Emthane by a profitable price.

Key words: Black Sigatoka, efficacy, dose, application, methodology.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES.....	viii
ABSTRACT AND KEYWORD.....	ix
TABLA DE CONTENIDO.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvii
CÓDIGO DUBLIN.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
1.1. Problema de investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema.....	4
Diagnóstico.....	4
Pronóstico.....	5
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo General.....	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
1.3. Justificación.....	7
CAPÍTULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1. Marco conceptual.....	9
Eficiencia.....	9
Fitopatológico.....	9
Aplicación.....	9
Resistencia.....	9
Adaptabilidad.....	10
Emulsificantes.....	10
Sistema Convencional.....	10

Fungicidas.....	10
Sustancia Sintéticas.....	10
Fungicida Protectante.....	11
Moléculas.....	11
Policíclica.....	11
Ciclo Vegetativo.....	11
Diploides.....	12
Herbácea.....	12
Rizoma.....	12
Pluviosidad.....	12
Ingrediente activo.....	12
Surfactantes.....	13
Polvos Mojables.....	13
Emulsión.....	13
2.2. Marco referencial.....	14
2.2.1. Generalidades del cultivo.....	14
2.2.2. Importancia económica del cultivo.....	15
2.2.3. Descripción botánica del banano.....	15
2.2.3.1. Planta.....	15
2.2.3.2. Rizoma o bulbo.....	15
2.2.3.3. Raíces.....	15
2.2.3.4. Tallo.....	16
2.2.3.5. Hojas.....	16
2.2.3.6. Flores.....	16
2.2.3.7. Fruto.....	16
2.2.4. Requerimiento de nutrientes minerales.....	17
2.2.5. Requerimientos Edafoclimáticos.....	17
2.2.5.1. Clima.....	17
2.2.5.2. Riego.....	18
2.2.5.3. Vientos.....	18
2.2.5.4. Suelos.....	18
2.2.5.5. pH.....	19
2.2.6. Sigatoka Negra.....	19
2.2.7. Factores biológicos, físicos y ambientales.....	20
2.2.8. Síntomas.....	20
2.2.9. Generalidades del producto.....	21
2.2.10. Características del producto.....	22
2.2.11. Propiedades físicas.....	23
2.2.12. Modo de acción.....	23
2.2.13. Espectro de actividad.....	23
2.2.13.1. Eficiencia.....	23
2.2.13.2. Patrones de uso.....	23
2.2.13.3. Selectividad.....	24
2.2.13.4. Riesgo de resistencia.....	24

2.2.14	Destino y comportamiento en el ambiente.....	24
2.2.14.1.	Suelo.....	24
2.2.14.2.	Agua / Sedimento.....	24
2.2.14.3.	Aire.....	25
2.2.15.	Toxicología ambiental.....	25
2.2.16.	Toxicología en mamíferos.....	25
CAPÍTULO III.....		26
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		26
3.1.	Localización.....	27
3.1.1.	Condiciones meteorológicas.....	27
3.2.	Tipo de investigación.....	27
3.3.	Métodos de investigación.....	27
3.4.	Fuentes de recopilación de información.....	28
3.5.	Diseño de la investigación.....	28
3.6.	Instrumentos de investigación.	29
3.6.1.	Eficacia del producto para el control de Sigatoka negra.....	29
3.6.2.	Hoja más joven infectada (YLI).....	30
3.6.3.	Área foliar afectada (AFA).....	30
3.6.4.	Hojas totales.....	31
3.6.5.	Datos economicos.....	31
3.7.	Tratamientos de los datos.....	31
3.7.1.	Delineamiento experimental.....	31
3.7.2.	Procedimiento experimental.....	32
3.8.	Recursos humanos y Materiales.....	34
3.8.1.	Fungicidas utilizados.....	34
3.8.2.	Materiales y equipo.....	34
CAPÍTULO IV.....		35
RESULTADO Y DISCUCIONES.....		35
4.1.	Análisis de la Eficacia a través del Índice de Infección.....	36
4.2.	Análisis de la Hoja más joven infectada (YLI).....	39
4.3.	Análisis del Área Foliar Afectada (AFA%).....	42
4.4.	Análisis de Hojas Totales de los Tratamientos Aplicados.....	46
4.5.	Análisis del costo de aplica.....	48
CAPÍTULO V.....		49
5.1.	Conclusiones.....	50
5.2.	Recomendaciones.....	51
CAPÍTULO VI.....		52
BIBLIOGRAFÍA.....		52
CAPITULO VII.....		58
ANEXO.....		58
7.1.	Análisis de la varianza de las variables estudiadas.....	59
7.2.	Imágenes de la investigación.....	60

ÍNDICE DE TABLA

1.	Clasificación del banano.....	14
2.	Características climatológicas de la finca “La Represa”, de la UTE.....	26
3.	Diseño experimental de la investigación (Andeva).....	27
4.	Distribución de los tratamientos.....	28
5.	Descripción del método de evaluación (Stover).....	29
6.	Descripción del método de evaluación (AFA).....	30
7.	Descripción de parcelas para.....	32
8.	Equipos implementados en la investigación.....	33
9.	Promedios del índice de infección de la hoja 3, en la evaluación de los tratamientos del grupo Mancozeb en el control de la Sigatoka Negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en el Cultivo de Banano	36
10.	Promedios de hoja más joven infectada, en la evaluación de los tratamientos del grupo Mancozeb en el control de la Sigatoka Negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en el Cultivo de Banano (<i>Mussa acuminata</i>).....	40
11.	Promedios de AFA, en la evaluación de los tratamientos del grupo Mancozeb en el control de la Sigatoka Negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en el Cultivo de Banano (<i>Mussa acuminata</i>).....	43
12.	Promedios de total de hojas, en la evaluación de los tratamientos del grupo Mancozeb en el control de la Sigatoka Negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en el Cultivo de Banano (<i>Mussa acuminata</i>).....	45
13.	Costos de aplicación por hectárea, en la evaluación de los tratamientos del grupo Mancozeb en el control de la Sigatoka Negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en el Cultivo de Banano (<i>Mussa acuminata</i>).....	47

ÍNDICE DE FIGURA

1. Conducta de la enfermedad obtenida Semanalmente del ataque de la Sigatoka negra.....	37
2. Conducta de la eficacia de los tratamientos obtenidos Semanalmente en el ataque de la Sigatoka negra.....	37
3. Conducta de la enfermedad de los tratamientos obtenidos Semanalmente en el ataque de la Sigatoka negra en la hoja más joven.....	40
4. Conducta de la enfermedad de los tratamientos obtenidos semanalmente del Área Foliar Afectada por la Sigatoka negra.....	44
5. Conducta de los tratamientos obtenidos semanalmente del Total de Hojas infectadas por la Sigatoka negra.....	46
6. Costo de aplicación de los fungicidas utilizados	48

INDICE DE ANEXO

Anexo 1.	Análisis de varianza aplicada a la variable Eficacia a través del Índice de Infección para la semana 8.....	60
Anexo 2.	Análisis de varianza aplicada a la variable Hoja más joven infectada para la semana 8.....	60
Anexo 3.	Análisis de varianza aplicada a la variable Área foliar afectada (AFA) para la semana 8.....	60
Anexo 4.	Análisis de varianza aplicada a la variable Hojas totales para la semana 8....	60
Anexo 5.	Preparación del terreno.....	61
Anexo 6.	Siembra de plantas variedad Williams enano.....	61
Anexo 7.	Preparación de los tratamientos.....	62
Anexo 8.	Identificación de tratamientos.....	62
Anexo 9.	Aplicación de productos.....	62
Anexo 10.	Evaluación semanal.....	62
Anexo 11.	Identificación de la enfermedad.....	62

CÓDIGO DUBLIN.

Título:	“Eficacia del Fungicida (Mancozeb 800 g/Kg WP) para el control de Sigatoka Negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en el cultivo de banano (<i>Mussa acuminata</i> AAA. Variedad Williams enano)”			
Autora:	Luis Alejandro Bautista Palma			
Palabras clave:	<i>Sigatoka negra</i>	Eficacia	Traslape	Aplicación
Fecha de Publicación:				
Editorial:				
Resumen	<p>Objetivo principal: Evaluar la eficacia del fungicida Dithane NT (Mancozeb 800g/kg WP), para el control de la Sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>), en el cultivo de banano (<i>Mussa acuminata</i> AAA, Variedad Williams enano), mediante la aplicación de Dithane NT y Emthane, productos comerciales cuyo ingrediente activo es Mancozeb, Se realizaron prácticas culturales en la plantación para la identificación del hongo causante de la enfermedad Sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) mediante la metodología de Stover modificada por Gaul. Las variables estudiadas en la investigación fueron: eficacia del producto a través de las distintas dosis y testigos, hoja más joven infectada (YLI), área foliar afectada (AFA), hojas totales y datos económicos de los productos. En el análisis estadístico de los resultados se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con ($P>0.05$). La eficacia en hoja 3, a los 49 días después de la aplicación no se observaron diferencias estadísticas pero cabe recalcar que el tratamiento de Dithane a dosis media (T2) fue el que obtuvo un menor porcentaje de infección con un 20.5%. Para la variable Hoja más joven infectada, tampoco se observaron diferencias estadísticas ya que Dithane NT en las diferentes dosis (T1, T2, T3) y Emthane obtuvieron los mismos resultados al contener las 5 primeras hojas libre de infección a los 49 días. En la variable AFA, no se observaron diferencias estadísticas pero el tratamiento de Dithane a dosis media (T2) presento los mejores resultados con un 26.2% de infección. Para la variable Hojas Totales no hubo diferencia estadística para ninguno de los tratamientos incluido el testigo absoluto. Se pudo fijar el</p>			

	<p>tratamiento de Dithane a dosis media (T2) como la dosis efectiva mediante la variable costos, por presentar grados de eficacia superior a las dosis bajas y similares a la dosis alta de Dithane y al tratamiento de Emthane por un precio rentable.</p> <p>Abstract. - . Was to evaluate the efficacy of the fungicide Dithane NT (Mancozeb 800g / kg WP) for control of black Sigatoka (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>), banana (<i>Mussa acuminata</i> AAA, Williams dwarf variety) , Through the application of Dithane NT and Emthane, commercial products whose active ingredient is Mancozeb, Cultural practices were carried out in the plantation for the identification of the fungus causing the black Sigatoka disease (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) using the Stover methodology modified by gaul. The variables studied in the research were: product efficacy through the different doses and controls, younger infected leaf (YLI), affected leaf area (AFA), total leaves and economic data of the products. A completely randomized design (DCA) with ($P > 0.05$) was used in the statistical analysis of the results. The efficacy in leaf 3, at 49 days after application no statistical differences were observed but it should be noted that the treatment of Dithane at medium doses (T2) was the one that obtained a lower percentage of infection with 20.5%. For the variable Young Leaf Infected, no statistical differences were observed since Dithane NT in the different doses (T1, T2, T3) and Emthane obtained the same results when containing the first 5 leaves free of infection at 49 days. In the variable AFA, no statistical differences were observed but the treatment of Dithane at medium dose (T2) presented the best results with a 26.2% infection. For the Total Sheets variable there was no statistical difference for any of the treatments including the absolute control. The treatment of Dithane at medium doses (T2) as the effective dose could be fixed by means of the variable costs, to present degrees of efficiency superior to the low doses and similar to the high dose of Dithane and to the treatment of Emthane by a profitable price.</p>
Descripción	78 hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM

INTRODUCCIÓN.

El consumo de banano como fruta fresca supera a todas las demás, solo es prevaecido por el consumo de cítricos industriales. El grupo Cavendish es el de mayor producción en el mundo, con 47 %, principalmente de los clones Gran Enano (Nanica) y Valery (Nanicao) (1).

La variedad Williams por sus exclusivas particulares, de alta producción y calidad de fruto, además su morfología la presenta como una planta semi-enana de pseudotallo vigoroso y amplio sistema radicular lo cual le da mayor aguante al volcamiento producidos por los vientos. Posee una mayor adaptabilidad a situaciones precarias en cuanto a clima, suelo y agua, aunque presenta una alta susceptibilidad frente a los nematodos y a la Sigatoka Negra (1).

La actividad bananera en el Ecuador empezó en la década de los 40, convirtiéndose en una de las principales actividades económicas del país debido a la potencia laboral, la inversión y el mercadeo, factores por los cuales esta acción aporta la economía de las regiones productoras de la fruta. En 1997, las exportaciones bananeras alcanzaron a su punto más alto al ocupar el 35% de las exportaciones totales y contribuir con el 3% al producto interno bruto nacional y al 16% del producto interno bruto del sector agropecuario (1).

El cultivo de banano es de jerarquía socioeconómica para el Ecuador por ser el segundo elemento de mayor escala en cuanto a exportaciones que son fuente de trabajo y divisas con 247.187 ha. aproximadamente, las cuales se encuentran establecidas principalmente en 3 provincias: Guayas con el 25%; El Oro con el 24% y Los Ríos con el 28%. Alrededor de 383.000 familias se benefician de la producción de banano, representando un estimado el 12% de la población del Ecuador (2).

La Sigatoka negra es el problema de mayor interés fitopatológico en banano en los países productores del mundo, y que puede provocar mermas de hasta un 50% en el rendimiento, reduce a la mitad el peso del racimo y causa pérdidas en su totalidad a la producción debido al deterioro en la calidad, la llegada de esta enfermedad obligó a que los productores alteraran sus estrategias para el manejo de sus cultivos en busca de mejorar la producción entre ellas el de aumentar el número de aplicaciones y recurrir a productos nuevos o mezclas más eficientes, entre fungicidas, aceite agrícola y emulsificantes (2).

Los fungicidas tienen un excelso costo para el agricultor y vienen perdiendo su eficacia, debido a la resistencia que consiente el manejo, las empresas se ven en la obligación de ampliar el modo de uso de los fungicidas para que los agricultores tengan una mayor gama a su disposición y disminuya el peligro de generar resistencia mediante el uso adecuado de moléculas útiles rotando modos y mecanismo de acción.

Esta validación forma parte de un manejo convencional lo cual representa una opción para controlar la enfermedad mediante aplicaciones de un fungicida protectante como es el Mancozeb 800 g/kg WP, mismo que se evaluó a distintas dosis. Esta validación es relevante dado que se considera la aplicación de un producto utilizado comúnmente en especies hortícolas, sin embargo en este trabajo se lo aplico en el cultivo de banano, en vista que algunos bananeros lo utilizan para disminuir costos de producción en el control de la enfermedad, considerando que el número de aplicaciones son muy altos hasta (42 ciclos por año aproximadamente).

La inducción de resistencia a través de la aplicación de sustancias químicas sintéticas, puede ser una alternativa de control de enfermedades en diferentes cultivos, en los cuales, desencadenan señales que activan varias respuestas de defensa de las plantas (2).

Por lo antes expuesto la presente validación está enfocada a identificar alternativas de protección vegetal para los pequeños, medianos y grandes productores de banano, en la zona central del litoral ecuatoriano.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

La problemática de la investigación se ve afectada por modificaciones climáticas que actúan de manera directa en la propagación de la Sigatoka Negra, esta enfermedad con elevadas temperaturas y humedad favorable se prolifera debido a que las plantas abren sus estomas y el hongo ingresa de manera rápida.

En el Ecuador el sector bananero está constituido por pequeños medianos y grandes productores, sector que se ha visto perjudicado por la agresividad del hongo causal de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*), por este motivo los estudiantes de la FCP equiparan dichos problemas para ofrecer opciones tecnológicas con estudios orientados a reducir los efectos severos causados por la Sigatoka negra y así poder combatir esta gran problemática que ocasiona pérdidas económicas al sector bananero.

Diagnóstico.

La forma de diagnosticar la enfermedad Sigatoka Negra es por el método visual, por esta técnica podemos detectar los síntomas del padecimiento de la misma: son pequeñas manchas cloróticas en el envés de la hoja que no se logran ver a simple vista. El agente causal de la enfermedad es el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, que se prolifera gracias a condiciones climáticas favorables. Por este motivo se realiza evaluaciones frecuentes para ver el deterioro que a ocasionado y el control efectivo del fungicida frente al patógeno (3).

Pronóstico.

La Sigatoka negra es la enfermedad más difícil de manejar porque no solo se requiere combatirla sino de evaluar los problemas ambientales que ocasionan el uso indiscriminado de los fungicidas, esto produce impactos a diferentes ámbitos como social y económico, puesto que es la principal actividad agrícola generando fuentes de trabajo para miles de familias sobre todo en la zona rural del país.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Se evaluará la eficacia del fungicida (Mancozeb 800g/kg WP), para el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), en el cultivo de banano (*Mussa acuminata* AAA)?

1.1.3. Sistematización del problema.

Siendo la Sigatoka el principal problema en las musáceas, es necesario plantear las siguientes interrogantes que contribuirán al desarrollo de la investigación:

- ❖ ¿Cuál de las dosis a utilizar de fungicida (Mancozeb 800g/kg WP) permitirá un mejor control de Sigatoka negra?
- ❖ ¿Cómo se medirá la eficiencia del fungicida (Mancozeb 800g/kg WP)?
- ❖ ¿Cuál será el costo de los tratamientos usados en la investigación?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

Evaluar la eficacia del fungicida Dithane NT (Mancozeb 800g/kg WP), para el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), en el cultivo de banano (*Mussa acuminata* AAA, Variedad Williams enano).

1.2.2. Objetivos específicos.

- Analizar la eficacia del fungicida Dithane NT (Mancozeb 800g/kg WP) a través de evaluaciones agronómicas.
- Determinar la dosis efectiva del fungicida Dithane NT (Mancozeb 800g/kg WP) para el control de Sigatoka negra en el cultivo de banano.
- Considerar los costos de aplicación de los tratamientos en estudio para el control de (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano.

1.3. Justificación.

Para *M. fijiensis* no existe control total y/o erradicación, ya que al ser una enfermedad policíclica, en cultivo de musáceas en países del trópico y con condiciones apropiadas para su desarrollo, su incidencia estará siempre presente en las plantaciones.

Se establecieron estrategias de manejo para conservar los niveles de contaminación bajos mediante programas fundamentados en el uso adecuado de fungicidas y otras herramientas como el manejo cultural, los programas se constituyen aplicando las normas FRAC (Fungicide Resistance Action Commite) que regula el uso adecuado de las moléculas útiles rotando modos y mecanismos de acción diferentes para minimizar el riesgo de resistencia, mediante un portafolio que incluya el uso de fungicidas unisitios y multisitios para la planta.

Esta investigación se realizó de acuerdo al convenio (2014-2019) establecido mediante DOW AgroSciences y la UTEQ en la finca experimental La Represa lo cual permitió evaluar fungicidas para el control de la enfermedad y que contengan la concentración adecuada.

En esta investigación se realizó la ampliación de uso del Fungicida Dithane NT (Mancozeb 800 g/kg) en el cultivo de Banano puesto que este producto está prescrito con dicho activo el cual ha funcionado con niveles altos de eficacia en diferentes formulaciones para el control de Sigatoka negra, el Dithane NT se lo utiliza normalmente en hortalizas como, papa, cebolla, tomate pimiento, entre otros, generalmente productos de la sierra.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA
INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

Eficiencia.

Algo es eficiente si cumple su función y tiene el poder de producir los resultados esperados, incluyendo la calidad de lo que se propone. Asimismo tiene como objetivo delimitar el tiempo en que se espera generar un determinado efecto o producto. Por lo tanto, una iniciativa resulta eficiente si cumple los objetivos esperados en el tiempo previsto y con la calidad esperada (3).

Problema fitopatológico.

Es una enfermedad causada por un patógeno que puede ser hongos, bacterias, fitoplasma, virus, viroides, nematodos, plantas parásitas y protozoarios. También es un estudio de las alteraciones que se producen en las plantas por exceso, desequilibrio o carencia de ciertos factores físicos o químicos como la temperatura, la humedad y los nutrientes (3).

Aplicación.

El término aplicación de un producto engloba al uso efectivo de todas las sustancias destinadas a la protección de los cultivos y, según la finalidad que persigan, se agrupan en: insecticidas, acaricidas, herbicidas, fungicidas, bactericidas, nematocidas, rodenticidas y moluscocidas (3).

Resistencia.

La resistencia es un fenómeno creciente caracterizado por una refractariedad parcial o total de los patógenos, al efecto del antibiótico generado principalmente por el uso indiscriminado e irracional de éstos y no sólo por la presión evolutiva que se ejerce en el uso terapéutico (4).

Adaptabilidad.

Es la propiedad o habilidad de un genotipo o población de genotipos que permiten la alteración de las normas de adaptación en respuestas a distintas presiones de selección. Por el contrario, se dice que adaptación es un estado de adecuación a un ambiente dado (4).

Emulsificantes.

Posibilitan la mezcla con agua de productos que normalmente no se mezclan con ella, como el aceite. Su molécula tiene un extremo polar hidrofílico, soluble en agua y un extremo no polar lipofílico, soluble en aceites. Una sustancia puede tener una o varias propiedades surfactantes (5).

Sistema Convencional.

Son técnicas agrícolas que pertenecen a un manejo integrado, para lograr mayores rendimientos en cuanto a producción alimentaria a otro nivel mucho más industrializado y mucho más tecnificado que logro abastecer a la humanidad de alimentos (5).

Fungicidas.

Los fungicidas son plaguicidas utilizados en la protección de cultivos. Un fungicida es un tipo particular de plaguicida que controla enfermedades fúngicas, inhibiendo o eliminando al hongo que causa la enfermedad, Como todo producto químico, debe ser utilizado con precaución para evitar cualquier daño a la salud humana, de los animales y del medio ambiente (6).

Sustancia Sintéticas.

Cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfiere de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento,

transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera. El término incluye a las sustancias o mezcla de sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de las cosechas para proteger el producto contra el deterioro durante el almacenamiento y transporte. Este término no incluye los agentes biológicos para el control de plagas (6).

Fungicida Protectante.

Son fungicidas de contacto, que permanecen y ejercen su acción únicamente sobre la superficie donde se deposita o aplica, antes de que lleguen las esporas de los hongos y así se evita que los esporangios germinen y penetren las células. Por ello se recomienda cubrir la mayor parte de la planta con este tipo de productos (7).

Moléculas.

La molécula es la partícula más pequeña que presenta todas las propiedades físicas y químicas de una sustancia, y se encuentra formada por dos o más átomos. Los átomos que forman las moléculas pueden ser iguales (8).

Policíclica.

Para ser considerada como una epidemia policíclica, debe tener ciclos de infección completos y repetidos, es decir, la infección debe ser seguida por el desarrollo del patógeno, la producción de inóculo nuevo, la dispersión del inóculo a nuevos sitios susceptibles y finalmente nuevas infecciones, todo dentro de un sólo ciclo del cultivo (8).

Ciclo Vegetativo.

Período de tiempo en el que se realizá, a lo largo del año, el crecimiento y la reproducción de una planta (8).

Diploides.

Especie o individuo cuya dotación autosómica normal está compuesta por dos juegos idénticos de X cromosomas cada uno, siendo cada uno de estos X cromosomas diferentes entre sí y no agrupables en grupos inferiores que a su vez constituyeran juegos cromosómicos de especies parentales (9).

Herbácea.

Planta cuyas partes aéreas son blandas, no leñosas que tiene consistencia de hierba, que no está lignificado de color de hierba (verde) (9).

Rizoma.

Un rizoma es un tipo de tallo que crece de manera subterránea y en sentido horizontal, dando lugar al surgimiento de brotes y raíces a través de sus nudos. Gracias a su crecimiento indefinido, los rizomas pueden avanzar y cubrir una área muy importante (9).

Pluviosidad.

Cantidad de lluvia que cae en un lugar y un período de tiempo determinado (9).

Ingrediente Activo.

Es la sustancia responsable del efecto biológico del plaguicida (acción insecticida, herbicida, fungicida, etc.). Generalmente un plaguicida tiene un ingrediente activo, pero en algunos casos puede tener dos o más de ellos. En estos casos lo más común es que los ingredientes activos tengan la misma clase de acción, por ejemplo: que ambos sean insecticidas, pero también se encuentran productos en los cuales los ingredientes activos tienen distinta clase de acción, por ejemplo: que uno de ellos sea insecticida y el otro sea

fungicida. Generalmente, un ingrediente activo posee una acción biológica, pero unos pocos pueden presentar dos acciones diferentes, por ejemplo insecticida y acaricida. Para identificar cual es el ingrediente activo de un plaguicida, a cada uno de ellos se le ha asignado un nombre común o genérico que es aceptado internacionalmente (10).

Surfactantes.

Son también llamados tensoactivos, se usan para mejorar la acción del ingrediente activo o para facilitar su aplicación (11).

Polvos Mojables.

Se identifican con las letras WP (Wáter Pouders). Son formulaciones que se aplican mezcladas con agua, formando suspensiones. Se componen de un ingrediente activo generalmente insoluble en agua, en concentración variable (entre 20 y 80%), un portador como caolín pero más fino (partículas más pequeñas - 44 vs 74 micras) que el usado para polvos de espolvoreo, dispersantes, pegantes y humectantes. Se ponen en suspensión en el aire y pueden ser aspirados o caer en los ojos y la piel (11).

Se recomienda hacer una premezcla con un poco de agua antes de mezclarlos con el resto del agua. Son abrasivos para los equipos de aplicación y requieren un sistema de agitación en el equipo de aplicación, para evitar que se sedimenten. Tienden a ser remplazados por suspensiones concentradas o gránulos dispersables (11).

Emulsión.

Producto final que pondera luego de la mezcla de agua, aceite y fungicida, lo cual aumenta la eficacia de la mezcla antes expuesta, en los diversos programas de fumigación se emplea esta metodología (11).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Generalidades del cultivo.

El banano es una hierba gigante pertenecientes al género *Musa* de la familia *Musaceae*. Es originario del Sudoeste Asiático y las islas del Pacífico. Las pruebas taxonómicas muestran que fue en la península malaya, donde se originó el banano comestible. Hoy las variedades productivas se cultivan en todas las regiones tropicales del mundo, y es la fruta tropical más plantada. No se desarrollan a partir de semillas pues su reproducción es vegetativa, por eso en muchos procesos se habla de clones en lugar de variedades (9).

Los bananos son híbridos naturales de dos especies silvestres: *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*, que por poliploidía e hibridación generaron los cultivares presentes, la fuente primaria del banano moderno fueron formas diploides comestibles de la especie *M acuminata*, y que otra especie silvestre, *M baibisiana* también favoreció, a través de un proceso de hibridación. Entonces, existen tipos de *M. acuminata* comestibles que son diploides y triploides (9).

Tabla 1. Clasificación del banano.

Genero	Genoma	Tipo	Sub-grupo	Cultivares
Musa	AAA	Banano	Gros Michel	Gros Michel, Cocos, Lacatan, Cavendish enano, Valery (robusta, poyo)
Musa	AAB	Plátano	Plátano	Falso Cuerno Francés
Musa	ABB	Banana de cocina	Maia Maoli	Maqueño, Bluggoe, Pelipita

FUENTE: (9).

Las mejoras en pos-cosecha han sido determinantes en la obtención de buenas calidades, modificaciones en el sistema de protección de la fruta desde el momento del enfunde hasta la cosecha, han dado resultados excelentes mejorando el aprovechamiento de la fruta con la obtención de buenas calidades. Cambios en el sistema de empaque con protectores entre

los frutos, permiten manejos de frutas a grandes distancias de mercados sin deterioro. Plantas de empaque moderno, permiten una mejor utilización de la fruta, obteniendo muy buenas calidades, con bajos consumos de agua, poco deterioro ambiental y gran satisfacción de los trabajadores (13).

2.2.2. Importancia económica del cultivo.

El banano es el cultivo que genera más fuentes de divisas, alimento y trabajo para el país. Se cultiva aproximadamente 247.187 ha, en la Costa 81.43%, en la Sierra 15.36%, y 3.21% en el oriente, razón por lo que es considerado el cultivo de mayor importancia (13).

El Banano tiene gran importancia a nivel mundial debido a su potencial consumo por la humanidad. Este producto se ha comercializado por los principales países tropicales del mundo. Se lo ha valorado por ser un producto de excelente nivel energético, alto en minerales y vitaminas (14).

2.2.3. Descripción botánica del banano.

2.2.3.1.Planta.

Herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3.5-7.5 m de altura, terminado en una corona de hojas (15).

2.2.3.2.Rizoma o bulbo.

Llamado comúnmente cepa, produce una yema vegetativa que sale de la plana madre y soporta un cambio anatómico y morfológico de los tejidos y al crecer diametralmente forma el rizoma que alcanza una considerable altura (15).

2.2.3.3.Raíces.

Son superficiales y blanquinosas cuando irrumpen y subsiguientemente cambian de tono y se fortifican su radio oscila entre 5 y 8mm, y la longitud de 2,5 a 3 m (15).

2.2.3.4.Tallo.

El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas; éstas se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado. A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo (15).

2.2.3.5.Hojas.

Muy grandes y dispuestas en forma de espiral, de 2-3 m. de largo y hasta de medio metro de ancho y limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el peciolo, un poco ondulado y liso. Cuando son viejas se rompen fácilmente de forma transversal por el azote del viento (15).

2.2.3.6.Flores.

Flores amarillentas, irregulares y con seis estambres, de los cuales uno es estéril, reducido a estaminodio petaloideo. El gineceo tiene tres pistilos, con ovario ínfero. El conjunto de la inflorescencia constituye el "régimen" de la platanera. Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos llamada "mano" (15).

2.2.3.7.Fruto.

Es alargado, durante el desarrollo del fruto éstos se doblan geotrópicamente según el peso de este, lo que provoca que el pedúnculo se doble, esta reacción determina la forma del racimo. La mayoría de los frutos comestibles de la familia de las Musáceas son estériles, debido a un complejo de causas, a genes específicos de esterilidad femenina, triploidía y cambios estructurales cromosómicos (15).

2.2.4. Requerimiento de nutrientes minerales.

Cuando en el suelo no existen limitantes nutricionales, el rendimiento potencial del banano está estrechamente relacionado con la disponibilidad de agua y con la densidad de plantación. Un estudio de siete años realizado en Hawái demostró que con el aporte de N y K en plantaciones densas con suelos irrigados y naturalmente bien provistos de Mg, Ca y P; los rendimientos alcanzan las 100 tn/ha/año (16).

Como en todos los cultivos, en el banano también se ha demostrado la importancia de la correcta nutrición durante el desarrollo de la planta, haciendo particular énfasis en el K, cuyos síntomas de deficiencias son más evidentes antes de la floración (16).

2.2.5. Requerimientos Edafoclimáticos.

2.2.5.1. Clima.

El banano exige un clima cálido y una humedad constante en el aire. Necesita una temperatura media de 27 °C, con lluvias prolongadas y distribuidas. Estas condiciones se cumplen en la latitud 30 a 31° norte o sur y de 1 a 2 metros de altitud. Se desarrolla mejor en las llanuras húmedas próximas al mar, resguardadas de los vientos (17).

El crecimiento se detiene a temperaturas inferiores a 18 °C, produciéndose daños a temperaturas menores de 13 °C y mayores de 45 °C. En la cuenca alta del país en las localidades donde la temperatura media anual oscila entre los 14 y 20 °C es posible su cultivo, aunque no para producir fruta selecta. En condiciones tropicales, la luz no tiene tanto efecto en el desarrollo de la planta como en condiciones subtropicales, aunque al disminuir la intensidad de luz el ciclo vegetativo se alarga. El desarrollo de los hijuelos también está influenciado por la luz en cantidad e intensidad (17).

2.2.5.2. Riego.

El banano es una especie muy sensible al déficit hídrico, por lo que no es de esperar que responda positivamente a la falta de humedad en el suelo en ninguna de sus fases de

desarrollo. La pluviosidad necesaria varía de 120 a 150 mm de precipitaciones mensuales o 44 mm semanales. La carencia de agua en cualquier momento causa la reducción en el número y tamaño de los frutos y en el rendimiento final de la cosecha. Por el hecho de ser una planta herbácea, de grandes hojas y de origen tropical, su cultivo demanda grandes volúmenes de agua que no siempre se encuentran disponibles. Los antecedentes acerca de los requerimientos hídricos del banano señalan a esta especie como altamente exigente, cuando existe déficit de humedad en el suelo presentando síntomas muy notorios (18).

2.2.5.3.Vientos.

Los efectos del viento pueden ser variables, desde provocar una transpiración anormal debido a la reapertura de los estomas hasta la laceración de la lámina foliar (daño más común), provocando disminución en el rendimiento de hasta un 20%. Los vientos muy fuertes rompen los pecíolos de las hojas, quiebran los pseudotallos o inclusive arrancan las plantas enteras (19).

2.2.5.4.Suelos.

Los suelos aptos para el desarrollo del cultivo del banano son aquellos que presentan una textura franco arenosa, franco arcillosa, franco arcillosa limosa y franco limosa, debiendo ser además, fértiles, permeables, profundos (1,2 m), bien drenados y ricos en materias nitrogenadas. El banano prefiere suelos ricos en potasio, arcillo-silíceos, calizos o los obtenidos por la roturación de los bosques, susceptibles de riego en verano, pero que no retengan agua en invierno (20).

2.2.5.5.pH.

El banano tiene una gran tolerancia a la acidez del suelo, oscilando el pH entre 4,5-8, siendo el óptimo 6,5. Por otra parte, el banano se desarrollan mejor en suelos planos con pendientes del 0-1% y buen drenaje (20).

2.2.6. Sigatoka Negra.

Es una enfermedad foliar destructiva que afecta principalmente a plantas del género *Musa*: banano y plátano. Es causada por el hongo del género *Ascomycete Mycosphaerella fijiensis Morelet (Anamorfo Pseudocercospora fijiensis)* y constituye el principal problema fitopatológico en estos cultivos (21).

La raya de la hoja negra, causada por *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, fue vista por primera vez en Fiji, en 1963. No obstante, estaba extendida en el Pacífico mucho antes de su descubrimiento en Fiji (21).

El anamorfo fue originalmente descrito como *Paracercospora Musae*, sin embargo recientemente mostró que *Paracercospora* es sinónimo de *Pseudocercospora* y por lo tanto *Pseudocercospora Fijiensis* (Morelet) es el correcto Nombre para el anamorfo de *M. fijiensis*. Las diferencias morfológicas todavía se utilizan para separar las especies. La raya de la hoja negra fue Observado primero en el sudeste de Viti Levu, A sólo 60 km del Valle de Sigatoka, donde se informó por primera vez de la Sigatoka amarilla (22).

Aunque la raya de la hoja negra se informó por primera vez En 1963, señalan que Trujillo y Goto describieron una variante de Sigatoka en el Hawaiian Islas que se habían observado tan pronto como creyeron que esta variante se debía a factores climáticos o un patógeno cepa del hongo. Sin embargo su descripción es muy similar a la descrita (22).

2.2.7. Factores biológicos, físicos y ambientales.

Existes factores bióticos y abióticos que están estrechamente relacionados en la epidemiología de *M. fijiensis* en la aparición de signos y síntomas, tales como: alta temperatura, humedad relativa y lluvias que favorecen el desarrollo de la enfermedad, incrementando su severidad en las plantaciones. Las corrientes de viento, especialmente durante períodos de tormentas contribuyen en la propagación de la enfermedad a largas distancias. Otras condiciones como: alta densidad de siembra, fertilización inadecuada o

impuntual, falta de canales de drenaje, retraso en labores culturales como deshoje, cirugías, nutrición y manejo de malezas se suman a las condiciones climáticas haciendo más difícil el manejo de la enfermedad (23).

Como enfermedad policíclica, el patógeno (*M. fijiensis*) se reproduce en forma asexual y sexual. La reproducción asexual se presenta en lesiones jóvenes de la enfermedad (estrías 2 y 3 y el primer estadio de mancha). Los conidios, aparecen en conidióforos sencillos que emergen por los estomas, principalmente por la superficie abacial de las hojas. Los conidios se dispersan por el salpique de la lluvia y se asocian con la diseminación de la enfermedad a corta distancia (31).

La fase sexual, de mayor importancia en el desarrollo de la enfermedad, se produce en las lesiones maduras, en estructuras denominadas peritecios o pseudotecios, en cuyo interior se encuentran las ascas que contienen las ascosporas, las cuales son liberadas al ambiente en períodos de alta humedad para ser dispersadas hasta largas distancias por las corrientes de aire (33).

2.2.8. Síntomas.

Para la visualización de los primeros síntomas hay que tener en claro que el patógeno destruye rápidamente el tejido foliar reduciendo la fotosíntesis y afectando el crecimiento de la planta y la producción de fruta (24).

En ausencia de medidas de control la enfermedad, puede llegar a reducir hasta en un 50 % el peso del racimo y causar pérdidas del 100 % de la producción debido al deterioro en la calidad del fruto (longitud y grosor). En una plantación afectada se encuentran todos los estadios de la enfermedad. Los síntomas iniciales son estrías casi imperceptibles, llegando a los estadios más avanzados con síntomas de necrosis o quema del área foliar, lo que reduce la capacidad fotosintética de las hojas (24).

Según la escala de Fouré, los síntomas de la Sigatoka Negra se pueden reconocer a través de seis estados:

- ❖ Estado 1. Pequeñas lesiones o puntos de color blanco-amarillento a marrón, de 1 mm de longitud, denominadas pizcas, apenas visibles en el envés de las hojas.
- ❖ Estado 2. Rayas o estrías cloróticas de 3–4 mm de longitud por 1 mm de ancho, de color marrón.
- ❖ Estado 3. Las rayas o estrías se alargan y amplían dando la impresión de haber sido pintadas con pincel, sin bordes definidos y de color café, que pueden alcanzar hasta 2 cm de longitud.
- ❖ Estado 4. Manchas ovaladas de color café en el envés y negro en el haz.
- ❖ Estado 5. Manchas negras rodeadas de un anillo negro y a veces un halo amarillento y centro seco y semihundido.
- ❖ Estado 6. Manchas con centro seco y hundido, de coloración marrón clara, rodeadas de tejido clorótico (28).

2.2.9. Generalidades del Producto.

Mancozeb es fungicida de contacto de amplio espectro con alta actividad protectora para el control de enfermedades fungicas en un amplio rango de cultivos (26).

Mancozeb es un fungicida del tipo etileno bisditiocarbamatos (EBDC, por sus siglas en inglés) conocido por interrumpir la actividad respiratoria en el hongo objetivo en varios puntos de la ruta metabólica. Debido a su modo de acción de múltiples sitios, hay un muy bajo riesgo de que el hongo desarrolle resistencia a mancozeb, lo que lo hace atractivo en estrategias de manejo de resistencia. La amplia experiencia con mancozeb bajo condiciones comerciales confirma que el riesgo de resistencia es bajo. Las formulaciones de mancozeb utilizan tecnología avanzadas para aumentar la redistribución de ingrediente activo. (26).

El mancozeb está registrado para su uso en una amplia gama de cultivos en contra de más de cuatrocientos hongos. Es utilizado principalmente en cultivos de campo agrícola y hortícola (principalmente papas, vid, frutas, hortalizas y cereales); los usos en invernaderos y tratamientos de semillas son menos frecuentes. Los usos incluyen: control de tizón temprano tardío de papas y tomates; control de mildiu en viñedos, hortaliza, control de antracnosis de las frutas cítricas, control de roña en pomáceas, control de mancha foliar en el betabel, control de Sigatoka Negra en banano, entre otros (27).

Los intervalos de aplicación de este fungicida varían dependiendo del cultivo pero son usualmente entre 7-14 días. Productos formulados con mancozeb son utilizados solo o en combinación con fungicidas sistémicos, penetrantes u otros fungicidas protectores como parte de programas fitosanitarios (32).

2.2.10. Características de producto.

- Fungicida protectante de amplio espectro
- Bajo riesgo de resistencia
- Altos márgenes de seguridad
- Baja persistencia en el ambiente
- Sin potencial de lixiviación
- Control de patógenos (hongos)
- Beneficio en potenciación.

2.2.11. Propiedades físicas.

El ingrediente activo de Dithane NT es mancozeb y se degrada rápidamente cuando se expone a condiciones normales del ambiente, por lo tanto durante el proceso continuo de manufactura, se incorpora un estabilizador dentro del polvo, así como también ingredientes inertes (32).

2.2.12. Modo de Acción.

La molécula de inhibe la actividad enzimática, interrumpiendo el metabolismo de lípidos que afectan la permeabilidad de la membrana o la interrupción de la respiración y producción de ATP. Esta interrupción fatal de los procesos claves explica por qué ningún hongo ha podido adquirir resistencia al compuesto. El mancozeb es un fungicida de contacto, no es traslocado a través de la planta y no muestra actividad sistémica ya sea por las raíces u hojas de las plantas (27).

2.2.13. Espectro de actividad.

2.2.13.1. Eficiencia.

El producto ha mostrado actividad protectora efectiva en contra de numerosas enfermedades producidas por hongos en una amplia variedad de cultivos (27).

2.2.13.2. Patrones de uso.

Se los aplica en un amplio rango de cultivos utilizando aspersores de tipo aguilón montados a tractores, mochilas, aspersores de golpes de aire y en aplicaciones áreas. Los intervalos de aspersión dependen del tipo de cultivo y de las enfermedades, pero usualmente se separan de 7-14 días (27).

2.2.13.3. Selectividad.

Bajo condiciones de campo, el mancozeb no ha mostrado fitotoxicidad en los cultivos registrados, siempre que se sigan las instrucciones del protocolo. Adicionalmente, no se requieren restricciones rotacionales (27).

2.2.13.4. Riesgo de resistencia.

Debido a su modo de acción de múltiples sitios, hay poco riesgo de que el hongo desarrolle resistencia al Mancozeb, esto lo hace atractivo en las estrategias de manejo de resistencia (27).

2.2.14. Destino y comportamiento en el ambiente.

2.2.14.1. Suelo.

El producto se degrada rápidamente en el ambiente por hidrólisis, oxidación, fotólisis y metabolismo. El Mancozeb tiene baja persistencia en el suelo, los estudios en el suelo en el laboratorio han mostrado vidas medias de menos de 2 horas (34).

2.2.14.2. Agua / Sedimento.

Mancozeb se hidroliza rápido en el agua. La vida media, en el rango de pH 5-9, es menor de un día. Además, mancozeb es casi insoluble en agua (6.2 mg/L) y es poco probable que se filtre en el agua del subsuelo, no se detecta en el sedimento a medida que ocurre la degradación en la fase acuosa (35).

2.2.14.3. Aire.

La volatilización de mancozeb es mínima con una presión de vapor baja a 20 °C. Por lo tanto, no se espera que persista en el aire (35).

2.2.15. Toxicología ambiental.

Mancozeb ha mostrado baja toxicidad para pájaros, abejas, lombrices de tierra y microorganismos de suelo no objetivo y no es considerado como un riesgo a estas especies. Ha demostrado ser tóxico a peces y organismos acuáticos en experimentos de laboratorio.

Sin embargo, debido a que el mancozeb se degrada rápidamente en agua natural debido a su rápida hidrólisis y biodegradación, las concentraciones de mancozeb son muy bajas y de poca importancia para los peces. Por estas razones, si ocurriese contaminación es improbable que los niveles de mancozeb en el agua se mantengan altos (34).

2.2.16. Toxicología en mamíferos.

El etileno-bis-ditiocarbamato mancozeb es un fungicida ampliamente utilizado con baja toxicidad reportada en mamíferos. En los ratones, el mancozeb induce la apoptosis embrionaria, afecta a la morfología del huso meiótico de los ovocitos y disminuye la tasa de fertilización incluso cuando se usa a concentraciones muy bajas. (34)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La presente investigación se realizó en parcelas experimentales ubicadas en la finca “La Represa” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), la misma que se encuentra situada en el km 5 de la vía Quevedo - Babahoyo de la parroquia San Carlos, recinto Faighta, Provincia de Los Ríos, entre las coordenadas geográficas 01°03'41'' de latitud Sur y 79°25'15'' de longitud norte, a una altura de 90 msnm.

3.1.1. Condiciones meteorológicas.

Tabla 2. Características climatológicas de la finca Experimental “La Represa”, de la UTEQ.

Condición	Valor
Altitud	90 msnm
Precipitación	269,12 mm/mes
Temperatura	24,93°C
Humedad Relativa	85,5%
Heliofania	84,325 horas
Zona ecológica	Bosque Húmedo Tropical
Topografía:	Ligeramente Ondulado

Fuente: (36).

3.2. Tipo de investigación.

El proyecto de investigación que se ejecuto es de tipo experimental que tributa a la línea de investigación: Desarrollo de conocimientos y tecnologías de agricultura alternativa aplicable a las condiciones del trópico húmedo y semi-húmedo del Litoral Ecuatoriano.

3.3. Métodos de investigación.

- ❖ Método de observación: Se sometió la investigación a evaluaciones semanales.
- ❖ Método analítico: Se analizó como infiriere la eficiencia del fungicida y en qué condiciones se da ésta.
- ❖ Método deductivo: Se concluyó la dosis correcta para control de la Sigatoka negra.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

Luego de conocer los problemas que acarrea a los bananeros, los cuales son los altos precios para el control de la Sigatoka Negra, se busco información de fuentes primarias como revistas, folletos, artículos científicos e internet sondeo por observación directa. Y de fuentes secundarias como encuestas, entrevistas.

3.5. Diseño de la investigación.

Para el efecto de esta investigación se planteó un diseño Completos al Azar (DCA), evaluándose 5 tratamientos con 4 repeticiones y 5 muestras por repetición, cada unidad experimental tuvieron dos meses de edad. El criterio del porque se aplicó DCA en esta investigación se debe a que se contó con barreras vivas de pasto King grass alrededor de cada repetición que impidió el paso de los fungicidas aplicados a otras parcelas y/o repeticiones.

Los datos obtenidos se tabularon en el programa Excel analizados con el programa estadístico Statgraphics 7.0, con licencia corporativa versión 16.2.04, mediante un análisis de la varianza y comparación de medias mediante el test Tukey con una probabilidad del 5% ($p \leq 0.05$).

El modelo matemático utilizado para este diseño experimental es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = una observación del tratamiento

μ = la media general del experimento

T_i = efecto del tratamiento

ϵ_{ij} = el efecto del error

El esquema de análisis de varianza y el modelo matemático se muestran a continuación.

Tabla 3. Diseño experimental de la investigación (Andeva).

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	t-1 4
Error experimental	(t-1) (r-1) 15
Total	t.r-1 19

Fuente: (37).

Tabla 4. Distribución de los tratamientos

Código	Tratamiento	Descripción (dosis)
T1	Dithane a dosis baja	1.50 L/ha o kg/ha
T2	Dithane a dosis media	1.65 L/ha o kg/ha
T3	Dithane a dosis alta	1.80 L/ha o kg/ha
T4	Emthane	1.76 L/ha o kg/ha
T5	Testigo absoluto	

3.6. Instrumentos de investigación.

Con el propósito de evaluar el efecto de cada tratamiento, se midieron las siguientes variables:

- ❖ Eficacia del producto frente a un testigo comercial y absoluto
- ❖ Hoja más joven infectada (YLI)
- ❖ Área foliar afectada (AFA)
- ❖ Hojas totales
- ❖ Datos económicos

3.6.1. Eficacia del producto para el control de Sigatoka negra.

Se realizó en la hoja tres por presentar estadios perceptibles al momento de la evaluación los cuales se registraron para la evolución a los tratamientos aplicados.

Se ejecutó un rastreo semanal en el transcurso del experimento, siguiendo la metodología de Stover modificada por Ghaul.

Esta metodología permitió la evaluación de la recurrencia de la Sigatoka negra mediante la aplicación de la Escala de (43) modificada por Gauhl, para la obtención información de la y realidad sanitaria de la plantación. Este sistema radica en una estimación visual del área foliar afectada en todas las hojas de las plantas cercanas a la floración, sin necesidad de descender la hoja. La valoración visual está en función de seis grados.

Tabla 5. Descripción del método de evaluación (Stover).

Grado	Estadio	Descripción del daño en la hoja
1 -	1	< o = 50 manchas
1 +	1	> 50 manchas
2 -	2	< o = 50 manchas
2 +	2	> 50 manchas
3 -	3	< o = 50 manchas
3 +	3	> 50 manchas
4 -	4	< o = 50 manchas
4 +	4	> 50 manchas

Fuente: (37).

La estimación del cuadro va en función con el estadio del hongo, es decir la diferencia es visible porque entre más alto el estadio es mayor el tamaño de la mancha necrótica, lo cual se observó en la hoja con mucha más facilidad.

3.6.2. Hoja más joven infectada (YLI)

Para la obtención del cálculo de la hoja más joven infectada por planta se tomó en cuenta la hoja más próxima a la candela o cigarro que tenga la infección, el total de hojas se divide por el número de plantas evaluadas.

3.6.3. Área foliar afectada (AFA).

Se obtuvo el porcentaje de área foliar afectada por la enfermedad para cada parcela mediante la metodología de (AFA). Este método permite obtener información sanitaria de la plantación. Este sistema consiste en una apreciación visual del área foliar afectada en todas las hojas de las plantas cercanas a la floración, sin necesidad de descender la hoja.

Para esto se toman en cuenta todas las hojas presentes, excepto la hoja candela o cigarro y las hojas agobiadas. La más cercana a la hoja candela se considera la N° 1. El conteo se realiza de pares e impares, de derecha a izquierda, a partir de la hoja 1 y 2. La estimación visual está en función de seis grados de desarrollo de la enfermedad (38).

Tabla 6. Descripción del método de evaluación (AFA)

Grado	Descripción del daño en la hoja
1	Hasta 10 % manchas por hojas
2	Menos del 5% del área foliar enferma.
3	De 6 a 15% del área foliar enferma.
4	De 16 a 34% del área foliar enferma.
5	De 35 a 50% del área foliar enferma.
6	Más del 50% del área foliar enferma

Fuente: (37)

3.6.4. Hojas totales.

Se contó el número totales de hojas, ejecutando un conteo empezando de arriba hacia abajo, en forma de espiral, contando las hojas en pares o impares. Tomando en cuenta la hoja bandera en qué estado se encuentra 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, esto nos permite estar al corriente en cuanto la emisión foliar.

3.6.5. Datos económicos.

Costos fijos y variables.- Esta variable se midió tomando en cuenta el los costos de los productos y la dosis usada en el presente estudio.

3.7. Tratamientos de los datos.

3.7.1. Delineamiento experimental.

❖ Área, edad y distancia de la plantación en la presente investigación.

La investigación se realizó en la finca experimental La Represa de la UTEQ. En un área de 5000 m² divididos en 20 parcelas de 12 x 15 m, utilizándose como material vegetal plantas de 4 meses de edad a una distancia de 2.5m entre plantas.

❖ **Métodos utilizados para la aplicación en la presente investigación.**

Se realizó fumigación dirigida para el control de Sigatoka Negra con bomba a motor de 15 litros de capacidad con un alcance de 8 m.

A esta bomba se le adaptó un Micronair AU8000, para simular las aplicaciones aéreas.

❖ **Número de aplicaciones.**

Se realizaron 8 aplicaciones dirigidas a la plantas.

❖ **Volumen de emulsión por hectárea**

El equipo se calibró para obtener un volumen equivalente de 18.927 litros o 5 galones de aplicación.

❖ **Volumen de emulsión por tratamiento.**

Aproximadamente se aplicó 500 cm³ de emulsión por tratamiento.

❖ **Tamaños de parcelas y total en tratamiento**

Las parcelas tuvieron una dimensión de 180 m² cada una, en total se establecieron 20 parcelas, cada una de (12 m x 15m).

3.7.2. Procedimiento experimental.

El ensayo empezó con la preparación del terreno, el suelo tiene una textura franca, la siembra de pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*), quien sirvió como barrera viva en la división de las parcelas, además para evitar la deriva del producto al momento de las aplicaciones.

El material vegetal que se utilizó en esta investigación fueron plantas de la variedad Williams enano. Cuando el pasto alcanzó una altura promedio de un metro se procedió a la

siembra de las plantas de banano. Las cuales se trajeron con anticipación, a la edad de 2 meses, Se sembró 5 plantas por parcela a una distancia de 2.5m entre sí. La investigación dio inicio cuando las plantas de banano tuvieron dos meses de sembradas. Cuando se realizaron las aplicaciones se adquirió una bomba de mochila a motor a la cual se le adaptó un Micronair AU8000, para simular las aplicaciones aéreas.

Para determinar la cantidad de producto que se utilizó para cada repetición se realizaron los cálculos respectivos dependiendo el volumen de aplicación que se utiliza por hectárea en una plantación comercial, es de 19 L/ha o 5 galones normalmente, para calcular la dosis de producto (Mancozeb 800 g/kg WP) a utilizar en la validación se realizaron los siguientes pasos matemáticos.

Si la dosis de (Mancozeb 800 g/kg WP) es 1.5 L/ha (1ha = 10000 m²), cuanto se aplicaría en 180 m².

10000 m² 1.5 L/prod

180 m² x

$$x = \frac{180 \text{ m}^2 \times 1.5 \text{ L/producto}}{10000 \text{ m}^2} = 0.027 \text{ L} \times 1000 \text{ c}^3 = 27 \text{ c}^3 \text{ producto}$$

10000m² 19 L mezcla

180m² x

$$x = \frac{180 \text{ m}^2 \times 19 \text{ L mezcla}}{10000 \text{ m}^2} = 0.342 \text{ L} \times 1000 \text{ c}^3 = 342 \text{ c}^3 \text{ producto}$$

Tabla 7. Descripción de parcelas para el experimento

Detalles	Características
Tamaño de la parcela experimental	180 m ²
Área total	3600 m ²
Número de plantas/parcela	5
Número total de plantas	100
Distancia de siembra	2.5 m entre plantas a una sola hilera

3.8. Recursos Humanos y Materiales.

Para la investigación se utilizaron los siguientes recursos y materiales:

Talento humano que contribuyo en la formulación y realización del presente proyecto de investigación:

- Director del proyecto de investigación Ing. Gerardo Segovia Freire
- Estudiante: Luis Alejandro Bautista Palma.
- Colaborador: Ing. Marcos Meneses, Ing. Neil Alvear.

3.8.1. Fungicidas utilizados.

Para la realización de esta investigación se utilizaron dos productos los cuales son:

- DITHANE NT (Mancozeb 800 g/kg WP) producto a prueba.
- EMTHANE (Mancozeb 750 g/kg WG) testigo comercial.

3.8.2. Materiales y equipos.

3.8.2.1. Materiales y equipos implementados en la investigación.

❖ Plantas: 120	❖ Jeringas de 5ml y 1ml
❖ King grass (para barreras)	❖ Mascarilla con filtros de carbono
❖ Bomba motorizada de espalda	❖ Traje protector
❖ Micronair	❖ Gafas protectoras
❖ DITHANE* NT	❖ Herbicidas
❖ EMTHANE 750	❖ Mescladora eléctrica
❖ Triton (emulsificante)	❖ Fertilizantes
❖ Aceite agrícola	❖ Balanza electrónica
❖ Agua	❖ Machetes
❖ Vasos de Medida	❖ Bolígrafo
❖ Guantes	❖ Libro de campo

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de la Eficacia a través del Índice de Infección.

Los tratamientos que se emplearon para esta investigación nos permitieron valorar los niveles de incidencia de la enfermedad en las plantas asistidas y en el testigo absoluto. Esto se lo llevó a cabo en la hoja tres por presentar estadios perceptibles al momento de la valoración en los cuales se observó su evolución frente a los tratamientos aplicados.

En la tabla 8, se muestran los resultados sobre la eficacia de los tratamientos en la hoja 3, observándose que a los 0 y 7 días no se registraron síntomas relacionados a la enfermedad, para la variable índice de infección, únicamente los valores reportados después de los 14 días, después de la tercera aplicación diferencias estadísticas ($P > 0,05$).

En la semana 14. El tratamiento de Dithane a dosis media (T2) obtuvo un menor índice de infección con un 6.75%, mientras que los tratamientos de Dithane a baja dosis y Dithane a alta dosis fueron estadísticamente similares siendo el (T1) con 7.12 y el (T3) con 7.70%, mientras que Emthane que es el (T4) obtuvo un promedio de 10.17% respectivamente, siendo el tratamiento con menos eficacia, el testigo absoluto (T5) reportó un 15.60% de infección en la hoja, siendo el valor más elevado

A los 21 días después de la cuarta aplicación, se observó que el tratamiento de Dithane a dosis baja (T1) fue el que obtuvo estadísticamente el menor porcentaje de infección con un 21.52%, seguido por el tratamiento de Dithane a dosis alta (T3) con un porcentaje de 22.17%, luego Dithane a dosis media (T2) con un 23.17% y Emthane (T4) con un 24.82% siendo este el de menor eficacia, el testigo absoluto obtuvo el porcentaje de infección de 36.22% el cual fue el más alto.

A los 28 días después de la cuarta aplicación, se observó que Dithane a dosis alta (T3) fue el que obtuvo estadísticamente el menor porcentaje de infección con un 22.77%, seguido por el tratamiento de Dithane a dosis baja (T1) con un porcentaje de 23.50%, luego Emthane (T4) con un 23.62% y Dithane a dosis media (T2) con un 23.82% siendo este el de menor eficacia, el testigo absoluto (T5) obtuvo un porcentaje de infección de 36.22% el cual fue el más alto.

En lo que concierne a los 35 días después de la sexta aplicación se observó, que el tratamiento de Dithane a dosis alta (T3) con un 22.12% obtuvo menor porcentaje de infección, mientras que Dithane a dosis baja (T1) presentó un 22.30%, Dithane a dosis media (T2) tuvo un 23.02% y Emthane (T4) presentó un 23.70%, siendo el testigo absoluto (T5) el de mayor presencia de infección con un 36.72%.

Finalmente a los 42 y 49 días existió diferencia estadística ($P > 0,05$) entre los tratamientos, Siendo el testigo absoluto el que obtuvo el mayor porcentaje que va desde 37.07% hasta 44.77% de infección, no obstante el que obtuvo menor porcentaje de infección fue el Dithane a dosis media (T2) con un 20.50% en la última semana demostrando mayor eficacia en comparación al testigo comercial (T4) que fue el Emthane con un 23.72%, cabe recalcar que los demás tratamientos también obtuvieron valores bajos en comparación al testigo comercial y absoluto como lo demuestra la tabla 8.

Tabla 8. Promedios del índice de infección de la hoja 3, en la evaluación de los tratamientos del grupo Mancozeb en el control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Mussa acuminata*)

Tratamientos	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21	Día 28	Día 35	Día 42	Día 49
T1	0.00 ^a	0.00 ^a	7.12 ^b	21.52 ^b	23.50 ^b	22.30 ^b	20.97 ^c	20.82 ^{bc}
T2	0.00 ^a	0.00 ^a	6.75 ^b	23.17 ^b	23.82 ^b	23.02 ^b	21.30 ^c	20.50 ^{bc}
T3	0.00 ^a	0.00 ^a	7.70 ^b	22.17 ^b	22.77 ^b	22.12 ^b	21.71 ^c	20.52 ^c
T4	0.00 ^a	0.00 ^a	10.17 ^{ab}	24.82 ^b	23.62 ^b	23.70 ^b	24.40 ^b	23.72 ^b
T5	0.00 ^a	0.00 ^a	15.60 ^a	31.40 ^a	36.22 ^a	36.72 ^a	37.07 ^a	44.77 ^a
EE.	0.00	0.00	0.57	0.36	0.39	0.39	0.19	0.34
CV (%)	0.00	0.00	30.53	7.26	7.42	7.71	3.85	7.07
P>0.05	0.00	0.00	<.0030	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

EE: Error Estándar de la Media; P<: Probabilidad; CV: Coeficiente de Variación ^{abcd} Promedios en cada fila con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$).

ELABORADO: AUTOR.

En la figura 1 y 2, se observa de manera gráfica los resultados del índice de infección sobre la variable eficacia bajo distintos tipos de tratamientos de fungicidas del grupo químico Mancozeb.

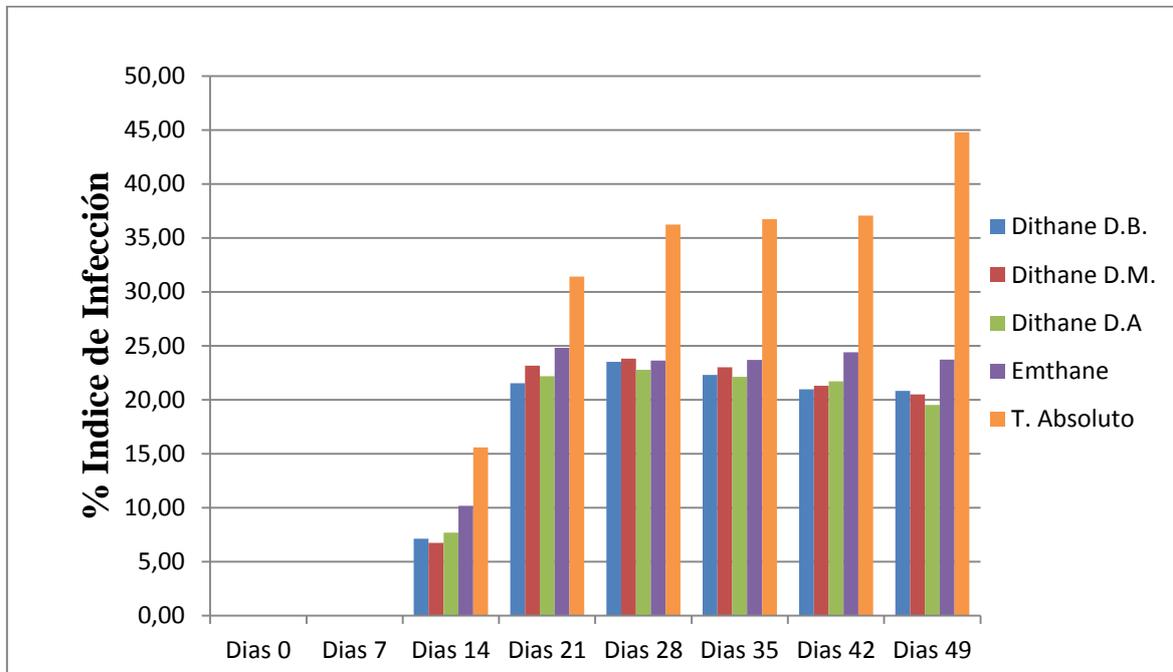


Figura 1. Conducta de la enfermedad obtenida Semanalmente del ataque de la Sigatoka negra.

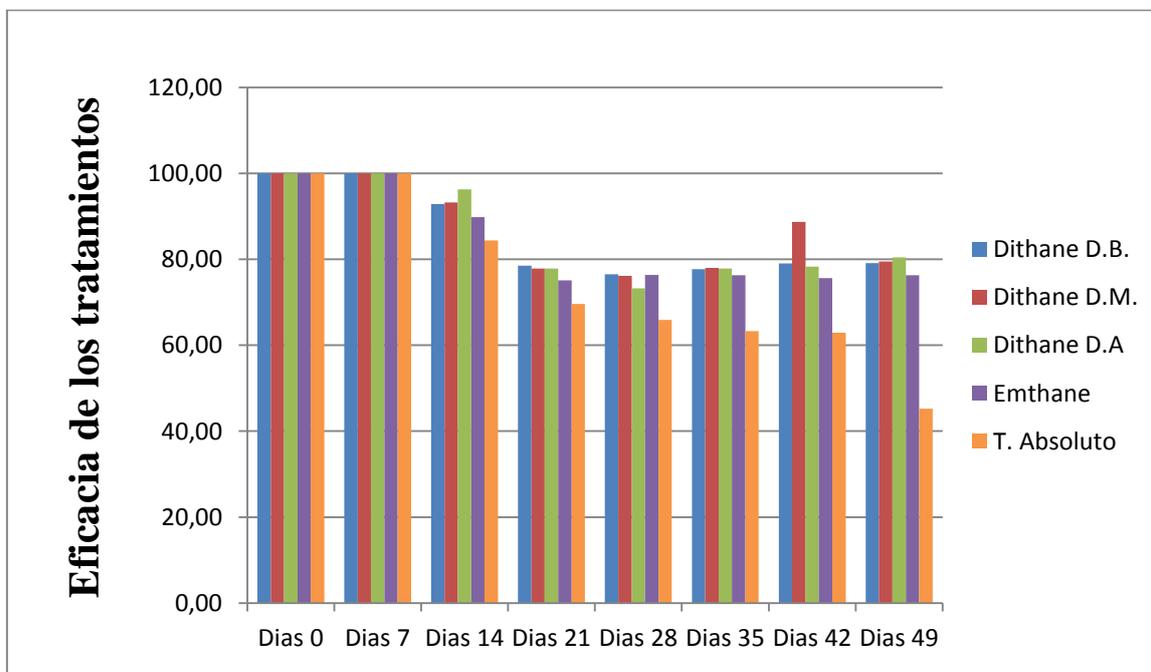


Figura 2. Conducta de la eficacia de los tratamientos obtenidos Semanalmente en el ataque de la Sigatoka negra.

En el análisis estadístico que se realizó para la variable de Eficacia del producto, que se realizó en la hoja 3 en la semana 0, la misma hoja que fue evaluada 8 veces en porcentajes, encontramos que los tratamientos de Dithane a las 3 dosis (T1), (T2), (T3), obtuvieron datos similares entre si y afines con el testigo comercial (T4), porcentajes que varían desde 20.82% a 23.72% de infección, presentando respectivamente diferencias estadísticas entre los tratamientos, en lo que respecta al testigo absoluto (T5) también se observó diferencia estadística mostrando el mayor índice de infección con un 44.77%.

Lazo V. Muños J. (42) en su publicación sobre Epidemiología de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), revela que es de gran importancia el uso de fungicidas eficaces ya que estos permiten realizar controles efectivos y a bajo costos siempre y cuando se tome en cuenta las condiciones de la zona puesto que si se mal implementa este recurso no se tendrá los resultados requeridos y al no tener diferencia estadística entre los tratamientos se toma la dosis media por costo.

Con estos resultados también concuerda Caicedo E. (43) en su publicación Fungicidas orgánicos para el control de la Sigatoka Negra quien expone que los productos que implementen para el control de Sigatoka Negra, deben contar con buena eficacia puesto que en mucho de los casos se le establece la responsabilidad para que sean estos los encargados del control de la infección en época seca y en época lluviosa sean usados en mezclas.

4.2. Análisis de la Hoja más joven infectada (YLI).

Los tratamientos que se emplearon para esta investigación, ayudaron a valorar la hoja más joven infectada en las plantas asistidas y en el testigo absoluto. Se lo llevo a cabo en las hojas tres, cuatro y cinco por presentar estadios perceptibles al momento de la valoración los cuales se registraron para la observación visual su evolución frente a los tratamientos aplicados.

En la tabla 9, se muestran los resultados sobre (YLI) de los tratamientos en las hojas 3, 4, 5, bajo el efecto de los fungicidas del grupo químico Mancozeb, observándose que a los 0 días no se registró manchas que demuestren incidencia de la enfermedad, por lo tanto muestran los resultados relativos a la variable de (YLI) en la cual se observa diferencia estadística ($P>0,05$), siendo únicamente los valores reportados después a los 7 días después de la segunda aplicación.

Para el caso de los 7 días luego de haber efectuado la segunda aplicación, se puede notar la presencia de la enfermedad en las hojas, sin mostrar diferencia estadística entre los tratamientos con excepción del testigo absoluto (T5), el cual presentó la enfermedad en la hoja 4 y para los demás tratamientos en la hoja 5.

A los 14, 21 y 28 días después de haber efectuado las aplicaciones, no se observó diferencia estadísticas entre tratamientos con excepción del testigo absoluto (T5), el cual presentó el (YLI) en la hoja 3 siendo este el tratamiento con la hoja más joven infectada, seguido por Emthane (T4) con 4 y Dithane a las 3 dosis con infección en la hoja 5.

A los 35 días después de haber efectuado la sexta aplicación, no se observó diferencia estadísticas entre tratamientos con excepción del testigo absoluto (T5), el cual presentó el (YLI) en la hoja 3 siendo este el tratamiento con la hoja más joven infectada, seguido por Emthane (T4) y Dithane a las 3 dosis con infección en la hoja 5.

A los 42 Y 49 días después de haber efectuado la aplicación, no se observó diferencia estadísticas, los tratamientos de Dithane a dosis alta (T3) Dithane a dosis media (T2), Dithane a dosis baja (T1) y Emthane (T4) presentó la infección en la hoja 5, dando como resultado que todos los tratamientos contienen la misma eficacia, con excepción del testigo absoluto (T5), el cual presentó el (YLI) en la hoja 4 siendo este el tratamiento con la hoja más joven infectada.

Tabla 9. Promedios de hoja más joven infectada, en la evaluación de los tratamientos del grupo Mancozeb en el control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Mussa acuminata*)

Tratamientos	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21	Día 28	Día 35	Día 42	Día 49
T1	0 ^a	5 ^a						
T2	0 ^a	5 ^a						
T3	0 ^a	5 ^a	4 ^a	5 ^a				
T4	0 ^a	5 ^a	4 ^a	4 ^a	4 ^a	5 ^a	5 ^a	5 ^a
T5	0 ^a	4 ^b	4 ^b	4 ^b	3 ^b	3 ^b	3 ^b	3 ^b
EE.	0,00	0,01	0,05	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
CV (%)	0,00	0,92	5,73	2,21	2,60	3,51	3,18	3,62
P>0.05	0,00	<.0001	<.0002	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

EEM: Error Estándar de la Media; P<: Probabilidad; CV: Coeficiente de Variación ^{abcd} Promedios en cada fila con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey p≤0.05).

ELABORADO: AUTOR

En la figura 3, se observa de manera gráfica los resultados de infección sobre la variable YLI bajo distintos tipos de tratamientos de fungicidas del grupo químico Mancozeb.

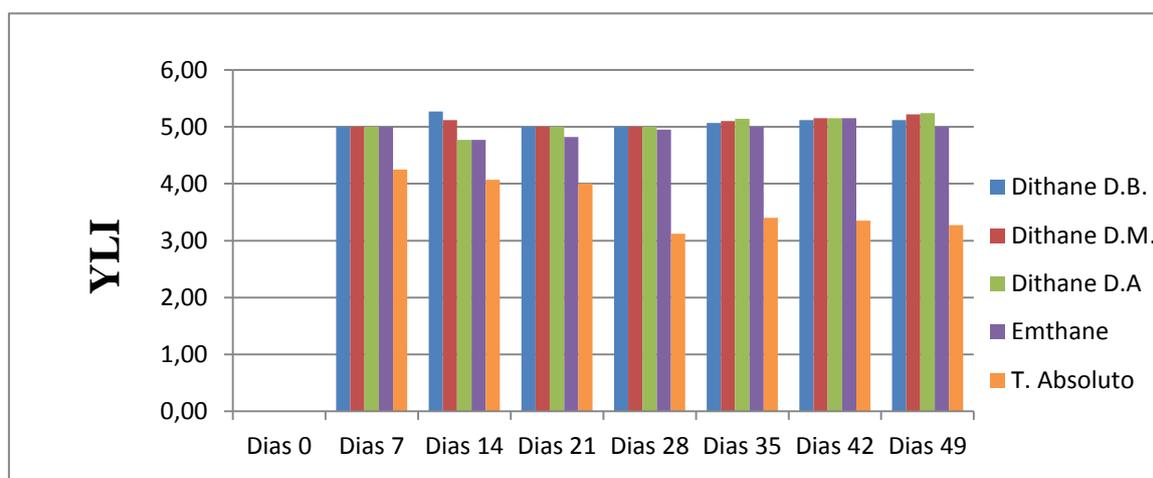


Figura 3. Conducta de la enfermedad de los tratamientos obtenidos Semanalmente en el ataque de la Sigatoka negra en la hoja más joven.

En el análisis estadístico que se realizó para la variable de Hoja más joven (YLI) con infección, el cual se realizó evaluando las primeras hojas, encontramos que los tratamientos de Dithane a las 3 dosis (T1), (T2), (T3) y el testigo comercial (T4), obtuvieron datos similares, donde presentaron la infección en la hoja 5, respectivamente no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, en lo que concierne al testigo absoluto (T5) se observó diferencia estadística mostrando la infección en hoja 3.

Muñoz C. (44) en su reseña Manejo de Sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis* var. *Difformis* Morelet). Indica que la Sigatoka Negra tiene intervalos de tiempo entre sus estadios, lo cual le permite ser poco perceptible durante los primeros 14 días, esto es un ente el cual ayuda a que la Sigatoka Negra prolifere en hojas jóvenes sin ser captadas y su propagación sea efectiva, para ello se requiere que los fungicidas protectantes sean de alta efectividad para asegurar hojas funcionales.

Lazo V. (45) en su reseña Evaluación experimental del clorotalonil en el control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), la cual nos indica que los fungicidas protectantes deben cumplir la función de preservar las hojas jóvenes evitando que la enfermedad que se encuentra presente en hojas jóvenes no prolifere, esto debe ir sujeto por intervalos cortos de aplicación.

4.3. Análisis del Área Foliar Afectada (AFA%).

Los tratamientos que se emplearon para esta investigación, nos permitieron valorar los niveles de Área Foliar Afectada (AFA), en las plantas asistidas y en el testigo absoluto. Se lo llevó a cabo en todas las hojas por presentar estadios perceptibles al momento de la valoración los cuales se registraron para la observación visual su evolución frente a los tratamientos aplicados.

En la tabla 10, se muestran los resultados sobre el AFA de los tratamientos en todas las hojas, bajo el efecto de los fungicidas del grupo químico Mancozeb, observándose que a los 0 días no se registró manchas que demuestren incidencia de la enfermedad, por lo tanto se muestran los resultados relativos a la variable de AFA en el cual se observa diferencia estadística ($P > 0,05$), siendo únicamente los valores reportados después a los 7 días después de la segunda aplicación.

A los 7 días después de la aplicación, el tratamiento de Dithane a dosis baja (T1) y Emthane (T4) con un 5.17% los cuales presentan los valores más bajos de infección, seguidos por Dithane a dosis media (T2) y dosis alta (T3) con un 5.25 y 5.37%, estos tratamientos no presentaron diferencia estadística a excepción del testigo absoluto (T5) el cual presento un 6.45% de infección.

A los 14 días después de la tercera aplicación, el tratamiento de Emthane (T4) con un 10.40% presenta el valor más bajo de infección, Dithane en las 3 dosis presenta niveles de infección similares los cuales son 10.85%, 10.70%, 10.45%, estos tratamientos no presentaron diferencia estadística a excepción del testigo absoluto (T5) el cual presentó un 12.97% de infección.

A los 21 días después de la aplicación, el tratamiento de Dithane a dosis media (T2) y Emthane (T4) con un 14.12% los cuales presentan los valores más bajos de infección, seguidos por Dithane a dosis alta (T3) y dosis baja (T1) con un 14.17 y 14.67%, estos tratamientos no presentaron diferencia estadística a excepción del testigo absoluto (T5) el cual presentó un 23.90% de infección.

A los 28 días después de la aplicación, el tratamiento de Dithane a dosis alta (T3) con un 18.02% presenta el valor más bajo de infección, seguido por Dithane a dosis media (T2) con un 18.17%, Emthane (T4) con un 18.32%, Dithane a dosis baja (T1) con un 18.40%, estos tratamientos no presentaron diferencia estadística a excepción del testigo absoluto (T5) el cual presentó un 30.25% de infección.

En lo que respecta a los 35 días después de la aplicación, el tratamiento de Emthane (T4) obtuvo un 20.20% de infección el cual se presenta como el valor más bajo de infección, seguido por Dithane a dosis alta (T3) y dosis media (T2) con un 20.50 y 20.55% de infección, Dithane a dosis baja (T1) con un 21.75% de infección, estos tratamientos no presentaron diferencia estadística a excepción del testigo absoluto (T5) el cual presentó un 38.75% de infección.

Finalmente podemos observar que a los 42 y 49 días después de la aplicación existió diferencia estadística ($P > 0,05$), siendo el testigo absoluto (T5) el que obtuvo un mayor índice de infección con un 63.20% de enfermedad. Por lo tanto el tratamiento de Dithane a dosis media (T2) se manifestó de una manera notoria en comparación a los demás tratamientos alcanzando valores de 26.20% hasta los 49 días después de la aplicación. Es también recalable la eficacia de los demás tratamientos que también obtuvieron valores muy bajos en comparación del testigo absoluto como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Promedios de AFA, en la evaluación de los tratamientos del grupo Mancozeb en el control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Mussa acuminata*)

Tratamientos	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21	Día 28	Día 35	Día 42	Día 49
T1	0.00	5.17 ^b	10.85 ^b	14.67 ^b	18.40 ^b	21.75 ^b	23.77 ^b	26.52 ^b
T2	0.00	5.25 ^b	10.70 ^b	14.12 ^b	18.17 ^b	20.55 ^b	22.92 ^{bc}	26.20 ^b
T3	0.00	5.37 ^b	10.45 ^b	14.17 ^b	18.02 ^b	20.50 ^b	22.82 ^c	26.22 ^b
T4	0.00	5.17 ^b	10.40 ^b	14.12 ^b	18.32 ^b	20.20 ^b	23.97 ^c	26.35 ^b
T5	0.00	6.45 ^a	12.97 ^a	23.90 ^a	30.25 ^a	38.75 ^a	45.55 ^a	63.20 ^a
EE.	0.00	0.06	0.07	0.21	0.27	0.21	0.20	0.35
CV (%)	0.00	5.20	2.95	6.45	6.52	4.22	3.31	4.96
P>0.05	0.00	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

EEM: Error Estándar de la Media; P<: Probabilidad; CV: Coeficiente de Variación ^{abcd} Promedios en cada fila con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey p<0.05).

ELABORADO: AUTOR

En la figura 4, se observa de manera gráfica los resultados de infección sobre la variable AFA bajo distintos tipos de tratamientos de fungicidas del grupo químico Mancozeb.

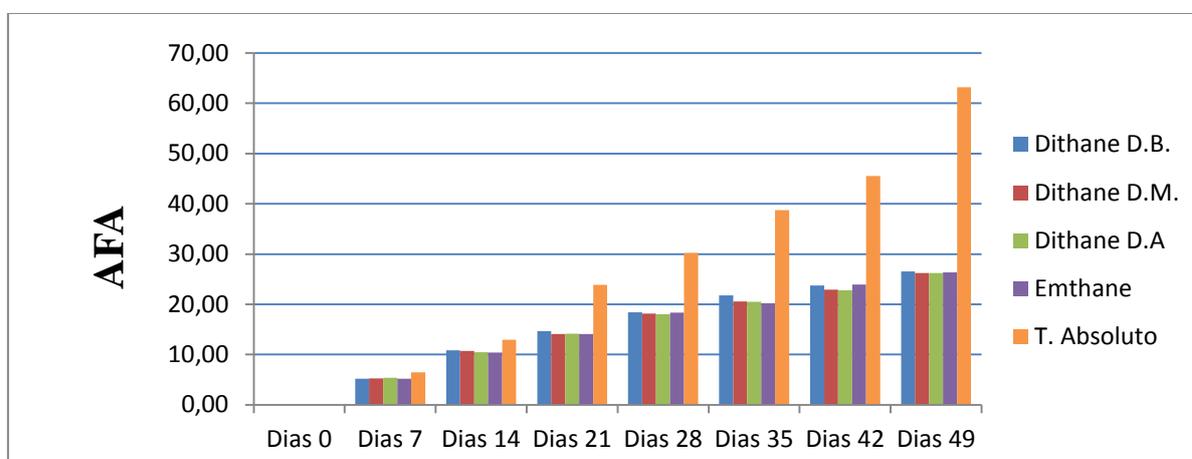


Figura 4. Conducta de la enfermedad de los tratamientos obtenidos semanalmente del Área Foliar Afectada por la Sigatoka negra.

Para la variable área foliar afectada (AFA) se determinó que los tratamientos de Dithane a las 3 dosis (T1), (T2), (T3), obtuvieron datos similares entre si y semejantes con el testigo comercial (T4), porcentajes que varían desde 26.22% a 26.52% de infección, no presentando respectivamente diferencias estadísticas entre los tratamientos, en lo que respecta al testigo absoluto (T5) se observó diferencia estadística manifestando el mayor índice de infección con un 63.20%.

Sabando Evelyn (46) sobre Fungicidas del grupo triazoles para el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en plántulas de banano, la cual relata que luego de haber aplicado los fungicidas, se obtuvieron buenos resultados, puesto que la planta contaba con mayor superficie foliar.

4.4. Análisis de Hojas Totales de los Tratamientos Aplicados.

En la zona del litoral ecuatoriano el sector bananero se encuentra sometido a rigurosos programas de fumigación para el control de Sigatoka Negra llevando así una lucha incansable con la enfermedad para poder proteger el mayor número de hojas y así poder llegar a la cosecha con un área foliar de la planta considerable.

Los resultados de este trabajo sometidos al análisis estadístico en la variable Total de Hojas no logró diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos al 5% de probabilidad de error experimental.

Para esta variable no se registraron diferencias estadísticas en ninguno de los tratamientos, resultado así que los productos no tuvieron un efecto en lo que respecta al total de hojas. Sin embargo se consideró necesaria la introducción de las medias de cada uno de los tratamientos en sus semanas de estudio.

Tabla 11. Promedios de total de hojas, en la evaluación de los tratamientos del grupo Mancozeb en el control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Mussa acuminata*)

Tratamientos	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21	Día 28	Día 35	Día 42	Día 49
T1	3.22 ^a	4.25 ^a	5.31 ^a	7.31 ^a	9.56 ^a	10.31 ^a	11.43 ^a	12.37 ^a
T2	3.17 ^a	4.10 ^a	5.00 ^a	7.06 ^a	9.75 ^a	10.68 ^a	11.62 ^a	12.39 ^a
T3	3.20 ^a	4.22 ^a	5.12 ^a	7.06 ^a	9.75 ^a	10.75 ^a	11.37 ^a	12.43 ^a
T4	3.25 ^a	4.27 ^a	5.37 ^a	7.31 ^a	9.56 ^a	10.37 ^a	11.50 ^a	12.37 ^a
T5	3.37 ^a	4.45 ^a	5.56 ^a	7.50 ^a	9.93 ^a	10.93 ^a	11.62 ^a	12.31 ^a
EE.	0.03	0.04	0.06	0.05	0.13	0.11	0.07	0.06
CV (%)	3.99	4.97	5.67	3.41	6.72	5.27	2.84	2.70
P>0.05	0.2691	0.2797	0.1253	0.1861	0.9166	0.4980	0.7598	0.3089

EE: Error Estándar de la Media; P<: Probabilidad; CV: Coeficiente de Variación^{abcd} Promedios en cada fila con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$).

ELABORADO: AUTOR

En la figura 5, se observa de manera gráfica los resultados de infección sobre la variable Hojas Totales bajo distintos tipos de tratamientos de fungicidas del grupo químico Mancozeb.

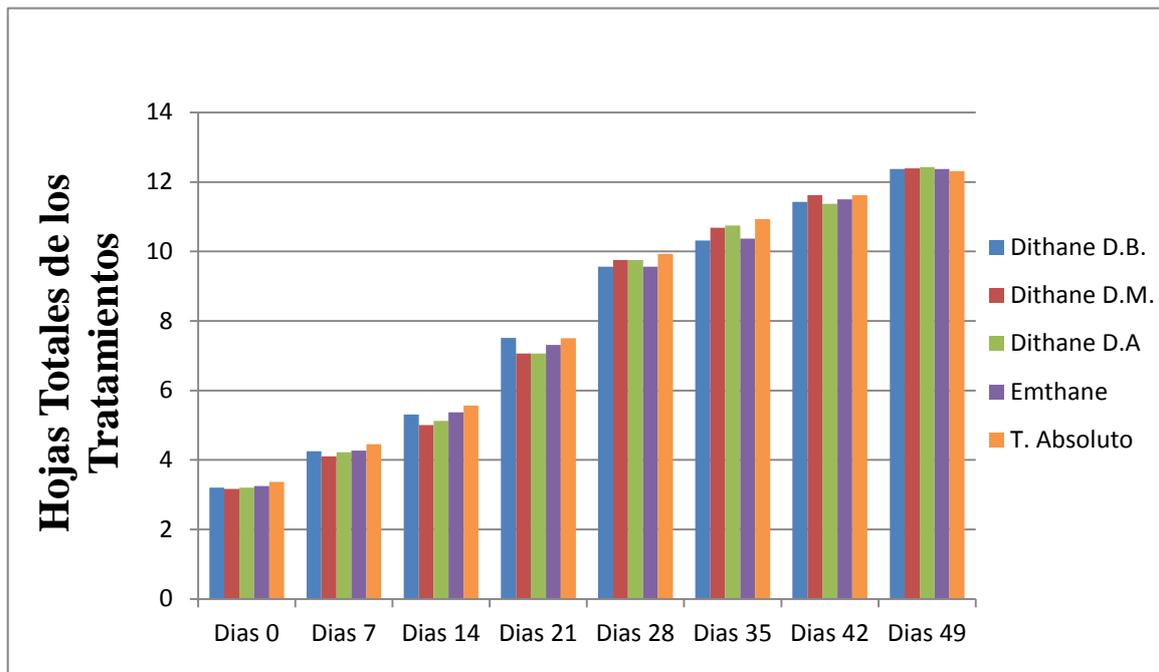


Figura 5. Conducta de los tratamientos obtenidos semanalmente del Total de Hojas infectadas por la Sigatoka negra.

Para la variable hojas totales se considero las hojas que emitían las plantas semanalmente el cual muestra el análisis estadístico, determino que los tratamientos de Dithane a las 3 dosis (T1), (T2), (T3) y el testigo comercial (T4), obtuvieron datos similares entre si y semejantes con al testigo absoluto (T5), en la presente variable no se observaron diferencias estadística en ninguna de las semanas, manteniendo un promedio de 12 hojas en los tratamientos.

Llerena J. (47) en su reseña sobre Efecto del uso del fungicida tridemorph como alternativa en el control de Sigatoka Negra (*Micosphaerella fijiensis Morelet*) en el cultivo de banano, dice que los fungicidas no influyen sobre la emisión foliar, puesto que estos exclusivamente actúan sobre la enfermedad.

Análisis del costo de aplicación

En la tabla 12 se exponen los valores económicos correspondientes a la aplicación de cada uno de los tratamientos. Por cuanto para el subtotal de costos fijos, el valor fue igual en todos los tratamientos aplicados (\$ 17.00). Sin embargo, se observa una diferencia económica en cada producto, siendo el Emthane el de mayor valor (\$ 24.43), y el de menor costo es el Dithane a dosis baja con (\$ 14.25). Los mayores costos resultantes después de la sumatoria entre los costos fijos y variables, demostraron que el Dithane a dosis baja obtuvo valores de (\$ 31.25), Dithane a dosis media obtuvo valores de (\$ 32.62), seguido del Dithane a dosis alta con un costo de (\$ 34.10), finalmente Emthane con un costo de (\$41.43), siendo importante mencionar que estos valores corresponden a la aplicación de los productos usados.

En la tabla 12 se exponen los valores económicos correspondientes a la aplicación de cada tratamiento.

Tabla 12. Costos de aplicación por hectárea, en la evaluación de los tratamientos del grupo Mancozeb en el control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el Cultivo de Banano (*Mussa acuminata*)

	Dithane Db.	Dithane Dm.	Dithane Da	Emthane	Testigo
COSTOS FIJOS					
Alquiler de bomba	\$5.00	\$5.00	\$5.00	\$5.00	\$0.00
Jornales	\$12.00	\$12.00	\$12.00	\$12.00	\$ 0.00
Subtotal costos fijos	\$17.00	\$ 17.00	\$ 17.00	\$ 17.00	\$ 0.00
COSTOS VARIABLES					
Precio de productos	\$ 9.50	\$ 9.50	\$ 9.50	\$ 13.88	\$ 0.00
Dosis por hectárea	1.50 L.	1.65 L.	1.80 L.	1.76 L.	0 L.
Subtotal costos variables	\$14.25	\$ 15.67	\$17.10	\$ 24.43	\$ 0.00
Total	\$31.25	\$ 32.67	\$34.10	\$ 41.43	\$ 0.00

En la figura 6, se observa de manera gráfica los resultados económicos bajo distintos tipos de tratamientos de fungicidas del grupo químico Mancozeb.

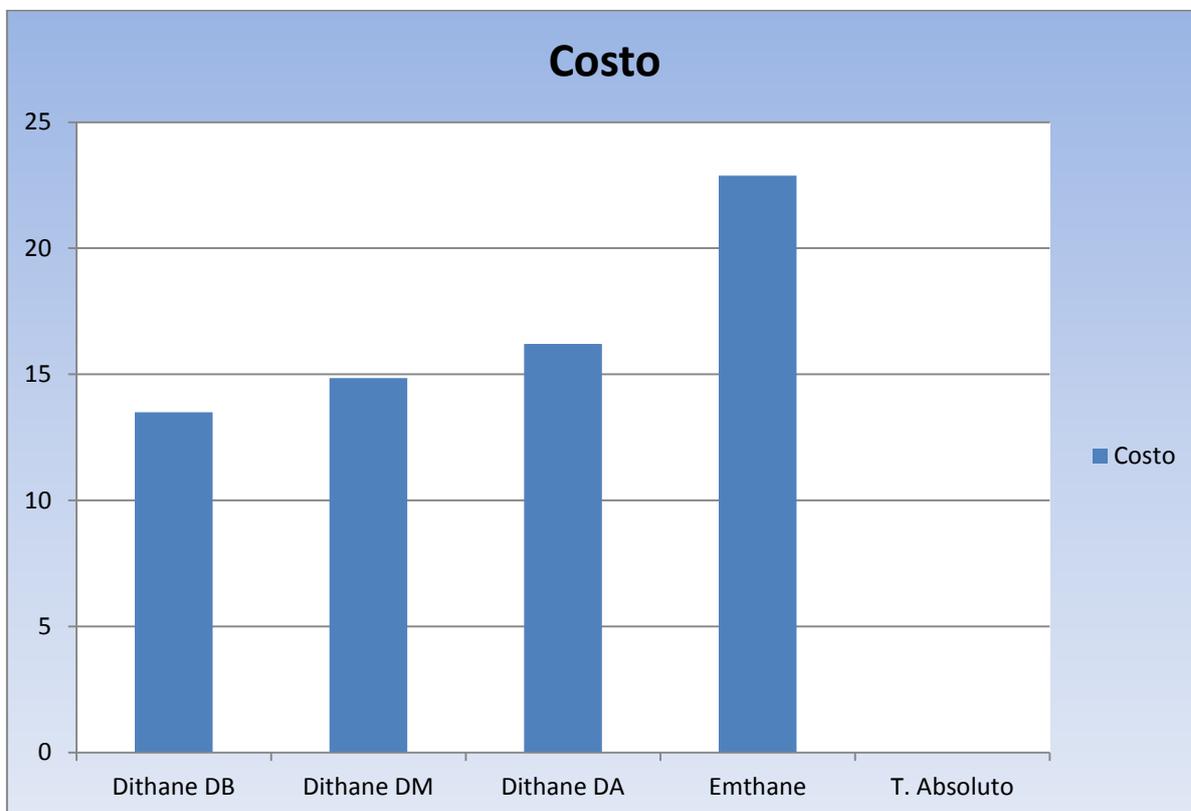


Figura 5. Costo de aplicación de los fungicidas utilizados en la investigación.

Según lo que nos muestra la gráfica, el tratamiento de menor costo es el de Dithane a baja dosis (T1), seguido por Dithane a dosis media (T2). Se toma en consideración estos dos parámetros de costo ya que representan un beneficio para el agricultor, debido a que al momento de realizar la aplicación de fungicidas para el control de Sigatoka Negra, con estas dosificaciones reducirán considerablemente costos de producción.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- Los tratamientos de Dithane NT (*Mancozeb 800g/kg WP*), a las tres dosis, mostraron excelentes resultados para control de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*), en banano (*Mussa Acuminata*), presentando un bajo índice de infección, similar al testigo comercial, pero cave recalcar que el tratamiento de Dithane a dosis media (T2) obtuvo mejores resultados en la variable eficacia, ofreciendo esta como la dosis recomendada.
- Los tratamientos de Dithane NT, tienen alta eficacia en prevención contra el hongo, puesto que los resultados que expresó la investigación en YLI reportaron las cinco primeras hojas totalmente libre de enfermedad.
- Las tres dosis de Dithane NT, no presentaron efecto sobre la emisión foliar en la planta.
- Se pudo fijar el tratamiento de Dithane a dosis media (T2) como la dosis efectiva mediante la variable costos, por presentar grados de eficacia superior a las dosis bajas y similares a la dosis alta de Dithane y al tratamiento de Emthane por un precio rentable.
- Determinamos que la eficacia del producto Dithane NT fue muy alta ya que fue sometido bajo condiciones de época lluviosa donde sabemos que existe mayor proliferación de Sigatoka Negra, también tuvo un efecto las barreras vivas de pasto King Grass puesto que por su densidad crea microclimas y aumenta la presión de la enfermedad.

5.2. Recomendaciones.

- Utilizar el fungida Dithane NT a dosis de 1.65 L/ha o kg/ha, en programas de fumigación para el control de Sigatoka Negra en plantaciones comerciales de banano.
- Se sugiere realizar las aplicaciones en los períodos adecuados es decir respetando intervalos de tiempo entre productos sistémicos y protectantes, también en circunstancias climatológicas favorables de preferencia en épocas de baja intensidad de la enfermedad, para evitar que la eficacia del producto disminuya.
- Implementar la dosis baja de Dithane NT cuando se lo utilice en mezclas en los programas de fumigación, si realizamos esta actividad provocaremos sinergia entre productos esto permitirá aumentar el control de la enfermedad y para usar Dithane NT de manera solo, se recomienda la dosis media. A fin de reducir hasta un 20% los costos de aplicación por hectárea.
- Efectuar aplicaciones de Dithane NT productores pequeños, medianos y grandes puesto que es de fácil acceso, bajo costo y alta calidad ya que características de alta eficacia en la presente investigación.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

1. Pérez L. Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka Negra en bananos: Estado actual y perspectivas. Revista: Fitosanidad (2006).
2. Aebe A. Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador. Base de datos estadísticos. (2005).
3. Aguilarla R. Producción y exportación del banano y su incidencia en la economía Ecuatoriana. Universidad de Guayaquil. (2015).
4. Corrales O. Control of Black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) and the Red Burrowing Nematode (*Radopholus similis* Cobb) in Banana, Using the Plant Protection Program, Proceedings of the XVth ACORBAT Meeting, Cartagena de Indias. (2002).
5. Kessmann H. Induction Of Systemic Acquired Disease Resistance In Plants By Chemicals. Ann. Rev. Phytopath. (2000).
6. Arias O. Use of Impulse 80 EC (Spiroxamine), and Dithane 60 EC (Mancozeb), for Combat of *Mycosphaerella fijiensis* in Bananas (Musa AAA). Proceedings of the XV ACORBAT Meeting, Cartagena de Indias. (2002).
7. Agrawal A. Costeffective in vitro conservation of banana using alternatives of gelling agent and carbon source. Acta Physiol. Plant. (2010).
8. Ganry J., An integrated approach to control the Black leaf streak disease (BLSD) of bananas, while reducing fungicide use and environmental impact. En: Dhanasekaran et al., eds. Fungicides for plant and animal diseases. (2012).
9. Cuéllar D. Evaluación de resistencia de genotipos de plátano y banano a la Sigatoka negra. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. (2011).
10. Vallad G. Systemic Acquired Resistance And Induced Systemic Resistance In Conventional Agriculture. (2004).
11. Cabrera Cabrera J. Evaluation Of Different Covers Used In Greenhouse Cultivation Of Cavendish Bananas (*Musa Acuminata Colla Aaa*) In The Canary Islands Acta Horticulturae. (2012).
12. Van Den Bosch F. Governing principles can guide fungicide-resistance management tactics for *Mycosphaerella fijiensis*. (2014).
13. Hoyos J. Evaluacion del efecto de diferentes concentraciones de fitohormonas en la micropropagacion del platano Dominico Harton (*Musa AAB Simmonds*). Biotecnol. Sector Agropec. Agroind. (2008).

14. Ayala A. Evaluación de la actividad antifúngica del quitosano contra el hongo *Mycosphaerella Fijiensis* Morelet que produce la sigatoka negra que ataca el plátano. Revista Iberoamericana de Polímeros. (2015).
15. Hidalgo R. Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. pp. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos filogenéticos. Roma. (2003).
16. López A. Espinosa J. Manual On The Nutrition And Fertilization Of Banana. Potash & Phosphate Institute & Corporación Bananera Nacional. Costa Rica. (2000).
17. Gómez M. Efecto de las condiciones de incubación y de compuestos inorgánicos y orgánicos sobre la esporulación de lesiones de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*). Instituto Tecnológico de Costa Rica sede Regional San Carlos. (2013).
18. Cayon G. Ecofisiología y productividad del platano (*Musa AAB Simmonds*). pp. Cooperacion en Investigaciones de Banano en el Caribe y en America Tropical. Oaxaca, México DF. (2004).
19. Martinez R. Efecto Del Riego Deficitario Controlado En La Productividad Del Banano. Revista Ciencias Tecnicas Agropecuarias. (2013).
20. Correa D. Caracterización y diagnóstico participativo de suelos de algunas unidades productivas. Visión desde el aula hacia la isla. Bogotá. (2006).
21. Janmey P. Biophysical properties of lipids and dynamic membranes. Trends in cell biology. (2006).
22. Brenes-Prendas S. Toxicidad de herbicidas promisorios para el control de *dieffenbachia Oerstedii* en hijos de Banano: Universidad de Costa Rica, Agronomía Mesoamericana. (2012).
23. León A. Culturas bananeras: producción, consumo y transformaciones socioambientales. John Soluri. Colombia: Universidad Nacional de Colombia y siglo del hombre editores. (2013).
24. Gibert O, and A. Díaz. Differentiation between cooking bananas and dessert bananas. Morphological and compositional characterization of cultivated Colombian musaceae (*Musa sp.*) in relation to consumer preferences. (2009).

25. Pérez L. Álvarez J. Sigatoka negra causada por *Mycosphaerella fijiensis* Morelet en Cuba: impacto económico, resistencia de los clones y manejo de la enfermedad Fitosanidad. (2013).
26. Kumar C. Traditional And Medicinal Uses Of Banana. (2012).
27. Briant B. Regulatory submission for Annex: pesticide information pro-files. Dow AgroSciences EU. (2000).
28. Pérez V. Morfología de las especies de *mycosphaerella* asociadas a manchas de las hojas en musa SPP. Fitosanidad. (2002).
29. Churchil A. *Mycosphaerella fijiensis*, the black leaf streak pathogen of banana: Progress towards understanding pathogen biology and detection, disease development, and the challenges of control. (2011).
30. Pérez M. Pérez V. Variabilidad de *mycosphaerella fijiensis morelet*. Estabilidad de la resistencia a Sigatoka negra de los clones híbridos de la FHIA Fitosanidad.(2006).
31. Álvarez JM, Beltrán A. Tecnología de producción con altas densidades en bananos y plátanos en Cuba y avances hacia una producción orgánica. MUSALAC, INIBAP. Guayaquil, Ecuador. pp. (2003).
32. Paro R., The fungicide mancozeb Combat of *Mycosphaerella fijiensis* in Bananas, and toxic effects on mammalian granulosa cells. Toxicol. Pharmacol. (2012).
33. León J. Botánica de los Cultivos Tropicales. Musaceas. 88 p. San Jose: IICA. (2000).
34. Bryant R. Global Fungicide Directory Second Edition, Agranova. Dow AgroSciences EU. (2000).
35. Domínguez M., Peñuela G. Método analítico para la determinación de subproductos del Mancozeb para control de Sigatoka negra en cultivos de banano en la región Andisol del Oriente Antioqueño. (2009).
36. Estación del INAMHI ubicada en la Estación Experimental Tropical Pichilingue. Anuario Meteorológico. (2016).
37. Stover H. Sigatoka leaf spot of bananas and plantains. Plant Disease. (1998).
38. Vera M. & Meneses, M. Respuestas de fungicidas sistemicos solos y en cocteles con protectantes y morfolinas en el control de sigatoka negra. Tesis de grado, Mocache, los Rios, Ecuador. (2009).

39. Arzanlou M. Molecular diagnostics for the sigatoka disease complex of banana. *Phytopathology*. (2007).
40. Koné D. In vitro activity of different fungicides on the growth in *Mycosphaerella fijiensis* var. Ellis, isolated parasites of the banana phyllosphere in the Ivory Coast. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. (2009).
41. Pérez L. Álvarez J. Sigatoka negra causada por *Mycosphaerella fijiensis* Morelet en Cuba: impacto económico, resistencia de los clones y manejo de la enfermedad Fitosanidad. (2013).
42. Pérez V. Epidemiología de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en Cuba. I. Pronóstico Bioclimático de los Tratamientos de Fungicidas en Bananos (*Musa acuminata* AAA) *Revista Mexicana de Fitopatología*. (2000).
43. Caicedo E. Fungicidas orgánicos para el control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*), en el cultivo de banano (*Musa* AAA) Valencia-Los Ríos. Universidad Técnica Estatal de Queved. (2015).
44. Muñoz C. Manejo de Sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis* var. Difformis Morelet) en plátano cv. "Curraré" en San Carlos, Zona Norte". *Revista Tecnología en Marcha*. (2006).
45. Lazo V. Evaluación experimental del clorotalonil en el control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en plantaciones de plátano (*Musa spp.* AAB). Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado Barquisimeto, Venezuela. (2012).
46. Sabando E. Fungicidas del grupo triazoles para el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en plántulas de banano (*Musa paradisiaca*). Universidad Técnica Estatal de Queved. (2015).
47. Llerena J. Efecto del uso del fungicida tridemorph como alternativa en el control de sigatoka negra (*Micosphaerella fijiensis* Morelet) en el cultivo de banano Hacienda San Marcos. Universidad Rafael Landívar. (2013).

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Análisis de varianza.

Anexo 1. Análisis de varianza aplicada a la variable Eficacia a través del Índice de Infección para la semana 8.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	217.865	54.4662500	6.54	0.0030
Error	15	124.905	8.3270000		
Total	19	342.770			

FUENTE: ANÁLISIS ESTADISTICO STATGRAPHICS 7.0.

ELABORADO AUTOR.

Anexo 2. Análisis de varianza aplicada a la variable Hoja más joven infectada para la semana 8.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	254.622	63.655	19.90	<.0001
Error	15	47.990	3.199		
Total	19	302.612			

FUENTE: ANÁLISIS ESTADISTICO STATGRAPHICS 7.0.

ELABORADO AUTOR.

Anexo 3. Análisis de varianza aplicada a la variable Áre foliar afectada para la semana 8.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	526.288	131.572	35.38	<.0001
Error	15	55.7900	3.719		
Total	19	582.078			

FUENTE: ANÁLISIS ESTADISTICO STATGRAPHICS 7.0.

ELABORADO AUTOR.

Anexo 4. Análisis de varianza aplicada a la variable Hojas totales para la semana 8.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	746.947	186.736	199.19	<.0001
Error	15	14.0625000	0.937		
Total	19	761.009			

FUENTE: ANÁLISIS ESTADISTICO STATGRAPHICS 7.0.

ELABORADO AUTOR.

7.2. Imágenes de la investigación.



Anexo 5: Preparación del terreno



Anexo 6: Siembra de plantas variedad Williams enano



Anexo 7: preparación de los tratamientos



Anexo 8: Identificación de tratamientos



Anexo 9: Aplicación de productos



Anexo 10: Evaluación semanal



Anexo 11: Identificación de la enfermedad