



# UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

## FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

### CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Unidad de Integración Curricular  
previo a la obtención del título de  
Ingeniero Agropecuario.

#### **Título de la investigación:**

“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”

#### **Autor:**

Mario Ramon Moreno Moreta

#### **Tutor de la investigación:**

Ing. Gerardo Segovia Freire, M.Sc.

Quevedo - Los Ríos – Ecuador

2020

El proyecto de investigación “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”, se desarrolló bajo el convenio marco de cooperación internacional entre la UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO y la Empresa BASF Ecuatoriana S.A., firmado a los 13 días del mes de noviembre de 2019.



## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

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

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



---

**Mario Ramon Moreno Moreta**

**C.I. 1205373986**

**AUTOR**



**Acreditada**

Teléfonos : FCP (Fax) 783 487 UTEQ (593-05) 750 320 / 751 430 / 753 302  
Fax UTEQ : (593 -05) 753 300 / 753 303 / 752 177  
[E.mail.info@uteq.edu.ec](mailto:info@uteq.edu.ec) /fcp\_91@yahoo.es Quevedo – Los Ríos – Ecuador

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO  
CAMPUS UNIVERSITARIO LA MARÍA  
Km. 7 ½ Vía Quevedo-El Empalme, Entrada a Mocache



CASILLAS  
Guayaquil:10672  
Quevedo :73

*La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada*

## CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. Gerardo Segovia Freire**. Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el egresado **Moreno Moreta Mario Ramon**, realizó el proyecto de investigación de la unidad de Integración Curricular: **“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”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecida para el efecto.

Atentamente,

---

Ing. Gerardo Francisco Segovia Freire, M.Sc.

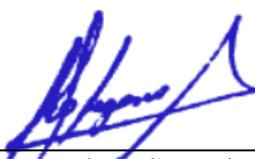
**DIRECTOR DE LA INVESTIGACIÓN**

## CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, siguiendo las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, la suscrito **Ing. Gerardo Francisco Segovia Freire, PhD.** En calidad de Director de la Unidad de Integración Curricular: **“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”**, realizada por el estudiante de la carrera Ingeniería Agropecuaria **Mario Ramon Moreno Moreta**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es del 6%, el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.

**URKUND**

Documento	<a href="#">Mario Moreno Moreta URKUND.docx</a> (D78204417)
Presentado	2020-08-26 11:35 (-05:00)
Presentado por	gerardo francisco segovia freire (gsegovia@uteq.edu.ec)
Recibido	gsegovia.uteq@analysis.orkund.com
Mensaje	Análisis de Documento Mario Moreno <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a> 6% de estas 29 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.



---

Ing. Gerardo Francisco Segovia Freire, M.Sc.

**DIRECTOR DE LA INVESTIGACIÓN**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Título:**

**“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”**

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Aprobado por:

Dr. Gregorio Vásquez Montúfar  
**Presidente del tribunal**

MSc. Rommel Ramos Remache  
**Integrante del Tribunal**

Dr. Camilo Mestanza Uquillas  
**Integrante del tribunal**

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR  
2020

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la dicha de haber encontrado en el camino universitario a personas que de una u otra manera me dieron su apoyo.

A mi padre y madre por haberme dado tanto amor y motivación para seguir adelante con mis estudios, por sus ejemplos los más puros del mundo para cumplir tan anhelado deseo, todo en mi vida es posible gracias a ustedes y les debo mi vida, les amo tanto.

A mis abuelitos, que con sus consejos y experiencia me ayudaron a ser constante, a mis hermanos por estar siempre cuando necesite de ellos.

A mí novia que me ha soportado y por haberme ayudado en los momentos más difíciles de mi vida, siendo ella un pilar fundamental y apoyo motivacional en cada momento, me ayudaste hasta donde te era posible y en muchos casos hasta más que aquello y por eso Yo  
Te Amo.

A los docentes que aportaron a mi formación profesional con los conocimientos que transmitieron, y en especial aquellos que me brindaron su confianza, apoyo y amistad más allá de la docencia.

A mis amigos por todas las vivencias juntos, la confianza y motivación cuando más lo necesite, siempre los llevo en mi corazón.

A mi director de investigación por la confianza y apoyo brindado en este proyecto de investigación.

Agradezco a la empresa Basf (We create chemistry Ecuador) por la oportunidad brindada y el apoyo para la realizar la investigación.

*Mario Moreno Moreta*

## DEDICATORIA

Al forjador de mi camino Dios.

A mi padre Juan Moreno, mi madre Jackeline Moreta.

A mi familia los detonantes de mi felicidad y motivación.

A vida.

*“Cuando uno quiere, todo se puede. El resto tan solo son excusas”*

*Mario Moreno Moreta*

## RESUMEN

En esta investigación se evaluó la eficiencia de diferentes fungicidas foliares en época de alta presión para el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano (*Musa paradisiaca*) el desarrollo del experimento se realizó en las parcelas experimentales de la empresa BASF, ubicada en el campus “La María” perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. La metodología empleada para las variables eficacia y eficiencia se realizó mediante la observación de las hojas de banano que presentaron estadios visibles causados por sigatoka negra, con el método planteado por Stover el cual permite determinar el porcentaje de infestación, para el análisis de los datos se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), el cual constó de siete tratamientos y seis repeticiones cada uno. Las variables fueron analizadas con el Modelo Lineal Generalizado (GLM) con distribución Quasi-Binominal ( $P \leq 0.05$ ). Los resultados reflejaron que para la variable eficacia existe diferencia entre los tratamientos evaluados donde el T5 (Pyraclostrobin) y el T6 (Trifloxystrobin) tuvieron la capacidad de combatir la infección ocasionada por la sigatoka negra. Mientras que el mejor índice de residualidad para el control de sigatoka negra fue el T5 (Pyraclostrobin) presentando los mejores resultados. En conclusión, el tratamiento T5 (Pyraclostrobin) es el eficaz y rentable para combatir la sigatoka negra en el cultivo de banano.

**Palabras claves:** Banano, control, residualidad, sigatoka negra.

## ABSTRACT

In this research, the efficiency of different foliar fungicides in high pressure season was evaluated for the control of black sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) in banana (*Musa paradisiaca*). The development of the experiment was carried out in the experimental plots of the BASF company, located in the "La María" campus belonging to the Quevedo State Technical University. The methodology used for the variables efficacy and efficiency was carried out by visual observation of banana leaves that the statistics of visible stages caused by black sigatoka, with the method proposed by Stover which determines the percentage of infestation, for the analysis of the data was analyzed in a Completely Random Design (DCA), which consists of seven treatments and six repetitions each. The variables were analyzed with the Generalized Linear Model (GLM) with a Quasi-Binomial distribution ( $P \leq 0.05$ ). The results that affect the efficacy variable, there is a difference between the evaluated treatments where T5 (Pyraclostrobin) and T6 (Trifloxystrobin) had the ability to fight infection caused by black sigatoka. While the best residuality index for the control of black sigatoka was T5 (Pyraclostrobin) presenting the best results. In conclusion, the T5 treatment (Pyraclostrobin) is effective and cost-effective to combat black sigatoka in banana cultivation.

**Key words:** Banana, control, residuality, black sigatoka.

# TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	iii
CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	iv
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
RESUMEN .....	ixx
ABSTRACT.....	x
CÓDIGO DUBLÍN .....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Problema de la investigación. ....	4
1.1.1. Planteamiento de la investigación.....	4
1.1.2. Formulación del problema. ....	5
1.1.3. Sistematización del problema. ....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo general.....	6
1.2.2. Objetivos específicos. ....	6
1.3. Justificación. ....	6
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.1. Marco Conceptual.....	8
2.2. Marco referencial. ....	10
2.2.1. Origen y distribución del cultivo de banano. ....	10
2.2.2. Taxonomía del banano. ....	11
2.2.3. Características botánicas.....	12
2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos. ....	12
2.2.5. Sigatoka negra.....	13
2.2.6. Agente causal.....	14
2.2.7. Epidemiología.....	14
2.2.8. Estadios.....	15
2.2.9. Manejo de la sigatoka negra.....	15
2.2.9.1. Control cultural. ....	16

2.2.9.2. Control químico. ....	16
2.2.9.3. Resistencia de los fungicidas. ....	17
2.2.10. Fungicidas para el control de sigatoka negra. ....	17
2.2.11. Investigaciones realizadas.....	18
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>20</b>
3.1. Localización de la investigación. ....	21
3.1.1. Características agro-climáticas del lugar experimental.....	21
3.2. Tipo de investigación.....	21
3.3. Métodos de investigación. ....	22
3.4. Fuentes de recopilación de información. ....	22
3.5. Diseño de la investigación. ....	23
3.5.1. Modelo matemático. ....	23
3.6. Instrumento de investigación.....	24
3.6.1. Eficacia del producto en el control de sigatoka negra.....	24
3.6.2. Residualidad del producto (%). ....	25
3.6.3. Análisis de costos.....	25
3.7. Tratamientos de los datos.....	27
3.8. Recursos humanos. ....	27
3.9. Recursos materiales. ....	27
3.9.1. Genético. ....	28
3.9.2. Insumo. ....	28
3.9.3. Campo.....	28
3.9.4. Oficina. ....	28
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>29</b>
4.1. Resultados y discusión.....	30
4.1.1. Eficacia del producto en el control de sigatoka negra.....	30
4.1.2. Residualidad del producto (%). ....	31
4.1.3. Análisis de costo. ....	33
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>35</b>
5.1. Conclusiones.....	36
5.2. Recomendaciones. ....	37
<b>CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>38</b>
Bibliografía.....	39
<b>CAPÍTULO VII. ANEXOS .....</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
1. Principales exportadores de banano.....	10
2. Clasificación taxonómica del banano. ....	11
3. Características agro meteorológicas del campus “La María” Uteq – Mocache. ....	21
4. Esquema del análisis de la varianza para Diseño Completamente al Azar (DCA).	23
5. Escala de stover, descripción del daño causado en la hoja.....	25
6. Estructura de los tratamientos. ....	27
7. Análisis de los costos por hectárea de los diferentes fungicidas foliares en época de alta presión para el control de sigatoka negra ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> ) en banano ( <i>Musa paradisiaca</i> ).....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Escala de Stover modificado por Ghaul (1989).....	24
2. Promedios del índice de infección de la hoja dos, mediante respuesta a las aplicaciones de fungicidas foliares en época de alta presión para el control de sigatoka negra ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> ) en banano ( <i>Musa paradisiaca</i> ).....	31
3. Promedios de la residualidad de los productos en la hoja uno, mediante respuesta a las aplicaciones de fungicidas foliares en época de alta presión para el control de sigatoka negra ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> ) en banano ( <i>Musa paradisiaca</i> ).....	33

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Análisis estadístico (RStudio) de la variable residualidad.....	45
2. Análisis estadístico (RStudio) de la variable eficacia.....	46
3. Cronograma de actividades del proyecto de investigación.....	47
4. Croquis de distribución de los tratamientos en campo.....	48
5. Cálculo para establecer el costo de la mezcla a base de Boscalid,.....	49
6. Cálculo para establecer el costo de la mezcla a base de Isopyrazam.....	50
7. Cálculo para establecer el costo de la mezcla a base de Diethofencarb(1).....	51
8. Cálculo para establecer el costo de la mezcla a base de Diethofencarb(2) .....	52
9. Cálculo para establecer el costo de la mezcla a base de Pyraclostrobim.....	53
10. Cálculo para establecer el costo de la mezcla a base de Trifloxystrobim.....	54
11. Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Testigo Hoja 1 haz y envés.....	55
12. Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Testigo Hoja 2. haz y envés.....	55
13. Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Cumora Hoja 1. haz y envés.....	56
14. Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Cumora Hoja 2. haz y envés.....	57
15. Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Reflect hoja 1 haz y envés. ....	57
16. Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Reflect hoja 2 haz y envés.....	58
17. Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Powmyl hoja 1 haz y envés.....	59
18. Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Powmyl hoja 2 haz y envés.....	59
19. Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Korus hoja 1 haz y envés.....	60
20. Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Korus hoja 2 haz y envés.....	60
21. Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Regnum hoja 1 haz y envés.....	61
22. Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Regnum hoja 2 haz y envés.....	62
23. Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Tega hoja 1 haz y envés.....	63
24. Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Tega hoja 2 haz y envés.....	64
25. Fotos de campo.....	64

## CÓDIGO DUBLÍN

<b>Título:</b>	“EFICIENCIA DE DIFERENTES FUNGICIDAS FOLIARES EN ÉPOCA DE ALTA PRESIÓN PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> ) EN BANANO ( <i>Musa paradisiaca</i> ) EN EL CAMPUS LA MARÍA”			
<b>Autor:</b>	Mario Ramon Moreno Moreta			
<b>Palabras claves:</b>	Banano	Control	Residualidad	Sigatoka negra
<b>Fecha de publicación:</b>				
<b>Editorial:</b>	UTEQ 2020			
<b>Resumen:</b>	<p>En esta investigación se evaluó la eficiencia de diferentes fungicidas foliares en época de alta presión para el control de sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) en banano (<i>Musa paradisiaca</i>) el desarrollo del experimento se realizó en las parcelas experimentales de la empresa BASF, ubicada en el campus “La María” perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. La metodología empleada para las variables eficacia y eficiencia se realizó mediante la observación visual de las hojas de banano que presentaron estadios visibles causados por sigatoka negra, con el método planteado por Stover el cual permite determinar el porcentaje de infestación, para el análisis de los datos se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), el cual constó de siete tratamientos y seis repeticiones cada uno. Las variables fueron analizadas con el Modelo Lineal Generalizado (GLM) con distribución Quasi-Binomial (<math>P \leq 0.05</math>). Los resultados reflejaron que para la variable eficacia existe diferencia entre los tratamientos evaluados donde el T5 (Pyraclostrobin) y el T6 (Trifloxystrobin) tuvieron la capacidad de combatir la infección ocasionada por la sigatoka negra. Mientras que el mejor índice de residualidad para el control de sigatoka negra fue el T5 (Pyraclostrobin) presentando los mejores resultados. En conclusión, el tratamiento T5</p>			

	(Pyraclostrobin) es el eficaz y rentable para combatir la sigatoka negra en el cultivo de banano.
<b>Abstract:</b>	In this research, the efficiency of different foliar fungicides in high pressure season was evaluated for the control of black sigatoka ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> ) in banana ( <i>Musa paradisiaca</i> ). The development of the experiment was carried out in the experimental plots of the BASF company, located in the "La María" campus belonging to the Quevedo State Technical University. The methodology used for the variables efficacy and efficiency was carried out by visual observation of banana leaves that the statistics of visible stages caused by black sigatoka, with the method proposed by Stover which determines the percentage of infestation, for the analysis of the data was analyzed in a Completely Random Design (DCA), which consists of seven treatments and six repetitions each. The variables were analyzed with the Generalized Linear Model (GLM) with a Quasi-Binomial distribution ( $P \leq 0.05$ ). The results that affect the efficacy variable, there is a difference between the evaluated treatments where T5 (Pyraclostrobin) and T6 (Trifloxystrobin) had the ability to fight infection caused by black sigatoka. While the best residuality index for the control of black sigatoka was T5 (Pyraclostrobin) presenting the best results. In conclusion, the T5 treatment (Pyraclostrobin) is effective and cost-effective to combat black sigatoka in banana cultivation.
<b>Descripción:</b>	
<b>Url:</b>	

## INTRODUCCIÓN

El banano es originario de Asia tropical y su producción es habitual en todas las regiones tropicales y algunas subtropicales del mundo. Tiene importancia económica y social en más de 80 países (1). Ecuador está entre los principales productores y exportadores del banano a nivel mundial, este rubro de comercialización genera ingresos importantes al país por su volumen significativo de comercialización, al cual lo ubican como el principal producto en fuente de divisas que actualmente existe en el país, después del petróleo (2). Sin embargo, la producción de banano es obstaculizada por una variedad de desafíos. Lo más dramático que afecta la producción de plátano y banano en las últimas décadas ha sido la aparición y difusión de la enfermedad de sigatoka negra (3).

La sigatoka negra, enfermedad causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, es la más importante porque afecta la producción comercial de musáceas en la mayoría de las regiones productoras del mundo (4). Dado que, sus significativas características biológicas de mayor producción de ascosporas, mayor número de ciclos sexuales por año y una tasa elevada de colonización de tejidos, la enfermedad se desarrolla velozmente sobre otras enfermedades foliares del banano de bajo impacto (5). Ocasionando necrosis parcial o total, reduciendo la fotosíntesis y ocasionando madurez prematura de los frutos, con disminución hasta de un 50% del rendimiento, dependiendo de la severidad del ataque (6).

La enfermedad también se evidencia en la maduración precoz de frutos en las plantaciones o en el traslado a los mercados de destino, dando lugar a la "pulpa cremosa", que representa el principal riesgo de pérdida al que se enfrentan productores y exportadores. Esto como consecuencia del reducido número de hojas funcionales a floración y cosecha (7). Por lo tanto, los productores se han visto obligados a implementar las medidas como el control químico el cual repercute en los costos de producción (8).

Debido a esta situación se viene presentando un creciente número de ciclos de fumigaciones fúngica por año para proteger la fruta a exportar, implicando costos superiores al 40% del costo total de la producción (9). Los fungicidas son y seguirán siendo esenciales para mantener la salud de los cultivos con rendimientos confiables y de alta calidad (10).

La resistencia a fungicidas es un factor crítico que limita la eficiencia de los programas de manejo integrado del hongo, al incrementar dosis de frecuencias y aspersiones. El desarrollo de resistencia a fungicidas en poblaciones de *Mycosphaerella fijiensis*, puede estar influenciado por factores genéticos, bioecológicos y operacionales. En este sentido cuando se detecta la resistencia del patógeno a un fungicida específico, dependiendo de su grado y estabilidad, este debe restringirse o detener su uso por varios ciclos de cultivo y usar un fungicida alternativo con diferente modo de acción y mecanismo de detoxificación (11).

El desarrollo de esta investigación pretende evaluar la eficiencia de diferentes fungicidas foliares en época de alta presión, con la finalidad de determinar la residualidad y el impacto económico que tendrían para el control de sigatoka negra en plantas de banano. Por lo tanto, se lograría establecer el control de esta problemática extendida a nivel mundial, disminuyendo el impacto ambiental y económico.

## **CAPÍTULO I**

# **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de la investigación.**

### **1.1.1. Planteamiento de la investigación.**

La producción de banano en el Ecuador es una actividad primordial para el desarrollo social y económico, con una evolución reveladora en los últimos años lo que representa uno de los rubros de exportación de mayor interés. Por lo tanto, las plantaciones comerciales demandan de suficiente inversión económica para su desarrollo y mantenimiento basado en técnicas y estrategias que garanticen un producto de calidad.

La sigatoka negra es una enfermedad foliar que se encuentra en todos los países productores de musáceas y es tan destructiva que podría provocar la pérdida de la producción total, lo que obliga a llevar un estricto control fitosanitario. Además, debido a la inexistencia de clones mejorados genéticamente, las prácticas culturales y el control químico para el manejo de la sigatoka negra representa un gran rubro para el productor.

La utilización de fungicidas es vital para el control de esta enfermedad, por lo cual debido al uso desmedido existe la posibilidad de generar resistencia por parte del patógeno, esto conllevaría a pérdidas económicas y daños colaterales con el ambiente.

### **Diagnóstico.**

La sigatoka negra es capaz de devastar toda el área foliar de la planta, se manifiestan diferentes estadios del desarrollo de la enfermedad, al inicio presenta estrías lo que termina en manchas necróticas que impiden fotosintetizar afectando la producción y calidad del fruto. Principalmente la enfermedad está influenciada por los factores medio ambientales como altas temperatura y elevada humedad relativa lo que favorece la diseminación del patógeno *Mycosphaerella fijiensis*. Otro factor que podría sumarse a la proliferación es el inadecuado manejo agronómico de la plantación.

## **Pronóstico.**

El uso de diferentes fungicidas foliares permitirá establecer cuál de estos podría reducir la infestación de sigatoka negra en la plantación de banano y por ende se minimiza el impacto económico y ambiental causado por esta severa enfermedad.

### **1.1.2. Formulación del problema.**

¿La aplicación de diferentes fungicidas foliares en época de alta presión, permitirá evaluar y controlar con eficiencia la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano?

### **1.1.3. Sistematización del problema.**

¿Cuál de los fungicidas foliares será más eficiente para control de sigatoka negra en banano?

¿Cuál será el porcentaje de residualidad para control de sigatoka negra en banano?

¿Qué tratamiento será más rentable según el análisis de costo?

## **1.2. Objetivos.**

### **1.2.1. Objetivo general.**

Evaluar la eficiencia de diferentes fungicidas foliares en época de alta presión para el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano (*Musa paradisiaca*).

### **1.2.2. Objetivos específicos.**

Evaluar la eficacia de los ingredientes activos de seis fungicidas en época de alta presión para el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano.

Determinar la residualidad de los ingredientes activos, para el control de sigatoka negra en banano.

Realizar análisis de los costos por tratamiento aplicado.

## **1.3. Justificación.**

El Ecuador es uno de los principales exportadores de banano a nivel mundial, en el país las plantaciones bananeras están creciendo de manera exponencial. Por ende, la actividad bananera ayuda a fortalecer la economía ecuatoriana y genera fuentes de empleo para la población. En consecuencia, los estándares de calidad son importantes a la hora de la exportación de la fruta debido a la exigencia que demandan los importadores.

Debido a la gran incidencia de sigatoka negra en las plantaciones de musáceas es necesario el uso de fungicidas para disminuir la infestación provocada por esta enfermedad. El abuso de estos productos puede generar resistencia a la enfermedad. Por lo tanto, existe la obligación de buscar alternativas para contrarrestar los daños irreversibles que podría provocar si no se lleva a cabo un riguroso control fitosanitario combinado con prácticas culturales.

## **CAPÍTULO II**

# **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco Conceptual.**

### **CIB.**

Centro de investigación de banano BASF localizado en el campus “La María”.

### **Banano.**

El banano es una planta herbácea de la familia musaceae, originaría del sudeste de Asia, su fruto (banana o banano) es partenocárpico y se lo consume maduro (12).

### **Mycosphaerella fijiensis.**

Hongo superior de la clase ascomicetos, causante de la enfermedad conocida como sigatoka negra (13).

### **Sigatoka.**

Es una enfermedad causada por el hongo (*Mycosphaerella fijiensis*), es descrita en el ámbito mundial como la afección más importante y destructiva del banano (*Musa paradisiaca*) (14).

### **Fungicida.**

Es un producto que tiene la capacidad de destruir hongos e incluye también todos aquellos compuestos que pueden proporcionar resistencia a la planta huésped o que convierten el medio ambiente en un lugar inadecuado para el desarrollo y crecimiento del organismo infeccioso (15).

### **Residualidad.**

Es el fragmento o cantidad de cualquier sustancia específica presente en alimentos, productos agrícolas y otros tipos de productos o alimentos, así como en el ambiente (16).

## **Eficiencia**

Es el nivel productivo que debe alcanzarse con la menor cantidad posible de recursos (17).

## **Eficacia**

La eficacia es un punto de referencia para lograr algo que se ha demostrado que es posible (18).

## 2.2. Marco referencial.

### 2.2.1. Origen y distribución del cultivo de banano.

Procedente del sudeste asiático, el banano es una planta que se cultiva desde hace 10 000 años y cuyas primeras huellas se encontraron en Papúa Nueva Guinea (19). Cerca de la edad media llevaron la fruta a África, extendiéndose después por América Tropical a zonas como Panamá, Colombia y Ecuador. En la actualidad el cultivo del banano se extiende a muchas regiones cálidas del mundo (20). En el Ecuador el banano se produce principalmente en las provincias de Manabí, Los Ríos, Guayas, El Oro y Esmeraldas (21).

Según los registros estadísticos más antiguos, se conoce que el Ecuador inicia las exportaciones de banano en 1910, año en que se exportaron 71.617 racimos con un peso de más de 100 libras cada uno (22). Esta fruta concentra entre el 24 y 25% de las exportaciones no petroleras del Ecuador y genera divisas entre 2.9 y 3.2 mil millones de dólares en ventas al año (23). Ecuador se ubica en el primer lugar del ‘ranking’ de exportadores de banano en el mundo ver tabla 1. En el 2018 vendió \$ 3.2 mil millones. Eso significó que el 23.7% de toda la fruta que se consumió en el mundo salió de las plantaciones ecuatorianas (24).

**Tabla 1.** Principales exportadores de banano en el mundo.

Rango	País	Usd
1	Ecuador	\$ 3.2 Mil Millones
2	Filipinas	\$ 1.5 Mil Millones
3	Guatemala	\$ 1.47 Mil Millones
4	Costa Rica	\$ 1 Mil Millones
5	Bélgica	\$ 956.3 Millones

**Fuente:** Workman, 2019 (24).

El banano se cultiva en todas las regiones tropicales y tiene una importancia fundamental para la economía de muchos países en desarrollo. En términos de valor bruto de producción, el banano es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz (25).

## 2.2.2. Taxonomía del banano.

**Tabla 2.** *Clasificación taxonómica del banano.*

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Zingiberales
Familia:	Musaceae
Género:	Musa
Especie:	Paradisiaca

**Fuente:** Astudillo, 2016 (26).

## 2.2.3. Características botánicas.

### **Raíz.**

La planta de banano se caracteriza por tener el sistema radicular superficial, cuando emergen son de color blanco y cuando llegan a su fase de madurez se vuelven amarillentas y duras, su diámetro oscila entre 5 – 8 milímetros, pueden alcanzar longitudes de 2.5 m a 3 m en crecimiento lateral y de profundizarse hasta 1.5 m (27).

### **Pseudotallo.**

La función del pseudotallo es de sostén y de almacenamiento de reservas hídricas y amiláceas; varía en grosor y tamaño dependiendo del genotipo (28).

### **Hoja.**

El sistema foliar del banano es la fuente primaria de fotoasimilados y varía considerablemente de tamaño y funcionalidad. Durante la fase vegetativa, la planta generalmente emite entre 35 y 36 hojas, con una frecuencia de una hoja/semana en época de lluvias y entre 0.4 y 0.6 hoja/semana en condiciones de sequía. El desarrollo y llenado de los

frutos depende, principalmente, de la actividad de las hojas funcionales presentes con la aparición de la inflorescencia (29).

### **Fruto.**

Crece en el racimo, como una baya larga, carnosa con cascara amarilla roja o morada y numerosas semillas negruzcas a lo largo de la parte central de la pulpa, que puede ser blanca amarillenta o rosada. El fruto al principio es verde, luego en la maduración amarillo (30).

## **2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos.**

### **Clima.**

El clima ideal es el tropical húmedo, la temperatura adecuada va desde los 18.5°C a 35.5°C, temperaturas inferiores de 15.5°C se retarda el crecimiento mientras que con temperaturas de 40°C se presenta stress, siempre y cuando la provisión de agua no sea normal (31).

### **Suelo.**

Los suelos aptos para el desarrollo del cultivo de banano son aquellos que presentan una textura: franco arenoso, franco arcilloso, franco arcillo limoso y franco limoso; además deben poseer un buen drenaje interno y alta fertilidad, su profundidad debe ser de 1.2 a 1.5 metros. Por otro lado, deben poseer buenas propiedades de retención de agua, los suelos arcillosos con un 40% no son recomendables para el cultivo. El pH del suelo para el banano es de 6.5, logrando tolerar un pH de 5.5 hasta 7.5 (32).

### **La pluviosidad.**

La pluviosidad necesaria varia de 1.000 a 2.000 milímetros por año o 100 – 180 milímetros por mes, en el país es necesario realizar riego porque tiene definido sus estaciones lluviosa y seca (32).

### **Luminosidad.**

Se requieren 1.200 h/año, aproximadamente de 3 a 5 horas de sol brillante por día y una acumulación de 4.380 h/luz al año (33).

### **Viento.**

Las zonas con vientos no mayores a 30 km por hora son los ideales, para evitar volcamiento de las plantas. Además ausencia de vientos fuertes debido a su altura y débil constitución del pseudotallo (31).

### **Humedad relativa.**

Humedades relativas altas (mayores al 80%) favorecen el desarrollo de enfermedades fungosas y plagas principalmente altitud se recomienda alturas sobre el nivel del mar entre 0 a 300 metros (31).

### **2.2.5. Sigatoka negra.**

La sigatoka negra es una enfermedad foliar del banano causada por el hongo ascomiceto *Mycosphaerella fijiensis* y constituye el principal problema fitopatológico del cultivo. El patógeno destruye rápidamente el tejido foliar, como consecuencia se reduce la fotosíntesis y se afecta el crecimiento de la planta y la producción (34). Se encuentra distribuida en la mayoría de las regiones bananeras en el mundo, fue reportado por primera vez en febrero de 1963 en el distrito de Sigatoka de la isla de Viti Levu en Fidji situada al sudeste asiático (35). En el continente americano se identificó por primera vez en Honduras en el año 1972, de donde se diseminó a todos los países bananeros de américa y algunas islas del caribe (36).

La sigatoka negra se considera la enfermedad más dañina y costosa del banano y el plátano porque su control representa el 27% de los costos totales de producción. Se ha estimado que la enfermedad causa una pérdida de rendimiento superior al 38% en el plátano y pueden

producirse pérdidas aún mayores en las bananas de exportación cuando fallan las medidas de control (34).

### **2.2.6. Agente causal.**

El agente causal de la sigatoka negra es el hongo ascomycete que se reproduce en forma sexual y asexual durante su ciclo de vida. *Mycosphaerella fijiensis* (fase sexual) o *Paracercospora fijiensis* (fase asexual). Durante la fase asexual correspondiente al género paracercospora se presenta en el desarrollo de las primeras lesiones de esta enfermedad las cuales son descritas como pizcas o estrías, en esta fase se observa la presencia de conidióforos emergiendo de los estomas a la superficie de las hojas, terminado la fase de reproducción de los conidióforos, se inicia la fase sexual de la enfermedad sobre el primer estado de la mancha con la producción de ascosporas en estructuras llamadas peritecios, los cuales se forman sobre la superficie del estado más avanzado (35).

### **2.2.7. Epidemiología.**

Los conidios y ascosporas juegan un papel importante en la propagación de la enfermedad. Los conidios se forman en condiciones de alta humedad, especialmente si hay una película de agua libre en las hojas. Se forman durante el desarrollo de las primeras etapas de la enfermedad. Los principales medios de dispersión son el lavado con lluvia y las salpicaduras; así como también se dispersan por el viento. Los conidios se asocian principalmente con la propagación local de la enfermedad y son importantes durante los períodos de alta humedad, rocío frecuente y lluvias intermitentes. Debido a que el hongo produce relativamente pocos conidios, se considera que las ascosporas son más importantes en la propagación de la sigatoka negra (37).

### **2.2.8. Estadios.**

Según la escala de Fouré, los síntomas de la sigatoka negra se pueden reconocer a través de seis estados.

**Estadio 1.** Pequeñas lesiones o puntos de color blanco-amarillento a marrón, de 1 mm de longitud, denominadas pizcas, apenas visibles en el envés de las hojas.

**Estadio 2.** Rayas o estrías cloróticas de 3–4 mm de longitud por 1 mm de ancho, de color marrón.

**Estadio 3.** Las rayas o estrías se alargan y amplían dando la impresión de haber sido pintadas con pincel, sin bordes definidos y de color café, que pueden alcanzar hasta 2 cm de longitud.

**Estadio 4.** Manchas de forma elíptica, color café en el envés y negro en el haz.

**Estadio 5.** Manchas negras rodeadas de un anillo negro y a veces un halo amarillento y centro seco y semihundido.

**Estadio 6.** Manchas con centro seco y hundido, de coloración marrón clara, rodeadas de tejido clorótico (38).

### **2.2.9. Manejo de la sigatoka negra.**

Las medidas de manejo de la enfermedad se han basado en el uso de productos químicos y prácticas culturales, aunque el primero permite enfrentar de forma eficaz la enfermedad, presenta desventajas por sus efectos sobre el medio ambiente, sumado a la resistencia de las poblaciones del patógeno, adquirida por la aplicación de ciertos fungicidas sistémicos muy utilizados (39). Las prácticas culturales y agronómicas están orientadas a reducir las fuentes

de inóculo del patógeno y modificar las condiciones micro climáticas que favorecen el desarrollo de la enfermedad (14).

#### **2.2.9.1. Control cultural.**

El control cultural reduce las fuentes de inóculo del patógeno y las condiciones favorables para su desarrollo, así como incrementa el vigor de las plantas. Para combatir la enfermedad se requiere conocer su comportamiento a través del tiempo, su relación con el clima y las prácticas de manejo. La práctica más importante para reducir la fuente de inóculo es la remoción de hojas afectadas o porciones de éstas. El tejido removido se deposita en el suelo y es factible la aplicación de urea para acelerar su descomposición (36).

Una práctica alternativa consiste en colocar la hojarasca y plantas cosechadas en pequeños montones para su rápida degradación, lo cual reduce el inóculo e incorpora nutrientes y materia orgánica al suelo. La poda temprana de las puntas de hojas jóvenes (antes de presentar lesiones esporuladas) y la eliminación rápida de plantas cosechadas disminuyen el inóculo. También, el manejo agronómico del cultivo como densidad de plantación, sistemas de drenaje, métodos de riego, control de malezas, fertilización química-biológica y control de nematodos, ayuda a reducir las condiciones favorables para el desarrollo de sigatoka negra e incrementar el vigor de las plantas (36).

#### **2.2.9.2. Control químico.**

El control eficaz de sigatoka negra se basa en el uso de agroquímicos, lo cual es preocupante por el incremento de casos de pérdida de sensibilidad del patógeno hacia fungicidas. Actualmente, se cuantifican entre 15 y 60 aplicaciones anuales de fungicidas para el combate de sigatoka negra, lo que representa el 78% de la inversión total de pesticidas utilizados en la producción de musáceas. Desde el punto de vista preventivo, económico y ambiental, la

resistencia genética de cultivares es el método con mayor eficacia y sostenibilidad para control de sigatoka negra (7).

La alta demanda de uso de fungicidas de síntesis necesarios para obtener una fruta que cumpla con los estándares de calidad para exportación, los cuales se ven afectados por la enfermedad principalmente en la duración de la vida verde de la fruta cosechada. Dichos fungicidas deben ser aplicados en intervalos de 7-12 días en los países bananeros, con altos costos de producción en sus cultivos (40).

### **2.2.9.3. Resistencia de los fungicidas.**

La resistencia a los fungicidas es una forma de selección que describe la capacidad de un hongo para sobrevivir y reproducirse en presencia de un fungicida. La resistencia práctica (resistencia de campo) se produce cuando la prevalencia de aislamientos resistentes a fungicidas alcanza un umbral crítico en el que ya no se observa el control de la enfermedad (41).

### **2.2.10. Fungicidas para el control de sigatoka negra.**

#### **A. Diethofencarb.**

Es un fungicida sistémico con la acción protectora y curativa inhibiendo la mitosis, es producto establecido como una solución para la botrytis en frutas y hortalizas, fue etiquetado para la sigatoka negra en el cultivo de banano por su efectivo control contra el hongo *Mycosphaerella fijiensis* (42).

#### **B. Izopyrazam.**

Es un novedoso fungicida con acción preventiva, curativa y poderoso efecto anti esporulante, para el control eficiente de la sigatoka negra en banano, es un inhibidor de crecimiento del

tubo germinativo, de formación de apresorios y del desarrollo de hongos después de la penetración del hongo en la hoja (43).

### **C. Boscalid.**

Es un fungicida sistémico que inhibe la respiración celular de las mitocondrias interfiriendo en el transporte de electrones del complejo II, inhibiendo la formación de ATP, esencial en los procesos metabólicos de los hongos. De esta forma actúa sobre todos los estadios de desarrollo y reproducción de hongo, como inhibidor de la germinación de esporas, desarrollo y penetración de los tubos germinativos, crecimiento del micelio y esporulación (44).

### **D. Pyraclostrobin.**

Es un fungicida sistémico con acción preventiva, curativa y erradicante. Tiene acción translaminar y se redistribuye localmente en la hoja formando depósitos adheridos a la cera de la cutícula proporcionando alta resistencia al lavado. Parte de la molécula solubilizada penetra y difunde en el interior del tejido vegetal a distancias cortas y se distribuye formando depósitos en áreas de la capa cerosa de la epidermis, que no fueron tratadas directamente con el fungicida (45).

### **E. Trifloxystrobin.**

Es un fungicida preventivo y curativo, el producto actúa inhibiendo la respiración mitocondrial y por esto los procesos bioquímicos son severamente afectados. El crecimiento se detiene y el hongo muere por lo que posee una acción sistémica diferente a los estándares conocidos, denominándose mesosistemicidad (46).

## **2.2.11. Investigaciones realizadas**

En una investigación realizada por Manzo *et.al.* (47), donde según el análisis de sensibilidad a los fungicidas presentó la pérdida de sensibilidad de 10 aislados a benomyl, siete a propiconazol y nueve a azoxistrobin. Dichos aislados fueron capaces de crecer a las concentraciones que indican pérdida de sensibilidad. De acuerdo con los resultados de esta

investigación, es importante acatar las recomendaciones para el uso de los fungicidas a fin de evitar fallas en el control de la enfermedad.

Por otra parte, Portilla (9), experimentó con los ingredientes activos: Diethofencarb 0.6 L ha-1, Pyraclostrobin 0.4 L ha-1, Pyrimethanil 0.5 L ha-1, Epoxiconazole 1.25 L ha-1 donde obtuvo como resultado que Epoxiconazole obtuvo los mejores valores en relación al resto de fungicidas seguido del Pyraclostrobin para el control de la infección ocasionada por sigatoka negra.

Farias y Orozco (48), manifiestan que el control de la enfermedad está basado en programas de aspersión de fungicidas. Por lo tanto, evaluaron los fungicidas: Pyraclostrobin y Azoxystrobin. La aplicación foliar del fungicida Pyraclostrobin registró un control satisfactorio de sigatoka negra en banano. Sin embargo, no hubo diferencia en control de la enfermedad entre dosis de Pyraclostrobin y el Azoxystrobin.

## **CAPÍTULO III**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización de la investigación.

La investigación se realizó en el campo de investigación Basf (We create chemistry Ecuador), en el campus “La María”, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el kilómetro 7.5 de la vía Quevedo-El Empalme, cantón Mocache, provincia de Los Ríos, cuya ubicación geográfica es de 1°3'18" de latitud sur y 79°25'24" de longitud oeste.

#### 3.1.1. Características agro-climáticas del lugar experimental.

**Tabla 3.** *Características agro meteorológicas del campus “La María” UTEQ – Mocache.*

Parámetros	Promedio
Temperatura °C	24.97
Humedad relativa %	85.78
Precipitaciones anual mm	3181.8
Heliofanía, horas luz año	867.10
Zona ecológica	Bh-T
Topografía	Plana

**Fuente:** INAMHI, (49).

### 3.2. Tipo de investigación.

La investigación fue de campo pertinente a la línea de investigación de agricultura, silvicultura y producción animal y la sub línea “desarrollo y manejo de variedades e híbridos en cultivo de interés estratégico para el Ecuador” que aporta al desarrollo de conocimientos.

### **3.3. Métodos de investigación.**

- **Método de observación.**

Se aplicó este método para observar los estadios de la sigatoka negra en el cultivo de banano, de esta forma se pudo determinar el tratamiento que presentó mejor resultado en la investigación.

- **Método comparativo.**

Este método fue de gran relevancia porque permitió determinar las diferencias entre los tratamientos y variables estudiadas y así conocer que tratamiento fue idóneo para el control de sigatoka negra.

- **Método analítico.**

El método proporcionó el análisis de la eficiencia que producen los ingredientes activos en el control de sigatoka negra en el cultivo de banano. Logrando identificar las diferencias en la residualidad de los productos.

### **3.4. Fuentes de recopilación de información.**

- **Primarias.**

Esta información se obtuvo mediante la observación y recolección directa de datos en el área experimental.

- **Secundarias.**

Las fuentes de información secundarias se obtuvieron a través de revisión bibliográfica que tuvo como principio recopilar y reorganizar información de revistas científicas, tesis, libros y buscadores académicos.

### 3.5. Diseño de la investigación.

Para esta investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), el cual constó de siete tratamientos y seis repeticiones cada uno, ver tabla 4. Las variables fueron analizadas con el Modelo Lineal Generalizado (GLM) con distribución Quasi-Binominal ( $P \leq 0.05$ ). Cuando el análisis de desviaciones mostró diferencias significativas entre tratamientos, fue realizado la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

Los análisis fueron realizados con el programa RStudio, versión 3.6.2 (50)

**Tabla 4.** Esquema del análisis para el Diseño Completamente al Azar (DCA).

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamientos	(t-1)	6
Error experimental	(t) (r-1)	35
Total	(t x r)-1	41

**Elaborado por:** Autor.

#### 3.5.1. Modelo matemático.

El modelo matemático para el Diseño Completamente al Azar (DCA) es el siguiente:

$$y_i = \sum_j \beta_j X_{ij} + \varepsilon_i$$

**Dónde:**

$y_i$  = Vector de la variable de respuesta

$\beta_j$  = Vector de parámetros

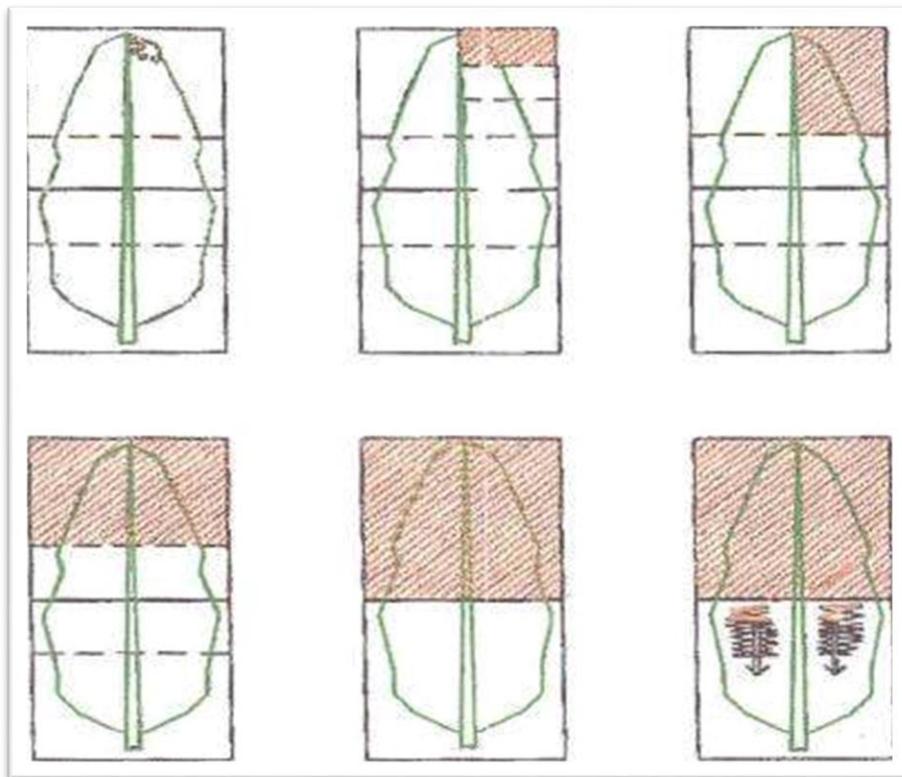
$X_{ij}$  = Matriz de variables predictoras y covariables.

### 3.6. Instrumento de investigación.

En esta investigación se evaluaron las siguientes variables:

#### 3.6.1. Eficacia del producto en el control de sigatoka negra.

La evaluación de esta variable se realizó mediante la observación visual de las hojas de banano que presentaron estadios visibles causados por sigatoka negra. La metodología planteada por Stover nos permitió determinar el grado de infestación, ver tabla 5.



**Figura 1.** Escala de Stover modificado por Ghaul (1989).

**Tabla 5.** *Escala de Stover, descripción del daño causado en la hoja.*

<b>Grado</b>	<b>Descripción del daño en la hoja</b>
1	Hasta 10 manchas por hoja.
2	Menos del 5% del área foliar enferma.
3	De 6 a 15% del área foliar enferma.
4	De 16 a 33 % del área foliar enferma.
5	De 34 a 50% del área foliar enferma.
6	Más del 50% del área foliar enferma.

**Fuente:** Almodóvar W, Díaz M, 2007 (51).

### **3.6.2. Residualidad del producto (%).**

Para diagnosticar esta variable se aplicó la metodología de hoja simple, donde lo inverso al área foliar afectada (AFA) es la residualidad, siendo aquello la hoja limpia libre de enfermedad.

### **3.6.3. Análisis de costos.**

Se realizó un análisis de costos en comparación con la eficiencia de los diferentes tratamientos para el control de sigatoka negra en época de alta presión.

- **Procedimiento del experimento**

El área del ensayo fue constituida por siete bloques, las parcelas están divididas por una longitud de 14 m de largo y 14 m de ancho, con un área de alrededor 196 m<sup>2</sup> de las parcelas, además, están estuvieron divididas por barreras vivas de pasto King grass, en cada parcela se sembró 12 plantas de banano variedad (Williams), en forma de “L” a distancia de 2.5 m entre plantas y a 2.8 m entre hileras. Encontrándose así por cada bloque un tratamiento, con un total de 12 plantas por tratamiento, donde se evaluaron seis unidades por tratamiento.

El paso inicial fue la de identificar cada una de las plantas de siete semanas de edad y aplicarle un manejo adecuado, se identificó la emisión foliar y posteriormente se marcó la hoja uno y dos, de esta forma se realizó la evaluación y registro del estado evolutivo de la enfermedad.

Para la aplicación de los fungicidas se utilizó el método por aspersión foliar (parte aérea de la planta), de manera que logre cubrir de forma homogénea la hoja uno y dos.

La mezcla establecida fue de 5 gl ha<sup>-1</sup>, los componentes en las mezclas fueron aceite agrícola a dosis de 1.5 gl ha<sup>-1</sup>, Emulsificante de nombre comercial “Mixer” a dosis de 1% en relación al aceite, dosis del fungicida y la proporción restante de agua.

Para la preparación de la mezcla se utilizó una mini mezcladora, la cual asimila la actividad que realiza una mezcladora de pista. Esta mezcladora permitió regular el tiempo que iba a girar y calibrar a 2000 revoluciones por minuto.

Las mezclas de los fungicidas fueron realizadas agregando los componentes cada dos minutos de la siguiente manera: Se encendió la mezcladora, se aplicó el aceite, después se adiciono el emulsificante, luego se aplicó el 60% del agua total, posteriormente se agregó el fungicida y finalmente se vertió el 40% de agua restante. Tomando un tiempo de ocho minutos por cada mezcla.

Respecto a la preparación de los fungicidas, se realizó en 2 litros de mezcla total por tratamiento en las siguientes dosis: Boscalid 0.4 Lha<sup>-1</sup>, Izopyrazam 0.6 Lha<sup>-1</sup>, Diethofencarb(1) 0.6 Lha<sup>-1</sup>, Diethofencarb(2) 0.6 Lha<sup>-1</sup>, Pyraclostrobin 0.4 Lha<sup>-1</sup>, Trifloxystrobin 0.15 Lha<sup>-1</sup>. En la aplicación se utilizó una bomba tipo jacto modelo Djfb con boquilla de calibración 80-01 que posee un dispositivo con presión constante, para simular las aplicaciones aéreas cubriendo la hoja uno y dos de la planta. La aplicación de los fungicidas se la realizo a las 10 semanas después de haber sembrado las plantas en las parcelas.

### 3.7. Tratamientos de los datos.

Esquema de los tratamientos de la investigación:

**Tabla 6.** Estructura de los tratamientos.

<b>Tratamientos</b>	<b>Ingrediente Activo</b>	<b>Dosis(Lha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Plantas por tratamiento</b>
T0	Testigo	Agua	6	12
T1	Boscalid	0.4	6	12
T2	Izopyrazam	0.6	6	12
T3	Diethofencarb(1)	0.6	6	12
T4	Diethofencarb(2)	0.6	6	12
T5	Pyraclostrobin	0.4	6	12
T6	Trifloxystrobin	0.15	6	12

**Elaborado por:** Autor.

### 3.8. Recursos humanos.

Las personas que contribuyeron en la realización del proyecto de investigación fueron: el director del proyecto de investigación Ing. Gerardo Segovia Freire. M.Sc, Mario Moreno Moreta autor de la investigación y el personal del centro de investigación de banano BASF localizado en el campus “La María”.

### 3.9. Recursos materiales.

Los materiales necesarios para realizar este proyecto de investigación fueron los siguientes:

### **3.9.1. Genético.**

Plántulas de banano tipo Williams.

Pasto King Grass.

### **3.9.2. Insumo.**

Fertilizante.

Emulsificante.

Herbicida.

Nematicida.

Insecticida.

### **3.9.3. Campo.**

Machete.

Rastrillo.

Pala.

Barra.

Mascarilla.

Guante.

Balde.

Manguera para riego.

Bomba de mochila.

### **3.9.4. Oficina.**

Computadora.

Libreta de campo.

Impresora.

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## **4.1. Resultados y discusión.**

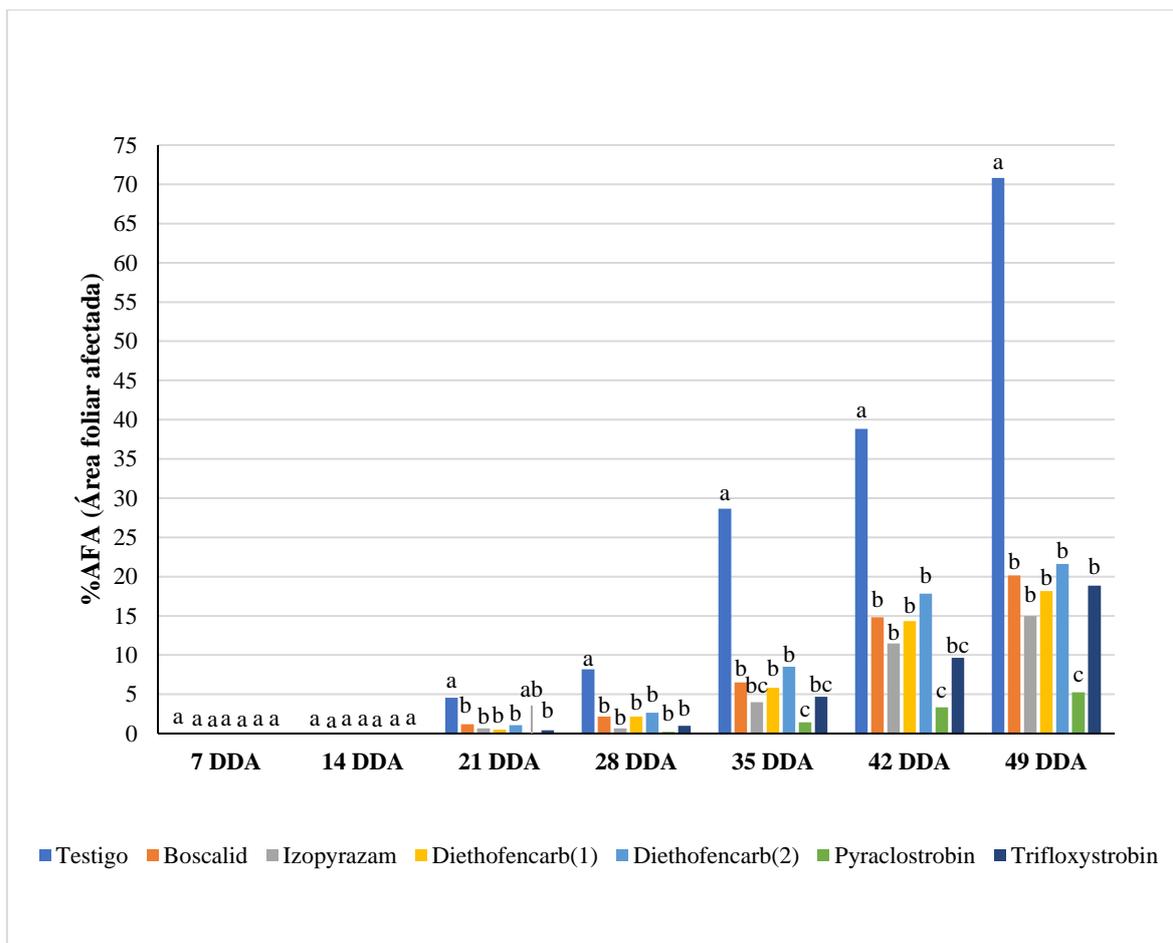
En este capítulo de la presente investigación se presentan los resultados obtenidos mediante el análisis de datos respecto a las siguientes variables: Eficacia (índice de infestación), residualidad del producto y análisis de costo de los diferentes tratamientos.

### **4.1.1. Eficacia del producto en el control de sigatoka negra.**

De acuerdo a los resultados expuestos en la figura 2, no hubo diferencia estadística en ninguno de los tratamientos a los 7 y 14 días después de la aplicación de fungicidas foliares para el control de sigatoka negra.

Sin embargo, a partir de los 21 días después de la aplicación de los productos, se observó diferencias estadísticas, por cuanto el tratamiento que presentó el mejor índice de eficacia fue el T5 (Pyraclostrobin) que presentó mejores resultados a partir del día 35 dda.

Se puede comparar que para la variable eficacia existe diferencia entre los tratamientos evaluados donde el T5 (Pyraclostrobin) tuvo la capacidad de combatir la infección ocasionada por la sigatoka negra después de los 35 días de la aplicación lo cual concuerda con Farías y Orozco (48), en su investigación el Pyraclostrobin abatió significativamente los niveles de infección por manchas de sigatoka negra con respecto a sus otros tratamientos. Con respecto al tratamiento que presentó menor sensibilidad a la infección fue el testigo y el T4 (Diethofencarb 2) siendo similar a lo reportado por Murillo (52), donde presentó menor eficacia comparado con los demás tratamientos.



**Figura 2.** Promedios del porcentaje de infección de la hoja dos, mediante respuesta a las aplicaciones de fungicidas foliares en época de alta presión para el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano (*Musa paradisiaca*).

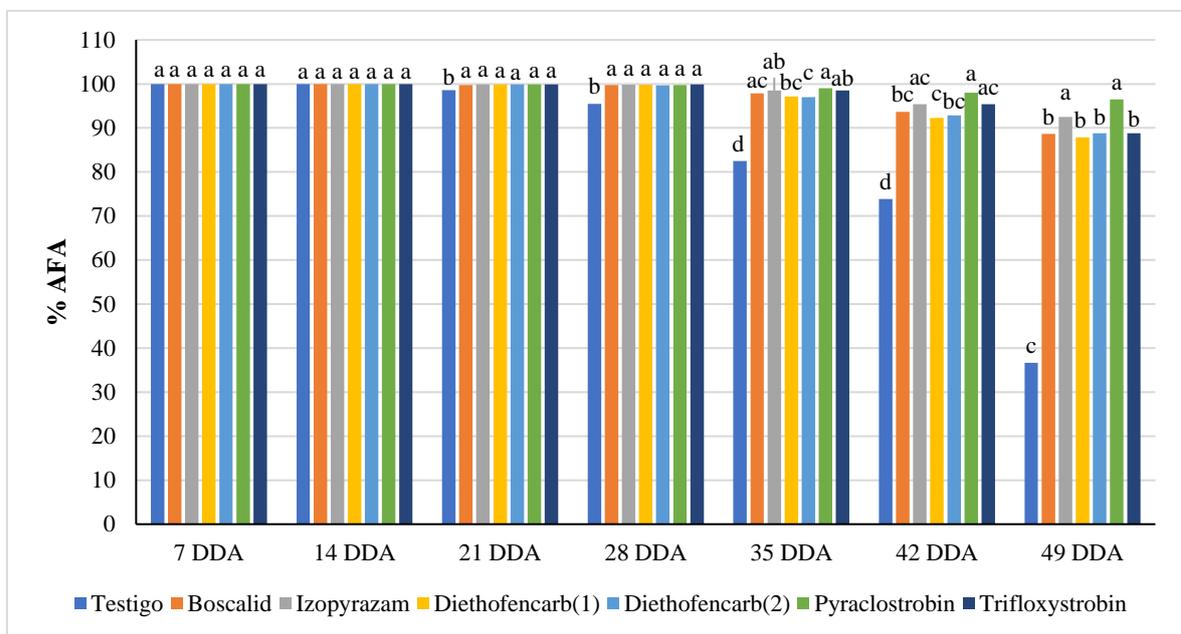
#### 4.1.2. Residualidad del producto (%).

Acorde a los resultados obtenidos se muestra en la figura 3, que no se obtuvo diferencia estadística en ninguno de los tratamientos a los 7 y 14 días después de la aplicación de fungicidas foliares para el control de sigatoka negra.

A partir de los 21 y 28 días después de la aplicación de los productos fúngicos, se observó significancia estadística del testigo frente a los demás tratamientos. Sin embargo, dio como resultado que todos los fungicidas aplicados causan el mismo efecto sobre la residualidad en la hoja evaluada.

El mejor índice de residualidad para el control de sigatoka negra fue el T5 (Pyraclostrobin) presentando los mejores resultados.

La variable residualidad a los 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos, se observó significancia estadística lo cual coincide con Portilla (9), donde obtuvo diferencia sin embargo manifiesta que todos los fungicidas aplicados causan el mismo efecto sobre la residualidad en la hoja evaluada donde Pyraclostrobin le reportó 91% de residualidad, siendo un valor similar al obtenido en esta investigación 96.5% Manzo *et. al.* (50), Manifiesta que los fungicidas tienen riesgo de desarrollar resistencia y desarrollar resistencia al patógeno por lo cual se recomienda rotar o alternar los productos.



**Figura 3.** Promedios de la residualidad de los productos en la hoja uno, mediante respuesta a las aplicaciones de fungicidas foliares en época de alta presión para el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano (*Musa paradisiaca*).

### 4.1.3. Análisis de costo.

En la tabla 7, se presenta el costo de aplicación por tratamiento, la mezcla del T5 (Pyraclostrobin) logró un menor rubro por aplicación con un total de \$ 31.88, seguido del T4 (Diethofencarb 2) con \$ 34.88 del costo total.

**Tabla 7.** Análisis de los costos por hectárea de los diferentes fungicidas foliares en época de alta presión para el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en de banano (*Musa paradisiaca*).

<b>Detalle de costos</b>	T0 Testigo	T1 Boscalid	T2 Izopyrazam	T3 Diethofencarb(1)	T4 Diethofencarb(2)	T5 Pyraclostrobin	T6 Trifloxystrobin
<b>Costos Fijos</b>							
Agua	\$0.00	\$0.68	\$0.68	\$0.68	\$0.68	\$0.68	\$0.68
Emulsificante	\$0.00	\$3.00	\$3.00	\$3.00	\$3.00	\$3.00	\$3.00
Aceite agrícola	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Mano de obra	\$0.00	\$15.00	\$15.00	\$15.00	\$15.00	\$15.00	\$15.00
<b>Total costos fijos</b>	<b>\$0.00</b>	<b>\$18.68</b>	<b>\$18.68</b>	<b>\$18.68</b>	<b>\$18.68</b>	<b>\$18.68</b>	<b>\$18.68</b>
<b>Costos variables</b>							
Fungicida	\$0.00	\$25.20	\$35.28	\$16.28	\$16.20	\$13.20	\$18.00
<b>Total costos variables</b>	<b>\$0.00</b>	<b>\$25.20</b>	<b>\$35.28</b>	<b>\$16.28</b>	<b>\$16.20</b>	<b>\$13.20</b>	<b>\$18.00</b>
<b>Costos totales</b>	<b>\$0.00</b>	<b>\$43.88</b>	<b>\$53.96</b>	<b>\$34.96</b>	<b>\$34.88</b>	<b>\$31.88</b>	<b>\$36.68</b>

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones.

- La evaluación de la eficacia de los diferentes fungicidas foliares, a partir de los 35 días después de la aplicación los tratamientos a base de Pyraclostrobin y Trifloxystrobin reportaron un bajo índice de infección, por cual el mejor resultado es el T5 Pyraclostrobin según la dosis evaluada de  $0.4 \text{ Lha}^{-1}$ .
- La residualidad de los ingredientes activos, para el control de sigatoka negra el tratamiento que presentó mejor residualidad fue el T5 (Pyraclostrobin) dando como resultado mayor protección en las hojas de banano.
- El análisis de los costos detalla que el tratamiento T5 (Pyraclostrobin) es el más rentable seguido del T4 Diethofencarb(2). Sin embargo, los resultados el T5 presentó el menor rubro de costos además está relacionado con mejor eficacia y residualidad.

## **5.2. Recomendaciones.**

- El tratamiento recomendado a utilizar para el control de sigatoka negra en época de alta presión es la mezcla a base de Pyraclostrobin, cabe recalcar que se deben considerar las condiciones agroclimáticas y el adecuado manejo de los productos.
- Realizar las aplicaciones de fungicidas en las dosis recomendadas esto permitirá un adecuado uso y evitar una posible resistencia del patógeno al producto.
- Utilizar productos de calidad, económicamente rentables y que aseguren alta eficacia como es el caso de Pyraclostrobin.

**CAPÍTULO VI**  
**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## Bibliografía

1. SCRIBANO FR, FONTANA ML, ALAYÓN LUACES P, CÁCERES S. Efecto del embolsado y deschire del cultivo de banano (*Musa acuminata* Colla) sobre las poblaciones de trips (Thysanoptera: Thripidae). Eff bagging “deschire” Banan (*Musa acuminata* Colla) Crop Popul thrips (Thysanoptera Thripidae).
2. PARDO C, NOVILLO E. Proceso de control de calidad para el banano de exportación en finca bananera. Rev Obs la Econ Latinoam.
3. ETEBU E, YOUNG-HARRY W. Control of black sigatoka disease: Challenges and prospects. African J Agric Res. 2011;6(3):508–14.
4. H SR. Sigatoka Leaf Sport Of Bananas And Plantains. 1980. p. 750–6.
5. MARTÍN HIDALGO, TAPIA A, RODRÍGUEZ W, SERRANO E. Sobre La Fotosíntesis Y Transpiración Foliar Del Banano. Agron Costarric. 2006;30(1):35–41.
6. BARRERA J, BARRAZA F, CAMPO R. Efecto del sombrío sobre la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* MORELET) en cultivo de plátano cv hartón (*Musa* AAB SIMMONDS). Rev UDCA Actual Divulg Científica. 2016;19(2):317–23.
7. CEDEÑO G, SUAREZ C, VERA D, FADDA C, JARVIS D. Early detection of resistance to *Mycosphaerella fijiensis* in local genotypes of *Musa* in Ecuador. Sci Agropecu. 2017;8(1):29–42.
8. GUZMÁN M, OROZCO-SANTOS M, PÉREZ L. Las Enfermedades Sigatoka De Las Hojas Del Banano: Dispersión, Impacto Y Evolución De Las Estrategias De Manejo En América Latina Y El Caribe. XX Reun Int da Assoc para a Coop em Pesqui e Desenvolv Integr das Musáceas (Bananas e Plátanos).
9. BENJAMÍN PLJ. Respuesta de las plantas de banano (*musa* aaa simmonds, cultivar williams) a las aspersiones foliares de diferentes fungicidas en el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella finjiensis* Morelet).
10. BRENT KJ, HOLLOMON DW. Fungicidce Resistance in Plant Management: How can it be managed?(bk). Fungicide resistance action committee. 2007. 57 p.

11. MARTÍNEZ-BOLAÑOS L, TÉLIZ-ORTIZ D, RODRÍGUEZ-MACIE JC, MORA-AGUILERA JA, NIETO-ÁNGEL D, CORTÉS-FLORES JI, et al. Resistencia a fungicidas en poblaciones de *mycosphaerella fijiensis* del sureste mexicano. *Agrociencia*. 2012;46(7):707–17.
12. ALEMÁN S. Estudio de la composición físico-química, propiedades funcionales y nutricionales de almidones nativos y modificados extraídos de clones de diferentes variedades de musáceas. 2012;1–256.
13. J M. Protocolo Para La Implementacion De Buenas Prácticas Agrícolas En Los Proyectos Demostrativos De Plátano Y Banano En Colombia. 2009.
14. LAZO JV, MUÑOZ JA, ESCALONA A. Evaluación experimental del clorotalonil en el control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en plantaciones de plátano (*Musa* spp. AAB). *Bioagro*. 2012;
15. CARRASCO DORRIEN J. Mecanismos de acción de los fungicidas. *Rev agroquímica y Tecnol Aliment*. 1984;24(2):159–64.
16. JUAN MANUEL QUINECIO RICO, GIOVANI ALFONSO MORA EBB. Pesticidas, residualidad y períodos de carencia.
17. FRANCISCO DE ASÍS DÍEZ, FRANCISCO DE ASÍS DÍEZ M. Análisis de eficiencia de los departamentos universitarios. El caso de la Universidad de Sevilla. *Univ Rey Juan Carlos*.
18. ALEJANDRO BS. Reflexiones acerca del uso de los conceptos de eficiencia, eficacia y efectividad en el sector salud. 2000;26(1):50–6.
19. CAROLINA DAWSON. banano - Perfil de Infocomm Fondo de la UNCTAD para la información sobre los mercados de productos básicos agrícolas. *Conf las Nac Unidas sobre el Comercio y Desarrollo*. 2016;1–19.
20. ROBINSON J, GALÁN V. Plátanos y bananas. In: *Mundiprensa*. 2012th ed. 2012. p. 336.
21. PRO ECUADOR. Banana 2016. *Anal Sect Banan*. 2016;1–14.

22. JEAN P, JESSICA L. Propuesta de una ruta turística bananera en base a la historia regional, provincia El Oro, de Ecuador. *Rev Científica Univ y Soc.* 2016;8:150.
23. KARLA LÓPEZ C. Exportación de Banano crece en China en más del 80% [Internet]. Cámara marítima del Ecuador. 2019.
24. WORKMAN D. Plátanos exportaciones por país. 2019.
25. PRO ECUADOR. Banana 2016. *Anal Sect Banan.* 2016;
26. ASTUDILLO CRW. Evaluación agronómica y comparativa entre dos variedades de banano (musa paradisiaca aaa) aplicando falsa + 2, falsa + 3 y falsa +4 Universidad de Guayaquil; 2016.
27. GUZMÁN ÓSCAR, CASTAÑO J, VILLEGAS B. efecto de la limpieza sanitaria de cormos de plátano (Musa AAB SIMMONDS) sobre nematodos fitoparásitos. *Rev UDCA Actual Divulg Científica.* 2012.
28. GALAN V, RANGEL A, LOPEZ J, HERNANDEZ JBP, SANDOVAL J, ROCHA HS. Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Rev Bras Frutic.* 2018;
29. MARTÍNEZ ACOSTA AM, CAYÓN SALINAS G. Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano ( Musa AAA Simmonds cvs . Gran Enano y Valery). *Rev Fac Nac Agron.* 2011;
30. PINAYA-RAMOS WJ. Universidad mayor de san andrés facultad de agronomía carrera de ingeniería agronómica tesis de grado. Univ Mayor San Andrés Fac Agron Carrera Ing Agronómica. 2015;7–9.
31. AGROCALIDAD. Manual de Aplicabilidad de Buenas practicas Agrícolas de banano. Agrocalidad. 2013;1:1–95.
32. RODRÍGUEZ A. “Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de banano (Musa sp.), variedad Gran enano Cavendish, en Quevedo, provincia de Los Ríos”. *J Chem Inf Model.* 2019;53(9):1689–99.
33. BENÍTEZ P. Alteraciones Que No Permiten Cumplir Con Los Estándares De Calidad Del Banano Para Exportacion En La Hacienda Maria Antonieta. 2017;29.

34. MARTÍNEZ I, VILLALTA R, SOTO E, MURILLO G, GUZMÁN M. Manejo de la Sigatoka negra en el cultivo del banano. Corbana: Proyecto demostrativo con implementación con de BPA en el cultivo del banano. Hoja divulgativa N. 2. 2011.
35. FONSECA EJB. Universidad técnica de cotopaxi unidad académica de ciencias agropecuarias y recursos naturales. 2011.
36. OROZCO-SANTOS M, OROZCO-ROMERO J, PÉREZ-ZAMORA O, MANZO-SÁNCHEZ G, FARÍAS-LARIOS J, MORAES WDS. Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y plátanos. Trop Plant Pathol. 2008;33(3):189–96.
37. MARÍN DH, ROMERO RA, GUZMÁN M, SUTTON TB. Black Sigatoka: An increasing threat to banana cultivation. Plant Dis. 2003;87(3):208–22.
38. ÁLVAREZ E, PANTOJA A, GAÑAN L, CEBALLOS G. La Sigatoka negra en plátano y banano. Cent Int Agric Trop. 2013;1–6.
39. QUINTERO CA, CABRERA ÁE, ZAPATA CJ. Evaluación de resistencia de genotipos de plátano y banano a la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet.). Rev Fac Nac Agron Medellín. 2011;64(1):5853–65.
40. PATIÑO H. LF, BUSTAMANTE R. E, SALAZAR P. LM. Efecto de sustratos foliares sobre la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en banano (*Musa x paradisiaca* L.) y plátano (*Musa acuminata* Colla). Agric Tec. 2007;
41. ZUNIC B, PETER S. World ' s largest Science , Technology & Medicine Open Access book publisher. 2018;(2016):267–322.
42. F I. Autoridad nacional de licencias ambientales “ANLA.” 2014;(4120):17.
43. Sygenta. Reflect.
44. Al C, En P, Agrícolas C, Cosecha LA. Cumora 50 SC. 2018;7–8.
45. Company BTC. Regnum □ 25 EC. :9–11.
46. OLIVER J. Tega. J Chem Inf Model. 2013;53(9):1689–99.
47. SÁNCHEZ GM, Madrigal HC, González SG. Agente Causal de la Sigatoka Negra

- del Banano a los Fungicidas Benomyl , Propiconazol y Azoxistrobin Sensitivity Analysis in vitro of *Mycosphaerella fijiensis* , Causal Agent of Black Sigatoka of Banana to the Fungicides Benomyl , Propiconazole and Azoxyst. *Rev Mex Fitopatol* 2012;30(1):81–5.
48. FARÍAS, JAVIER. OROZCO M. Efecto del Pyraclostrobin sobre el control de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano. *INIFAP*. 2002;(52 312):248.
  49. INAMHI. Información agrometeorológica del campus “La Maria” Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Estación Experimental Tropical Pichilingue Quevedo, Ecuador. 2019.
  50. R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria; 2019.
  51. ALMODOVAR, W , DIAZ M. Identificación y manejo de sigatoka negra y otras enfermedades de plátano y guineo. 2007.
  52. MURILLO J. Efecto de la sensibilidad de *Mycosphaerella fijiensis* sobre la eficacia biológica de fungicidas sistémicos utilizados contra la Sigatoka Negra. Instituto Tecnológico De Costa Rica Sede Regional San Carlos; 2015.

## **CAPITULO VII**

### **ANEXOS**

**Anexo 1. Análisis estadístico (RStudio) de la variable residualidad.**

<b>DDA</b>		<b>Df</b>	<b>Resid. Dev</b>	<b>F</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
<b>7</b>	Error	6	0		
	Tratamiento	35	2,44E-06	0	1
	Total	41	0.0000e+00		
<b>14</b>	Error	6	0		
	Tratamiento	35	2,44E-06	0	1
	Total	41	0.0000e+00		
<b>21</b>	Error	6	0.18818		
	Tratamiento	35	0.12914	72.711	4.274e-05 ***
	Total	41	0.31732		
<b>28</b>	Error	6	0.73973		
	Tratamiento	35	0.14030	34.902	2.285e-13 ***
	Total	41	0.88003		
<b>35</b>	Error	6	215.132		
	Tratamiento	35	0.11019	111.8	2.2e-16 ***
	Total	41	226.151		
<b>42</b>	Error	6	250.120		
	Tratamiento	35	0.27558	50.723	7.982e-16 ***
	Total	41	277.678		
<b>49</b>	Error	6	85.289		
	Tratamiento	35	0.7663	64.706	< 2.2e-16 ***
	Total	41	92.952		

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Anexo 2. Análisis estadístico (RStudio) de la variable eficacia.**

<b>DDA</b>		<b>Df</b>	<b>Resid. Dev</b>	<b>F</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
<b>7</b>	Error	6	0		
	Tratamiento	35	2,44E-06	0	1
	Total	41	0.0000e+00		
<b>14</b>	Error	6	0		
	Tratamiento	35	2,44E-06	0	1
	Total	41	0.0000e+00		
<b>21</b>	Error	6	0.57413		
	Tratamiento	35	0.16552	19.421	8.03e-10 ***
	Total	41	0.73964		
<b>28</b>	Error	6	0.90726		
	Tratamiento	35	0.35232	13.977	4.796e-08 ***
	Total	41	125.958		
	Error	6	30.476		

<b>35</b>	Tratamiento	35	0.4630	35.918	1.496e-13 ***
	Total	41	35.106		
<hr/>					
	Error	6	31.391		
<b>42</b>	Tratamiento	35	0.7610	23.044	8.236e-11 ***
	Total	41	39.001		
<hr/>					
	Error	6	79.714		
<b>49</b>	Tratamiento	35	0.7515	59.764	< 2.2e-16 ***
	Total	41	87.229		
<hr/>					

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Anexo 3.** Cronograma de actividades del proyecto de investigación.

Actividades	2019			2020				
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Planteamiento del tema de investigación	x							
Elaboración del anteproyecto de investigación	x	x						
Presentación y fase de aprobación del tema de investigación		x	x					
Inicio del trabajo de campo y siembra de plantas		x	x	x	x			
Aplicación de tratamientos			x					
Toma de datos				x	x			
Análisis de la información						x		
Redacción del informe final						x		
Revisión del informe con el director de tesis						x		
Presentación del informe académico completo							x	
Pre-sustentación del informe de investigación							x	
Sustentación del informe de investigación								x

**Anexo 4.** Croquis de distribución de los tratamientos en campo.

<b>T2</b> Izopyrazam	<b>T0</b> Agua
<b>T5</b> Pyraclostrobin	<b>T4</b> Diethofencarb (2)
<b>T1</b> Boscalid	<b>T3</b> Diethofencarb (1)
<b>T6</b> Trifloxystrobin	

**Elaborado por:** Autor

**Anexo 5. Cálculo para establecer el costo de la mezcla a base de Boscalid.**

**Dosis de producto total por hectárea 5 galones=18.93 Litros**

Dosis de aceite 1.5 gal

5gal	18.93L	$1.5\text{gal} * 18.93\text{L} / 5\text{gal} = 5.68\text{L}$
1.50gal	x	

**Aceite agrícola**

	Costo \$2L	
1gal	\$2	$1.5\text{gal} * \$2 / 1\text{gal} = \$3$
1.5gal	x	

Dosis 1% referente al  
total de aceite

100%	5.68L	$1\% * 5.68\text{L} / 100\% = 0.0568\text{L}$
1.00%	x	

**Emulsificante**

	Costo \$12L	
1L	\$12	$0.0568\text{L} * \$12 / 1\text{L} = \$0.68$
0.0568L	x	

Dosis  $0.4\text{Lha}^{-1}$   
Costo \$63L

**Fungicida (Cumora)**

**Boscalid**

1L	\$63	$0.4\text{L} * \$63 / 1\text{L} = \$25.2$
0.4L	x	

**Costo de jornal**

Se empleó 6 jornales a un costo de \$90, aplicando los tratamientos en un día, siendo el valor de \$15 por cada tratamiento

**Anexo 6. Cálculo para establecer el costo de la mezcla a base de Isopyrazam.**

**Dosis de producto total por hectárea 5 galones=18.93 Litros**

Dosis de aceite 1.5 gal

$$\begin{array}{r} 5\text{gal} \quad 18.93\text{L} \\ 1.50\text{gal} \quad \quad x \end{array} \quad 1.5\text{gal} * 18.93\text{L} / 5\text{gal} = \mathbf{5.68\text{L}}$$

**Aceite agrícola**

Costo \$2L

$$\begin{array}{r} 1\text{gal} \quad \$2 \\ 1.5\text{gal} \quad \quad x \end{array} \quad 1.5\text{gal} * \$2 / 1\text{gal} = \mathbf{\$3}$$

Dosis 1% referente al  
total de aceite

$$\begin{array}{r} 100\% \quad 5.68\text{L} \\ 1.00\% \quad \quad x \end{array} \quad 1\% * 5.68\text{L} / 100\% = \mathbf{0.0568\text{L}}$$

**Emulsificante**

Costo \$12L

$$\begin{array}{r} 1\text{L} \quad \$12 \\ 0.0568\text{L} \quad \quad x \end{array} \quad 0.0568\text{L} * \$12 / 1\text{L} = \mathbf{\$0.68}$$

**Fungicida (Reflect)**

Dosis 0.6Lha<sup>-1</sup>

Costo \$58.80L

$$\begin{array}{r} 1\text{L} \quad \$58.8 \\ 0.6\text{L} \quad \quad x \end{array} \quad 0.6\text{L} * \$58.8 / 1\text{L} = \mathbf{\$35.28}$$

**Isopyrazam**

**Costo de jornal**

Se empleó 6 jornales a un costo de \$90 aplicando los tratamientos en un día, siendo el valor de \$15 por cada tratamiento

**Anexo 7.** Cálculo para establecer el costo de la mezcla a base de Diethofencarb(1).

**Dosis de producto total por hectárea 5 galones=18.93 Litros**

Dosis de aceite 1.5 gal

$$\begin{array}{r} 5\text{ gal} \quad 18.93\text{L} \\ 1.50\text{gal} \quad \quad \times \end{array} \quad 1.5\text{gal} * 18.93\text{L} / 5\text{gal} = \mathbf{5.68\text{L}}$$

**Aceite agrícola**

$$\begin{array}{r} \text{Costo } \$2\text{L} \\ 1 \text{ gal} \quad \$2 \\ 1.5\text{gal} \quad \quad \times \end{array} \quad 1.5\text{gal} * \$2 / 1\text{gal} = \mathbf{\$3}$$

Dosis 1% referente al total de aceite

$$\begin{array}{r} 100\% \quad 5.68\text{L} \\ 1.00\% \quad \quad \times \end{array} \quad 1\% * 5.68\text{L} / 100\% = \mathbf{0.0568\text{L}}$$

**Emulsificante**

$$\begin{array}{r} \text{Costo } \$12\text{L} \\ 1\text{L} \quad \$12 \\ 0.0568\text{L} \quad \quad \times \end{array} \quad 0.0568\text{L} * \$12 / 1\text{L} = \mathbf{\$0.68}$$

Dosis 0.6 Lha<sup>-1</sup>

Costo \$28L

**Fungicida (Powmyl)**

**Diethofencarb(1)**

$$\begin{array}{r} 1\text{L} \quad \$28 \\ 0.6\text{L} \quad \quad \times \end{array} \quad 0.6\text{L} * \$28 / 1\text{L} = \mathbf{\$16.8}$$

**Costo de jornal**

Se empleó 6 jornales a un costo de \$90 aplicando los tratamientos en un día, siendo el valor de \$15 por cada tratamiento



**Anexo 9. Cálculo para establecer el costo de la mezcla a base de Pyraclostrobin.**

**Dosis de producto total por hectárea 5 galones=18.93 Litros**

Dosis de aceite 1.5 gal

5	18.93	$1.5\text{gal} * 18.93\text{L}/5\text{gal} = 5.68\text{L}$
1.50	x	

**Aceite agrícola**

Costo \$2L

1gal	2	$1.5\text{gal} * \$2/1\text{gal} = \$3$
1.5gal	x	

Dosis 1% referente al total de aceite

100%	5.68L	$1\% * 5.68\text{L}/100\% = 0.0568\text{L}$
1.00%	x	

**Emulsificante**

Costo \$12L

1L	12	$0.0568\text{L} * \$12/1\text{L} = \$0.68$
0.0568L	0.6816	

Dosis 0.4 Lha<sup>-1</sup>

Costo \$33L

**Fungicida (Regnum)**

**Pyraclostrobin**

1	33	$0.4\text{L} * \$33/1\text{L} = \$13.2$
0.4	x	

**Costo de jornal**

Se empleó 6 jornales a un costo de \$90 aplicando los tratamientos en un día, siendo el valor de \$15 por cada tratamiento

**Anexo 10. Cálculo para establecer el costo de la mezcla a base de Trifloxystrobin.**

**Dosis de producto total por hectárea 5 galones=18.93 Litros**

Dosis de aceite 1.5 gal

5gal	18.93L	$1.5\text{gal} * 18.93\text{L} / 5\text{gal} = \mathbf{5.68L}$
1.50gal	x	

**Aceite agrícola**

Costo \$2L

1gal	\$2	$1.5\text{gal} * \$2 / 1\text{gal} = \mathbf{\$3}$
1.5gal	x	

Dosis 1% referente al  
total de aceite

100%	5.68L	$1\% * 5.68\text{L} / 100\% = \mathbf{0.0568L}$
1.00%	x	

**Emulsificante**

Costo \$12L

1L	\$12	$0.0568\text{L} * \$12 / 1\text{L} = \mathbf{\$0.68}$
0.0568L	x	

Dosis  $0.15\text{Lha}^{-1}$

Costo \$120L

**Fungicida (Tega)**

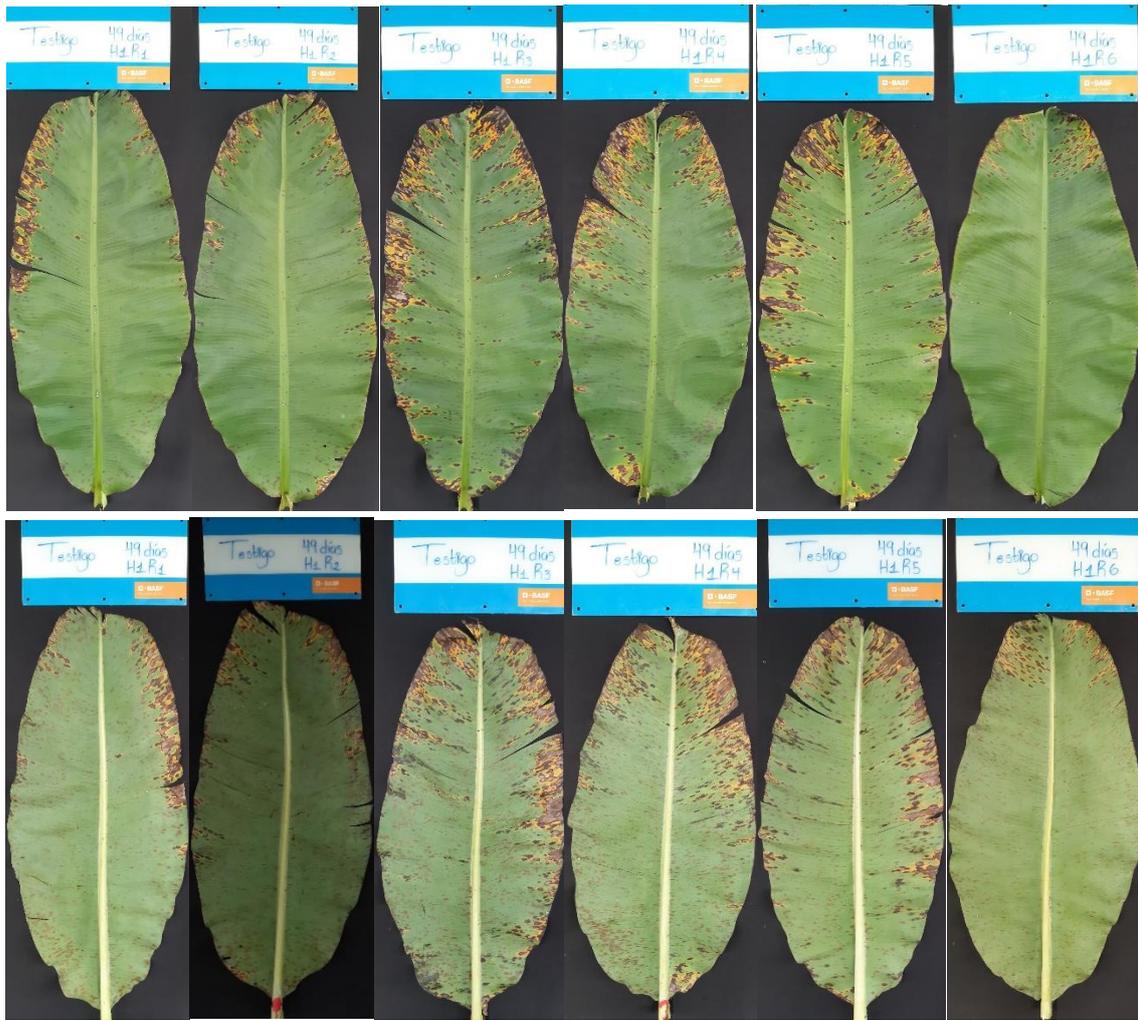
**Trifloxystrobin**

1L	\$120	$0.15\text{L} * \$120 / 1\text{L} = \mathbf{\$18}$
0.15L	x	

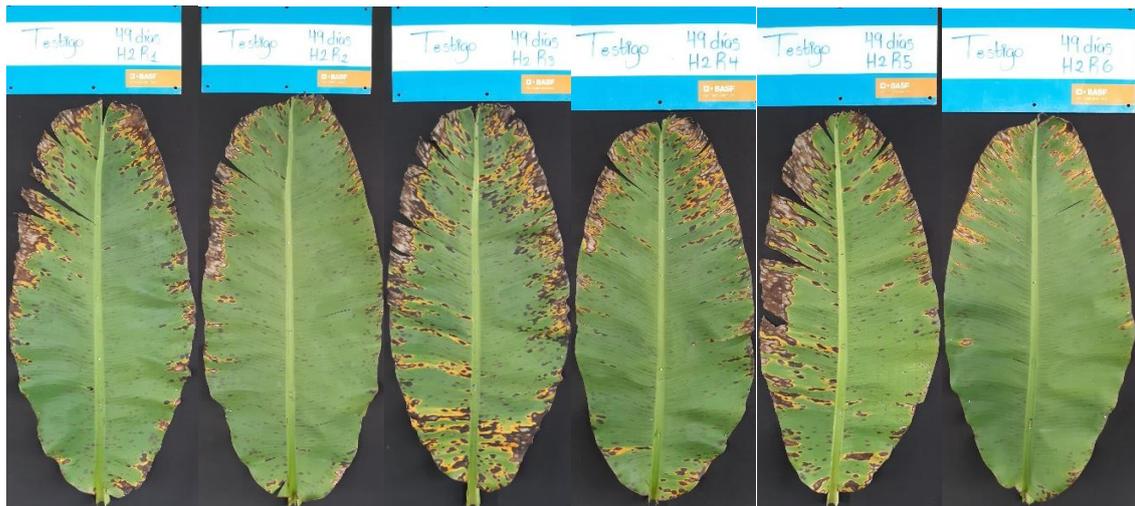
**Costo de jornal**

Se empleó 6 jornales a un costo de \$90 aplicando los tratamientos en un día, siendo el valor de \$15 por cada tratamiento

**Anexo 11.** Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Testigo Hoja 1 haz y envés.



Anexo 12. Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Testigo Hoja 2. haz y envés.





**Anexo 13.** Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Cumora Hoja 1. haz y envés.



**Anexo 14.** Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Cumora Hoja 2. haz y envés.



**Anexo 15.** Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Reflect hoja 1 haz y envés.





Anexo 16. Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Reflect hoja 2 haz y envés.



**Anexo 17.** Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Powmyl hoja 1 haz y envés.



**Anexo 18.** Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Powmyl hoja 2 haz y envés.





Anexo 19. Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Korus hoja 1 haz y envés.



Anexo 20. Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Korus hoja 2 haz y envés.



Anexo 21. Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Regnum hoja 1 haz y envés.





**Anexo 22.** Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Regnum hoja 2 haz y envés.



**Anexo 23.** Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Tega hoja 1 haz y envés.



**Anexo 24.** Cosecha a los 49 DDA, tratamiento Tega hoja 2 haz y envés.





**Anexo 25. Fotos de campo**



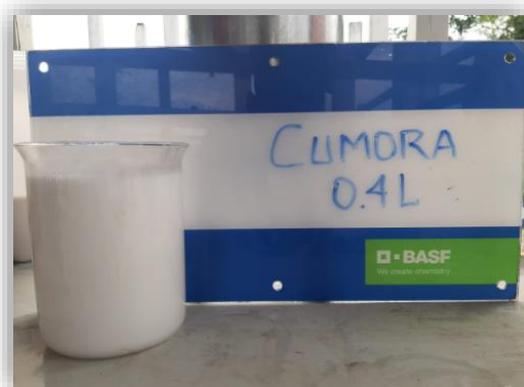
**B. Siembra de plantas**



**A. Fumigación de biofertilizantes**



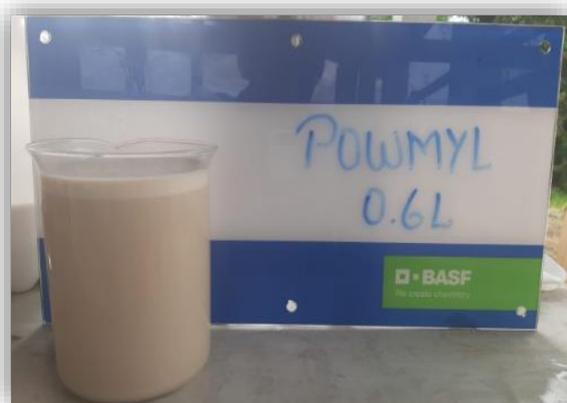
**H.** Mezcla de productos



**C.** Fungicida cumora



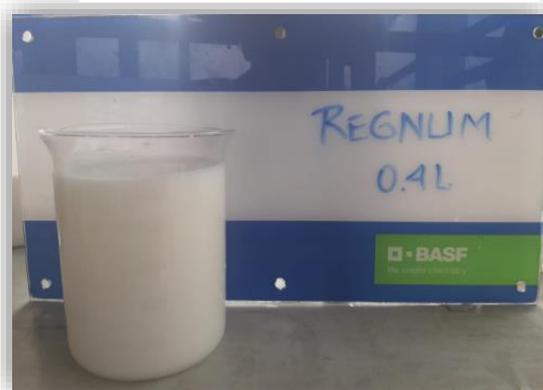
**G.** Fungicida reflect



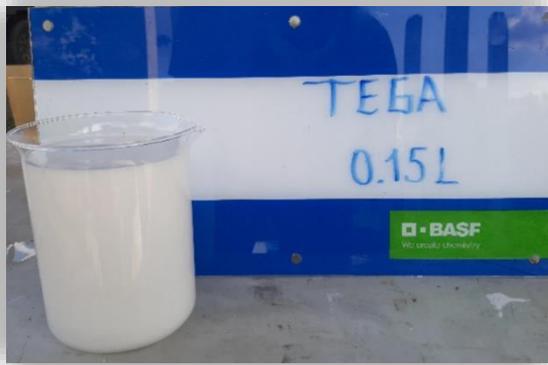
**F.** Fungicida powmyl



**E.** Fungicida korus



**D.** Fungicida regnum



**I.** Fungicida tega



**L.** Aplicación de fungicida



**K.** Aplicación de tratamientos



**J.** Planta fumigada



**N.** Toma de datos



**M.** Evaluación en campo