



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS

CARRERA AGROPECUARIA

Trabajo de Integración Curricular
previa a la obtención del Grado
Académico de Ingeniero
Agropecuario

Proyecto de Investigación:

EVALUACIÓN DE RESIDUALIDAD DE DIFERENTES FUNGICIDAS PARA EL
CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) EN EL CULTIVO
DE BANANO (*Musa paradisiaca*).

Autor:

CHALCO VALDEZ YERSON DAMIAN

Director de Proyecto de Investigación:

ING. AGR. FREDDY JAVIER GUEVARA SANTANA M.SC.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023

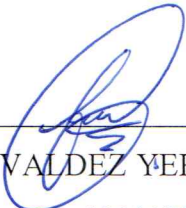


DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, CHALCO VALDEZ YERSON DAMIAN, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado de calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en el documento.

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

Atentamente;



CHALCO VALDEZ YERSON DAMIAN
C.I: 1311132854



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito **Freddy Javier Guevara Santana**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Chalco Valdez Yerson Damian**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Evaluación de residualidad de diferentes fungicidas para el control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*)**.”, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente;

Ing. Agr. Freddy Javier Guevara Santana M. Sc

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito **Freddy Javier Guevara Santana**, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado “Evaluación de residualidad de diferentes fungicidas para el control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*)”, presentado por el estudiante **Yerson Damian Chalco Valdez**, egresado de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, que se ha desarrollado de acuerdo al reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles de originalidad en un 94% y similitud 6%, del trabajo investigación. Valido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el Reglamento.

Document Information

Analyzed document	TESIS CHALCO YERSON CORREGIDA.docx (D174057202)
Submitted	9/28/2023 11:05:00 PM
Submitted by	
Submitter email	fguevara@uteq.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	fguevara.uteq@analysis.orkund.com

Ing. Agr. Freddy Javier Guevara Santana M. Sc

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

Evaluación de residualidad de diferentes fungicidas para el control de la sigatoka negra
(*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*)

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Luis Alberto Godoy Montiel

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dra. Roxanna Palma León PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Marco Heredia Rengifo

MOCACHE- LOS RIOS – ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres, hermano, esposa y suegros. Por su apoyo y sacrificio han sido la fuerza impulsora detrás de mis logros. Agradezco profundamente su confianza en mí y su constante apoyo a lo largo de mi trayectoria académica.

También quiero agradecer a mi director de tesis, Ing. Agr. Freddy Javier Guevara Santana M. Sc, por su guía invaluable, su apoyo constante y su dedicación a lo largo de todo este proceso. Sus conocimientos, experiencia y paciencia fueron fundamentales para el éxito de este trabajo. Agradezco sinceramente su tiempo y dedicación para ayudarme a desarrollar mis habilidades de investigación y redacción.

También quiero expresar mi gratitud a los miembros de mi tribunal de tesis, por su tiempo, sus valiosas sugerencias y comentarios constructivos. Sus aportes enriquecieron mi investigación y me ayudaron a expandir mis conocimientos en el área de estudio.

Además, quiero agradecer a mis profesores a la Empresa BASF Ecuatoriana y a la institución Universidad Técnica Estatal De Quevedo, quienes me brindaron una educación de calidad y me inspiraron a seguir mi pasión por la investigación. Sus enseñanzas y orientación fueron fundamentales en mi formación académica y en la culminación exitosa de este proyecto.

Yerson Damian Chalco Valdez

DEDICATORIA

En primer lugar, este proyecto de investigación está dedicado principalmente a Dios por guiarme y darme fuerzas para continuar en este proceso.

A mi familia, quienes han sido mi pilar inquebrantable. A mis padres, hermano y esposa por su amor incondicional, su sacrificio y su constante aliento.

A mis amigos, dedico este trabajo como muestra de gratitud por su amistad, su alegría y su apoyo constante, por compartir risas y por ser un soporte en los momentos de duda. Vuestra amistad ha sido un regalo invaluable en mi vida.

Por último, pero no menos importante, dedico esta tesis a todas las personas que, de una u otra forma, han contribuido al avance del conocimiento en el campo de estudio de esta investigación. A los autores y académicos cuyas obras han sido fuentes de inspiración y referencia, mi agradecimiento por su valioso trabajo y por compartir su sabiduría con el mundo.

A todos y cada uno de ustedes, gracias por formar parte de mi trayectoria académica y por ser una fuente constante de motivación. Esta tesis es el resultado de nuestro esfuerzo colectivo y dedicación. Espero que este trabajo pueda contribuir al avance del conocimiento y ser un testimonio de mi gratitud hacia cada uno de ustedes.

¡Con cariño y agradecimiento,

Yerson Damian Chalco Valdez

RESUMEN

El objetivo de la investigación es evaluar la residualidad de diferentes grupos químicos de fungicidas para el control del agente patógeno *Mycosphaerella fijiensis* en el cultivo de banano. Esta se llevó a cabo en el Campo de Investigación en Banano (CIB) mediante el convenio vigente de BASF Ecuatoriana, se usaron cuatro tratamientos y cuatro subtratamientos o combinaciones por cada tratamiento, que comprendían en la mezcla de dos fungicidas para el control de sigatoka. Se aplicó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) conformado por 5 tratamientos y 4 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: residualidad de los diferentes grupos químicos, número total de hojas en las plantas y un análisis económico. Se pudo determinar que la combinación C5 del tratamiento 1 (Fenpropimorf 0.6 l/ha + Metiram 1,5 kg) fue la combinación con más residualidad presentada con 64,95%. Por otro lado, los compuestos Fenpropidin+ Metiram 0.6 l/ha - 1.5. kg y Fenpropimorf + Metiram 1 L/ha - 1,5 Kg/ha de la combinación C5 presentaron la mínima reducción de hojas durante toda la investigación. El tratamiento 1, C5 (Fenpropidin + Metiram 0.6 l/ha - 1.5. kg) mostró el menor porcentaje de área foliar afectada (35,75%), lo que indica que fue el más efectivo para controlar la sigatoka. La combinación C5 del tratamiento 1 y 2 registraron los valores más altos en la variable de hojas totales, siendo la combinación C5 del tratamiento 1 el más efectivo con un valor de \$44,00 y la combinación C5 del tratamiento 2 con un valor de \$36.50, lo que indica que fueron efectivos para promover el crecimiento de hojas. El costo de los fungicidas utilizados en los tratamientos 1 y 2 fue de \$209,35 y \$197,35 USD respectivamente.

Palabras claves: Residualidad, Fungicidas, Sigatoka negra, Banano

ABSTRACT

The objective of the research is to evaluate the residuality of different chemical groups of fungicides for the control of the pathogenic agent *Mycosphaerella fijiensis* in banana crops. This was carried out at the Banana Research Field (CIB) under an agreement with BASF Ecuador, using four treatments and four subtreatments or combinations for each treatment, which included a mixture of two fungicides for the control of sigatoka. A randomized complete block design (RCBD) was applied, consisting of 5 treatments and 4 replicates. The variables evaluated were: residuality of the different chemical groups, total number of leaves on the plants and an economic analysis. It was determined that the C5 combination of treatment 1 (Fenpropimorph 0.6 l/ha + Metiram 1.5 kg) was the combination with the highest residuality with 64.95%. On the other hand, the compounds Fenpropidin+ Metiram 0.6 l/ha - 1.5 kg and Fenpropimorph + Metiram 1 L/ha - 1.5 kg/ha of the C5 combination presented the minimum leaf reduction during the entire investigation. Treatment 1, C5 (Fenpropidin + Metiram 0.6 l/ha - 1.5 kg) showed the lowest percentage of leaf area affected (35.75%), indicating that it was the most effective in controlling sigatoka. The C5 combination of treatment 1 and 2 registered the highest values in the total leaves variable, with the C5 combination of treatment 1 being the most effective with a value of \$44.00 and the C5 combination of treatment 2 with a value of \$36.50, indicating that they were effective in promoting leaf growth. The cost of fungicides used in treatments 1 and 2 was \$209.35 and \$197.35 USD respectively.

Key words: Residual activity, Fungicides, Black Sigatoka, Banana.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
CÓDIGO DUBLIN	xx
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
2.1. Problema de Investigación.....	3
2.1.1. Planteamiento el problema.....	3
2.1.2. Formulación del problema.	4
2.1.3. Sistematización del problema.....	4
2.2. Objetivos.....	5
2.2.1. Objetivo General.....	5
2.2.2. Objetivo Específicos	5
2.3. Justificación	6
CAPÍTULO II	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.1. Marco conceptual	8
2.1.1. CIB BASF.....	8
2.1.2. Ascosporas.....	8
2.1.3. Sigatoka negra	8
2.1.4. Fungicida.....	8
2.1.5. Residualidad	9

2.1.6. Costos.....	9
2.2. Marco Referencial.....	10
2.2.1. Origen del banano	10
2.2.2. Importancia del banano en el Ecuador	10
2.2.3. Descripción botánica del banano	11
2.2.4. Clasificación taxonomía.	11
2.2.5. Requerimientos Edafoclimáticos	12
2.2.5.1. Altitud.....	12
2.2.5.2. Temperatura.....	12
2.2.5.3. Precipitación.....	12
2.2.5.4. Viento.....	13
2.2.5.5. Luminosidad.....	13
2.2.5.6. Suelos.	13
2.2.6. Variedad de banano.....	13
2.2.6.1. Gross Michel.....	13
2.2.6.2. Cavendish.....	13
2.2.6.3. Grand Williams.....	13
2.2.6.4. Valery.....	14
2.3. Sigatoka negra en el Banano.....	14
2.3.1. Origen	14
2.3.2. Clasificación taxonómica.	14
2.3.3. Agente causal.....	15
2.3.3.1. Estado Telomórfico.....	15
2.3.3.2. Estado anamórfico.....	15
2.3.4. Epidemiología.....	15
2.3.5. Sintomatología.....	16

2.3.6. Métodos de control	18
2.3.6.1. Manejo cultural.....	18
2.3.6.2. Control químico.	18
2.3.6.3. Control biológico.....	19
2.4. Grupos de fungicidas para el control de sigatoka negra	19
2.4.1. Ingrediente activo Epoxyconazol.....	19
2.4.2. Ingrediente activo: Epoxyconazol + Fenpropimorf	19
2.4.3. Ingredientes activos: Spiroxamine + Tebuconazole.....	20
2.4.4. Ingrediente activo: Fenpropidin.....	20
2.4.5. Ingrediente activo: Spiroxamine.....	21
2.4.6. Ingrediente activo: Fenpropimorph.....	21
2.4.7. Ingrediente activo: Diethofencarb.....	21
2.4.8. Ingrediente activo: Diethofencarb.....	22
2.4.9. Ingrediente activo: Pyrimethanil	22
2.4.10. Ingrediente activo: Metiram.	23
2.4.11. Ingrediente activo; Mancozeb	23
2.4.12. Ingrediente activo: Clorotalonil.....	24
2.4.13. Ingrediente activo: Fenpropimorph.....	24
CAPÍTULO III	25
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.1. Localización de la investigación.....	26
3.2. Condiciones Agro – climatológicas.....	26
3.3. Material genético	26
3.4. Tipo de investigación.....	27
3.5. Métodos de investigación	27
3.5.1. Método deductivo.....	27
3.5.2. Método analítico	27

3.5.3. Método de observación.....	27
3.6. Fuente de recopilación de información.....	27
3.7. Diseño de la investigación.....	27
3.8. Características del experimento.....	29
3.9. Diseño experimental	29
3.10. Equipos y materiales.....	30
3.10.1. Equipos	30
3.10.2. Materiales.....	30
3.10.3. Materiales genéticos e insumos.	31
3.11. Método de aplicación.....	31
3.12. Variables a evaluar.....	32
3.12.1. Residualidad de los diferentes grupos químicos.....	32
3.12.2. Área foliar afectada (AFA%).....	32
3.12.3. Evaluar el número total de hojas en las plantas de cada tratamiento.....	32
3.12.4. Análisis económico.....	32
CAPÍTULO IV.	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1. Resultados y discusión.....	34
4.1.1. Residualidad.....	34
4.1.2. Área Foliar (AFA %).....	45
4.1.3. Número total de hojas en las plantas de cada tratamiento	57
4.1.4. Análisis económico de los tratamientos.....	61
CAPITULO V.....	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
5.1. Conclusiones.....	64
5.2. Recomendaciones	65
CAPITULO VI.....	66

BIBLIOGRAFÍA.....	66
6.1. Bibliografía.....	67
CAPITULO VII.....	73
ANEXOS	73
7.1. Andevas de las variables evaluadas.....	74
7.2. Anexo. Manejo del experimento	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Combinacion de vida de la sigatoka negra en la planta de banano	16
Figura 2. Estados sintomatológicos de la sigatoka negra	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del banano.....	12
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la sigatoka negra	14
Tabla 3. Escala de Fouré para medir la severidad de la sigatoka negra	17
Tabla 4. Clase química e ingredientes activos para el control de enfermedades en banano.....	18
Tabla 5. Condiciones agroclimáticas de la zona de estudio: Finca Experimental “La María” de la UTEQ.....	26
Tabla 6. Tratamientos usados en la investigación	28
Tabla 7. Análisis de varianza (ADEVA) de la investigación.....	30
Tabla 8. Características de las unidades experimentales y del experimento	29
Tabla 9. Análisis económico de los tratamientos e insumos usados en la investigación ...	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Porcentaje de residualidad. De 70 a 112 días después de aplicación de grupos fungicidas, aplicados a dos frecuencias para el control de Sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en banano, en la combinación I	35
Gráfico 2 Porcentaje de residualidad. De 70 a 112 días después de aplicación de grupos fungicidas, aplicados a dos frecuencias para el control de Sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en banano, en la combinación II	37
Gráfico 3 Se representan las Porcentaje de residualidad. De 70 a 105 días después de aplicación de grupos fungicidas, aplicados a dos frecuencias para el control de Sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en banano, en la combinación III.....	38
Gráfico 4 Porcentaje de residualidad. De 70 a 112 días después de aplicación de grupos fungicidas, aplicados a dos frecuencias para el control de Sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en banano, en la combinación IV	41
Gráfico 5 Porcentaje de residualidad. De 70 a 112 días después de aplicación de grupos fungicidas, aplicados a dos frecuencias para el control de Sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en banano, en la combinación V	43
Gráfico 6. Evolución del área foliar afectada durante la evolución de la combinación I.....	45
Gráfico 7. Evolución del área foliar afectada expresada en porcentaje en el control de la sigatoka negra.....	46
Gráfico 8 Evolución del área foliar afectada en la Combinación III.....	47
Gráfico 9 Área foliar afectada expresada en porcentaje en la combinación IV	49
Gráfico 10 Área foliar afectada expresada en porcentaje en la Combinación V.....	50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. ADENVAS de la variable de área foliar afectada %.....	74
Anexo 2. ADENVAS de la variable de residualidad por combinación %.....	86
Anexo 3. ADENVAS de la variable de numero de hojas total %.....	92
Anexo 4. Manejo del experimento	95

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“Evaluación de residualidad de diferentes fungicidas para el control de la sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en el cultivo de banano (<i>Musa paradisiaca</i>)”
Autor:	Chalco Valdez Yerson Damian
Palabras clave:	Residualidad, Fungicidas, Sigatoka negra, Banano
Fecha de publicación:	Noviembre 2023
Editorial:	Quevedo- UTEQ “La María”, 2023
Resumen:	El objetivo de la investigación es evaluar la residualidad de diferentes grupos químicos de fungicidas para el control del agente patógeno <i>Mycosphaerella fijiensis</i> en el cultivo de banano. Esta se llevó a cabo en el Campo de Investigación en Banano (CIB) mediante el convenio vigente de BASF Ecuatoriana, se usaron cuatro tratamientos y cuatro subtratamientos o combinaciones por cada tratamiento, que comprendían en la mezcla de dos fungicidas para el control de sigatoka. Se aplicó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) conformado por 5 tratamientos y 4 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: residualidad de los diferentes grupos químicos, número total de hojas en las plantas y un análisis económico. Se pudo determinar que la combinación C5 del tratamiento 1 (Fenpropimorf 0.6 l/ha + Metiram 1,5 kg) fue la combinación con más residualidad presentada con 64,95%. (...)
Abstract	The objective of the research is to evaluate the residuality of different chemical groups of fungicides for the control of the pathogenic agent <i>Mycosphaerella fijiensis</i> in banana crops. This was carried out at the Banana Research Field (CIB) under an agreement with BASF Ecuador, using four treatments and four sub treatments or combinations for each treatment, which included a mixture of two fungicides for the control of sigatoka. A randomized complete block design (RCBD) was applied, consisting of 5 treatments and 4 replicates. The variables evaluated were: residuality of the different chemical groups, total number of leaves on the plants and an economic analysis. It was determined that the C5 combination of treatment 1 (Fenpropimorph 0.6 l/ha + Metiram 1.5 kg) was the combination with the highest residuality with 64.95%. On the other hand, the compounds Fenpropidin+ Metiram 0.6 l/ha - 1.5 kg and Fenpropimorph + Metiram 1 L/ha - 1.5 kg/ha of the C5 combination presented the minimum leaf reduction (...)
Descripción:	114 hojas: dimensiones 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
URL:	

INTRODUCCIÓN

Ecuador es el principal país exportador de banano en el mundo, existen alrededor de 200 mil hectáreas sembradas con esta fruta de manera sistemática y extensiva para cumplir el objetivo único de exportación, esto evidencia por qué el país es uno de los mejores exportadores de banano (1). Se estima que el país en diciembre del 2022 exportó 354,60 millones de cajas de banano, de las cuales el 26% se destinó a la Unión Europea, el 23% a la Federación Rusa y el resto a distintos países (2). El sector bananero se distribuye de 0 a 20 hectáreas como pequeños productores, 30 a 100 hectáreas como medianos productores y mayor a 100 hectáreas como grandes productores, en este sentido la producción bananera genera alrededor de un millón de empleos a nivel nacional (3).

El cultivo de banano tiende a tener diversos problemas fitosanitarios, entre ellos está la enfermedad sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), con una alta presencia en la mayoría de plantaciones de banano presentes en el país, y que ha generado cambios fisiológicos en la planta, como la disminución de la fotosíntesis provocando así disminución de la producción y calidad del fruto (4).

Se estima que la sigatoka negra tiene una alta viabilidad genética, motivo por el que tiene una alta presencia en los cultivos de banano, y la causante de las grandes pérdidas económicas que se registran (5).

Esta enfermedad representa una importancia considerable económica dentro del costo de producción del banano. Eso es debido a que su método de control es con diferentes combinaciones de fungicidas que son requeridos para reducir la afectación de la enfermedad y adicionalmente ocasiona contaminación del medio ambiente (4).

En investigaciones se ha comprobado que algunos grupos químicos como los N-fenil, carbamatos y triazoles con su alta residualidad contribuido a la sanidad de la hoja (6). Con estos antecedentes, se pretende evaluar los grupos químicos triazoles, aminas, N-fenil carbamatos, anilino pirimidinas y protectantes, como estrategia de control de sigatoka negra en época lluviosa para obtener una mayor residualidad de estos productos que están enfocados para aplicaciones en esta época, para determinar la eficacia de cada uno de ellos con respecto al control de la sigatoka negra.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Problema de Investigación

2.1.1. Planteamiento el problema

El cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) es uno de los principales productos agrícolas de exportación del sector primario en el país. Adicionalmente, la presencia de este cultivo en la costa nacional genera empleo para millones de personas. Sin embargo, su producción se ha venido afectando durante los últimos años hasta la actualidad con la presencia de la enfermedad llamada sigatoka negra producida por el agente patogénico fúngico *Mycosphaerella fijiensis*. En todas las plantaciones de musáceas existentes, esta enfermedad causa daño en el área foliar de la planta, reduciendo así la vida útil de cada hoja y afectando su capacidad fotosintética provocando la gestación de racimos pequeños o de mala calidad. Esta enfermedad se ve favorecida por las condiciones climáticas de las regiones tropicales típicas de esta zona.

Para el control de la sigatoka negra es necesario el uso de fungicidas, es por eso que en la actualidad el control de esta enfermedad representa un valor económico considerable en los costos de producción de este cultivo, dicho esto que se plantea específicamente la utilización de grupos químicos tales como triazoles, aminas, N-Fenil carbomatos, anilino pirimidinas y protectantes como una estrategia de control del hongo *Mycosphaerella fijiensis*.

Diagnóstico

La enfermedad es causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, del género ascomiceto, y la observación del síntoma provocado por el patógeno se visualiza cuando la lámina foliar presenta manchas cloróticas que luego se vuelven estrías, para al final presentar manchas necróticas en el envés de la hoja. Esta enfermedad puede causar la muerte total de las hojas de la planta sin un manejo adecuado, además reduce la capacidad fotosintética provocando desequilibrios en la fisiología de la planta. Es importante recalcar que la sigatoka se encuentra en una zona con condiciones ambientales óptimas para su desarrollo, de allí la dificultad del control o erradicación total de este hongo.

El inadecuado manejo agronómico y una mala aplicación de los fungicidas usados para su control permite que la enfermedad incremente y perjudique considerablemente la producción del banano, lo que indica el aumento de costos de producción y la reducción de la rentabilidad para los pequeños y grandes productores que se dedican a esta actividad.

Pronóstico

Debido a la importancia económica del cultivo de banano y su impacto en la generación de empleo, se espera que los productores continúen implementando estrategias de control para combatir la sigatoka negra. En particular, se prevé que se mantenga la utilización de fungicidas, incluyendo grupos químicos como triazoles, aminas, N-Fenil carbomatos, anilinopirimidinas y protectantes, como parte de la estrategia de control del hongo *Mycosphaerella fijiensis*. Por lo tanto, la evaluación de diferentes fungicidas permitirá determinar cuál de ellos puede reducir el daño causado por este patógeno en las plantaciones de banano. Al ser una enfermedad complicada de manejar, no solo implica combatirla, sino también evaluar los problemas ambientales asociados con el uso indiscriminado de los fungicidas, así como los impactos en diversos aspectos, como el social y económico.

2.1.2. Formulación del problema.

¿De qué manera influye la residualidad de diferentes fungicidas para el control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*)?

2.1.3. Sistematización del problema.

¿Cuál de los grupos químicos de fungicidas utilizados presentará una mayor residualidad en el control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano?

¿Cuál de los grupos químicos de fungicidas será el más efectivo en el control de la enfermedad?

¿Cuál de los grupos químicos de fungicidas será el más rentable?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo General

Evaluar la residualidad de diferentes grupos químicos de fungicidas para el control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensi*) en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*).

2.2.2. Objetivo Específicos

- Determinar la residualidad de los fungicidas de mayor control de los diferentes ingredientes activos sobre la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensi*).
- Identificar el área foliar afectada por sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensi*) para cada fungicida en estudio.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

2.3. Justificación

El banano, al ser el principal producto de exportación del sector primario y una de las principales actividades agrícolas generadoras de empleo en toda la costa ecuatoriana, juega un papel clave en la economía local. Es de suma importancia implementar técnicas y metodologías que promuevan una producción óptima de banano. Sin embargo, a pesar de existir un manejo cultural para el control de la sigatoka negra, resulta imprescindible el uso de agroquímicos, como los fungicidas de alta residualidad, para lograr un control efectivo de esta enfermedad. La presencia de la sigatoka negra representa una amenaza directa para la producción y calidad de los racimos de banano, lo que puede generar pérdidas económicas significativas para los productores y afectar la estabilidad del sector agrícola.

Debido a la alta incidencia de la enfermedad en los cultivos, es necesario determinar las tecnologías eficientes que brinden un mejor control, y que contribuya a reducir los daños provocados por este agente patogénico.

La evaluación de la residualidad de diferentes grupos químicos fungicidas para el control de la sigatoka negra en el cultivo de banano se justifica debido a la importancia económica y socioeconómica del cultivo, la necesidad de un control eficaz de la enfermedad, la preocupación por la sostenibilidad y el medio ambiente, así como la optimización de recursos y costos de producción. Esta evaluación proporcionará información valiosa para los productores bananeros de la toma de decisiones en el sector agrícola, permitiéndoles tomar medidas más efectivas y sustentables en el manejo de esta enfermedad. Por ende, el presente trabajo de investigación tiene como finalidad proporcionar información sobre la residualidad de diferentes grupos químicos para el control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*).

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. CIB BASF

Campo de Investigación de Banano de la empresa BASF ubicado en el campus “La María” de la UTEQ.

2.1.2. Ascosporas

Son estructuras reproductivas del estado sexual del hongo (telomorfo), tienen formas hialinas, biseradas y septadas, tienen un tamaño de 11.5 a 15.6 μm x 2.5 a 5 μm (7). La germinación de estas estructuras ocurre en el lado adaxial y abaxial de la hoja (8). Las ascosporas infectan la planta en la parte inferior de la hoja, durante la abertura de la hoja bandera y su liberación se da en aproximadamente 28 días con la ayuda de una película de agua o lluvia la cual fuerza la expulsión de la ascospora y posteriormente son diseminadas por corrientes de aire (9).

2.1.3. Sigatoka negra

La sigatoka negra es una enfermedad producida por el agente fitopatógeno fúngico, el cual tiene dos formas de reproducción, una anamórfica o asexual denominada *Pseudocercospora fijiensis* y una telomórfica o sexual denominada *Mycosphaerella fijiensis*. Este agente causa la pérdida del área foliar de la planta reduciendo su capacidad de realizar fotosíntesis lo que ocasiona una reducción en el crecimiento de la planta y una producción de racimo de mala calidad (longitud y grosor) y reduce el 50% del peso del racimo (10).

2.1.4. Fungicida

Son compuestos de origen químico u orgánico, con capacidad de eliminar hongos. Sin embargo, estos compuestos también pueden proporcionar cierto tipo de resistencia al huésped o tiene capacidad de convertir el medio en un lugar no adecuado para el agente infeccioso. Los fungicidas pueden actuar por su aplicación (de contacto) o puede modificar tejidos para ejecutar sus efectos (sistémico) (11).

2.1.5. Residualidad

Sustancia específica de cualquier tipo que se encuentra presente sobre la superficie de algo, en el caso de la agricultura, sustancia presente sobre un producto agrícola o sobre la superficie del suelo, agua y hojas de la planta como resultado del uso o aplicación de fungicidas para el control de enfermedades. La residualidad de los fungicidas se evalúa mediante estudios y análisis específicos para determinar cuánto tiempo permanece activo un fungicida en el sistema y sigue siendo eficaz en la prevención o control de enfermedad (12).

2.1.6. Costos

Valor económico monetario que se utiliza para adquirir un bien o servicio con la meta de poder adquirir algún beneficio a futuro. Por otro lado, cuando se usa el beneficio obtenido los costos se vuelven gastos. En conclusión, es un conjunto de pagos incurridos para generar un bien o prestar un servicio. Los costos son aquellos que pueden enlistarse en un inventario, como por ejemplo, materia prima, mano de obra u otros costos necesarios para la realización de un bien o servicio (13)

2.2. Marco Referencial

2.2.1. *Origen del banano*

Se estima que el banano tuvo su origen en el Sudeste Asiático desde hace 10 mil años, en el cual el descubrimiento de sus primeras huellas de presencia se dieron específicamente en Papúa Nueva Guinea e Indonesia (14). Se afirma que aún se encuentran de manera salvaje en los dos países mencionados anteriormente, debido al cruce natural entre estas especies ha surgido variedades sin semilla con características degustativas aptas para el consumo las personas (15).

La llegada del banano al continente Americano se dio específicamente por las migraciones poblacionales que se daban en aquel entonces (16). Las primera plantaciones de banano en el Ecuador datan del año 1930, una empresa llamada United Fruit contenía tierras con producción de banano el cual era considerado un cultivo marginal (17). En el Gobierno del ex Presidente de la República Galo Plaza Laso realizó una fuerte inversión en un programa agrícola cuyo objetivo era expandir la producción bananera, lo cual fortaleció grupos económicos dedicados a la exportación, esta acción provocó una transformación positiva en la economía del país y las formas de vida de la población costera generando empleo y economía estable (18,19).

2.2.2. *Importancia del banano en el Ecuador*

El sector bananero tiene una vital importancia en el país por las divisas que genera, tan solo en el primer mes de este año 2023 se han exportado 35,01 millones de cajas de banano siendo la Unión Europea el principal comprador con el 28% del volumen producido en el mes de Enero (10,56 millones de cajas), seguido por la Federación Rusa con el 24,7% (8,5 millones de cajas) y Oriente medio con 4,8 millones de cajas, de esta manera se evidencia la clara demanda de esta fruta en el exterior, siendo el banano ecuatoriano uno de los mejores por sus características y sabor, constituyéndolo en el primer puesto como principal exportador de banano, generando así u fuerte ingreso económico al país y adicionalmente un generando millones de empleos directos e indirectos (20).

2.2.3. Descripción botánica del banano

Esta planta es considerada una hierba de gran tamaño con tallos subterráneos, de estos suelen emerger las hojas, de las cuales sus vainas envolventes forman lo que se denomina pseudotallo, en el interior de este crece un eje floral. A los tallos subterráneos se los denomina con el nombre de cormos o rizomas, del cormo también emergen hijuelos con pseudotallos en distintas edades que irán asentándose cuando el pseudotallo madre haya caído o desaparecido (21).

El sistema radicular está conformado por raíces primarias y secundarias y de originan en el rizoma de la planta, pueden alcanzar una longitud de hasta 3 metros, pero la mayor cantidad de raíces se centra a los 0,60 metros de profundidad del suelo. El rizoma es considerado el tallo del banano está ubicado en la parte subterránea, éste es el encargado de originar hijuelos como yemas vegetativas, también tiene función de protección y formación del sistema aéreo y radical de la planta. El pseudotallo es el tronco de la planta, y éste está conformado por diversas capas de vainas foliares que están superpuestas una encima de la otra, este ensamblaje de vainas tiene una conformación hasta por 25 vainas. Las hojas emergen desde la parte central del pseudotallo en forma de cigarro, están dispuestas de forma helicoidal dentro del rizoma, es por esto que forman el pseudotallo (22).

La inflorescencia está compuesta por las flores femeninas quienes se forman en las manos de los frutos, a medida que va creciendo el fruto la porción distal de la flor se alarga y se genera un grupo de flores masculinas, cada grupo debajo de las brácteas, estas flores no se desarrollan como frutos. El pedúnculo es aquella forma de tallo que sostiene a la inflorescencia y la mantiene fijada al rizoma, también conocido como raquis. El racimo, es un conjunto de manos conformada por dedos (fruto o banana) que se mantienen fijados en el raquis.

2.2.4. Clasificación taxonomía.

Las musáceas son plantas monocotiledóneas de gran tamaño, cuyo origen se genera por la cruce intra e interespecíficas entre *Musa acuminata* Colla con el genoma “A” y *Musa balbiciana* con el genoma “B” (23). El banano se clasifica taxonómicamente como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.

Clasificación taxonómica del banano

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Orden	<i>Zingiberales</i>
Familia	<i>Musaceae</i>
Genero	<i>Musa</i>
Especie	<i>M. paradisiaca L.</i>

Fuente: EPPO Global Database (24).

Elaborado por: El autor

2.2.5. Requerimientos Edafoclimáticos

2.2.5.1. Altitud.

La altitud óptima para el cultivo de banano se encuentra entre los 400 a 600 msnm y una altitud de 2000 msnm puede crecer normalmente la planta pero con bajas producciones (25). Sin embargo, el Instituto Nacional De Investigaciones Agropecuarias (INIAP), menciona que las altitudes para un crecimiento y desarrollo óptimo del banano está en un rango de 0 a 300 msnm (26).

2.2.5.2. Temperatura.

Los rangos óptimos están entre los 20 a 30 °C donde se ha evidenciado mejores rendimientos las temperaturas que son inferiores a 15 °C detienen el crecimiento normal de la planta (25). Por otro lado, el INIAP también afirma que los rangos óptimos están entre 21 a 30 °C concordando con lo mencionado del autor anterior (26).

2.2.5.3. Precipitación.

El banano requiere cantidades de aguas entre 120 a 200 mm mensuales, estas aguas provienen de las precipitaciones, sin embargo se debe brindar apoyo auxiliar con la ayuda de riegos controlados (25).

2.2.5.4. Viento.

Los vientos fuertes causan diversos daños en la planta, entre ellos el volamiento de ellas cuando están con carga de racimo, o debilitadas por plagas de la rizosfera, por ende, se debe establecer el cultivo en zonas cuyos vientos no sean superiores a los 30 km/h (27).

2.2.5.5. Luminosidad.

El cultivo de banano demanda altas cantidades de luz, por tanto en sitios donde se de un aproximado de 1400 horas/luz/año, con aproximadamente 3 a 4 horas de luz por día (26).

2.2.5.6. Suelos.

El banano se desarrolla óptimamente en suelos profundos, de textura francas que brinde un drenaje óptimo para evitar la asfixia de la planta, su pH debe de estar en rangos ácidos (27). El INIAP recomienda usar suelos de texturas franco arenosos, franco arcillosos, franco arcillo limosa o franco limosa, con un pH entre 6.0 a 7.5 (26).

2.2.6. Variedad de banano

2.2.6.1. Gross Michel.

Es una variedad de gran tamaño llegando a tener de 6 a 8 metros de largo, la planta tiene un tono color verde claro con rosa en algunas partes. Su hoja tiene un peciolo cuya base tiene una coloración marrón y su limbo color verde llegando a medir 4 metros de largo y 1 metro de ancho. Su racimo es de forma cilíndrica, larga con un contenido entre 9 a 14 manos. Su fruto tiene un sabor particular y se lo conoce como banano de seda (28).

2.2.6.2. Cavendish.

Variedad de banano que comprende un conjunto de subgrupos triploides AAA, siendo esta variedad la más cultivada para su exportación, los subgrupos de esta variedad se describen a continuación:

2.2.6.3. Grand Williams.

Variedad originaria de Vietnam y China, fue el principal sustituto del Gross Michel, es una variedad de banano del grupo Cavendish. Tiene una altura entre 2.4 a 3.7 metros,

dura 12 meses en producir un racimo desde su siembra hasta su cosecha, tiene hojas anchas con peciolo cortos, es resistente al viento, una de sus características específicas es que sus brácteas masculinas y sus flores no se desprenden del racimo, el mide entre 15 y 25 cm de longitud (26).

2.2.6.4. *Valery*.

Es un clon que deriva de una variedad llamada Ziv la cual es una variedad israelí, contiene características deseables, como una buena resistencia a condiciones ecosistémicas adversas, también suele registrar buenos rendimientos y producir una fruta de calidad. Este clon tiene una altura de 3,7 metro y un grosor superior a la variedad Williams (26).

2.3. Sigatoka negra en el Banano

2.3.1. *Origen*

El origen de la enfermedad data de su primera aparición en el suroeste de Asia en 1912, en la isla de Fiji. Posteriormente fue mencionado por primera vez en América en el año 1972 principalmente en un banco de germoplasma en Honduras. Por último, se pudo extender en los diferentes países vecinos de América Latina y el Caribe en 1975 hasta que se dio presencia en Ecuador en 1987 y Brasil en 1998. Por lo general, la sigatoka negra mantiene su presencia en todos los países donde se cultiva banano (29).

2.3.2. *Clasificación taxonómica*.

Tabla 2.

Clasificación taxonómica de la sigatoka negra

Reino	<i>Fungi</i>
Filo	<i>Ascomycota</i>
Clase	<i>Dothideomycetes</i>
Orden	<i>Dothidemyces</i>
Familia	<i>Mycosphaerellaceae</i>
Genero	<i>Mycosphaerella - Pseudocercospora</i>
Especie	<i>fijiensis</i> Moralet

Fuente: EPPO (30).

Elaborado por: El autor

2.3.3. Agente causal

Esta enfermedad es causada por un agente de tipo fúngico, un hongo ascomiceto, este agente muestra una característica de producir niveles de esporulación altos y muestra un definido patrón de diseminación e infección, por lo que se considera una enfermedad agresiva (31). El agente causal de esta enfermedad contiene dos estadios sexuales diferenciados, se describen a continuación:

2.3.3.1. Estado Telomórfico.

Mycosphaerella fijiensis es el nombre de la forma sexual o telomorfo del patógeno. Este agente fue descrito por primera vez por Moralet en 1969 con muestras de Fiji. La forma sexual de este hongo inicia cuando produce espermagonios en la superficie de la hoja cuando sus lesiones provocadas por el mismo patógenos colapsan. Esta forma de reproducción genera células reproductoras masculinas llamadas espermitas, y ésta fecundan a las células reproductoras femeninas llamadas tricóginas. Al ser fecundas generan una estructura reproductora denominada pseudotesios. En este estado también se producen otro tipo de célula reproductora sexual denominada ascospora (32).

2.3.3.2. Estado anamórfico.

Pseudocercospora fijiensis es la denominación que tiene el estado asexual o anamórfico de este agente patogénico. En este estado el agente genera estructuras de reproducción denominadas conidios, las cuales son de color pálido, de superficie lisa, forma alargada y contienen tres o más septas. Estas estructuras tienden a germinar de manera óptima a una humedad relativa entre 92 a 100%, lo que indica que necesita de un ambiente con un ambiente altamente húmedo, el modo de infección lo realiza por las estomas (32).

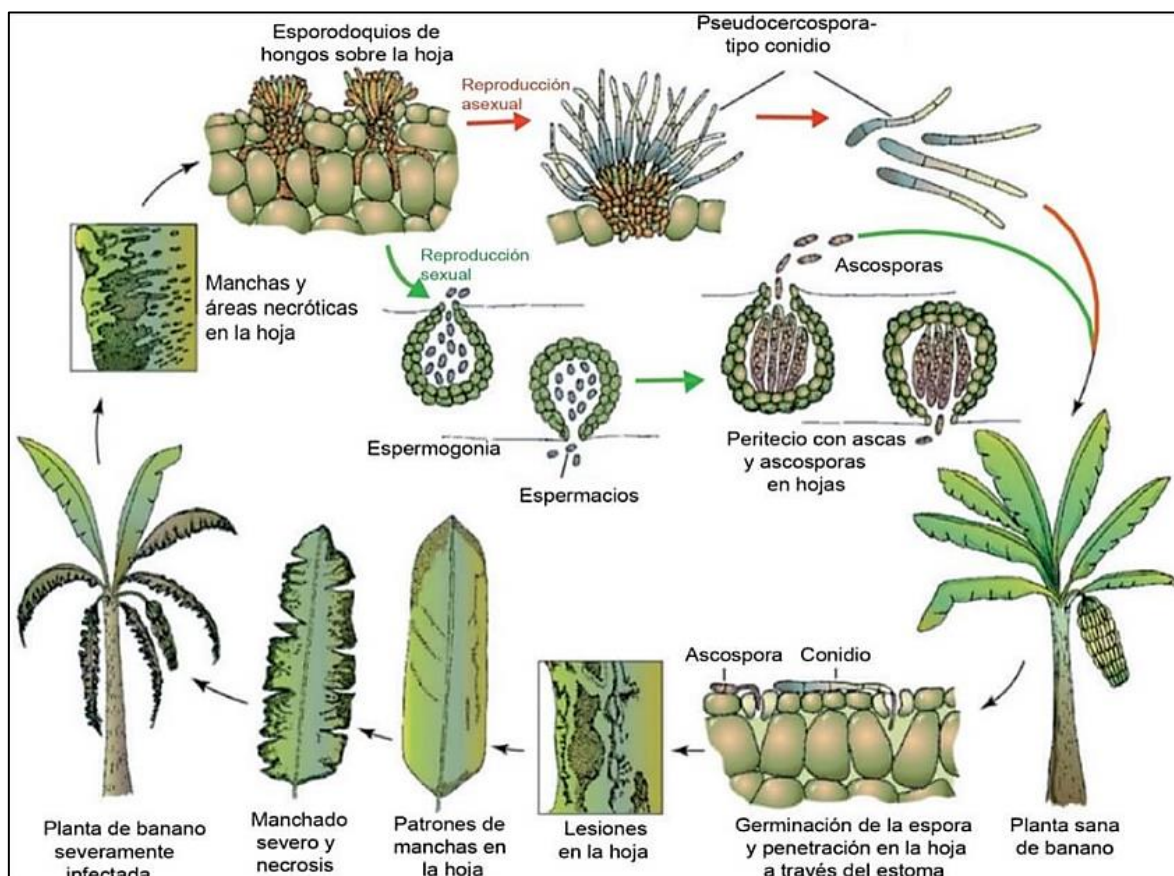
2.3.4. Epidemiología

El inicio de la enfermedad se da con la dispersión de las estructuras reproductivas, en este caso las ascosporas y su depósito en la superficie abaxial de la hoja cigarro (33,34). Una vez en el huésped continua con la germinación de la ascospora, luego penetra y coloniza el tejido causando los síntomas característicos, todo este proceso se da bajo las condiciones óptimas climáticas entre 27 °C y una alta humedad en el tejido foliar (35).

Esta enfermedad tiene cuatro etapas en su combinación de vida; la inoculación que corresponde a la llegada y germinación de la estructura reproductiva, la penetración que corresponde al ingreso del agente al interior del huésped, colonización que se da cuando el agente comienza a establecerse en el huésped y causa los síntomas característicos y por último la dispersión que es el agente produce sus estructuras reproductivas listas para su dispersión, a este se le conoce como el signo de la enfermedad (25). El combinación de vida se presenta en la figura 1.

Figura 1.

Combinación de vida de la sigatoka negra en la planta de banano



Fuente: INTAGRI (25).

2.3.5. Sintomatología

Los primeros síntomas emitidos por la sigatoka se dan con la presencia de puntos o rayas marrones de aproximadamente 2 mm en el lado abaxial de la hoja, estos puntos o rayas van creciendo conforme avanza la enfermedad los cuales se tornan más oscuros. Posteriormente toda la hoja se encuentra con su tejido necrótico y algunos casos cloróticos de color café oscuro con centros negros (36).

Según la escala de Fouré (37,38), la evolución de la sigatoka negra se puede reconocer a través de seis estados como se muestra en la tabla 3 y estos estadios corresponden a los ejemplos que se muestran en la figura 2.

Tabla 3.

Escala de Fouré para medir la severidad de la sigatoka negra

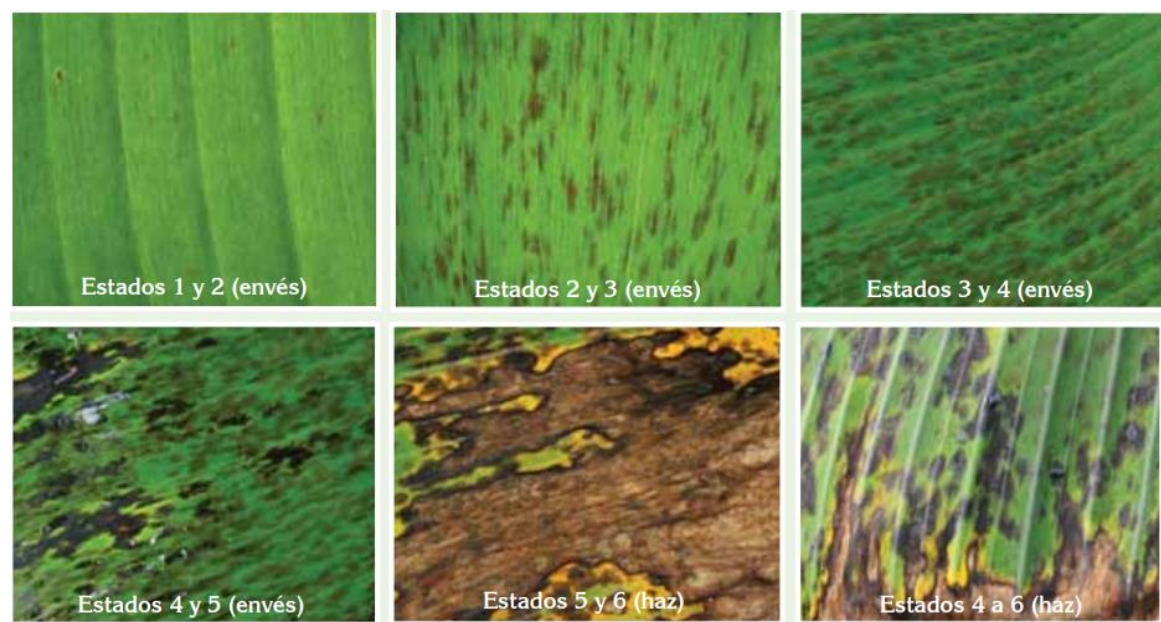
Estado	Descripción
1	Puntos pequeños de color blanco-amarillento a marrón, de 1 mm de longitud, denominada pizcas, apenas visibles en el envés de las hojas.
2	Estrías cloróticas de 3 a 4 mm de longitud por 1 mm de ancho, de color inicialmente amarillo verdoso y luego a café.
3	Las estrías se alargan 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.
4	Manchas ovaladas de color café en el envés y negro en el haz.
5	Manchas negras rodeadas de un anillo negro y a veces un halo amarillento y centro seco y semihundido.
6	Manchas con centro hundido de coloración marrón clara, rodeada de tejido clorótico.

Fuente: Álvarez (37) y Fouré (38).

Elaborado por: El autor

Figura 2.

Estados sintomatológicos de la sigatoka negra.



Fuente: Álvarez (37).

2.3.6. Métodos de control

La evolución de esta enfermedad influye de manera específica en las condiciones climáticas y manejo del cultivo, por ende, se recomienda utilizar los siguientes métodos integrales:

2.3.6.1. Manejo cultural.

Conjunto de prácticas que permite reducir la reproducción, propagación e infección del agente infeccioso. Este tipo de manejo ayuda a reducir la calidad de vida del agente cambiando las condiciones ambientales dejando las menos favorables inducir el vigor en las plantas. Entre ellas están: el control de malezas, deshije, fertilización, desoje de saneamiento, así como la construcción de drenes (25).

2.3.6.2. Control químico.

Consiste en el uso de ingredientes activos específicos para el control de enfermedades fúngicas de tipo sistémicos y protectantes con el objetivo de disminuir el daño ocasionado por la enfermedad, su uso debe ser justificado y supervisado por un profesional, evitando sobre costos y daños a la salud y al medio ambiente (25).

Tabla 4.

Clase química e ingredientes activos para el control de enfermedades en banano.

Clase química	Ingredientes activos
Inhibidores de la demethylation (DMIs).	Difenoconazol, epoxiconazol, fenbuconazol, propiconazol, tebuconazol, tetraconazol y triadimenol.
Estrobilurinas (Inhibidores Qo, Qol)	Azoxystrobin, pyraclostrobin, trifloxystrobin
Aminas	Spiroxamina, fenpropimorph, frenpropidin y tridemorph.
Anilinopirimidinas (AP)	Pirimethanil.
Benzimidazoles (BCM)	Benomyl, carbendazim, thiophanate, methyl-thiophanate.
Carboxamidas (SDHI)	Boscalid, fluopyram, fluxapyroxad e isopyrazam.
Fungicidas Multi-sitio	Mancozeb, Clorotalonil, Propineb, Thiram, Captan, Metiram.
Biológicas clases F6, F7	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (sin. <i>B. subtilis</i>), <i>Melaleuca alternifolia</i>

Fuente: INTAGRI (25).

Elaborado por: El autor

2.3.6.3. Control biológico.

Consiste en el uso de microorganismos como agente de biocontrol antagónicos, antifúngicos, inhibidores, que produzcan antibióticos, enzimas líticas u otro compuesto que actúe en contra del agente patogénicos, ya sea sobre sus estructuras reproductivas o inhibiendo su desarrollo (39).

2.4. Grupos de fungicidas para el control de sigatoka negra

2.4.1. Ingrediente activo Epoxyconazol

- Formulación y concentración: emulsión concentrada que contiene 75 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial.
- Grupo químico: Triazol
- Dosis: 1.25 L/ha
- Presentaciones: envases x 5 L. 60 L 210 L
- Nombre comercial: OPAL 7.5 EC Edifarm
- Modo de acción: Preventiva y curativa
- Mecanismo de acción: Inhibe la biosíntesis del ergosterol

2.4.2. Ingrediente activo: Epoxyconazol + Fenpropimorf

- Grupo químico: Triazol
- Formulación y concentración: Suspoemulsión (SE) que contiene 250 gramos de Fenpropimorf más 84 gramos de Epoxyconazol por litros de producto comercial.
- Dosis: 1.25 L/ha
- Presentaciones de envases: frasco x 1.0 L, envase x 50.0 L, envase x 200.0 L.
- Nombre comercial: OPUS® TEAM – Edifarm

- Modo de acción: Preventivo y curativo
- Mecanismo de acción: Inhibe la síntesis del ergosterol de los hongos ascomicetes

2.4.3. *Ingredientes activos: Spiroxamine + Tebuconazole*

- Grupo químico: Triazol
- Formulación y concentración: MELISTRO® se formula en concentrado Emulsionable (EC) que contiene 500 gramos de ingrediente activo por litro, 400 gramos Spiroxamina + 100 gramos de Tebuconazole.
- Dosis: 1.0 L/ha
- Nombre comercial: MELISTRO®
- Modo de acción: Sistémico, preventivo y curativo
- Mecanismo de acción: Inhibe la biosíntesis del ergosterol y otros procesos enzimáticos de los hongos

2.4.4. *Ingrediente activo: Fenpropidin*

- Grupo químico: Amina
- Formulación y concentración: concentrado emulsionable contiene 750 g/L de Fenpropidin.
- Dosis: 0.6 L/ha
- Nombre comercial: SEEKER® 750 EC
- Modo de acción: Sistémico
- Mecanismo de acción: Inhibe la biosíntesis de esterol.

2.4.5. *Ingrediente activo: Spiroxamine*

- Grupo químico: Amina
- Formulación y concentración: IMPULSE® se formula en concentrado Emulsionable (EC) que contiene 800 gramos de ingrediente activo por litro.
- Dosis: 0.4 L/ha
- Presentaciones: envases x 1 L, galones x 5 L
- Nombre comercial: IMPULSE EC800
- Modo de acción: sistémico (preventivo y curativo)
- Mecanismo de acción: Inhibe la biosíntesis de los esteroides y actúa en varios puntos de la ruta metabólica de los esteroides.

2.4.6. *Ingrediente activo: Fenpropimorph*

- Grupo químico: Amina
- Formulación y concentración: concentrado Emulsionable contiene 880 gramos de ingrediente activo por litro.
- Dosis: 1.0 L/ha
- Nombre comercial: VOLLEY®
- Modo de acción: Preventiva, curativo multisitio y protectante
- Mecanismo de acción: Inhibe la formación de carbohidratos y proteínas

2.4.7. *Ingrediente activo: Diethofencarb*

- Grupo químico: N-Fenil carbamatos.

- Formulación y concentración: suspensión concentrada (SC) contiene 250 g/ L de ingrediente activo.
- Dosis: 0.6 L/ha
- Presentaciones: frasco x 5 L, envases x 60 L, x 200 L
- Nombre comercial: POWMYL® - Edifarm
- Modo de acción: Sistémico, preventivo y curativo
- Mecanismo de acción: Actúa a nivel del ensamblaje de la Beta tubulina en la mitosis celular

2.4.8. *Ingrediente activo: Diethofencarb*

- Grupo químico: Anilinopirimidinas
- Formulación y concentración: suspensión concentrada (SC) contiene 350 g/L de ingrediente activo.
- Dosis: 0.43 L/ha
- Presentaciones: envases x1 L, x 10 L, 200 L.
- Nombre comercial: KORUS – Edifarm
- Modo de acción: Sistémico, de acción protectante y curativo
- Mecanismo de acción: e inhibe la mitosis mediante la unión a beta-tubulin en tubos germinales de moho gris.

2.4.9. *Ingrediente activo: Pyrimethanil*

- Grupo químico: Anilinopirimidinas.
- Formulación y concentración: Suspensión concentrada (SC) contiene 600 g/l de ingrediente activo.

- Dosis: 0.5 L/ha.
- Presentaciones: envases x 1 L, Caneca x 5 L, Tambor x 60 L.
- Nombre comercial: SIGANEX® - Edifarm
- Modo de acción: Preventivo traslaminar
- Mecanismo de acción: e inhibe en la biosíntesis de la metionina, la secreción de Enzimas en el hongo requeridas para el proceso infeccioso en la planta.

2.4.10. Ingrediente activo: Metiram.

- Grupo químico: Protectante
- Formulación y concentración: granulado dispersable (WG) contiene 700 g/kg de ingrediente activo por kg.
- Dosis: 1.5 kg
- Nombre comercial: POLYRAM® DF
- Modo de acción: Preventivo
- Mecanismo de acción: Impide la germinación de esporas y es absorbidos por el patógeno en proporciones tóxicas

2.4.11. Ingrediente activo; Mancozeb

- Grupo químico: Protectante
- Formulación y concentración: suspensión concentrada (SC) contiene 600 g/L de ingrediente activo por litro.
- Dosis: 1.75 L/ha
- Nombre comercial: DITHANE 600 – Edifarm

- Modo de acción: Preventivo

2.4.12. Ingrediente activo: Clorotalonil.

- Grupo químico: Protectante
- Formulación y concentración: suspensión concentrada (SC) contiene 720 g/l de ingrediente activo.
- Dosis: 1.5 L/ha
- Nombre comercial: BRAVO® 720
- Modo de acción: De contacto y preventivo
- Mecanismo de acción: inhibe el proceso de respiración de las células del hongo mediante un enlace rápido de las moléculas de chlorothalonil con grupos sulfhídricos.

2.4.13. Ingrediente activo: Fenpropimorph

- Grupo químico: Amina
- Formulación y concentración: concentración emulsionable (EC) que contiene 750 g de Fenpropimorph por litro de productor comercial.
- Dosis: 0.7 L/ha
- Nombre comercial: CORBEL™
- Modo de acción: Preventivo, curativo y protectante
- Mecanismo de acción: Inhibe la formación de las paredes que recubren las células del hongo desestabilizando su estructura e inhibiendo su interacción con el ambiente. Inhibe la formación de carbohidratos y proteínas.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización de la investigación

Se encuentra localizada en el kilómetro 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, en la finca experimental La María de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, la investigación se desarrolló en el Campo de Investigación en Banano (CIB) mediante el convenio vigente de BASF Ecuatoriana, cuya ubicación geográfica es de 01° 04' 48" de latitud sur y 79° 30' 06" de longitud Oeste, a una altura de 77 metros sobre el nivel del mar.

3.2. Condiciones Agro – climatológicas

Las condiciones agroclimáticas del lugar de estudio se detallan en la tabla 5.

Tabla 5.

Condiciones agroclimáticas de la zona de estudio: Finca Experimental “La María” de la UTEQ

Parámetros	Valores promedio
Altitud	77 msnm
Temperatura media anual	24.9 °C
Precipitación promedio anual	2061.0 mm
Humedad relativa media	82%
Heliofanía Promedio anual	728.6 horas/luz
Tensión de vapor	25.8 hPa
Velocidad del viento anual	2 km/h

Fuente: Suarez (40).

Elaborado por: El autor

3.3. Material genético

Para este estudio de investigación se utilizó el material vegetal de banano Grand Williams, musácea caracterizada por su alto rendimiento y gran capacidad de adaptación a las condiciones ambientales y resistencia a patógenos.

3.4. Tipo de investigación.

Esta investigación de tipo diagnóstica perteneció al área agrícola promoviendo el desarrollo de conocimiento y tecnologías de agricultura alternativa aplicable a las condiciones del trópico húmedo y semihúmedo del Litoral ecuatoriano, evaluando la residualidad de diferentes fungicidas en el cultivo de banano.

3.5. Métodos de investigación

3.5.1. Método deductivo

Inicia con el análisis de los teoremas, leyes, postulados y principios de aplicación universal y de comprobada validez, para poder así aplicarlos a soluciones o hechos particulares.

3.5.2. Método analítico

Consiste en descomponer un objeto de estudio por separado cada una de las partes que lo componen para poder estudiarlas de manera individual.

3.5.3. Método de observación

Consiste en saber seleccionar aquello que se quiere analizar respecto al tema de estudio.

3.6. Fuente de recopilación de información

El experimento de campo proporcionó la principal fuente de datos e información primaria, mientras que las fuentes secundarias consistieron en revistas, publicaciones científicas, libros, tesis de grado y otros recursos bibliográficos.

3.7. Diseño de la investigación

El presente trabajo fue una investigación de tipo experimental, mediante la evaluación de grupos químicos triazoles, aminas, N-Fenil carbomato, anilinopirimidinas y protectantes para seleccionar la/s parcelas que presente/n mejores características de residualidad de los grupos químicos en comparación con el testigo. Los tratamientos

evaluados fueron 5 y cada uno estuvo conformado por la mezcla de cinco grupos químicos de fungicidas considerados como combinaciones con su sigla C seguido de la numeración de cada combinación, la dosis respectiva de cada producto se muestra en la tabla 6.

Tabla 6.

Tratamientos usados en la investigación

Trat.	Ingredientes activos	Dosis	Repetición	U. Experimentales
T1	C1 Spiroxamina+ Mancozeb	0.4 l/ha – 1.75 l/ha	3	10
	C2 Epoxyconazol+ Mancozeb	1.25 l/ha – 1.75 l/ha	3	10
	C3 Clorothalonil	1.5 l/ha	3	10
	C4 Diethofencarb+ Pyrimethanil	0.6 l/ha – 0.5 l/ha	3	10
	C5 Fenpropidin+ Metiram	0.6 l/ha – 1.5. kg	3	10
T2	C1 Fenpropimorph + Metiram	1.0 l/ha – 1.5 kg	3	10
	C2 Epoxyconazol + Fenpropimorph	1.25 l/ha	3	10
	C3 Metiram	1.5 kg	3	10
	C4 Diethofencarb + Pyrimethanil	0.6 l/ha – 0.5 l/ha	3	10
	C5 Fenpropimorph + Metiram	0.1 l/ha – 1.5 kg	3	10
T3	C1 Fenpropimorph + Metiram	1.0 l/ha – 1.5 l/ha	3	10
	C2 Revisol + Fenpropimorph	1.0 l/ha – 0.7 l/ha	3	10
	C3 Metiram	1.5 l/ha	3	10
	C4 Diethofencarb + Pyrimethanil	0.6 l/ha – 0.5 l/ha	3	10
	C5 Fenpropimorph + Metiram	1.0 l/ha – 1.5 l/ha	3	10
T4	C1 Spiroxamina + Mancozeb	0.4 l/ha – 1.75 l/ha	3	10
	C2 Spiroxamina + Tebuconazole	1.0 lt/ha	3	10
	C3 Mancozeb	1.75 l/ha	3	10
	C4 Diethofencarb + Pyrimethanil	0.43 l/ha – 0.5 l/ha	3	10
	C5 Spiroxamina + Mancozeb	0.4 l/ha – 1.75 l/ha	3	10
T5	Testigo Absoluto			

Elaborado por: El autor.

Se realizó una fumigación dirigida con dron a la hoja uno con las diversas combinaciones de cada tratamiento, en cada una de las parcelas experimentales, realizando un triple lavado al equipo al instante de cambiar de tratamiento. La primera evaluación se realizó a los 21 días después de la aplicación (DDA) continuando, con una frecuencia de 7 días, a los 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91, 98, 105, 112 DDA, o hasta que el testigo llegue a una infección mayor al 50%.

3.8. Características del experimento.

Tabla 7.

Características de las unidades experimentales y del experimento

Distancia entre plantas	2.5m
Distancia entre hileras	2.5 m
Longitud de hilera	44 m
Número de plantas por tratamientos	50 plantas
Numero de hileras	21
Número de plantas útiles	10
Área del tratamiento	11x16 m
Área total de estudio	5.940

Elaborado por: El autor.

3.9. Diseño experimental

Para la presente investigación se aplicó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) conformado por 5 tratamientos y 3 repeticiones. El criterio de bloqueo en esta investigación es por las barreras del pasto King Grass que impide el paso de los fungicidas aplicados a otras parcelas. Para la comparación de las medias de los tratamientos se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 0.05%. Los datos fueron procesados con la ayuda del programa estadístico Infostat Profesional 2022.

Tabla 8.

Análisis de varianza (ADEVA) de la investigación

Fuente de variación	Grados de libertad	Total
Tratamientos	$t-1$	4
Repeticiones	$(r-1)$	2
Error experimental	$(t-1) * (r-1)$	8
Total	$(t*r)-1$	14

Elaborado por: El autor.

3.10. Equipos y materiales

3.10.1. Equipos

- Computadoras
- Celular
- Dron DJI Agras MG-1 con capacidad de 10 litros

3.10.2. Materiales

- Machete
- Botas de caucho
- Mascarillas
- Gancho
- Tablero
- Lapiceros
- Vasos de precipitación (500 ml)

- Jeringas
- Balde de (20 litros)
- Palillas
- Mezcladora
- Crayón de cera
- Cinta de marcación
- Mesa
- Agua
- Probetas de (1000 y 2000 ml)

3.10.3. *Materiales genéticos e insumos.*

- Plantas de banano en estudio: Grand William
- Barrera viva: pasto King Grass
- Emulsificante
- Aceite agrícola
- Fertilizantes
- Fungicidas

3.11. Método de aplicación.

La aplicación de los tratamientos se realizó mediante fumigación con tecnología de dron DJI Agras MG-1 a través de este sistema de aplicación se garantizará una buena cobertura de las hojas y luego se controlará el tamaño de las gotas para una aplicación más efectiva. Considerando implementar Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en todos los

aspectos de la operación de aplicación, tanto la precisión de la dosis aplicada de cada fungicida como el manejo seguro de los productos aplicados como parte de las medidas de bioseguridad.

3.12. Variables a evaluar.

3.12.1. Residualidad de los diferentes grupos químicos

Para el análisis de esta variable se utilizó la metodología de la hoja simple, siendo la residualidad lo inverso de (AFA%= Área Foliar Afectada), por lo tanto, es la hoja limpia libre de enfermedad. Una vez aplicado las combinaciones de los tratamientos se evaluaron a los 21 días, desde este punto se llevó un control de evaluación cada 7 días (21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91, 98, 105, 112 DDA) hasta que el testigo llegue a una infección mayor al 50% del área foliar afectada (AFA%).

3.12.2. Área foliar afectada (AFA%)

El porcentaje de área foliar afectada de la enfermedad por cada parcela se obtuvo mediante el método de Stover modificado por Gauhl. Esta técnica permitió obtener información sobre daños a la plantación sobre las hojas aplicadas.

3.12.3. Evaluar el número total de hojas en las plantas de cada tratamiento.

Se realizó el conteo total de hojas por cada planta dentro cada tratamiento desde arriba hacia abajo, en forma de espiral, contando las hojas en pares o impares. Su evaluación fue iniciada cuando el número total de cada planta eran iguales (C1: 15hj; C2: 14hj; C3: 13hj; C4 y C5: 12hj), las cuales siguieron su curso hasta que estas dejaron de ser funcionales para la planta. Se estimó el número de hojas finales en comparación con las hojas iniciales.

3.12.4. Análisis económico.

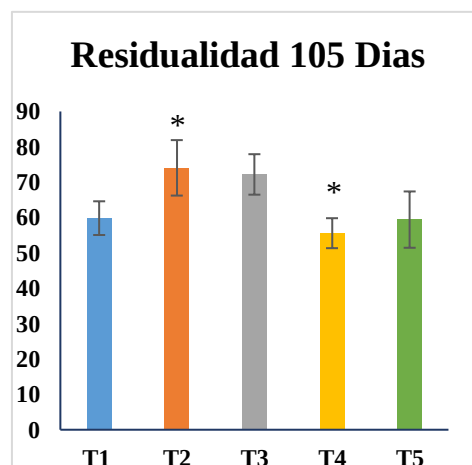
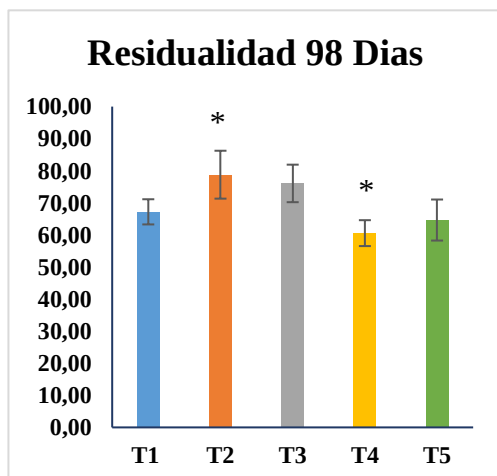
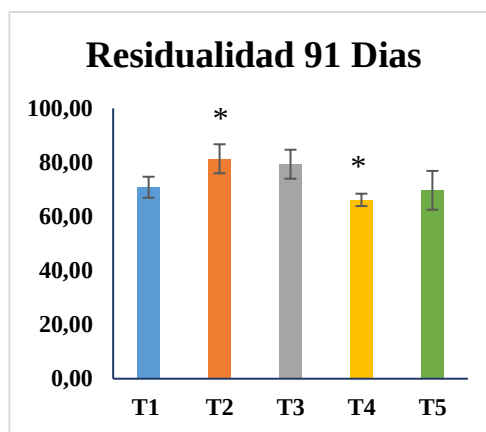
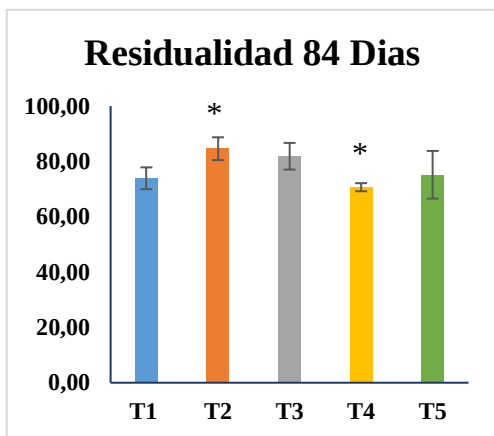
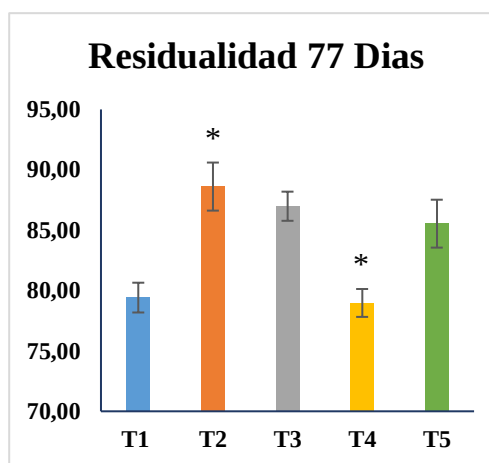
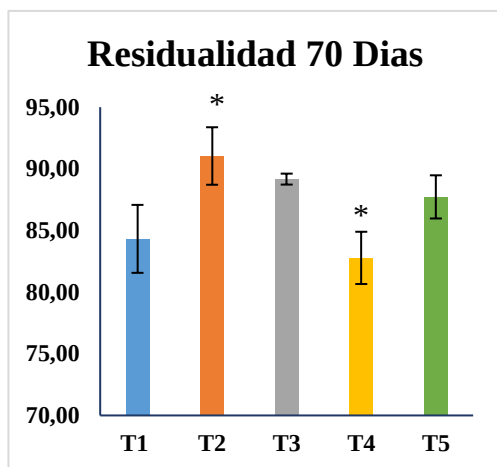
Se analizó los tratamientos considerando las plantas sanas y el costo de cada uno de los tratamientos a evaluados.

CAPÍTULO IV.
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y discusión

4.1.1. Residualidad

Los resultados relacionados al porcentaje de residualidad. 70 a 112 días después de aplicación de grupos fungicidas se encuentran representados en los Gráficos 1, 2, 3 y 4, fueron aplicado a dos frecuencias en la combinación I.



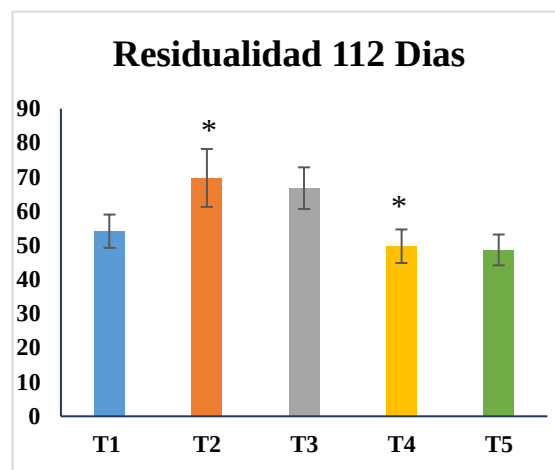
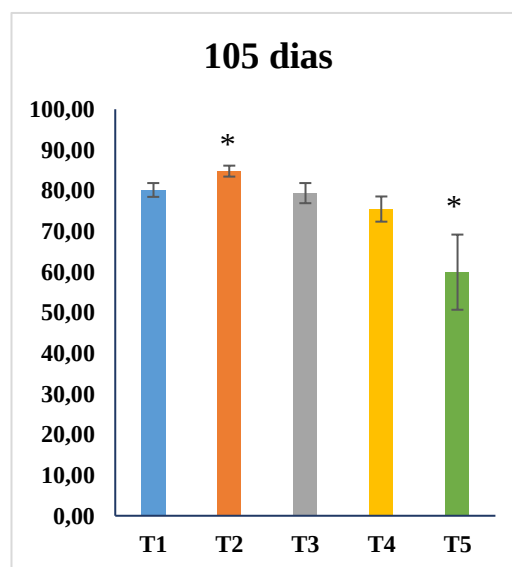
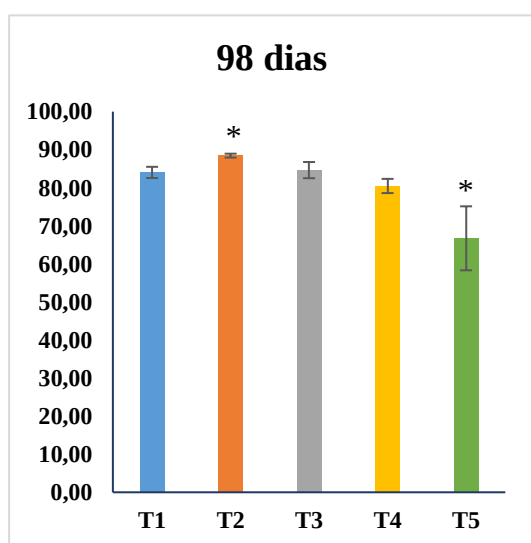
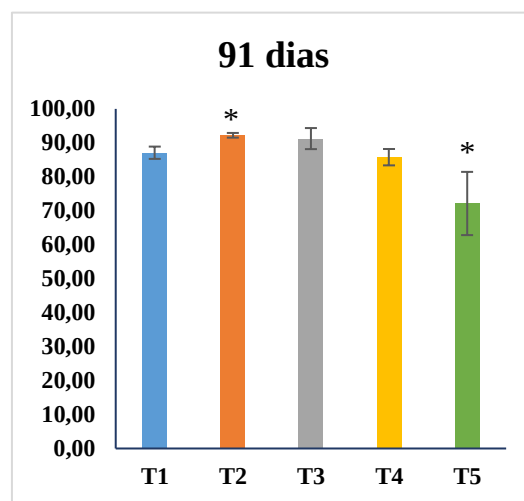
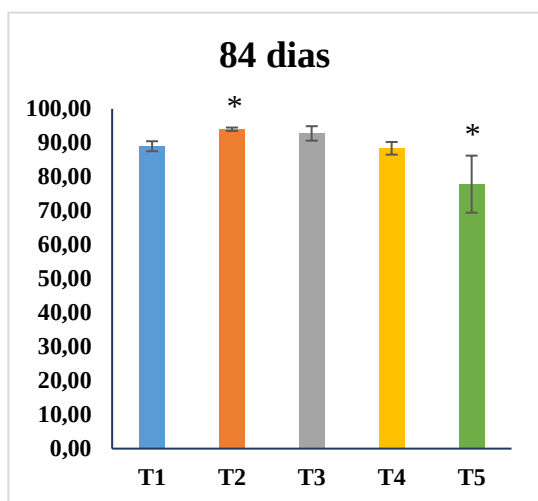
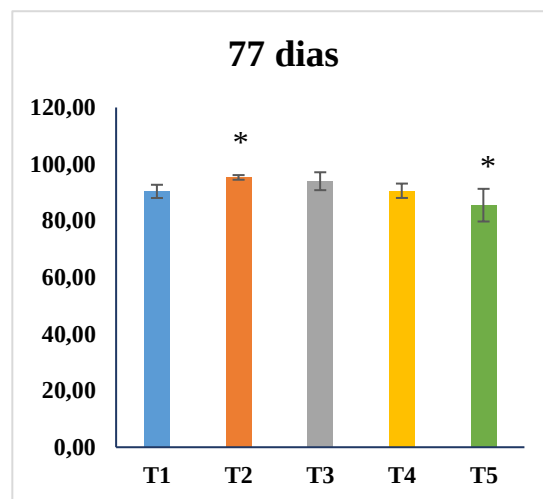
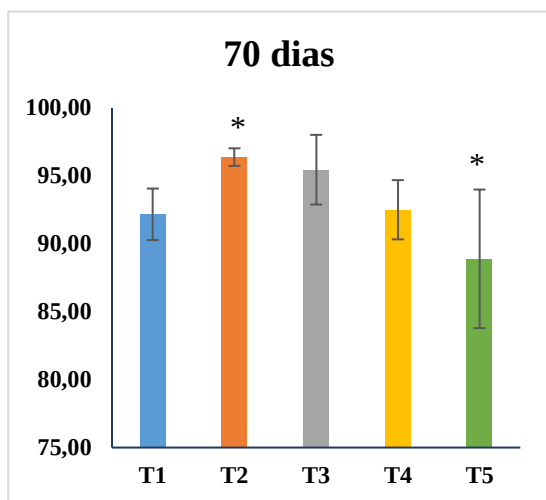


Gráfico 1 Porcentaje de residualidad. De 70 a 112 días después de aplicación de grupos fungicidas, aplicados a dos frecuencias para el control de *Sigatoka negra* (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano, en la combinación I, * diferencias estadísticas significativa de la prueba de tukey ($P < 0,05$).

En la combinación I, a los 70 días después de la aplicación se reportaron diferencias estadísticas, el mayor porcentaje de residualidad se reportó en el T2 (Fenpropimorph + Metiram) con 91.04%, a los 91 días de igual manera el tratamiento T2 (Fenpropimorph + Metiram) reportó la mayor residualidad con un valor de 88.6% seguidos del T3, T1 (Spiroxamina+ Mancozeb) y T4. A los 112 días también se reportaron diferencias estadísticas el mayor porcentaje lo obtuvo T2 (Fenpropimorph + Metiram) con un valor de residualidad de 69.72%. El menor valor lo obtuvo el tratamiento T4 (Diethofencarb+ Pyrimethanil) a los 70 y 91 días respectivamente con un valor de (82.78 y 66.14) % mientras que a los 112 días el menor valor de residualidad lo obtuvo el T5 (testigo) con un valor de 48.67%.



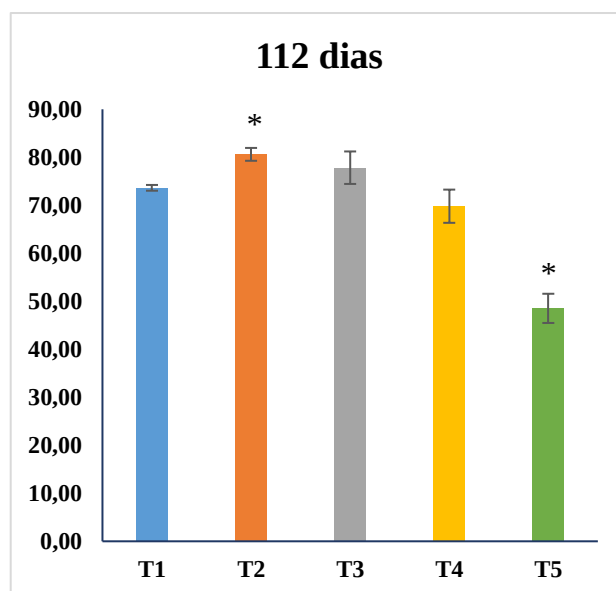


Gráfico 2 Porcentaje de residualidad. De 70 a 112 días después de aplicación de grupos fungicidas, aplicados a dos frecuencias para el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano, en la combinación II, * diferencias estadísticas significativa.

En la combinación II, a los 70 días después de la aplicación no se reportaron diferencias estadísticas, el mayor porcentaje de residualidad se reportó en el T2 (Epoxyconazol + Fenpropimorf), T3 (Revisol + Fenpropimorph), T4 (Spiroxamina + Tebuconazole) y T1 (Epoxyconazol + Mancozeb), con valores de (96.37, 95.45, 92.50 y 92.17) %, el menor valor lo reporto el T5 (Testigo) con un valor de 88.89%. A los 77 días se encontraron diferencias significativas en los tratamientos, T2 (Epoxyconazol + Fenpropimorf), T3 (Revisol + Fenpropimorph), T4 (Spiroxamine + Tebuconazole) y T1 (Epoxyconazol+ Mancozeb), con un valor de (94.00, 92.78, 88.39 y 89.00) %, el valor de residualidad lo obtuvo el tratamiento T5 (Testigo) con 77.83%. El mismo patrón se mantuvo a los (84, 91, 98) días mientras que, a los 105 y 112 días el mismo tratamiento T2 (Epoxyconazol + Fenpropimorf) obtuvo la mayor residualidad con un valor de (84.78 y 80,61) % mientras que el tratamiento testigo T5 (Testigo) obtuvo la menor residualidad con valores de (59.92 y 48.53) %.

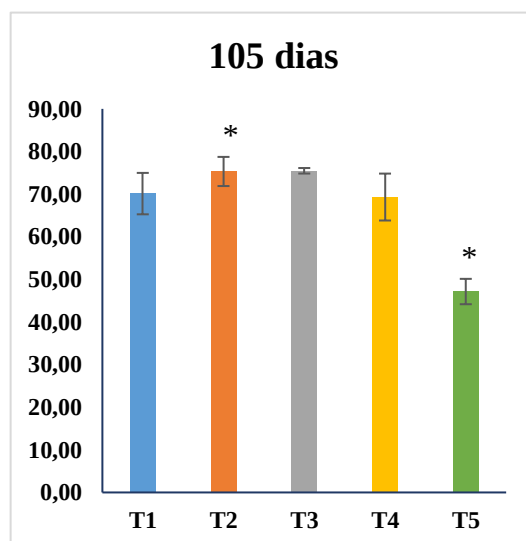
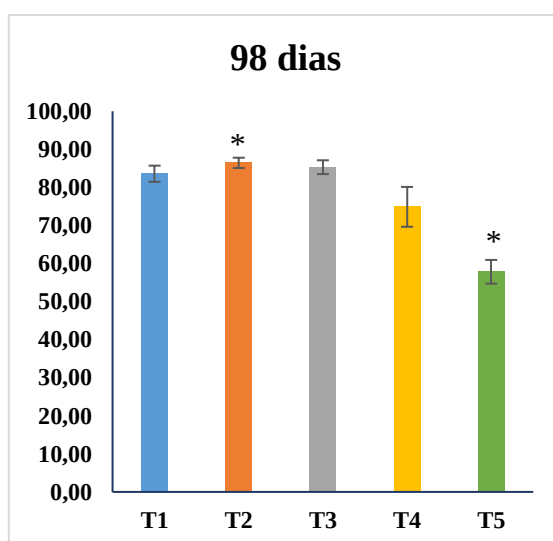
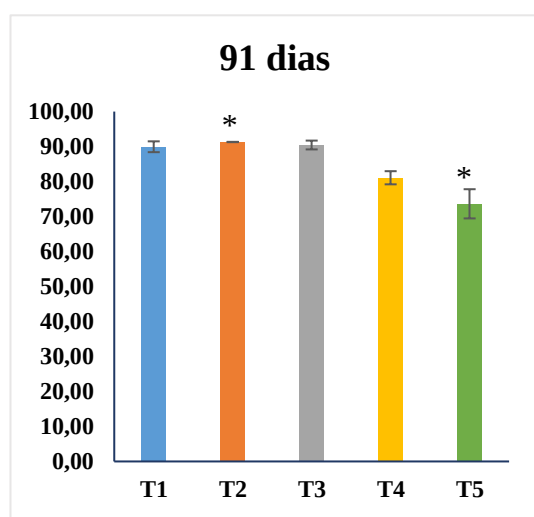
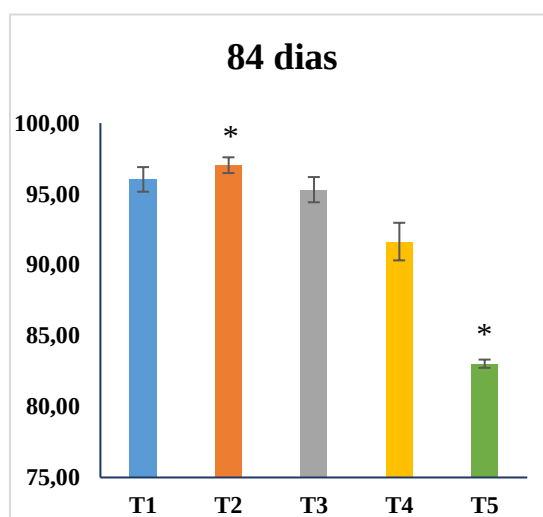
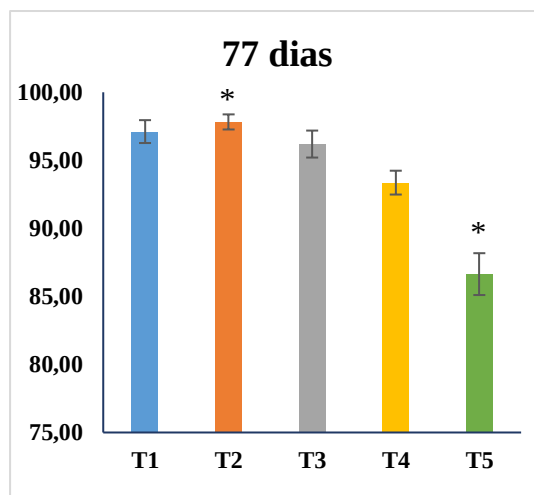
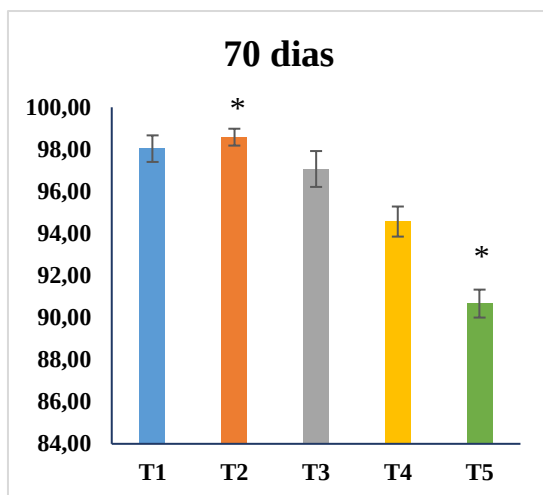
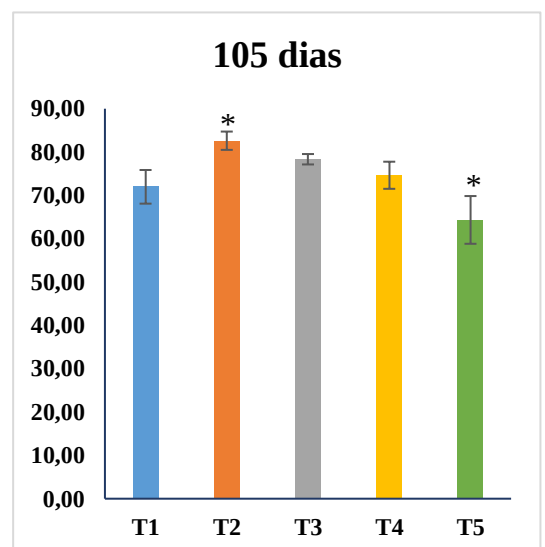
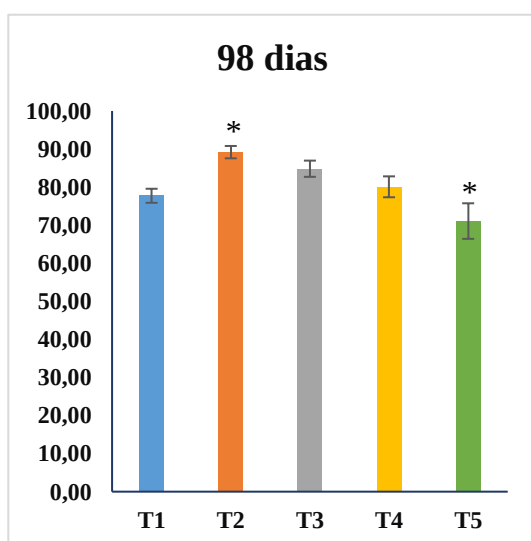
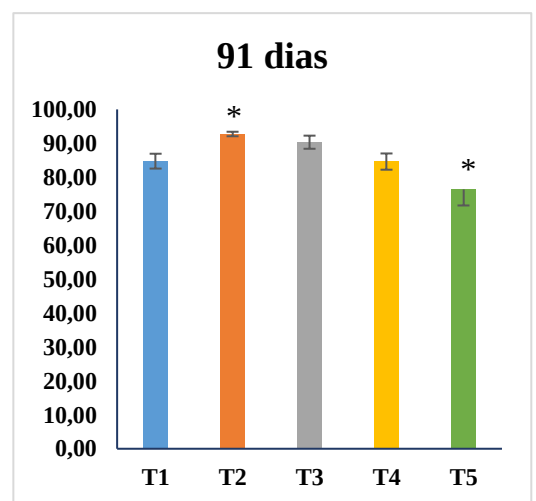
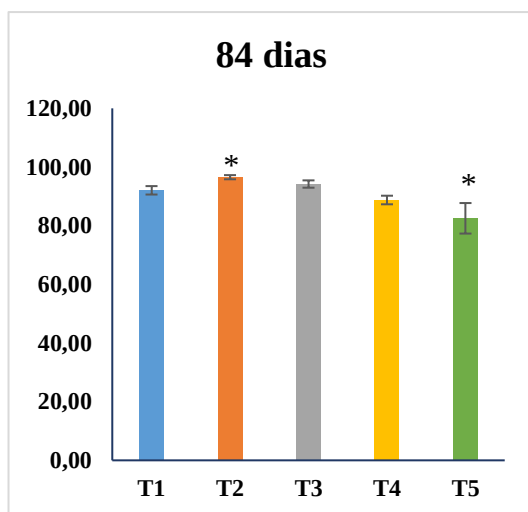
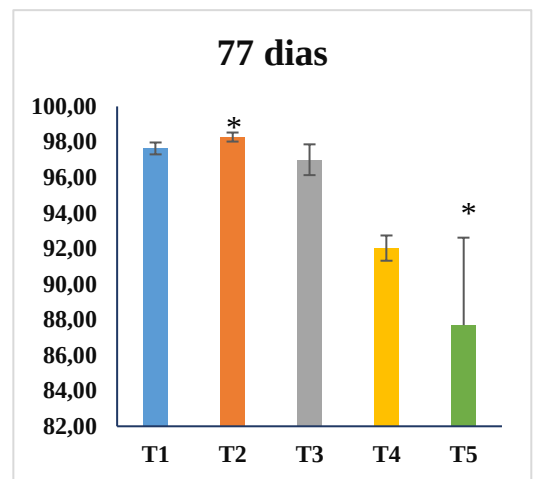
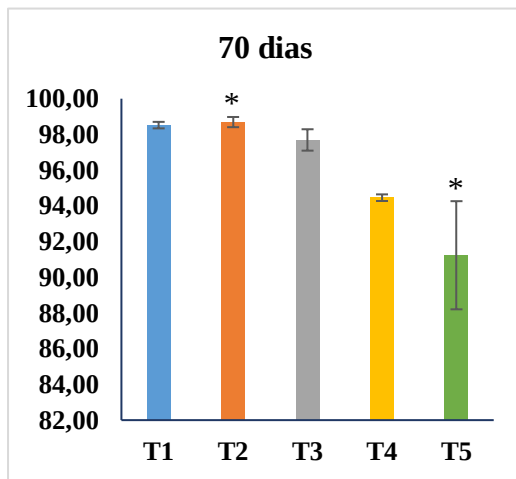


Gráfico 3 Se representan las Porcentaje de residualidad. De 70 a 105 días después de aplicación de grupos fungicidas, aplicados a dos frecuencias para el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano, en la combinación III, * diferencias estadísticas significativa.

En la combinación III, a los 70 días después de la aplicación se reportaron diferencias estadísticas y numéricas, el mayor porcentaje de residualidad lo reportaron el T2 (Metiram), T1 (Clorothalonil), T3 (Metiram) con (98.58, 98.03 y 97.07) % respectivamente. El menor valor lo reportó el T5 (Testigo) con un residualidad de 90.67%, el mismo patrón de resultados se repite a los (77, 84, 91 y 98) días a diferencia del día 105 donde el mayor residualidad lo reportaron los tratamientos T2 (Metiram), T3 (Metiram), T1 (Clorothalonil) y T4 (Mancozeb) con valores de (86.45, 85.31, 83.58, 74,89) % mientras que el menor valor de residualidad lo obtuvo el T5 (testigo) con 47.83%



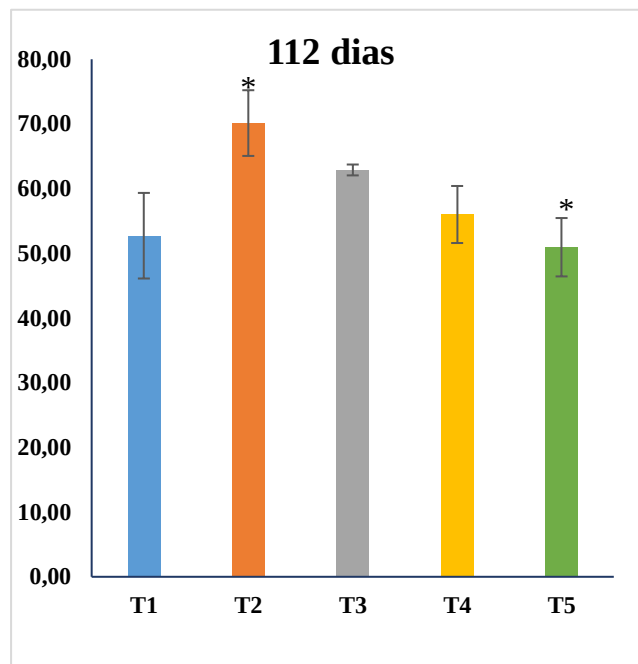
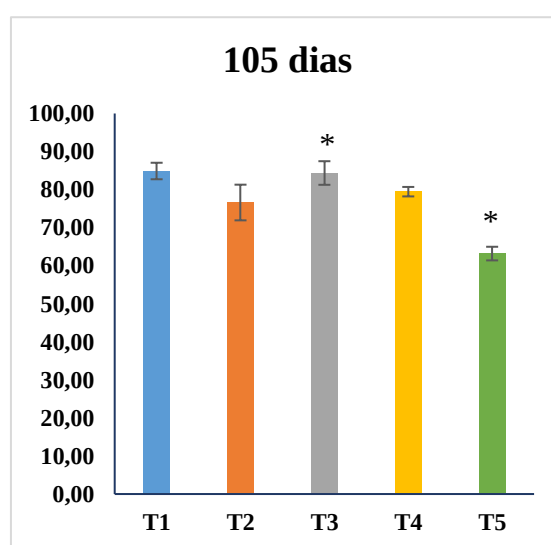
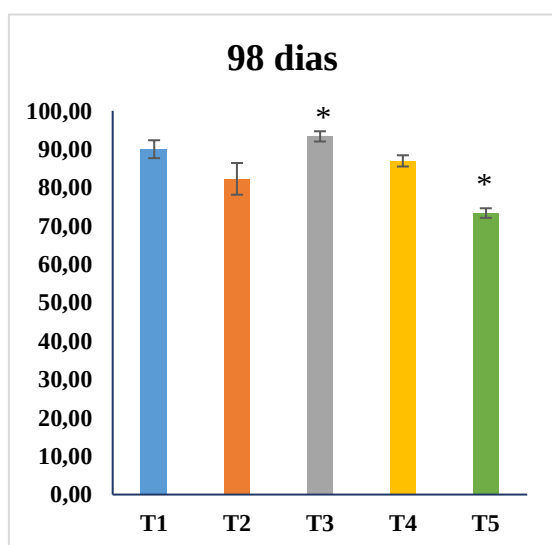
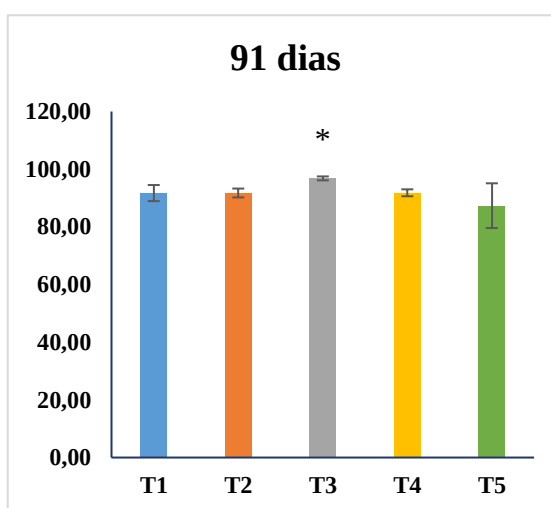
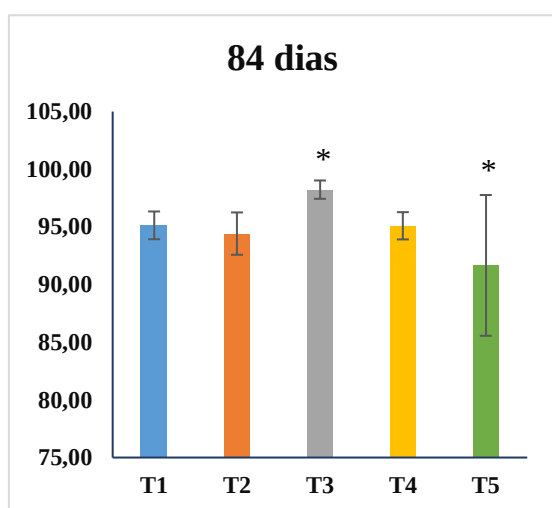
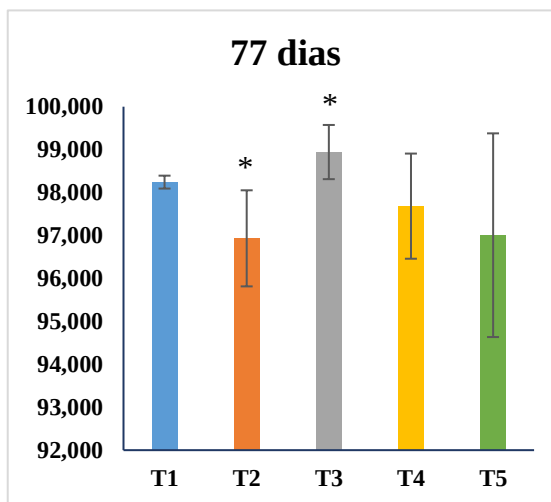
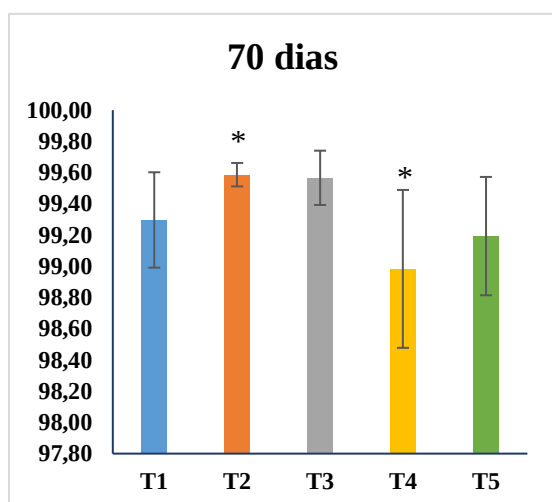


Gráfico 4 Porcentaje de residualidad. De 70 a 112 días después de aplicación de grupos fungicidas, aplicados a dos frecuencias para el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano, en la combinación IV, * diferencias estadística significativa.

En la combinación IV, a los 70 días después de la aplicación se reportaron diferencias estadísticas, el mayor porcentaje de residualidad se reportó en el T2, T1, T3 y T4 (Diethofencarb + Pyrimethanil) con (98.69, 98.52, 97.69 y 94.46) %, mientras que el tratamiento testigo T5 (Testigo) obtuvo la menor residualidad con un valor de 91.23%. A los 77 la mayor residualidad se reportó el T2 (Diethofencarb + Pyrimethanil) T1, T3 (98.28, 97.64, 97.00), mientras que 84, 91 días se cambió el patrón de resultados reportando los valores mas elevados el T2 (Diethofencarb + Pyrimethanil), T3 y T1 con valores de (96.53, 94.19, 92.05) % y (92.75, 90.33, 84.75), al igual que a los 98, 105 y 112 días el mayor valor lo reportaron el T2 (Diethofencarb + Pyrimethanil) con (89.19, 82.61 y 70.14) %, mientras que el menor valor lo obtuvo el tratamiento T5 (Testigo) con un valor de residualidad de 50.94% a los 112 días.



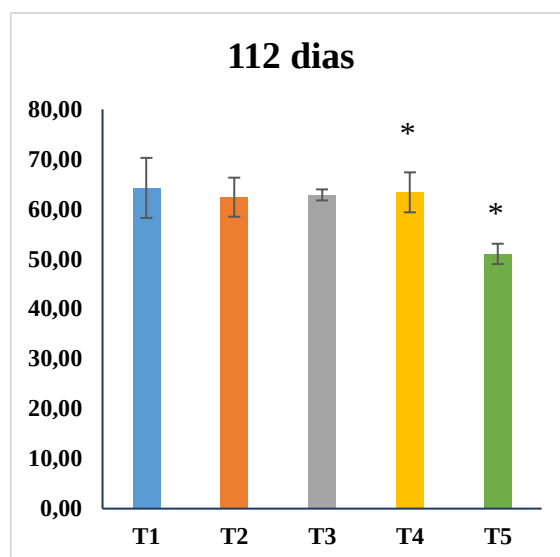


Gráfico 5 Porcentaje de residualidad. De 70 a 112 días después de aplicación de grupos fungicidas, aplicados a dos frecuencias para el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano, en la combinación V, * diferencias estadística significativa.

En la combinación V, a los 70, 77, 84, 91 días después de la aplicación no se reportaron diferencias estadísticas, mientras que a los 98 días si se encontraron diferencias significativas siendo el T3 (Fenpropimorph + Metiram), T1 (Fenpropidin + Metiram) y T4 (Spiroxamina + Mancozeb), T2 (Fenpropimorph + Metiram), los tratamientos que obtuvieron mayor residualidad con un valor de (93.34, 90.00, 86.96, 82.28)%, el T5 (Testigo) obtuvo la menor residualidad con un valor de 73.36%, a los 105 y 112 el T1 (Fenpropidin + Metiram) obtuvo mayor residualidad en ambas semanas con valores de (84.94 y 64.25) el menor valor lo obtuvo T5 (Testigo) con un 51.03% de residualidad a los 112 días.

Con respecto a los resultados para la residualidad evaluada, Galarza, (1) el tratamiento T2 que utilizó *Streptomyces hygroscopicus*, *Manganese ethylenebis* y aceite tuvo el mayor porcentaje de residualidad con 95.60%, mientras que el T4 (Fenpropimorph + aceite + agua) obtuvo 88,27%. Estos resultados concuerdan con lo manifestado por Santillán, (2), quien recomienda incluir en los programas de aplicación de fungicidas las moléculas de Mancozeb (*Manganese ethylenebis*) para lograr mayor residualidad de protección en la hoja del banano.

Por su parte, Moreno, (3) no encontró diferencia estadística en ninguno de los tratamientos a los 7 y 14 días después de la aplicación de fungicidas foliares para el control de la sigatoka negra. Sin embargo, a partir de los 21 y 28 días después de la aplicación de los productos fungicidas, se observó significancia estadística del testigo frente a los demás

tratamientos. Todos los fungicidas aplicados causaron el mismo efecto sobre la residualidad en la hoja evaluada, siendo el mejor índice de residualidad para el control de la sigatoka negra el T5 (Pyraclostrobin), presentando los mejores resultados.

Por otro lado, Suarez y Fuentes (41), experimentó con diversos ingredientes activos: de los cuales Trifloxystrobin + Spiroxamine fueron los segundos fungicidas con mayor residualidad hasta los 125 DDA con un porcentaje de 28.2%, siendo el tratamiento control con mayor residualidad (Aceite Agrícola con 75.3%). Para el tratamiento 2, la combinación C5 compuesto por Fenpropimorf 880g/L + Metiram 700 g/Kg mostraron mayor residualidad promedio de 11,90%. Según Morales (42), en su experimento para medir la residualidad de fungicidas de triazoles y aminos demostró que el Dicofenazol + Fenpropimorph tuvo una residualidad del 80.08% comprobando los resultados obtenidos en esta investigación. Por otro lado BASF (43), menciona que su producto químico de tipo fungicida Polyram tiene una rápida acción inicial combinada con un largo poder residual.

El tratamiento 3 con la combinación C1 compuesto por Fenpropimorf 880g/L + Metiram 700 g/Kg fue el más eficiente con un porcentaje de 9,52 % de residualidad promedio. Datos que concuerdan y corroboran los resultados de esta investigación con lo mencionado anteriormente por Morales (42). Para el tratamiento 4, la combinación C2 compuesto por Spiroxamina 400g/L + Tebuconazole 100 g/L presentó un mayor porcentaje de residualidad con 10,53% a los 49 DDA. Según Morales (42), en su experimento para medir la residualidad de fungicidas de triazoles y aminos, a los 49DDA los ingredientes activos Spiroxamine + Tebuconazole obtuvieron una residualidad del 89,50%, lo que corrobora el resultado obtenido para este tratamiento.

4.1.2. Área Foliar (AFA %)

En la Tabla 9 se detalla el área foliar afectada (AFA %) de la evaluación de la Combinación I. se detalla el área foliar afectada (AFA %) de la evaluación de la Combinación I. En la combinación I, la evaluación el AFA% se puede observar que el coeficiente de variación (CV) disminuye a medida que aumenta el número de días, lo que sugiere que los tratamientos son más consistentes a medida que progresa el tiempo. El tratamiento T5 tiene consistentemente los valores más altos en todas las medidas, seguido por T4 y T3. La diferencia en medidas de resultado también aumenta con el tiempo.

En el grafico 1 se muestra la evolución del área foliar afectada, en la combinación I desde el día 0 a los 112 días después de aplicación de grupos fungicidas, aplicados en dos frecuencias, para el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano.

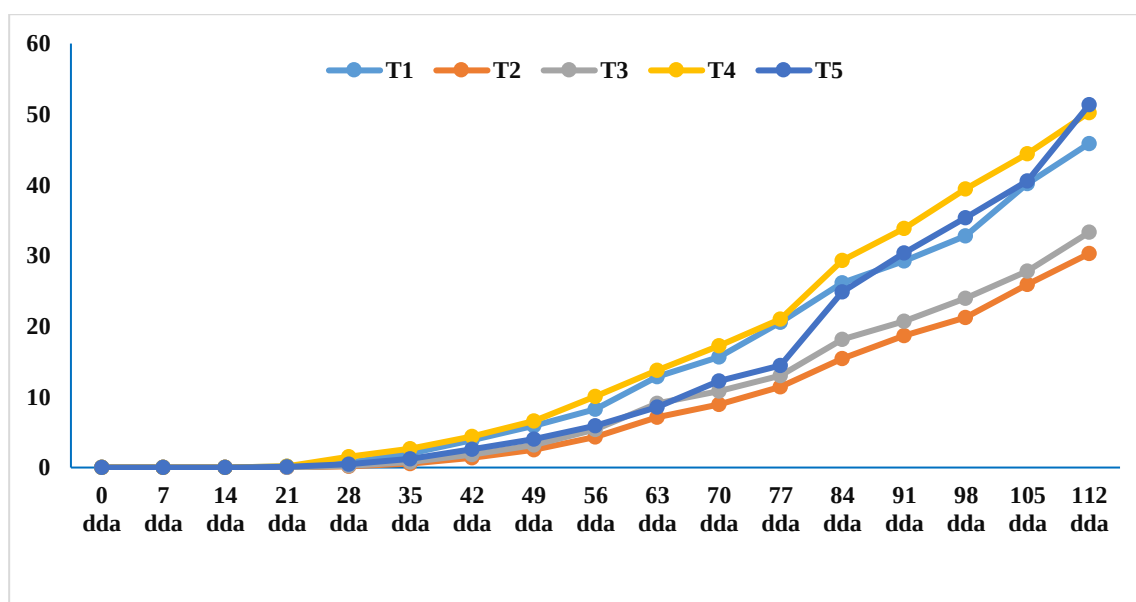


Gráfico 6. Evolución del área foliar afectada durante la evolución de la combinación I.

En la combinación I después de la aplicación se evidencio diferencias estadísticas ($p > 0.05$), el menor promedio se obtuvo con el T2 (Spiroxamine + Mancozeb a los 28 días) con 0.17%, la mayor afectación se observó en el T4 (Spiroxamina + Mancozeb) 28 días con 1.73%. A los 112 días después de la aplicación (DDA), el T5 (Testigo) presento la mayor AFA% con 51.33% estadísticamente superior a los demás tratamientos que presentaron promedios de 45.86%, 30.28%, 33.28 y 50.25%. Siendo el de menor promedio el T3 (Fenpropimorf + Metiram 112 días) con 30.28%.

Por otro lado, Morales (4) utilizó nueve tratamientos de los cuales el tratamiento T6 (Difeconazol + Spiroxamina) presentó el menor promedio de AFA% en el día 56, con 5,04%, mientras que el tratamiento T9 (Testigo) tuvo el valor máximo con 17,05%. En el día 63, el menor promedio de AFA% se observó en el tratamiento T2 (Epoxicanazole + Fenpropimorph), con una diferencia significativa del T9 (Testigo), que obtuvo un valor de 36%, con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

En la Tabla 10 se detalla el área foliar afectada (AFA %) de la evaluación de la Combinación II. En la combinación II, la evaluación el AFA% se puede observar que el coeficiente de variación (CV) disminuye a medida que aumenta el número de días, lo que sugiere que los tratamientos son más consistentes a medida que progresa el tiempo. El tratamiento T5 tiene consistentemente los valores más altos en todas las medidas, seguido por T4 y T3. La diferencia en medidas de resultado también aumenta con el tiempo.

En el gráfico 2 se muestra la evolución del área foliar afectada, en la combinación II desde el día 0 a los 112 días después de aplicación de grupos fungicidas, aplicados en dos frecuencias, para el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano.

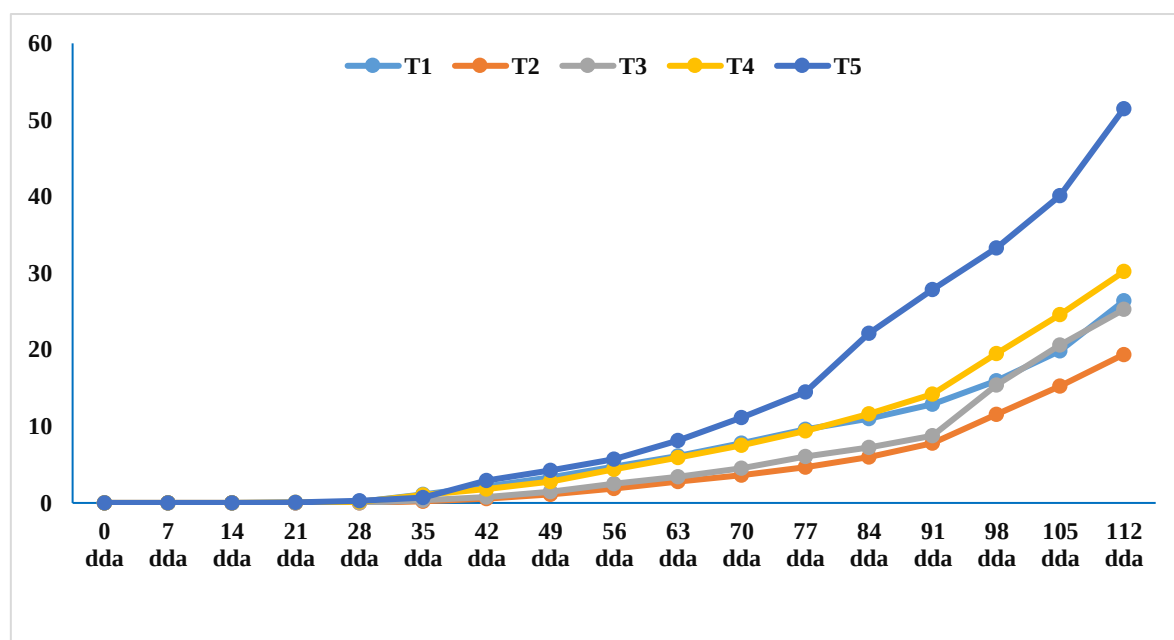


Gráfico 7. Evolución del área foliar afectada expresada en porcentaje en el control de la sigatoka negra.

En la combinación II después de la aplicación se evidencio diferencias estadísticas ($p > 0,05$) a partir del día 84, el menor promedio se obtuvo en el T2 (Epoxyconazol + Fenpropimorph) a los 28 días con 0,02%, la mayor afectación se observó en el T1

(Epoxyconazole + Mancozeb a los 28 días) con 0,27%. A los 112 días después de la aplicación (DDA), el T5 (Testigo) presentó la mayor AFA% con 51.47% estadísticamente superior a los demás tratamientos que presentaron promedios de 26.36%, 19.39%, 25.25% y 30.19%, siendo el de menor promedio el T2 (Epoxyconazol + Fenpropimorf a los 112 días) con 19.39%.

Asimismo, Galarza, (1) empleando tres tratamientos fúngicos y un tratamiento testigo encontró a los 49 días DDA fue el mejor tratamiento el T2 (*Streptomyces hygroscopicus* + Manganese ethylenebis + aceite), con alta significancia estadística ($p > 0.0001$), la mayor tasa de incremento de la infección desde la primera evaluación a los siete días hasta el día cuarenta y nueve, fue en el testigo con 4.89 %, mientras que el T2 fue de 2.92 %.

En la Tabla 11 se detalla el área foliar afectada (AFA %) de la evaluación de la Combinación III. Los valores medios de los tratamientos aumentan con el tiempo, desde 0.09 en el día 28 hasta 29.89 en el día 105. Asimismo, el CV (coeficiente de variación) disminuye a medida que avanza el tiempo, lo que indica que la variabilidad dentro de cada tratamiento disminuye. Además, se puede apreciar que el tratamiento T5 presenta los mayores valores medios en todos los días, mientras que T1 los menores.

En el gráfico 3 se muestra la evolución del área foliar afectada, en la combinación III desde el día 0 a los 105 días después de aplicación de grupos fungicidas, aplicados en dos frecuencias, para el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella a fijiensis*) en banano.

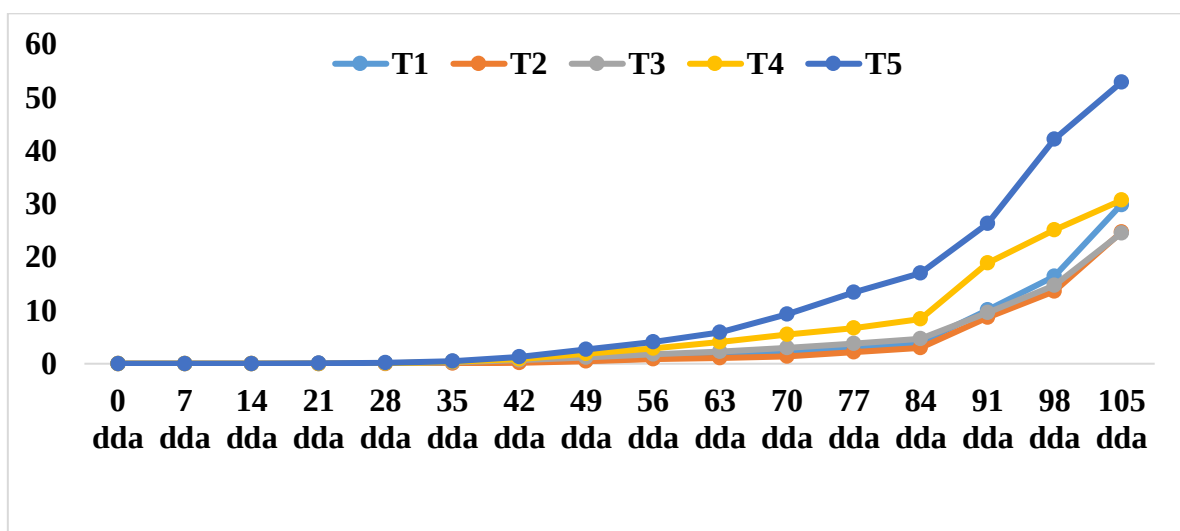


Gráfico 8 Evolución del área foliar afectada en la Combinación III.

En la combinación III después de la aplicación se evidencio diferencias estadísticas ($p>0.05$), a partir del día 28. El menor promedio se obtuvo en los tratamientos T1 (Clorothalonil a los 28 días) y T4 (Mancozeb a los 28 días) con 0.09% en ambos tratamientos, la mayor afectación se observó en el T5 (Testigo a los 28 días) con 0.20%. A los 105 días después de la aplicación (DDA), el T5 (Testigo) presento la mayor AFA% con 52.86% estadísticamente superior a los demás tratamientos que presentaron promedios entre 29.89%, 24.69%, 24.53% y 30.69%, siendo el de menor promedio el T3 (Metiram 105 días) con 24.53%.

En la investigación de Muñoz, (5) sus los resultados sobre la emisión foliar de fungicidas, utilizando un tratamiento testigo y tres tratamientos siendo el Volley ® 880, Seeker 750 EC y Calixin ® 86 OL muestra el análisis estadístico, no hubo diferencias significativas en la emisión foliar entre los tratamientos con diferentes fungicidas. Además, se rechazó la hipótesis de que al menos uno de los fungicidas tendría un efecto sobre la emisión foliar. Por otro lado, se observó una tasa de infección del 41,60% en el caso del fungicida Calixin, que contiene el ingrediente activo tridemorf. Se menciona que Calixin es un fungicida sistémico que actúa inhibiendo la biosíntesis del ergosterol al entrar en el sistema de la planta.

En la Tabla 12 se detalla el área foliar afectada (AFA %) de la evaluación de la Combinación IV. Los datos de la tabla sugieren que los valores de CV disminuyen a medida que aumenta la duración del tratamiento. Los tratamientos "T4" y "T5" parecen tener los valores más altos de CV y F, mientras que los tratamientos "T1", "T2" y "T3" tienen valores más bajos. Se puede apreciar que el tratamiento T5 presenta los mayores valores medios en todos los días evaluados, mientras que T1 los menores.

En el Gráfico 4 encontramos la evolución del área foliar afectada, en la combinación IV desde el día 0 a los 112 días después de aplicación de grupos fungicidas, aplicados en dos frecuencias, para el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano.

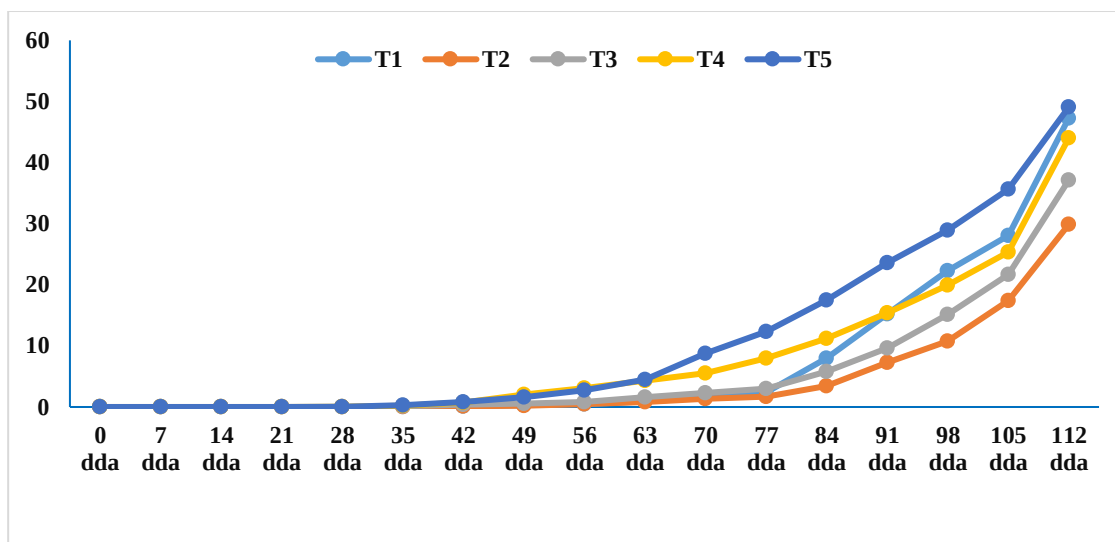


Gráfico 9 Área foliar afectada expresada en porcentaje en la combinación IV.

En la combinación IV después de la aplicación se evidencio diferencias estadísticas ($p>0.05$) a partir del día 35, el menor promedio se obtuvo en el T3 (Diethofencarb + Pyrimethanil a los 35 días) con 0.09%, la mayor afectación se observó en el T5 (Testigo a los 35 días) con 0.29%. A los 112 días después de la aplicación (DDA), el T5 (Testigo) presento la mayor AFA% con 49.06% estadísticamente superior a los demás tratamientos que presentaron promedios de 47.28%, 29.86%, 37,11% y 44% siendo el de menor promedio el T2 (Diethofencarb + Pyrimethanil a los 112 días) con 29.86%.

Farías y Orozco, (6) el Pyraclostrobin abatió significativamente los niveles de infección por manchas de sigatoka negra con respectos a sus otros tratamientos. Con respecto al tratamiento que presentó menor sensibilidad a la infección fue el testigo y el T4 (Diethofencarb 2). Al igual que Moreno, (3) no hubo diferencia estadística en ninguna de las evaluaciones realizadas a los 7 y 14 días después de la aplicación de los fungicidas para controlar la Sigatoka Negra. Sin embargo, después de los 21 días, se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, mostrando el T5 (Pyraclostrobin) la mejor eficacia en el control de la enfermedad a partir del día 35 . Esto sugiere que la eficacia de los tratamientos puede variar con el tiempo, y que el Pyraclostrobin podría ser una opción efectiva para el control de la Sigatoka Negra después de la aplicación de 35 días

En la Tabla 13 se detalla el área foliar afectada (AFA %) de la evaluación de la Combinación V. Al inicio del estudio y en la semana 35 no hubo efectos significativos en ninguno de los tratamientos. Sin embargo, a partir de la semana 42 se observaron mejoras

en los tratamientos T1, T3, T4 y T5. En la semana 98, los tratamientos T2, T4 y T5 presentaron los mejores resultados, mientras que en la semana 105, todos los tratamientos presentaron mejoras significativas en comparación con las semanas anteriores.

En el Gráfico 5 se muestra la evolución del área foliar afectada, en la combinación V desde el día 0 a los 112 días después de aplicación de grupos fungicidas, aplicados en dos frecuencias, para el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano.

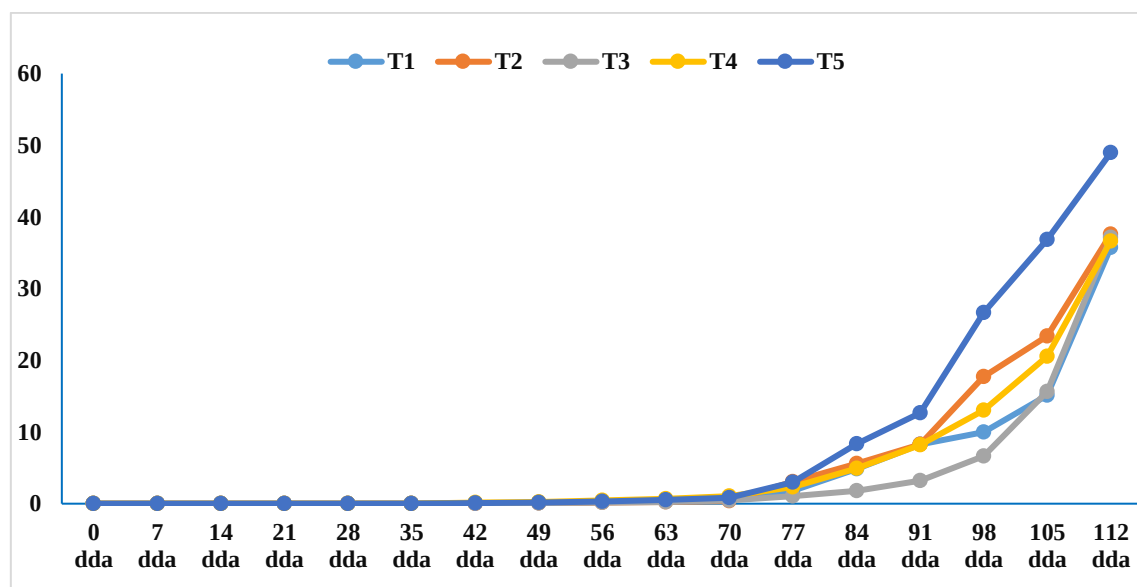


Gráfico 10 Área foliar afectada expresada en porcentaje en la Combinación V.

En la combinación V después de la aplicación se evidencio diferencias estadísticas ($p>0.05$) a partir del día 42, el menor promedio se obtuvo en el T3 (Fenpropimorf + Metiram a los 42 días) con 0.03%, la mayor afectación se observó en el T4 (Spiroxamina + Mancozeb a 42 días) con 0.15%. A los 112 días después de la aplicación (DDA), el T5 (Testigo) presento la mayor AFA% con 48.97% estadísticamente superior a los demás tratamientos que presentaron promedios de 35.75%, 37.61%, 37.15 y 36.64%, siendo el de menor promedio el T4 (Fenpropidin + Mancozeb a los 112 días) con 35.75%.

A los 98 días después de la aplicación, los tratamientos T2, T3, T4 y T5 tuvieron los mayores efectos, con una diferencia significativa de resultados entre los tratamientos. Por otro lado, en la semana 112 los tratamientos T3, T4 y T5 exhibieron los mayores efectos. (1) evaluó la efectividad de *Streptomyces higrscopicus* en mezcla con Manganese ethylenebis para reducir la incidencia de la sigatoka negra en el cultivo de banano. Los resultados en cuanto a la tasa de incremento de la infección en las hojas, el T2 (*Streptomyces*

hygroscopicus +Manganese ethylenebis + aceite) fue más efectivo que el testigo y se encontró que los fungicidas lograron menores AFA.

En combinación C3 el tratamiento 1 compuesto por Clorotalonil 720 g/L fue el más efectivo, ya que detiene el crecimiento de las hifas y reduce la tasa de expansión de la lesión (44). En cambio, la combinación C4 compuesto por Diethofencarb 250 g/L + Pyrimethanil 600 g/L mostró menor eficacia y obtuvo un promedio total de 13,82% de la hoja, similar a lo obtenido por Moreno en el que se obtuvo más del 70% del AFA con el uso de Diethofencarb.

En el tratamiento 2, la combinación C3 compuesto por Metiram 700 g/kg fue el menos efectivo con un promedio de 4,64% de AFA, lo que difiere de lo descrito por Molina en el que evaluó la eficiencia de Polyram + Break Thru (46.05g + 0.5cc) y pudo determinar que fue la mejor mezcla para el control de la sigatoka negra. En el tratamiento 3, la combinación C3 compuesto por Metiram 700 g/Kg fue el más efectivo con un menor porcentaje de AFA promedio de 5,64% (47).

En el tratamiento 4, la combinación C3 compuesto por Dithane 1,75L (Mancozeb 600 gr/L) fue el más efectivo con un menor porcentaje promedio de AFA del 7,72 %, datos que concuerdan con los de Bautista en el que evaluó diferentes dosis de Dithane. Sin embargo, la combinación C2 compuesto por Spiroxamina 400g/L + Tebuconazole 100 g/L fue el que mayor porcentaje de AFA presentó por lo que se considera el menos efectivo en este tratamiento, concordando con los datos de Morales quien determinó que estos ingredientes activos fueron de menor eficacia en su experimento.

Tabla 9.

Porcentaje de Área foliar afectada (AFA%) de la Combinación I de diferentes fungicidas para el control de la sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis) en el cultivo de banano (Musa paradisiaca).

Días	Tratamientos					p-valor	F
	T1	T2	T3	T4	T5		
28	0.64 ± 0.28 ab	0.15 ± 0.14 b	0.25 ± 0.09 b	1.68 ± 1.45 a	0.43 ± 0.17 b	0.0031	4.17
35	1.97 ± 0.21 ab	0.57 ± 0.27 b	0.77 ± 0.12 b	2.62 ± 0.48 a	1.22 ± 0.25 ab	0.0057	4.22
42	3.87 ± 0.13 ab	1.37 ± 0.86 b	1.82 ± 0.17 ab	4.42 ± 0.10 a	2.52 ± 0.69 ab	0.0094	3.84
49	5.93 ± 0.63 ab	2.53 ± 1.03 c	3.23 ± 0.19 bc	6.63 ± 0.67 a	4.03 ± 0.59 abc	0.0025	4.86
56	8.24 ± 1.02 ab	4.34 ± 1.85 b	5.44 ± 0.22 ab	10.04 ± 1.42 a	5.84 ± 0.84 ab	0.0078	3.98
63	12.94 ± 2.57	7.19 ± 1.57	9.12 ± 0.55	13.64 ± 1.98	8.44 ± 1.39	0.0342	2.87
70	15.75 ± 2.76 ab	9.00 ± 2.33 b	10.90 ± 0.44 ab	17.15 ± 2.12 a	12.15 ± 1.75 ab	0.0222	3.19
77	20.59 ± 1.23 a	11.39 ± 1.99 b	13.14 ± 1.21 b	20.99 ± 1.16 a	14.34 ± 1.98 ab	0.0067	4.1
84	26.18 ± 3.95 ab	15.48 ± 4.13 b	18.23 ± 4.81 ab	29.68 ± 1.45 a	24.28 ± 8.62 ab	0.0136	3.55
91	29.18 ± 3.88 ab	18.68 ± 5.37 b	20.78 ± 5.36 ab	34.28 ± 2.30 a	29.78 ± 7.17 ab	0.0105	3.75
98	32.73 ± 3.92 ab	21.08 ± 7.47 b	24.03 ± 5.85 b	40.03 ± 4.03 b	34.93 ± 6.40 ab	0.0024	4.89
105	40.08 ± 4.77 ab	25.68 ± 7.84 c	28.08 ± 5.72 bc	45.08 ± 4.24 a	39.98 ± 7.96 ab	0.0009	5.7
112	45.8 ± 4.87 ab	29.80 ± 8.47 c	33.50 ± 6.09 bc	50.90 ± 4.90 a	51.00 ± 4.51 a	<0.0001	8.71

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). F= Valor de Fisher

Elaborado por: El autor.

Tabla 10.

Porcentaje de Área foliar afectada (AFA%) de la Combinación II, de diferentes fungicidas para el control de la sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis) en el cultivo de banano (Musa paradisiaca).

Días	Tratamientos					p-valor	F
	T1	T2	T3	T4	T5		
28	0.14 ± 0.09	0.02 ± 0.02	0.03 ± 0.03	0.17 ± 0.15	0.27 ± 0.18	0.1667	2.14
35	1.08 ± 0.20	0.24 ± 0.10	0.35 ± 0.17	1.02 ± 0.74	0.70 ± 0.50	0.1934	1.96
42	2.17 ± 0.44	0.54 ± 0.20	0.74 ± 0.38	1.80 ± 1.15	2.91 ± 1.63	0.1082	2.7
49	3.36 ± 0.84	1.12 ± 0.43	1.49 ± 0.77	2.79 ± 1.24	4.28 ± 2.17	0.1117	2.66
56	4.71 ± 1.12	1.89 ± 0.46	2.48 ± 1.11	4.38 ± 1.75	5.74 ± 2.68	0.1364	2.39
63	6.11 ± 1.39	2.82 ± 0.66	3.41 ± 1.82	5.90 ± 2.21	8.17 ± 3.68	0.1395	2.37
70	7.83 ± 1.89	3.63 ± 0.65	4.56 ± 2.56	7.50 ± 2.18	11.11 ± 5.10	0.1183	2.58
77	9.64 ± 2.33	4.69 ± 0.82	6.04 ± 3.16	9.42 ± 2.54	14.50 ± 5.77	0.0779	3.16
84	11.00 ± 2.02 ab	6.00 ± 0.88 b	7.22 ± 3.34 b	11.61 ± 2.37 ab	22.17 ± 6.64 a	0.0078	7.61
91	12.92 ± 1.81 b	7.78 ± 0.69 b	8.75 ± 3.10 b	14.22 ± 2.41 ab	27.68 ± 9.31 a	0.0073	7.77
98	15.97 ± 1.47 b	11.56 ± 0.51b	15.36 ± 2.13 b	19.53 ± 1.87 b	33.28 ± 8.40 a	0.0023	11.2
105	19.86 ± 1.70 b	15.22 ± 1.35 b	20.64 ± 2.47 b	24.56 ± 3.10 b	40.08 ± 9.25 a	0.0025	10.89
112	26.36 ± 0.60 bc	19.39 ± 1.34 c	25.25 ± 3.38 bc	30.19 ± 3.46 b	51.47 ± 3.04 a	<0.0001	53.92

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). F= Valor de Fisher

Elaborado por: El autor.

Tabla 11.

Porcentaje de Área foliar afectada (AFA%) de la Combinación III, de diferentes fungicidas para el control de la sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis) en el cultivo de banano (Musa paradisiaca).

Días	Tratamientos					p-valor	F
	T1	T2	T3	T4	T5		
28	0.09 ± 0.13 ab	0	0.10 ± 0.07 ab	0.09 ± 0.05 ab	0.20 ± 0.06 a	0.0708	3.3
35	0.19 ± 0.20 ab	0.04 ± 0.02 b	0.23 ± 0.12 ab	0.33 ± 0.14 ab	0.51 ± 0.14 a	0.0250	5.05
42	0.38 ± 0.32 ab	0.19 ± 0.07 b	0.68 ± 0.46 ab	0.85 ± 0.21 ab	1.28 ± 0.37 a	0.0376	4.31
49	0.56 ± 0.41 bc	0.47 ± 0.20 c	1.13 ± 0.46 bc	1.88 ± 0.60 ab	2.65 ± 0.43	0.0027	10.69
56	0.94 ± 0.57 c	0.83 ± 0.39 c	1.78 ± 0.69 bc	2.91 ± 0.65 ab	4.10 ± 0.53 a	0.0009	15.09
63	1.38 ± 0.67 c	1.06 ± 0.31 c	2.24 ± 0.78 bc	4.05 ± 0.70 ab	5.83 ± 0.73 a	0.0002	22.73
70	1.96 ± 0.63 c	1.42 ± 0.40 c	2.93 ± 0.85 c	5.43 ± 0.72 b	9.33 ± 0.67 a	<0.0001	58.18
77	2.89 ± 0.84 c	2.18 ± 0.55 c	3.81 ± 0.99 bc	6.64 ± 0.88 b	13.36 ± 1.54 a	<0.0001	49.81
84	3.97 ± 0.87c	2.97 ± 0.56 c	4.69 ± 0.89 c	8.36 ± 1.33 b	16.97 ± 0.29 a	<0.0001	106. 56
91	10.06 ± 1.55 c	8.69 ± 0.05 c	9.56 ± 1.26 c	18.92 ± 1.87 b	26.36 ± 4.18 a	<0.0001	59.13
98	16.42 ± 2.13 c	13.56 ± 1.35 c	14.69 ± 1.81 c	25.11 ± 5.23 b	42.17 ± 3.12 a	<0.0001	109.58
105	29.89 ± 4.86 b	24.69 ± 3.42 b	24.53 ± 0.65 b	30.69 ± 5.50 b	52.86 ± 2.97 a	<0.0001	68.33

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$). F= Valor de Fisher.

Elaborado por: El autor.

Tabla 12.

Porcentaje de Área foliar afectada (AFA%) de la Combinación IV, de diferentes fungicidas para el control de la sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis) en el cultivo de banano (Musa paradisiaca).

Días	Tratamientos					P	F
	T1	T2	T3	T4	T5		
28	0	0	0.02 ± 0.02 a	0.05 ± 0.02 a	0.06 ± 0.05 a	0.0692	3.33
35	0	0	0.09 ± 0.08 bc	0.21 ± 0.03 ab	0.24 ± 0.12 a	0.0027	10.71
42	0.10 ± 1.7E-17 b	0.11 ± 0.04 b	0.35 ± 0.22 ab	0.76 ± 0.29 a	0.81 ± 0.33 a	0.0108	6.83
49	0.26 ± 0.03 b	0.19 ± 0.06 b	0.55 ± 0.21 b	2.18 ± 0.39 a	1.61 ± 0.53 a	0.0004	19.23
56	0.49 ± 0.10 b	0.48 ± 0.17 b	0.82 ± 0.20 b	3.06 ± 0.10 a	2.72 ± 0.90 a	0.0001	27.02
63	0.94 ± 0.11 b	0.84 ± 0.25 b	1.58 ± 0.34 b	4.31 ± 0.39 a	4.45 ± 1.13 a	0.0001	31.67
70	1.48 ± 0.18 c	1.31 ± 0.29 c	2.31 ± 0.60 bc	5.54 ± 0.19 ab	8.77 ± 3.03 a	0.0007	15.71
77	2.36 ± 0.33 b	1.72 ± 0.25 b	3.00 ± 0.87 b	7.97 ± 0.71 ab	12.31 ± 4.92 a	0.0018	12.14
84	7.94 ± 1.43 bc	3.47 ± 0.71 c	5.81 ± 1.25 bc	11.25 ± 1.46 ab	17.50 ± 5.21 a	0.0014	12.98
91	15.25 ± 2.19 b	7.25 ± 0.66 c	9.67 ± 1.93 bc	15.38 ± 2.39 b	23.58 ± 4.73 a	0.0009	14.91
98	22.28 ± 1.85 ab	10.81 ± 1.62 c	15.17 ± 2.13 bc	19.92 ± 2.75 b	28.92 ± 4.67 a	0.0009	14.84
105	28.03 ± 3.88 ab	17.39 ± 2.11 b	21.67 ± 1.20 b	25.36 ± 3.13 ab	35.67 ± 5.51 a	0.0040	9.48
112	47.28 ± 6.61 a	29.86 ± 5.08 b	37.11 ± 0.84 ab	44.00 ± 4.41 ab	49.06 ± 4.51	0.0092	7.22

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). F= Valor de Fisher.

Elaborado por: El autor.

Tabla 13.

Porcentaje de Área foliar afectada (AFA%) de la Combinación V, de diferentes fungicidas para el control de la sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis) en el cultivo de banano (Musa paradisiaca).

Días	Tratamientos					p-valor	F
	T1	T2	T3	T4	T5		
28	0	0	0	0	0	Nd	nd
35	0	0	0	0.01 ± 0.02	0	0.63	0.68
42	0.04 ± 0.05 a	0	0.03 ± 0 a	0.15 ± 0.13 a	0.06 ± 0.05a	0.19	2,00
49	0.11 ± 0.06 a	0.06 ± 0.01 a	0.05 ± 0.02 a	0.25 ± 0.19 a	0.17 ± 0.09a	0.16	2.17
56	0.22 ± 0.11a	0.17 ± 0.03 a	0.16 ± 0.05 a	0.44 ± 0.28 a	0.32 ± 0.13a	0.22	1.8
63	0.25 ± 0.12 a	0.26 ± 0.01a	0.25 ± 0.09 a	0.65 ± 0.36 a	0.55 ± 0.25a	0.17	2.12
70	0.70 ± 0.31 a	0.41 ± 0.08 a	0.43 ± 0.17 a	1.02 ± 0.51a	0.81 ± 0.38a	0.26	1.61
77	1.75 ± 0.15 a	3.07 ± 1.12 a	1.06 ± 0.63 a	2.32 ± 1.22 a	3.00 ± 2.37a	0.31	1.41
84	4.87 ± 1.20 a	5.58 ± 1.84 a	1.77 ± 0.80 a	4.90 ± 1.18 a	8.34 ± 6.10a	0.21	1.89
91	8.28 ± 2.79 a	8.25 ± 1.54 a	3.19 ± 0.68 a	8.18 ± 1.20 a	12.65 ± 7.76a	0.18	2.07
98	10.00 ± 2.33 cd	17.72 ± 4.13 b	6.65 ± 1.33 d	13.04 ± 1.46 bc	26.64 ± 1.25 a	<0.0001	36.35
105	15.11 ± 2.18 c	23.39 ± 4.69 b	15.64 ± 3.10 c	20.54 ± 1.24 bc	36.81 ± 1.79 a	0.0001	31.18
112	35.75 ± 6.02 b	37.61 ± 3.92 b	37.15 ± 1.12 b	36.64 ± 4.01 b	48.97 ± 2.04 a	0.01	7.92

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). F= Valor de Fisher.

Elaborado por: El autor

4.1.3. Número total de hojas en las plantas de cada tratamiento

Tabla 14.

Numero de hojas en la Combinación I en respuesta a la aplicación de grupos fungicidas, aplicados a dos frecuencias para el control de Sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis) en banano.

Días	Tratamientos					p-valor	CV	F
	T1	T2	T3	T4	T5			
0	14.53 ± 0.53 a	14.22 ± 0.63 a	14.61 ± 0.52 a	14.57 ± 0.53 a	14.50 ± 0.53 a	0.42	1.67	1.09
112	6.00 ± 0.82 a	5.97 ± 1.37 a	5.17 ± 0.63 a	5.25 ± 0.82 a	5.97 ± 0.94 a	0.15	8.55	2.30

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). CV= coeficiente de variación.

Elaborado por: El autor

En la combinación I, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos sin embargo si hubo diferencias numéricas, a los 0 días el tratamiento T3 (Fenpropimorf + Metiram) con un valor de 14.61 a diferencias del T5 (testigo) que obtuvo un valor de 14.50. A los 112 días tampoco se encontraron diferencias significativas siendo el valor mas alto T1 (Spiroxamina+ Mancozeb) 6.00 a diferencia del testigo que obtuvo un valor de 5.97.

En un estudio realizado por Salazar, (7) analizó la eficacia de diferentes fungicidas foliares químicos, los tratamientos estudiados fueron el TO (Testigo Absoluto), T1 Opus team 1.25 L ha-1 (Epoxyconazol + Fenpropimorf), T2 Opal 1.25 L ha-1 (Epoxyconazol) + Volley 0.7 L ha-1 (Fenpropimorf), T3 Volley 0,7 L ha-1 (Fenpropimorf), T4 Opal 1.25 L ha-1 (Epoxyconazol). Los resultados mostraron un bajo índice de presión de la enfermedad en todos los fungicidas evaluados en comparación al testigo absoluto. La eficacia del producto en hoja 2 no presentó diferencia estadística entre los fungicidas, pero sí con el testigo absoluto. En cuanto al análisis de costo económico de los tratamientos, el Opal 1.25 L ha-1 presentó el menor costo de aplicación y una eficacia satisfactoria para el control de la sigatoka negra en el cultivo de banano.

Tabla 15.

Numero de hojas en la Combinación II, en respuesta a la aplicación de grupos fungicidas, aplicados a dos frecuencias para el control de Sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis) en banano.

Días	Tratamientos					p-valor	CV	F
	T1	T2	T3	T4	T5			
0	14.42 ± 0.52 a	14.50 ± 0.53 a	14.53 ± 0.53 a	14.61 ± 0.52 a	14.58 ± 0.52 a	0.90	1.80	0.25
112	5.56 ± 0.85 a	6.11 ± 1.10 a	7.22 ± 2.88 a	7.22 ± 0.88 a	6.25 ± 0.67 a	0.35	15.42	1.30

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). F CV= coeficiente de variación.

Elaborado por: El autor

En la combinación II no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos sin embargo si hubo diferencias numéricas, a los 0 días el tratamiento T4 (Spiroxamine + Tebuconazole) con un valor de 14.61 a diferencias del T5 (testigo) que obtuvo un valor de 14.58. A los 112 días tampoco se encontraron diferencias significativas siendo el valor más alto T3 (Revisol + Fenpropimorf) 7.22 a diferencia del testigo que obtuvo un valor de 6.25.

La investigación realizada por Moreno, (3), evaluó la eficacia de diferentes fungicidas foliares para el control de sigatoka negra en banano, los resultados indicaron que los tratamientos T5 (Pyraclostrobin) y T6 (Trifloxystrobin) tuvieron la capacidad de combatir la sigatoka negra, siendo el tratamiento T5 el más efectivo y rentable. En la presente investigación, el tratamiento 1, las combinaciones C4 y C5 mostraron una mínima reducción en el número de hojas con solo 2 hojas reducidas y fueron los más efectivos en comparación con los otros tratamientos. Basado en el estudio de Echeverría (6), el ingrediente activo Fenpropidin presentó un mayor número de hojas totales. En cuanto al tratamiento 2, no hubo diferencias significativas debido a que ninguno de las combinaciones utilizados aumentó o disminuyó el número de hojas totales de las plantas. En el tratamiento 3, la combinación 1 fue el menos efectivo con una reducción de 3 hojas en comparación con el número inicial de hojas, resultados que coinciden con los datos de Echeverría. Sin embargo, los datos descritos por Echeverría (6) señalan que el tratamiento 4, las combinaciones C1 y C2 son los más efectivos, con un mayor número de hojas, debido a los ingredientes activos Fluopyran, Pyrimethanil, Spiroxamine, Tryfloxistrobin y Tebuconazole, lo que difiere de los resultados obtenidos en este estudio.

Tabla 16.

Numero de hojas en la Combinación III, en respuesta a la aplicación de grupos fungicidas, aplicados a dos frecuencias para el control de Sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis) en banano.

Días	Tratamientos					p-valor	CV	F
	T1	T2	T3	T4	T5			
0	14.31 ± 0.67 a	14.19 ± 0.79 a	14.58 ± 0.52 a	14.47 ± 0.53 a	14.58 ± 0.52 a	0.10	1.23	2.85
105	5.78 ± 0.79 a	5.78 ± 1.03 a	5.83 ± 0.74 a	5.94 ± 0.0.82 a	6.17 ± 0.79 a	0.61	5.72	0.71

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (p>0.05). CV= coeficiente de variación.

Elaborado por: El autor

En la combinación III no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos sin embargo si hubo diferencias numéricas, a los 0 días el tratamiento T4 (Mancozeb) con un valor de 14.58 igual al que obtuvo el tratamiento testigo T5 con un valor de 14.58. A los 105 días tampoco se encontraron diferencias significativas siendo el valor más alto el T5 (testigo) que obtuvo un valor de 6.17 seguido del T4 (Mancozeb) con un valor de 5.94.

Tabla 17.

Numero de hojas en la Combinación IV, en respuesta a la aplicación de grupos fungicidas, aplicados a dos frecuencias para el control de Sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis) en banano.

Días	Tratamientos					P	CV	F
	T1	T2	T3	T4	T5			
0	14.53 ± 0.53 a	14.42 ± 0.52 a	14.58 ± 0.52 a	14.50 ± 0.53 a	14.58 ± 0.52 a	0.92	1.73	0.23
112	5.78 ± 0.79 a	5.78 ± 1.03 a	5.83 ± 0.74 a	5.94 ± 0.82 a	6.17 ± 0.79 a	0.69	6.25	0.57

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (p>0.05). CV= coeficiente de variación.

Elaborado por: El autor

En la combinación IV no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos sin embargo si hubo diferencias numéricas, a los 0 días el tratamiento T3 (Diethofencarb + Pyrimethanil) con un valor de 14.58 al igual que el T5 (testigo) que obtuvo un valor de 14.58. A los 112 días tampoco se encontraron diferencias significativas siendo el valor más el T5 (testigo) que obtuvo un valor de 6.17 seguido del T4 (Diethofencarb + Pyrimethanil) con un valor de 5.94.

Tabla 18.

Numero de hojas en la Combinación V, en respuesta a la aplicación de grupos fungicidas, aplicados a dos frecuencias para el control de Sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis) en banano.

Días	Tratamientos					p-valor	CV	F
	T1	T2	T3	T4	T5			
0	14.53 ± 0.53 a	14.47 ± 0.53 a	14.53 ± 0.53 a	14.50 ± 0.53 a	14.50 ± 0.53 a	1.00	1.98	0.02
105	6.11 ± 0.74 a	6.14 ± 0.79 a	6.03 ± 0.94 a	6.03 ± 0.82 a	6.08 ± 0.88 a	1.00	8.23	0.03

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). CV= coeficiente de variación.

Elaborado por: El autor

En la combinación V no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos sin embargo si hubo diferencias numéricas, a los 0 días el tratamiento T3 (Fenpropimorf + Metiram) con un valor de 14.53 a diferencias del T5 (testigo) que obtuvo un valor de 14.50. A los 112 días tampoco se encontraron diferencias significativas siendo el valor más alto T2 (Fenpropimorph + Metiram) 6.14 a diferencia del testigo que obtuvo un valor de 6.08. La investigación realizada por Cervantes, (8) evaluó el contenido de clorofila en la tercera hoja de la planta de banano dos horas antes y dos horas después de las aplicaciones de fungicidas comerciales en dos sitios diferentes en el clon 'Williams'.

Se utilizaron fungicidas como Difeconazole, Fenpropimorf, Epoxiconazole y Dithane en emulsiones o en mezcla con aceite mineral para reducir el daño en las hojas causado por la Sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis Morelet). Los resultados mostraron que la aplicación de los fungicidas comerciales Difeconazole más Fenpropimorf presentó una menor cantidad de clorofila en la hoja 3. Los valores de probabilidad para los factores fungicida, sitios de aplicación (AI y BI) y tiempo de evaluación fueron estadísticamente diferentes ($P < 0.00001$, 0,0179 y $P < 0.0007$, respectivamente), y Fenpropimorf más Dithane resultó en un mayor contenido de clorofila.

4.1.4. Análisis económico de los tratamientos

Se tomó en cuenta valores monetarios de cada tratamiento en relación con el producto químico e insumos utilizados como agua, aceite, emulsificante y el costo de aplicación, estos se muestran en la tabla 19.

Tabla 19. Análisis económico de los tratamientos e insumos usados en la investigación

TRAT.	CICLOS	FUNGICIDAS	VALORES
T1	C1	Spiroxamine + Mancozeb 0,4L/ha - 1,75 L/ha	\$ 39,50
	C2	Epoxiconazole + Mancozeb 1,25 L/ha - 1,75 L/ha	\$ 26,00
	C3	Clorotalonil 1,5 L/ha	\$ 12,00
	C4	Diethofencarb + Pyrimethanil 0,6 L/ha - 0,5 L/ha	\$ 51,50
	C5	Fenpropidin + Metiram 0,6 L/ha - 1,5 Kg/ha	\$ 44,00
	--	Costo fijo	\$ 36,35
		Costo Total Tratamiento 1	\$ 209,35
T2	C1	Fenpropimorf + Metiram 1 L/ha - 1,5 Kg/ha	\$ 36,50
	C2	Epoxiconazole + Fenpropimorph 1,25 L/ha	\$ 24,50
	C3	Metiram 1,5 Kg/ha	\$ 12,00
	C4	Diethofencarb + Pyrimethanil 0,6 L/ha - 0,5 L/ha	\$ 51,50
	C5	Fenpropimorf + Mtiram 1 L/ha - 1,5 Kg/ha	\$ 36,50
	--	Costo fijo	\$ 36,35
		Costo Total Tratamiento 2	\$ 197,35
T3	C1	Fenpropimorf + Metiram 1 L/ha - 1,5 Kg/ha	\$ 36,50
	C2	Revisol + Fenpropimorf 1 L/ha - 0,7 L/ha	\$ 26,00
	C3	Metiram 1,5 Kg/ha	\$ 12,00
	C4	Diethofencarb + Pyrimethanil 0,6 L/ha - 0,5 L/ha	\$ 51,50
	C5	Fenpropimorf + Mtiram 1 L/ha - 1,5 Kg/ha	\$ 36,50
	--	Costo fijo	\$ 36,35
		Costo Total Tratamiento 3	\$ 198,85
T4	C1	Spiroxamine + Mancozeb 0,4L/ha - 1,75 L/ha	\$ 39,50
	C2	Spiroxamine + Tebuconazole 1 L/ha	\$ 33,50
	C3	Mancozeb 1,75 L/ha	\$ 8,00
	C4	Diethofencarb + Pyrimethanil 0,43 L/ha -0,5 L/ha	\$ 52,00
	C5	Spiroxamine + Mancozeb 0,4 L/ha - 1,75 L/ha	\$ 39,50
	--	Costo fijo	\$ 36,35
		Costo Total Tratamiento 4	\$ 208,85

COSTO FIJO	VALOR
EMULSIFICANTE (EMULAD)	\$ 8,00
AGUA	\$ 0,35
ACEITE	\$ 10,00
APLICACIÓN	\$ 18,00
COSTO TOTAL	\$ 36,35

Resumen de costo

COSTO DE APLICACION POR TRATAMIENTO EN 5 CICLOS				
T1	T2	T3	T4	T5
\$209,35	\$197,35	\$198,85	\$208,85	\$0,00

Elaborado por: El autor

Es notable que los tratamientos bordean entre \$196 a \$210 USD, sin embargo, los tratamientos 2 y 3 son de menor costo con un aproximado de 197.35 y 198,85 respectivamente, sin considerar el tratamiento testigo ya que al no ser productos químicos su valor es reducido y no es comparativo.

CAPITULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Con relación con los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- Los resultados mostraron que el tratamiento 1 (combinación C5 con Fenpropidin+ Metiram 0.6 l/ha – 1.5. kg) tuvo el mayor porcentaje de residualidad promedio de 64.25%, lo que indica que fue el más eficaz en retener su efecto durante más tiempo.
- Los compuestos Fenpropidin+ Metiram 0.6 l/ha – 1.5. kg y Fenpropimorf + Metiram 1 L/ha – 1.5 Kg/ha de la combinación C5 presentaron la mínima reducción de hojas durante toda la investigación. El tratamiento 1 (combinación C5 con Fenpropidin+ Metiram 0.6 l/ha – 1.5 kg) mostró el menor porcentaje de área foliar afectada (35,75%), lo que indica que fue el más efectivo para controlar la sigatoka.
- Las combinaciones C5 del tratamiento 1 y 2 registraron los valores más altos en la variable de hojas totales, siendo la combinación C5 el más efectivo con un valor de \$44.00 y la combinación C5 del T2 con un valor de \$36.50, lo que indica que fueron efectivos para promover el crecimiento de hojas. El costo de los fungicidas utilizados en los tratamientos 1 y 2 fue de \$209,35 y \$197,35 USD respectivamente.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar investigaciones con la combinación C5 del tratamiento 1 compuesto por Fenpropidin + Metiram 0.6 l/ha – 1.5. kg, estos presentaron una mayor residualidad en la presente investigación.
- Otras futura investigaciones deben destinarse con las combinaciones C3 del tratamiento 4 con los grupos químicos Metiram 700 g/Kg, Diethofencarb 250 g/L + Pyrimethanil 600 g/L y Fenpropidin 750g/L + Metiram 700 g/Kg ya que fueron los que mejores resultados brindaron en AFA y número de hojas totales en esta investigación.
- Se recomienda usar los fungicidas de la combinación C3 del tratamiento 1 cuyo valor fue el más económico con \$12,00 USD, también la combinación tratamiento 2, C1 del mismo tratamiento cuyo valor fue con \$36,50 USD.

CAPITULO VI.
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

1. Galarza L. Tierra, trabajo y tóxicos: Sobre la producción de un territorio bananero en la costa sur del Ecuador. Estud Atacameños [Internet]. 26 de noviembre de 2019 [citado 9 de abril de 2023]; Disponible en: <https://revistas.ucn.cl/index.php/estudios-atacamenos/article/view/1415>
2. CAMAE. MSC y Maersk abarcaron respectivamente el 25,9% y 19,9% de las exportaciones de banano de Ecuador en 2022 [Internet]. Cámara Marítima del Ecuador (CAMAE). 2023 [citado 9 de abril de 2023]. Disponible en: <http://www.camae.org/banano-ecuatoriano/msc-y-maersk-abarcaron-respectivamente-el-259-y-199-de-las-exportaciones-de-banano-de-ecuador-en-2022/>
3. INIAP. Desarrollo de agrotecnologías como estrategia ante la amenaza de enfermedades que afecten la producción de Musáceas en el Ecuador [Internet]. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP; 2021. Disponible en: https://www.iniap.gob.ec/wp-content/uploads/2022/01/Proyecto%20COE_2021_12_29.pdf
4. Ortiz MF, Jimenez MI. Evaluación de la actividad de los lixiviados de raquis de banano (musa aaa), plátano (musa aab), y banano orito (musa aa) sobre el agente causal de la sigatoka negra (mycosphaerella fijiensis) en condiciones in vitro. Rev Tecnológica ESPOL [Internet]. 18 de febrero de 2009 [citado 10 de abril de 2023]; Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/361>
5. Molina OI, Castaño J. Análisis de algunos componentes de resistencia en los híbridos de banano y plátano FHIA 01, FHIA 17 y FHIA 21 a las sigatokas negra (Mycosphaerella fijiensis morelet) y amarilla (M. musicola leach). Rev Acad Colomb Cienc Exactas Fis Nat. 2003;33(128):323-9.
6. Echeverría DF. Evaluación de fungicidas de un mismo grupo químico con diferentes ingredientes activos en el control de Sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis) en el cultivo de banano [Internet] [Tesis de grado]. [Quevedo]: Universidad Técnica Estatal De Quevedo; 2021 [citado 10 de abril de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6511>

7. Mulder JL, Stover RH. *Mycosphaerella* species causing banana leaf spot. Trans Br Mycol Soc. 1 de enero de 1976;67(1):77-82.
8. Chávez KT. Identificación y selección de rizobacterias del género *pseudomonas* spp de cultivares endémicos de *musa* spp con actividad antagonista al hongo *mycosphaerella fijiensis*. [Internet] [Tesis de grado]. Universidad Técnica Estatal De Quevedo; 2016 [citado 10 de abril de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1932>
9. Marín DH, Romero RA, Guzmán M, Sutton TB. Black Sigatoka: An Increasing Threat to Banana Cultivation. Plant Dis. marzo de 2003;87(3):208-22.
10. Martínez I, Villalta R, Soto E, Murillo G, Guzmán M. Manejo de la Sigatoka negra en el cultivo del banano. 2011: Corporación Bananera Nacional (CORBANA); Report No.: 2.
11. Melgarejo J. Fungicidas: mecanismos de acción de los fungicidas. Revista Ventana al Campo Andino. 2011;155:193-202.
12. OMS, FAO. Código Internacional de Conducta para para la Gestión de Plaguicidas [Internet]. Roma: a Organización Mundial de la Salud y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; 2015. 56 p. Disponible en: <https://www.fao.org/3/I3604S/i3604s.pdf>
13. González MMA. Contabilidad y Análisis de Costos. Segunda. México: Grupo Editorial Patria; 2015. 321 p.
14. Lassoudière A. L'histoire du bananier. France: Editions Quae; 2010. 387 p.
15. Lescot T. La diversité génétique des bananiers. Fruitrop Ed Fr. 2015;(231):98.
16. Champion J. Le bananier. G. P. Maisonneuve & Larose; 1963. 320 p.
17. FES. Estado del banano en Ecuador: acumulación, desigualdad y derechos laborales. Segunda. Quito - Ecuador: Friedrich-Ebert-Stiftung (FES); 2022. 158 p.

18. Moreano A. Capitalismo y lucha de clases en la primera mitad del siglo XX. En: Ecuador: pasado y presente. Quito - Ecuador: Editorial Universitaria; 1975. p. 217-128.
19. Larrea C, Espinosa M, Charvet S. El sector agro exportador y su articulación en la economía ecuatoriana (1948 – 1972): subdesarrollo y crecimiento desigual [Internet]. Ecuador: Corporación Editora Nacional; 1987 [citado 11 de abril de 2023]. 37 p. Disponible en: <https://www.flacsoandes.edu.ec/node/63040>
20. Hidalgo. El banano de Ecuador comienza bien 2023 con un 7,98% más de cajas exportadas en enero [Internet]. Fres Plaza. 2023 [citado 11 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.freshplaza.es/article/9506668/el-banano-de-ecuador-comienza-bien-2023-con-un-7-98-mas-de-cajas-exportadas-en-enero/>
21. Sabio C, Salgado C, Salgado V, Sáenz V. Manual del cultivo de banano. Zamor Esc Agríc Panam [Internet]. 1999 [citado 11 de abril de 2023]; Disponible en: <http://hdl.handle.net/11036/2933>
22. BANABIOSA. Arbol del banano o planta del banano [Internet]. BANABIO S.A. 2022 [citado 11 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.banabiosa.com/es/arbol-del-banano-o-planta-del-banano/>
23. Nadal R, Manzo G, Orozco J, Orozco M, Guzmán S. Diversidad genética de bananos y plátanos (*Musa spp.*) determinada mediante marcadores RAPD. Rev Fitotec Mex. 30 de marzo de 2009;32(1):1-7.
24. EPPO. *Musa x paradisiaca* (MUBPA) [Internet]. EPPO Global Database. 2001 [citado 11 de abril de 2023]. Disponible en: <https://gd.eppo.int/taxon/MUBPA>
25. INTAGRI. Requerimientos de Clima y Suelo para el Cultivo de Banano [Internet]. México: INTAGRI; [citado 11 de abril de 2023]. (Series frutales). Report No.: 33. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/frutales/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-banano>
26. INIAP. Banano [Internet]. Instituto Nacional De Investigaciones Agropecuarias. 2014 [citado 11 de abril de 2023]. Disponible en: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mmusa/rbanano>

27. Álvarez LG. “Eficiencia de aminos en el control de sigatoka negra (*mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano (*musa paradisiaca*) en el campus La María” [Internet] [Tesis de grado]. [Quevedo]: Universidad Técnica Estatal De Quevedo; 2021 [citado 11 de abril de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6166>
28. Jiménez JJ. Determinación y aplicación de métodos estadísticos, para medir estabilidad genética en vegetales, caso: banano [Tesis de grado]. [Guayaquil Ecuador]: Escuela Superior Politécnica Del Litoral; 2006.
29. Ayala A, Colina M, Molina J, Vargas J, Rincón D, Medina J, et al. Evaluación de la actividad antifúngica del quitosano contra el hongo *Mycosphaerella Fijiensis* Morelet que produce la Sigatoka negra que ataca el plátano. *Rev Iberoam Polímeros*. 2014;15(6):312-38.
30. EPPO. *Pseudocercospora fijiensis* (MYCOFI) [Internet]. EPPO Global Database. 2001 [citado 11 de abril de 2023]. Disponible en: <https://gd.eppo.int/taxon/MYCOFI>
31. Guerra FF. Potencial antagónico de *Pseudomonas Fluorescens* hacia el hongo pagogénico *Mycosphaerella fijiensis* [Internet] [Tesis de grado]. [Quevedo]: Universidad Técnica Estatal De Quevedo; 2016 [citado 11 de abril de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4317>
32. Bennett R, Arneson P. Sigatoka negra. *Span Transl Kn RJ Jr 2005 Plant Health Instr*. 2003;
33. Hidalgo M, Tapia A, Rodríguez W, Serrano E. Efecto de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) sobre la fotosíntesis y transpiración foliar del banano (*Musa sp. AAA*, cv. Valery). *Agron Costarric*. 2006;30(1):35-41.
34. Viljoen A, Mahuku G, Massawe C, Ssali R, Kimunye J, Mostert D, et al. Banana diseases and pests: Field guide for diagnostics and data collection. International Institute of Tropical Agriculture (IITA); 2017.

35. Bornacelly Horta H del R. Estudio del combinacion de vida de *Mycosphaerella fijiensis* en tres clones de banano (*Musa AAA*) en tres regiones de la zona bananera del Magdalena [Internet] [Tesis de MSc]. [Palmira]: Universidad Nacional de Colombia; 2009 [citado 11 de abril de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/2463>
36. Marengo JI. Epidemiología de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en una plantilla de guineo en Puerto Rico [Internet] [Tesis de grado]. Universidad De Puerto Rico; 2010 [citado 11 de abril de 2023]. Disponible en: <https://scholar.uprm.edu/handle/20.500.11801/1376>
37. Álvarez E, Pantoja A, Gañán L, Ceballos G. La Sigatoka negra en plátano y banano. Centro Internacional de Agricultura Tropical y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; 2013.
38. Fouré É, Ganry J. A biological forecasting system to control Black Leaf Streak disease of bananas and plantains. *Fruits*. septiembre de 2008;63(5):311-7.
39. Sahai AS, Manocha MS. Chitinases of fungi and plants: their involvement in morphogenesis and host—parasite interaction. *FEMS Microbiol Rev*. 1 de agosto de 1993;11(4):317-38.
40. INAMHI. Anuario meteorológico [Internet]. Quito - Ecuador: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología; 2017 p. 165. Report No.: 53-2013. Disponible en: https://www.inamhi.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf
41. Suárez LA., Fuentes MA. R Eficiencia de fungicidas para el control de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet en Banano (*Musa acuminata* AAA) en la provincia de Los Ríos. [Tesis de grado]. [Quevedo]: Universidad Técnica De Babahoyo; 2021 [citado 12 de abril de 2023]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/10629?show=full>

42. Morales JB. Evaluación de fungicida de triazoles y amina en mezclas en el control de Sigatoka negra (*Pseudocercospora fijiensis*) en banano (*Musa paradisiaca*) [Internet] [Tesis de grado]. [Quevedo]: Universidad Técnica Estatal De Quevedo; 2022 [citado 12 de abril de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6656>
43. BASF. Polyram® DF [Internet]. BASF Química Colombiana S.A.; 2018. Report No.: Report No.: Reg. Nal. ICA 2446. Disponible en: <file:///C:/Users/HP/Downloads/CO+-+Ficha+T%C3%A9cnica+-+Polyram%C2%AE+DF.pdf>
44. Washington JR, Cruz J, Lopez F, Fajardo M. Infection Studies of *Mycosphaerella fijiensis* on Banana and the Control of Black Sigatoka with Chlorothalonil. *Plant Dis.* noviembre de 1998;82(11):1185-90.
45. Moreno MR. Eficiencia de diferentes fungicidas foliares en época de alta presión para el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano (*Musa paradisiaca*) en el campus la María" [Internet] [Tesis de grado]. [Quevedo]: Universidad Técnica Estatal De Quevedo; 2020 [citado 12 de abril de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5354>
46. Molina JP. Evaluación de un protectante bajo tres tipos de mezcla en una plantilla de banano [Internet] [bachelorThesis]. [Machala]: Universidad Técnica de Machala; 2015 [citado 12 de abril de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1161>
47. Bautista LA. Eficacia del fungicida (Mancozeb 800 g/kg WP) para el control de sigatoka negra (*Micosphaerella fijienses*) en el cultivo de banano (*Musa acuminata* AAA. Variedad Williams enano). [Internet] [Tesis de grado]. [Quevedo]: Universidad Técnica Estatal De Quevedo; 2017 [citado 12 de abril de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2066>

CAPITULO VII.

ANEXOS

7.1. ADEVAS de las variables evaluadas

Anexo 1. ADENVAS de la variable de área foliar afectada %

Combinación I

Tabla 1. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 28 días de la combinación 1

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	15.17	4	3.79	4.71	0.0031
Repetición	1.56	2	0.78	0.97	0.3873
Error	34.63	43	0.81		
Total	51.37	49			

Tabla 2. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 35 días de la combinación 1

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	29.27	4	7.32	4.22	0.0057
Repetición	1.40	2	0.70	0.40	0.6704
Error	74.59	43	1.73		
Total	105.27	49			

Tabla3. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 42 días de la combinación 1

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	68.53	4	17.13	3.84	0.0094
Repetición	1.01	2	0.50	0.11	0.8934
Error	192.04	43	4.47		
Total	261.58	49			

Tabla 4. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 49 días de la combinación 1

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	122.92	4	30.73	4.86	0.0025
Repetición	3.64	2	1.82	0.29	0.7514
Error	271.76	43	6.32		
Total	398.32	49			

Tabla 5. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 56 días de la combinación 1

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	213.92	4	53.48	3.98	0.0078
Repetición	9.87	2	4.94	0.37	0.6948
Error	577.83	43	13.44		
Total	801.62	49			

Tabla 6. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 63 días de la combinación 1

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	326.44	4	81.61	2.87	0.0342
Repetición	3.64	2	1.82	0.06	0.9381
Error	1223.36	43	28.45		
Total	1553.44	49			

Tabla 7. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 70 días de la combinación 1

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	459.17	4	114.79	3.19	0.0222
Repetición	8.04	2	4.02	0.11	0.8946
Error	1547.61	43	35.99		
Total	2014.82	49			

Tabla 8. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 77 días de la combinación 1

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	781.15	4	195.29	4.10	0.0067
Repetición	24.92	2	12.46	0.26	0.7710
Error	2047.43	43	47.61		
Total	2853.50	49			

Tabla 9. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 84 días de la combinación 1

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	1354.12	4	338.53	3.55	0.0136
Repetición	85.68	2	42.84	0.45	0.6407
Error	4095.55	43	95.25		
Total	5535.35	49			

Tabla 10. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 91 días de la combinación 1

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	1723.32	4	430.83	3.75	0.0105
Repetición	93.99	2	46.99	0.41	0.6668
Error	4940.21	43	114.89		
Total	6757.52	49			

Tabla 11. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 98 días de la combinación 1

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	2459.98	4	615.00	4.89	0.0024
Repetición	43.97	2	21.99	0.17	0.8403
Error	5410.05	43	125.82		
Total	7914.01	49			

Tabla 12. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 105 días de la combinación 1

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	2839.20	4	709.80	5.70	0.0009
Repetición	91.05	2	45.52	0.37	0.6959
Error	5353.75	43	124.51		
Total	8284.00	49			

Tabla 13. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 112 días de la combinación 1

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	3955.40	4	988.85	8.71	<0.0001
Repetición	34.50	2	17.25	0.15	0.8595
Error	4880.60	43	113.50		
Total	8870.50	49			

Combinación II

Tabla 14. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 28 días de la combinación II

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	0.13	4	0.03	2.14	0.1667
Repetición	2.9E-03	2	1.5E-03	0.10	0.9089
Error	0.12	8	0.02		
Total	0.25	14			

Tabla 15. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 35 días de la combinación II

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	1.73	4	0.43	1.96	0.1934
Repetición	0.03	2	0.01	0.06	0.9412
Error	1.77	8	0.22		
Total	3.52	14			

Tabla16. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 42 días de la combinación II

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	11.78	4	2.94	2.70	0.1082
Repetición	0.03	2	0.01	0.01	0.9879
Error	8.73	8	1.09		
Total	20.53	14			

Tabla 17. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 49 días de la combinación II

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	20.56	4	5.14	2.66	0.1117
Repetición	0.03	2	0.01	0.01	0.9931
Error	15.48	8	1.93		
Total	36.06	14			

Tabla 18. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 56 días de la combinación II

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	30.83	4	7.71	2.39	0.1364
Repetición	0.05	2	0.02	0.01	0.9926
Error	25.76	8	3.22		
Total	56.64	14			

Tabla 19. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 63 días de la combinación II

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	56.92	4	14.23	2.37	0.1395
Repetición	0.06	2	0.03	0.01	0.9947
Error	48.11	8	6.01		
Total	105.10	14			

Tabla 20. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 70 días de la combinación II

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	105.55	4	26.39	2.58	0.1183
Repetición	0.73	2	0.36	0.04	0.9651
Error	81.82	8	10.23		
Total	188.10	14			

Tabla 21. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 77 días de la combinación II

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	174.06	4	43.52	3.16	0.0779
Repetición	1.44	2	0.72	0.05	0.9494
Error	110.16	8	13.77		
Total	285.67	14			

Tabla22. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 84 días de la combinación II

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	487.62	4	121.90	7.61	0.0078
Repetición	3.60	2	1.80	0.11	0.8951
Error	128.10	8	16.01		
Total	619.32	14			

Tabla23. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 91 días de la combinación II

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	777.50	4	194.37	7.77	0.0073
Repetición	11.67	2	5.83	0.23	0.7971
Error	200.01	8	25.00		
Total	989.18	14			

Tabla 24. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 98 días de la combinación II

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	845.60	4	211.40	11.20	0.0023
Repetición	11.01	2	5.51	0.29	0.7546
Error	150.98	8	18.87		
Total	1007.59	14			

Tabla 25. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 105 días de la combinación II

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	1093.30	4	273.32	10.89	0.0025
Repetición	11.06	2	5.53	0.22	0.8071
Error	200.86	8	25.11		
Total	1305.22	14			

Tabla 26. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 112 días de la combinación II

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	1824.21	4	456.05	53.92	<0.0001
Repetición	1.91	2	0.96	0.11	0.8946
Error	67.66	8	8.46		
Total	1893.79	14			

Combinación III

Tabla 27. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 28 días de la combinación III

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	0.06	4	0.02	3.30	0.0708
Repetición	0.02	2	0.01	1.61	0.2576
Error	0.04	8	4.7E-03		
Total	0.12	14			

Tabla 28. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 35 días de la combinación III

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	0.37	4	0.09	5.05	0.0250
Repetición	0.04	2	0.02	1.01	0.4055
Error	0.15	8	0.02		
Total	0.55	14			

Tabla 29. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 42 días de la combinación III

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	2.15	4	0.54	4.31	0.0376
Repetición	0.04	2	0.02	0.15	0.8620
Error	1.00	8	0.12		
Total	3.18	14			

Tabla 30. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 49 días de la combinación III

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	10.28	4	2.57	10.69	0.0027
Repetición	0.10	2	0.05	0.20	0.8190
Error	1.92	8	0.24		
Total	12.30	14			

Tabla 31. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 56 días de la combinación III

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	23.16	4	5.79	15.09	0.0009
Repetición	0.24	2	0.12	0.31	0.7439
Error	3.07	8	0.38		
Total	26.47	14			

Tabla 32. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 63 días de la combinación III

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	48.09	4	12.02	22.73	0.0002
Repetición	0.11	2	0.05	0.10	0.9043
Error	4.23	8	0.53		
Total	52.43	14			

Tabla 33. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 70 días de la combinación III

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	126.58	4	31.64	58.18	<0.0001
Repetición	0.13	2	0.07	0.12	0.8871
Error	4.35	8	0.54		
Total	131.06	14			

Tabla 34. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 77 días de la combinación III

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	250.33	4	62.58	49.81	<0.0001
Repetición	0.21	2	0.10	0.08	0.9222
Error	10.05	8	1.26		
Total	260.59	14			

Tabla 35. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 84 días de la combinación III

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	393.68	4	98.42	106.56	<0.0001
Repetición	0.02	2	0.01	0.01	0.9876
Error	7.39	8	0.92		
Total	401.09	14			

Tabla 36. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 91 días de la combinación III

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	713.59	4	178.40	59.13	<0.0001
Repetición	25.79	2	12.89	4.27	0.0546
Error	24.14	8	3.02		
Total	763.51	14			

Tabla37. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 98 días de la combinación III

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	1714.41	4	428.60	109.58	<0.0001
Repetición	62.07	2	31.04	7.93	0.0126
Error	31.29	8	3.91		
Total	1807.77	14			

Tabla 38.. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 105 días de la combinación III

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	1647.39	4	411.85	69.33	<0.0001
Repetición	102.18	2	51.09	8.60	0.0102
Error	47.53	8	5.94		
Total	1797.09	14			

Combinación IV

Tabla 39. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 28 días de la combinación IV

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	0.01	4	2.3E-03	3.33	0.0692
Repetición	1.1E-03	2	5.7E-04	0.85	0.4640
Error	0.01	8	6.8E-04		
Total	0.02	14			

Tabla 40. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 35 días de la combinación IV

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	0.20	4	0.05	10.71	0.0027
Repetición	4.1E-03	2	2.1E-03	0.44	0.6568
Error	0.04	8	4.6E-03		
Total	0.24	14			

Tabla 41. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 42 días de la combinación IV

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	1.43	4	0.36	6.83	0.0108
Repetición	0.06	2	0.03	0.56	0.5910
Error	0.42	8	0.05		
Total	1.91	14			

Tabla 42. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 49 días de la combinación IV

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	8.72	4	2.18	19.23	0.0004
Repetición	0.06	2	0.03	0.28	0.7599
Error	0.91	8	0.11		
Total	9.69	14			

Tabla 43. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 56 días de la combinación IV

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	19.26	4	4.82	27.02	0.0001
Repetición	0.39	2	0.19	1.08	0.3832
Error	1.43	8	0.18		
Total	21.08	14			

Tabla 44. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 63 días de la combinación IV

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	39.18	4	9.80	31.67	0.0001
Repetición	0.77	2	0.39	1.25	0.3372
Error	2.47	8	0.31		
Total	42.43	14			

Tabla 45. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 70 días de la combinación IV

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	124.38	4	31.09	15.71	0.0007
Repetición	3.51	2	1.75	0.89	0.4492
Error	15.83	8	1.98		
Total	143.71	14			

Tabla 46. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 77 días de la combinación IV

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	248.39	4	62.10	12.14	0.0018
Repetición	10.34	2	5.17	1.01	0.4061
Error	40.91	8	5.11		
Total	299.65	14			

Tabla 47. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 84 días de la combinación IV

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	356.86	4	89.21	12.98	0.0014
Repetición	11.74	2	5.87	0.85	0.4612
Error	55.00	8	6.87		
Total	423.59	14			

Tabla 48. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 91 días de la combinación IV

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	477.99	4	119.50	14.91	0.0009
Repetición	9.87	2	4.94	0.62	0.5639
Error	64.12	8	8.01		
Total	551.98	14			

Tabla 49. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 98 días de la combinación IV

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	572.70	4	143.17	14.84	0.0009
Repetición	2.61	2	1.30	0.14	0.8755
Error	77.16	8	9.65		
Total	652.47	14			

Tabla 50. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 105 días de la combinación IV

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	570.54	4	142.63	9.48	0.0040
Repetición	1.88	2	0.94	0.06	0.9398
Error	120.37	8	15.05		
Total	692.79	14			

Tabla 51. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 112 días de la combinación IV

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	754.31	4	188.58	7.22	0.0092
Repetición	11.01	2	5.51	0.21	0.8143
Error	208.99	8	26.12		
Total	974.32	14			

Combinación V

Tabla 52. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 35 días de la combinación V

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	3.5E-04	4	8.8E-05	0.68	0.6258
Repetición	1.2E-04	2	6.0E-05	0.46	0.6445
Error	1.0E-03	8	1.3E-04		
Total	1.5E-03	14			

Tabla 53. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 42 días de la combinación V

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	0.04	4	0.01	2.00	0.1871
Repetición	0.01	2	4.5E-03	0.98	0.4154
Error	0.04	8	4.6E-03		
Total	0.08	14			

Tabla 54. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 49 días de la combinación V

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	0.08	4	0.02	2.17	0.1625
Repetición	0.02	2	0.01	1.01	0.4064
Error	0.08	8	0.01		
Total	0.18	14			

Tabla 55. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 56 días de la combinación V

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	0.17	4	0.04	1.80	0.2221
Repetición	0.03	2	0.02	0.67	0.5364
Error	0.19	8	0.02		
Total	0.39	14			

Tabla 56. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 63 días de la combinación V

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	0.37	4	0.09	2.12	0.1699
Repetición	0.08	2	0.04	0.90	0.4456
Error	0.35	8	0.04		
Total	0.80	14			

Tabla 57. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 70 días de la combinación V

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	0.79	4	0.20	1.61	0.2625
Repetición	0.09	2	0.04	0.36	0.7094
Error	0.98	8	0.12		
Total	1.85	14			

Tabla 58. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 77 días de la combinación V

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	8.69	4	2.17	1.41	0.3147
Repetición	5.27	2	2.63	1.71	0.2415
Error	12.35	8	1.54		
Total	26.30	14			

Tabla 59. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 84 días de la combinación IV

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	65.72	4	16.43	1.89	0.2062
Repetición	18.45	2	9.23	1.06	0.3907
Error	69.66	8	8.71		
Total	153.83	14			

Tabla 60. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 91 días de la combinación V

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	134.57	4	33.64	2.07	0.1773
Repetición	14.24	2	7.12	0.44	0.6602
Error	130.19	8	16.27		
Total	279.00	14			

Tabla 61. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 98 días de la combinación V

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	723.62	4	180.91	36.35	<0.0001
Repetición	16.14	2	8.07	1.62	0.2564
Error	39.81	8	4.98		
Total	779.57	14			

Tabla 62. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 105 días de la combinación V

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	932.25	4	233.06	31.18	0.0001
Repetición	22.22	2	11.11	1.49	0.2825
Error	59.81	8	7.48		
Total	1014.28	14			

Tabla 63. ADEVA del Área Foliar Afectada. Análisis de varianza de los tratamientos a los 112 días de la combinación V

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	362.01	4	90.50	7.92	0.0069
Repetición	54.57	2	27.28	2.39	0.1536
Error	91.36	8	11.42		
Total	507.94	14			

Anexo 2. ADENVAS de la variable de residualidad por combinación %

Combinación I

Tabla 64. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 70 días de la combinación I

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	139.67	4	34.92	8.40	0.0031
Error	41.56	10	4.16		
Total	181.23	14			

Tabla 65. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 77 días de la combinación I

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	236.26	4	59.06	24.19	<0.0001
Error	24.41	10	2.44		
Total	260.67	14			

Tabla 66. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 84 días de la combinación I

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	402.09	4	100.52	3.80	0.0395
Error	264.48	10	26.45		
Total	666.57	14			

Tabla 67. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 91 días de la combinación I

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	514.69	4	128.67	4.97	0.0181
Error	258.68	10	25.87		
Total	773.37	14			

Tabla 68. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 98 días de la combinación I

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	713.82	4	178.45	5.49	0.0133
Error	325.17	10	32.52		
Total	1038.99	14			

Tabla 69. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 105 días de la combinación I

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	831.72	4	207.93	5.24	0.0154
Error	396.77	10	39.68		
Total	1228.49	14			

Tabla 70. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 112 días de la combinación I

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	1150.04	4	287.51	8.12	0.0035
Error	353.91	10	35.39		
Total	1503.96	14			

Combinación II

Tabla 71. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 70 días de la combinación II

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	105.52	4	26.38	3.19	0.0621
Error	82.59	10	8.26		
Total	188.12	14			

Tabla 72. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 77 días de la combinación II

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	173.97	4	43.49	3.90	0.0369
Error	111.60	10	11.16		
Total	285.57	14			

Tabla 73. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 84 días de la combinación II

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	487.59	4	121.90	9.27	0.0021
Error	131.56	10	13.16		
Total	619.15	14			

Tabla 74. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 91 días de la combinación II

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	777.45	4	194.36	9.18	0.0022
Error	211.75	10	21.17		
Total	989.19	14			

Tabla 75. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 98 días de la combinación II

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	845.39	4	211.35	13.04	0.0006
Error	162.06	10	16.21		
Total	1007.45	14			

Tabla 76. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 105 días de la combinación II

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	1093.32	4	273.33	12.90	0.0006
Error	211.81	10	21.18		
Total	1305.13	14			

Tabla 77. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 112 días de la combinación II

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	1824.23	4	456.06	65.53	<0.0001
Error	69.60	10	6.96		
Total	1893.83	14			

Combinacion III

Tabla 78. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 70 días de la combinación III

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	126.57	4	31.64	70.69	<0.0001
Error	4.48	10	0.45		
Total	131.05	14			

Tabla 79. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 77 días de la combinación III

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	250.36	4	62.59	61.04	<0.0001
Error	10.25	10	1.03		
Total	260.61	14			

Tabla 80. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 84 días de la combinación III

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	393.74	4	98.43	132.96	<0.0001
Error	7.40	10	0.74		
Total	401.14	14			

Tabla 81. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 91 días de la combinación III

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	713.69	4	178.42	35.75	<0.0001
Error	49.91	10	4.99		
Total	763.60	14			

Tabla 82. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 98 días de la combinación III

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	1714.56	4	428.64	45.89	<0.0001
Error	93.41	10	9.34		
Total	1807.97	14			

Tabla 83. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 105 días de la combinación III

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	1647.81	4	411.95	27.51	<0.0001
Error	149.72	10	14.97		
Total	1797.54	14			

Combinación IV

Tabla 84. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 70 días de la combinación IV

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	124.43	4	31.11	16.08	0.0002
Error	19.34	10	1.93		
Total	143.77	14			

Tabla 85. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 77 días de la combinación IV

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	248.39	4	62.10	12.11	0.0008
Error	51.29	10	5.13		
Total	299.68	14			

Tablam86. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 84 días de la combinación IV

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	356.59	4	89.15	13.36	0.0005
Error	66.73	10	6.67		
Total	423.32	14			

Tabla 87. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 91 días de la combinación IV

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	478.06	4	119.52	16.14	0.0002
Error	74.04	10	7.40		
Total	552.10	14			

Tabla 88. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 98 días de la combinación IV

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	572.62	4	143.16	17.92	0.0001
Error	79.87	10	7.99		
Total	652.49	14			

Tabla 89. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 105 días de la combinación IV

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	570.47	4	142.62	11.67	0.0009
Error	122.25	10	12.22		
Total	692.72	14			

Tabla 90. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 112 días de la combinación IV

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	754.20	4	188.55	8.57	0.0029
Error	220.09	10	22.01		
Total	974.29	14			

Combinacion V

Tabla 91. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 70 días de la combinación V

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0.79	4	0.20	1.86	0.1948
Error	1.06	10	0.11		
Total	1.84	14			

Tabla 92. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 77 días de la combinación V

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	8.67	4	2.17	1.23	0.3577
Error	17.60	10	1.76		
Total	26.27	14			

Tabla 93. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 84 días de la combinación V

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	65.66	4	16.42	1.86	0.1938
Error	88.16	10	8.82		
Total	153.82	14			

Tabla 94. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 91 días de la combinación V

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	134.62	4	33.66	2.33	0.1268
Error	144.47	10	14.45		
Total	279.09	14			

Tabla 95. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 98 días de la combinación V

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	723.51	4	180.88	32.32	<0.0001
Error	55.96	10	5.60		
Total	779.47	14			

Tabla 96. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 105 días de la combinación V

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	932.48	4	233.12	28.43	<0.0001
Error	82.01	10	8.20		
Total	1014.49	14			

Tabla 97. ADEVA de Residualidad. Análisis de varianza de los tratamientos a los 112 días de la combinación V

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	361.84	4	90.46	6.20	0.0089
Error	145.89	10	14.59		
Total	507.73	14			

Anexo 3. ADENVAS de la variable de numero de hojas total %

Combinación I

Tabla 98. ADEVA de Número Total de Hojas. Análisis de varianza de los tratamientos a los 0 días de la combinación I

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	0.26	4	0.06	1.09	0.4212
Repetición	0.13	2	0.07	1.14	0.3672
Error	0.47	8	0.06		
Total	0.86	14			

Tabla 99. ADEVA de Número Total de Hojas. Análisis de varianza de los tratamientos a los 112 días de la combinación I

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	2.16	4	0.54	2.30	0.1472
Repetición	1.39	2	0.69	2.95	0.1096
Error	1.88	8	0.24		
Total	5.44	14			

Combinación II

Tabla 100. ADEVA de Número Total de Hojas. Análisis de varianza de los tratamientos a los 0 días de la combinación II

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	0.07	4	0.02	0.25	0.9002
Repetición	0.06	2	0.03	0.41	0.6764
Error	0.55	8	0.07		
Total	0.68	14			

Tabla 101. ADEVA de Número Total de Hojas. Análisis de varianza de los tratamientos a los 112 días de la combinación II

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	4.76	4	1.19	1.30	0.3472
Repetición	3.51	2	1.76	1.92	0.2084
Error	7.31	8	0.91		
Total	15.58	14			

Combinacion III

Tabla 102. ADEVA de Número Total de Hojas. Análisis de varianza de los tratamientos a los 0 días de la combinación III

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	0.36	4	0.09	2.85	0.0967
Repetición	0.12	2	0.06	1.96	0.2034
Error	0.25	8	0.03		
Total	0.73	14			

Tabla 103. ADEVA de Número Total de Hojas. Análisis de varianza de los tratamientos a los 105 días de la combinación IV

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	0.32	4	0.08	0.71	0.6091
Repetición	1.48	2	0.74	6.49	0.0212
Error	0.91	8	0.11		
Total	2.71	14			

Combinacion IV

Tabla 104. ADEVA de Número Total de Hojas. Análisis de varianza de los tratamientos a los 0 días de la combinación IV

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	0.06	4	0.01	0.23	0.9151
Repetición	0.18	2	0.09	1.44	0.2921
Error	0.50	8	0.06		
Total	0.74	14			

Tabla 105. ADEVA de Número Total de Hojas. Análisis de varianza de los tratamientos a los 112 días de la combinación IV

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	0.34	4	0.08	0.57	0.6925
Repetición	0.43	2	0.22	1.46	0.2880
Error	1.19	8	0.15		
Total	1.96	14			

Combinacion V

Tabla 106. ADEVA de Número Total de Hojas. Análisis de varianza de los tratamientos a los 0 días de la combinación V

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	0.01	4	1.6E-03	0.02	0.9991
Repetición	0.02	2	0.01	0.14	0.8707
Error	0.66	8	0.08		
Total	0.69	14			

Tabla 107. ADEVA de Número Total de Hojas. Análisis de varianza de los tratamientos a los 91 días de la combinación V

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Tratamientos	0.03	4	0.01	0.03	0.9979
Repetición	0.18	2	0.09	0.36	0.7069
Error	2.00	8	0.25		
Total	2.21	14			

Anexo 4. Manejo del experimento

Ilustración 1.

Preparación del drone



Ilustración 2.

Trabajo de campo



Ilustración 3.
Tratamiento 1



Ilustración 4.
Tratamiento 2



Ilustración 5.

Tratamiento 3



Ilustración 6.

Tratamiento 4

