



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA**

**MODALIDAD SEMIPRESENCIAL**

**CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TEMA DE TESIS**

**“EFECTO DEL BIOESTIMULANTE KELPAK EN MEZCLAS CON FUNGICIDAS QUÍMICOS PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) EN BANANO, EN LA FINCA LA MARÍA”**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGROPECUARIO**

**AUTOR**

**OSWALDO SERAFIN GUTIERREZ JARAMILLO**

**DIRECTOR DE TESIS**

**Ing. JOSÉ FRANCISCO ESPINOSA CARRILLO, MSc.**

**Quevedo - Los Ríos - Ecuador**

**2015**

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

Yo, Oswaldo Serafín Gutiérrez Jaramillo 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.

---

Oswaldo Serafín Gutiérrez Jaramillo

## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS**

El suscrito, Ing. José Francisco Espinosa Carrillo, MSc. Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado Oswaldo Serafin Gutierrez Jaramillo, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, tesis titulada “EFECTO DEL BIOESTIMULANTE KELPAK EN MEZCLAS CON FUNGICIDAS QUÍMICOS PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) EN BANANO, EN LA FINCA LA MARÍA”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

**Ing. JOSÉ FRANCISCO ESPINOSA CARRILLO, MSc.**  
**DIRECTOR DE TESIS**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA**

**MODALIDAD SEMIPRESENCIAL**

**CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TEMA DE TESIS**

**“EFECTO DEL BIOESTIMULANTE KELPAK EN MEZCLAS CON FUNGICIDAS QUÍMICOS PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) EN BANANO, EN LA FINCA LA MARÍA”**

Presentada al Honorable Comité Técnico Académico Administrativo de la Unidad de Estudios a Distancia como requisito previo para la obtención del título de

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

Ing. Freddy Guevara Santana. MSc  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Freddy Sabando Ávila MSc.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Lic. Héctor Castillo Vera MSc  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR**

**2015**

## **AGRADECIMIENTO**

El autor deja constancia de su agradecimiento:

- ✓ A la Universidad Técnica estatal de Quevedo, digna institución de enseñanza e investigación, a través de la Unidad de estudios a Distancia, por recibirme como estudiante.
- ✓ Al Ing. Manuel Haz Álvarez, por su decisión y apoyo a la formación de la U.E.D.
- ✓ Al Ing. Roque Vivas Moreira, MSc., Rector de la UTEQ, por su gestión en beneficio de la comunidad Universitaria.
- ✓ A la Ing. Dominga Rodríguez Angulo, Directora de la UED
- ✓ Al Ing. José Francisco Espinoza Carrillo, MSc., por su apoyo y motivación para la culminación exitosa de la presente investigación.-

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a mi familia por su apoyo incondicional para poder continuar con mis estudios.

A mi padre, Víctor Gutiérrez por su constante apoyo y consejos.

A mi esposa Antonieta Mosquera, quien siempre estuvo a mi lado brindándome su apoyo y confianza para cumplir esta importante meta en mi vida.

A mis hijos Víctor y Angie, quienes han sido siempre mi fuente de inspiración para mi superación personal y profesional.

**Oswaldo Gutiérrez**

## INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS .....	iii
MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
INDICE GENERAL.....	vii
INDICE DE CUADROS.....	xii
INDICE DE GRAFICOS .....	xiv
INDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN EJECUTIVO .....	xvii
SUMMARY.....	xviii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1. Introducción.....	2
1.1. Objetivos .....	3
1.1.1. General .....	3
1.1.2. Específicos.....	3
1.2. Hipótesis .....	3
CAPITULO II .....	4
MARCO TEÓRICO .....	4
2. Fundamentación Teórica.....	5
2.1. Cultivo de banano .....	5
2.1.1. Origen y distribución.....	5
2.1.2. Taxonomía .....	5
2.1.3. Morfología .....	6

2.1.3.1. Raíces .....	6
2.1.3.2. Cormo o rizoma.....	6
2.1.3.3. Seudotallo y hojas .....	7
2.1.3.4. Inflorescencia y racimo.....	8
2.1.3.5. Fruto.....	9
2.1.4. Agroecología del cultivo de banano .....	10
2.2. Sigatoka Negra ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> ) .....	11
2.2.1. Origen .....	11
2.2.2. Importancia .....	11
2.2.3. Agente causal .....	11
2.2.4. Síntomas .....	12
2.2.5. Epidemiología .....	15
2.2.6. Manejo .....	15
2.2.7. Control cultural .....	15
2.2.8. Resistencia genética .....	16
2.2.9. Control químico .....	16
2.2.10. Daños.....	17
2.2.11. Ciclos de la enfermedad.....	17
2.2.12. Reproducción del Hongo.....	18
2.2.13. Liberación y dispersión del hongo.....	19
2.2.14. Gradientes de dispersión .....	19
2.3. Evaluación de daños.....	20
2.3.1. Metodología de Stover .....	20
2.3.2. Preaviso biológico .....	20
2.4. Productos utilizados .....	21
2.4.1. Información y características de Fungicidas utilizados en la investigación .....	22
2.4.1.1. Comet Gold .....	22
2.4.1.2. Cumora .....	23
2.4.1.3. Opal.....	24
2.4.1.4. Polyram DF .....	25



2.4.1.5. Volley .....	26
2.4.2. Condiciones meteorológicas .....	27
2.4.2.1. La Humedad Relativa del aire: HR .....	27
2.4.2.2. La temperatura del aire: °C .....	27
2.4.3. Sistemas de aplicación.....	29
2.4.3.1. Por avión (aplicación aérea).....	29
2.4.3.2. La aplicación terrestre .....	29
2.4.4. Equipos de espalda.....	30
2.4.4.1. La producción de presión .....	30
2.4.5. Equipos de disco rotatorio.....	30
2.4.6. Equipos mecanizados .....	31
2.4.7. Bioestimulantes en la producción Agrícola.....	31
2.4.8. Información y características del Bioestimulante utilizado en la investigación .....	32
2.4.8.1. Kelpak .....	32
2.4.9. Directrices de FRAC para el cultivo de banano.....	34
2.5. Investigaciones relacionadas .....	35
 CAPITULO III .....	 38
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
3. Materiales y métodos .....	39
3.1. Localización y duración del experimento .....	39
3.2. Condiciones meteorológicas .....	39
3.3. Materiales y equipos .....	39
3.4. Tratamientos .....	41
3.4.1. Unidades experimentales (UE) .....	41
3.5. Variables evaluadas.....	42
3.5.1. Estados evolutivos .....	42
3.5.2. Stover modificado por Gauhl.....	42
3.5.3. Emisión Foliar .....	43
3.6. Diseño experimental .....	44

3.6.1. Delineamiento experimental.....	44
3.6.2. Esquema del análisis de varianza .....	44
3.7. Manejo del experimento .....	45
3.8. Análisis económico .....	45
3.8.1. Costos totales por tratamiento .....	45
 CAPITULO IV.....	 46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	46
4. Resultados y discusión.....	47
4.1. Análisis de los resultados.....	47
4.1.1. Incidencia de la enfermedad (E.E) de la sigatoka negra, a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación en la hoja 1 .....	47
4.1.2. Incidencia de la enfermedad (E.E.) de la sigatoka negra a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación, en la hoja 2 .....	50
4.1.3. Estados evolutivos (E.E.) de la sigatoka negra a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación en la hoja 3.....	54
4.1.4. Área foliar afectada (AFA) por la enfermedad de la sigatoka negra a los 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días después de la aplicación en la hoja 1.....	58
4.1.5. Área foliar afectada (AFA) por la enfermedad de la sigatoka negra a los 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días después de la aplicación en la hoja 2.....	64
4.1.6. Área foliar afectada (AFA) por la enfermedad de la sigatoka negra a los 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días después de la aplicación en la hoja 3.....	70
4.1.7. Área foliar (AF) emitida después de aplicación .....	76
4.1.8. Análisis económicos de los tratamientos.....	79
 CAPÍTULO V.....	 80
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	80

5. Conclusiones y Recomendaciones .....	81
5.1. Conclusiones.....	81
5.2. Recomendaciones .....	82
 CAPÍTULO VI.....	 83
BIBLIOGRAFÍA .....	83
6. Literatura Citada.....	84
 CAPITULO VII.....	 86
ANEXOS.....	86
7. Anexos .....	87

## INDICE DE CUADROS

Cuadros	Pág.
1. Fases fenológicas del banano.....	8
2. Requerimiento agroecológico para el cultivo de banano.....	10
3. Directrices de FRAC para el cultivo de Banano .....	34
4. Condiciones meteorológicas de la zona experimental para evaluar el efecto del bioestimulante Kelpak en mezclas con funguicidas químicos para el control de Sigatoka Negra ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> ) en banano, en la finca La María.....	39
5. Materiales y equipos utilizados para evaluar el efecto del bioestimulante Kelpak en mezclas con funguicidas químicos para el control de Sigatoka Negra ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> ) en banano, en la finca La María.....	40
6. Tratamientos para evaluar el efecto del bioestimulante Kelpak en mezclas con funguicidas químicos para el control de Sigatoka Negra ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> ) en banano, en la finca La María.....	41
7. Esquema del experimento para evaluar el efecto del bioestimulante Kelpak en mezclas con funguicidas químicos para el control de Sigatoka Negra ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> ) en banano, en la finca La María.....	42
8. Constantes para cada estadio en las hojas 1, 2 , 3 y 4.....	43
9. Escala de Stover modificada por GAULH .....	43
10. Esquema de análisis de varianza.....	44
11. Incidencia de la enfermedad Semanal en Hoja 1(E.E.).....	49
12. Incidencia de la enfermedad Semanal en Hoja 2 (E.E.).....	53
13. Incidencia de la enfermedad Semanal en hoja 3 (E.E.) .....	57
14. Área Foliar Afectada (AFA) por la enfermedad en la hoja 1 .....	63
15. Area Foliar Afectada (AFA) por la enfermedad en la hoja 2.....	69

16.	Área Foliar Afectada (AFA) por la enfermedad en la hoja 3.....	75
17.	Emisión foliar en tratamientos .....	78
18.	Análisis económico de los tratamientos. ....	79

## INDICE DE GRAFICOS

Gráficos	Pág.
1. Incidencia de la enfermedad en la hoja 1 a los 14 días después de la aplicación. ....	47
2. Incidencia de la enfermedad en la hoja 1 a los 21 días después de la aplicación. ....	48
3. Incidencia de la enfermedad en la hoja 1 a los 28 días después de la aplicación. ....	49
4. Incidencia de la enfermedad en la hoja 2, a los 7 días después de la aplicación. ....	50
5. Incidencia de la enfermedad en la hoja 2 a los 14 días después de la aplicación. ....	51
6. Incidencia de la enfermedad en la hoja 2 a los 21 días después de la aplicación ....	51
7. Incidencia de la enfermedad en la hoja 2 a los 28 días después de la aplicación. ....	52
8. Incidencia de la enfermedad en la hoja 3 al momento de la aplicación ....	54
9. Incidencia de la enfermedad en la hoja 3 a los 7 días después de la aplicación ....	55
10. Incidencia de la enfermedad en la hoja 3 a los 14 días después de la aplicación. ....	55
11. Incidencia de la enfermedad en la hoja 3 a los 21 días después de la aplicación. ....	56
12. Incidencia de la enfermedad en la hoja 3 a los 28 días después de la aplicación ....	57
13. AFA en la hoja 1 a los 14 días después de la aplicación ....	58
14. AFA en la hoja 1 a los 21 días después de la aplicación ....	59
15. AFA en la hoja 1 a los 28 días después de la aplicación ....	59
16. AFA en la hoja 1 a los 35 días después de la aplicación ....	60
17. AFA en la hoja 1 a los 42 días después de la aplicación ....	61

18.	AFA en la hoja 1 a los 49 días después de la aplicación .....	61
19.	AFA en la hoja 1 a los 56 días después de la aplicación .....	62
20.	AFA en la hoja 2 a los 7 días después de la aplicación .....	64
21.	AFA en la hoja 2 a los 14 días después de la aplicación .....	65
22.	AFA en la hoja 2 a los 21 días después de la aplicación .....	65
23.	AFA en la hoja 2 a los 28 días después de la aplicación .....	66
24.	AFA en la hoja 2 a los 35 días después de la aplicación .....	66
25.	AFA en la hoja 2 a los 42 días después de la aplicación .....	67
26.	AFA en la hoja 2 a los 49 días después de la aplicación .....	67
27.	AFA en la hoja 2 a los 56 días después de la aplicación .....	68
28.	AFA en la hoja 3 a los 7 días después de la aplicación .....	70
29.	AFA en la hoja 3 a los 14 días después de la aplicación .....	71
30.	AFA en la hoja 3 a los 21 días después de la aplicación .....	71
31.	AFA en la hoja 3 a los 28 días después de la aplicación .....	72
32.	AFA en la hoja 3 a los 35 días después de la aplicación .....	72
33.	AFA en la hoja 3 a los 42 días después de la aplicación .....	73
34.	AFA en la hoja 3 a los 49 días después de la aplicación .....	73
35.	AFA en la hoja 3 a los 56 días después de la aplicación .....	74
36.	Área foliar emitida a los 7 días después de la aplicación .....	76
37.	Área foliar emitida a los 14, 21 y 28 días después de la aplicación .....	76
38.	Área foliar emitida a los 35, 42, 49 y 56 días después de la aplicación .....	77
39.	Área foliar total emitida de 7 a los 56 días después de la aplicación .....	77

## INDICE DE ANEXOS

Anexos	Pág.
1. Resultados del ADEVA de la incidencia de la enfermedad (E.E.) de la sigatoka negra.....	87
2. Resultados del ADEVA del Área foliar afectada (AFA) por la enfermedad de la sigatoka negra.....	90
3. Resultados del ADEVA del Área foliar emitida.....	96
4. Fotografías de la investigación.....	97
5. Fotografías del área foliar afectada (AFA) en los tratamientos .....	100
6. Comparación de AFA a los 56 días entre los tratamientos .....	106
7. Dosificación de las mezclas y Mapa de los tratamientos .....	108
8. Ciclos de la enfermedad de la sigatoka negra .....	111
9. Escala de stover modificado por gauhl.....	112



## RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se efectuó en la finca “la María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el kilómetro 7 de la vía Quevedo- El Empalme. Tuvo una duración de 60 días en la temporada invernal del año 2014. El objetivo general de la investigación fue Evaluar el efecto del bioestimulante kelpak en mezclas con fungicidas químicos para el control de sigatoka negra en banano. Y los objetivos específicos: Evaluar el bioestimulante Kelpak en mezcla con los fungicidas químicos en el control de los primeros estadios de la enfermedad Sigatoka Negra en banano. Establecer el tiempo de vida de la hoja con la aplicación del bioestimulante kelpak, más fungicidas químicos para el control de la sigatoka negra en banano, Determinar la emisión del área foliar de la hoja de banano con la aplicación del bioestimulante kelpak. Y realizar el análisis económico con la aplicación del bioestimulante kelpak más fungicidas químicos para el control de la sigatoka negra en banano. La respuesta a esta investigación se determinó utilizando un Diseño Completamente al Azar (DCA). Con 12 tratamientos, cada tratamiento con 5 plantas de Banano, en donde una planta de banano representa una unidad experimental. Los datos fueron analizados en el programa estadístico INFOSTAT. En resultados en cuanto a las mezclas de los fungicidas opal, volley, comet gold, polyram con el bioestimulante kelpak, al comparar las medias con la aplicación de los fungicidas opal, volley, comet gold y polyram, estos no muestran diferencias estadísticas entre las medias. En lo que respecta al control de la enfermedad de la sigatoka a los 56 días los mejores fueron el tratamiento 10 comet gold (2,96), el T5 comet gold + kelpak (3,04), el T1 opal + kelpak (3,64) y e T6 opal (4,04), versus el testigo T12 (6,74). En cuanto a la mejor emisión foliar lo tuvo el T5 comet gold + kelpak (76574,64).

## SUMMARY

This research was conducted at the " Maria " State Technical University of Quevedo , located at kilometer 7 Quevedo- El Empalme route. Lasted 60 days in de winter season of the year 2014. The overall objective of the research was to evaluate the effect of bioestimulante Kelpak in mixtures with chemical fungicides for control of black sigatoka in banana. And the specific objectives : To evaluate the bioestimulante Kelpak mixed with chemical fungicides in controlling the early stages of the Black Sigatoka disease in banana. Set the lifetime of the sheet with the application of bioestimulante Kelpak , more chemical fungicides for control of black sigatoka in banana determine the emission of leaf area of banana leaf with the application of bioestimulante Kelpak . And make economic analysis to the implementation of bioestimulante Kelpak more chemical fungicides for control of black sigatoka in banana. The answer to this research was determined using a Completely Randomized Design (DCA ) . With 12 treatments, each treatment with 5 floors Banana, where a banana plant represents an experimental unit. Data were analyzed in the INFOSTAT statistical program. In results regarding mixtures opal fungicides, volley, comet gold, Polyram with biostimulante Kelpak, to compare means the application of fungicides opal, volley, comet gold and Polyram, they show no statistical difference between the means. In regard to control sigatoka disease at 56 days were the best treatment 10 comet gold ( 2.96 ), the T5 comet gold + Kelpak (3.04 ), the T1 opal + Kelpak (3, 64 ) e T6 opal (4.04 ) , versus the witness T12 (6.74 ) . As for the best leaf emission what had the T5 comet gold + Kelpak ( 76574.64 ).

**CAPÍTULO I**  
**MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1. Introducción

La Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) es la enfermedad más importante que afecta la producción comercial de bananos y plátanos (*Musa* spp.) en la mayoría de las regiones productoras del mundo (**Orozco & Orozco , 2008**).

La Sigatoka negra es causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, es una de las enfermedades más destructivas que afectan los cultivos de plátano y banano a escala mundial. La enfermedad produce destrucción rápida del área foliar, reduce la capacidad fotosintética de la planta, estimula la maduración precoz de los racimos y daña por consiguiente la calidad de la fruta, al reducir hasta en un 60% el peso de los racimos, cuando no se implementan medidas de control efectivas (**Blanco, 2015**).

La Sigatoka negra ha ocasionado graves pérdidas en la producción comercial de bananos y ha modificado el manejo de las plantaciones, principalmente los programas de control químico. Esto ha traído como consecuencia un incremento en los costos de producción del cultivo. En la actualidad, el combate de la Sigatoka negra en bananos depende principalmente de la aplicación continua de fungicidas con las consecuencias fuertemente documentadas, como es el caso de pérdida de sensibilidad de *M. fijiensis* a diversos grupos químicos contaminación ambiental y residuos en frutos. Esta situación, hace necesario la búsqueda de alternativas para incluirlas dentro de un programa de manejo integrado de la enfermedad. Las prácticas agronómicas tienen un papel importante en el manejo de las plantaciones, ya que permiten proporcionarle las condiciones favorables para el desarrollo de las plantas y evitar un ambiente microclimático propicio para la enfermedad. Para la producción comercial de bananos y plátanos es necesario contar con un programa de manejo integrado de Sigatoka negra, para lo cual se requiere tener un conocimiento detallado de la enfermedad por parte de técnicos y productores relacionados con la producción de estas musáceas (**Orozco & Orozco , 2008**).

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. General**

Evaluar el efecto del bioestimulante kelpak en mezclas con fungicidas químicos para el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano”, en la finca La María.

### **1.1.2. Específicos**

- Evaluar el bioestimulante Kelpak en mezcla con los fungicidas químicos en el control de los primeros estadios de la enfermedad Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano.
- Establecer el tiempo de vida de la hoja con la aplicación del bioestimulante kelpak, más fungicidas químicos para el control de la sigatoka negra en banano.
- Determinar la emisión del área foliar de la hoja de banano con la aplicación del bioestimulante kelpak.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

## **1.2. Hipótesis**

- La mezcla del bioestimulante Kelpak a una dosis de 1 litro por hectárea, con el fungicida químico Comet Gold a una dosis de 1 litro por hectárea, es homogénea y no afecta el control de la enfermedad de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

## **2. Fundamentación Teórica**

### **2.1. Cultivo de banano**

#### **2.1.1. Origen y distribución**

Se presume que el llamado centro de origen del banano se encuentra ubicado en el sureste asiático e Indochina y que es en esta región donde ocurrió su domesticación, o sea, donde se extrajo del bosque para ser cultivado. Posiblemente el banano primeramente se usó como fuente de fibra o sus hojas como envoltura. La fruta fue seleccionada por su facilidad para ser consumida cruda, y esta es una de sus mayores cualidades hasta hoy, cuando todavía sirve como postre de fácil consumo. Sus características paternocarpicas (esto es que su fruto se desarrolla sin polinización) y la ausencia de semillas, son posibles razones para su elección como cultivo. Estos son rasgos de los tipos cultivados más dulces, conocidos por sus características genéticas como triploides AAA, y de los tipos almidonados de cocina conocidas como AAB **(Ortiz R, Lopez A, Ponchner S, Segura A, 2007).**

#### **2.1.2. Taxonomía**

El banano pertenece a la familia de las musáceas y se conoce con el nombre científico de Musa Spp. El nombre banano es originario de África y se aplica principalmente a los cultivares cuya fruta es de consumo fresco como el Gros michel y el Cavendish. Los bananos y plátanos modernos se originaron en las regiones del sureste Asiático y el Pacífico occidental **(Ortiz R, Lopez A, Ponchner S, Segura A, 2007).**

### **2.1.3. Morfología**

#### **2.1.3.1. Raíces**

El sistema radicular de las plantas de banano es adventicio, o sea, la mayor parte se encuentra creciendo cerca de la superficie del suelo (primeros 50 cm aproximadamente). Está compuesto por un eje radicular, del cual se producen las raíces laterales primarias (de primer orden), a partir de ellas se desarrollan las raíces laterales secundarias (de segundo orden).

Grupos de tres a cuatro ejes de raíces blancas y carnosas de 5 a 8 mm de grosor emergen usualmente de un primordio común en la llamada “zona marginal” y atraviesan la corteza para emerger por el cormo. Estas raíces pueden llegar a medir hasta 5 o 10 metros, pero generalmente solo miden entre 1 y 2 metros.

Los pelos radiculares se desarrollan a partir de los extremos del eje radicular y son los principales responsables de la absorción de agua y nutrientes. La planta de banano sigue produciendo raíces hasta la floración o el momento que emerge la inflorescencia. Sin embargo, las raíces pueden permanecer vivas y funcionales después de la floración. La planta saludable debe producir entre doscientas y quinientas raíces **(Ortiz R, Lopez A, Ponchner S, Segura A, 2007)**.

#### **2.1.3.2. Cormo o rizoma**

La mayoría de los autores han llamado cormo al tallo subterráneo del banano. Algunos le llaman rizoma. De cualquier manera, este es el verdadero tallo del banano, de donde se originan las hojas que parten del meristemo apical que se encuentra en la parte superior. El tallo está formado por muchos entrenudos cortos cubiertos externamente por la base de las hojas, y de los nudos brotan las raíces adventicias **(Ortiz R, Lopez A, Ponchner S, Segura A, 2007)**.



Ahora bien, durante la producción de hojas se producen los "hijos", que son yemas laterales que salen del cormo original opuestas a cada hoja en un ángulo de 180° (**Ortiz R, Lopez A, Ponchner S, Segura A, 2007**).

El cormo es un importante órgano de almacenamiento que ayuda a sustentar el crecimiento del racimo y desarrollo de los "hijos" de la planta. Antes de la floración el cormo contiene cerca del 35% del total de materia orgánica de la planta. Este porcentaje baja a un 20% al momento de madurez del fruto, conforme las reservas se redistribuyen durante el crecimiento (**Ortiz R, Lopez A, Ponchner S, Segura A, 2007**).

#### **2.1.3.3. Seudotallo y hojas**

Elseudotallo está formado por las vainas envolventes de las hojas, las primeras hojas del hijo se producen partiendo del meristemo central y se conocen como hojas escala, seguidas por las hojas angostas (de espada) y finalmente se forman las hojas maduras del tamaño completo, cerca de los seis meses de edad de la planta. Las hojas de mayor tamaño se producen al momento de la floración. Estas constituyen una estructura fuerte y resistente que permite soportar el peso de las hojas y las inflorescencias (racimos) que pueden llegar a pesar hasta 75 kilogramos (**Ortiz R, Lopez A, Ponchner S, Segura A, 2007**).

El verdadero tallo aéreo se inicia a partir del cormo y termina en la inflorescencia. Su función es de conexión vascular entre las hojas y las raíces, y los frutos y las hojas. Por otra parte las hojas se componen de cuatro partes: vaina, peciolo, lámina y apéndice, que se desarrollan de modo distinto, de acuerdo con la edad de la planta. La vaina es la parte inferior y envolvente de la hoja. El peciolo es redondeado y acanalado y se extiende en la parte central de la lámina formando la nervadura. La lámina se desarrolla en el centro delseudotallo como un cilindro enrollado y puede llegar a medir entre 1,5 y 2,8 m de largo, por entre 0,7 y 1 m de ancho (**Ortiz R, Lopez A, Ponchner S, Segura A, 2007**).

Cuadro 1. Fases fenológicas del banano

Fases	Estado de desarrollo	Descripción
Fase Infantil	Yema	Desarrollo de un meristema lateral del rizoma
	F <sub>10</sub>	Primera hoja con un mínimo de 10 cm de ancho
	Fm	Primera hoja con relación foliar mínima
Fase juvenil	DF	Diferenciación foliar
	EF	Iniciación floral
	F	Floración
Fase reproductiva	C	Cosecha

Fuente: (Pozo, 2009).

Se puede considerar que la emisión de la hoja bandera es un criterio confiable de crecimiento y que debería ser utilizado en todos los estudios de fisiología y también dentro del contexto de un sistema de advertencia, sobre el estado de desarrollo de la planta, que puede ser perturbado por las condiciones de cultivo (Pozo, 2009).

#### 2.1.3.4. Inflorescencia y racimo

En determinado momento del desarrollo de acuerdo con un estímulo todavía no dilucidado, el meristemo apical de la base del pseudotallo deja de producir hojas e inicia la producción de una inflorescencia (Ortiz R, Lopez A, Ponchner S, Segura A, 2007).

Cuando se han producido cerca de veinte hojas, surge el tallo floral, cuya continuación forma el eje de la inflorescencia. En este eje las hojas son reemplazadas por brácteas; aparecen las brácteas femeninas seguidas de las brácteas masculinas. Las tres o cuatro primeras brácteas no cubren ninguna flor. Las brácteas son hojas modificadas cuyo ápice muestra prolongaciones similares en color y estructuras a las láminas foliares. En el extremo superior de los cojines florales salen algunas brácteas caedizas. El resto de ellas forman una masa compacta y permanente conocida como la bellota o chira (Ortiz R, Lopez A, Ponchner S, Segura A, 2007).

La inflorescencia está formada por glomérulos florales o grupos de flores dispuestas en dos hileras e insertadas en abultamientos del raquis conocidos como coronas. En términos comerciales, a esto se lo conoce como “manos” **(Ortiz R, Lopez A, Ponchner S, Segura A, 2007).**

Por su parte, las flores corresponden a tres clases que son:

- a) Pistiladas, en las manos superiores
- b) Neutras, en la sección central; y
- c) Estaminadas, en el punto terminal del racimo **(Ortiz R, Lopez A, Ponchner S, Segura A, 2007).**

Después de las flores pistiladas, hay una zona de flores neutras o hermafroditas que son eliminadas en las plantaciones comerciales durante la operación conocida como desmane. El perianto de la flor se forma de dos pétalos (mayor y menor). El ovario es un cuerpo alargado y angosto en la base, generalmente curvo. El ápice es plano y ancho y en él se inserta el perianto, el pistilo y los estambres. El ovario es trilocular, con óvulos en filas longitudinales. Los frutos individuales que se desarrollan en las flores femeninas se conocen como dedos **(Ortiz R, Lopez A, Ponchner S, Segura A, 2007).**

#### **2.1.3.5. Fruto**

El fruto de banano se caracteriza botánicamente como una cereza con pericarpo. El fruto se forma partiendo de los ovarios de las flores pistiladas que muestran un gran aumento en volumen. La forma del fruto varia con el cultivar y el color es generalmente amarillo, aunque existen tipos de color rojo bronceado o listados de amarillo y verde, la parte comestible es el resultado del engrosamiento de las paredes del ovario convertido en una masa parenquimatosa cargada de azúcar y almidón. El desarrollo del fruto es paternocarpico, o sea sin polinización. Los frutos son estériles debido a una serie de causas que incluyen genes específicos de esterilidad femenina,

triploidia y cambios cromosómicos (**Ortiz R, Lopez A, Ponchner S, Segura A, 2007**).

Comercialmente, es muy importante obtener un numero balanceado de dedos por mano, dedos más largos (mayores de 25 cm), con buen diámetro interno y externo sin mucha curvatura. Se prefieren los racimos de forma cilíndrica en comparación con los racimos de forma cónica. Esto varia de un cultivar a otro con las condiciones climáticas y de manejo (**Ortiz R, Lopez A, Ponchner S, Segura A, 2007**).

#### 2.1.4. Agroecología del cultivo de banano

El cultivo de banano se desarrolla en zonas tropicales, húmedas y cálidas. Presenta un crecimiento continuo y su inflorescencia aparece una vez al final de cada ciclo. Su velocidad de crecimiento es extraordinaria, y su vigor vegetativo solo puede darse bajo condiciones ecológicas apropiadas (**Pozo, 2009**).

Cuadro 2. Requerimiento agroecológico para el cultivo de banano

Requerimiento Rango de desarrollo		Nivel Optimo
Altitud	0 - 800 m.s.n.m.	0 - 300
Precipitación	100 - 180 mm agua/mes	-
Temperatura	21 - 29,5 °C	-
Humedad		
Relativa	65 - 95%	70 - 80 %
Suelos	francos: arenoso, arcillosos, arcillo limosos o limosos deben tener buen drenaje interno y fertilidad, su profundidad debe ser de 1,2 a 1,5 metros con un pH de 6,5 a 7,5.	
Luminosidad	1500 horas luz/año	

Fuente: (**Pozo, 2009**)

## **2.2. Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*)**

### **2.2.1. Origen**

La sigatoka negra apareció en el Ecuador apareció en Esmeraldas en la hacienda “TIMBRE” el 30 de Enero de 1987, para luego diseminarse por las Provincias de Los Ríos, Cañar, Guayas y El Oro (**Tumbaco, 2011**).

### **2.2.2. Importancia**

La Sigatoka negra, causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, es la enfermedad foliar que representa la principal limitante en la producción de musáceas (plátano y banano) a nivel mundial. La enfermedad afecta el área foliar fotosintética de la planta y, en consecuencia, los racimos y los frutos tienen un menor peso en comparación con plantas sanas. Adicionalmente, infecciones severas de la Sigatoka negra causan la madurez prematura del fruto (**Alvarez & Pantoja, 2013**).

### **2.2.3. Agente causal**

El primer registro de *Mycosphaerella* fue hecho por Leach en 1964, quien estableció que el patógeno tenía un estado imperfecto del tipo *Cercospora*. Observaciones posteriores han permitido establecer que el hongo posee algunas variaciones taxonómicas que lo clasifican dentro del género *Paracercospora* (**leon, 2007**).

El patógeno una vez ha penetrado al hospedero a través de los estomas, inicia un proceso de colonización intercelular e intracelular hasta la formación de conidióforos de *P.Fijiensis* que aparecen y continúan emergiendo en mayor cantidad por el envés de las hojas, desde el primer estado de la enfermedad hasta el desarrollo completo de la lesión (**leon, 2007**).

Con el desarrollo de la lesión, las cámaras estomáticas colonizadas por *P. Fijiensis*, son rápidamente utilizadas para la formación de estructuras sexuales que darán origen a peritecios del hongo. Los peritecios aparecen cuando el tejido se necrosa y adquiere una coloración café claro o gris (leon, 2007).

El síndrome de las enfermedades del banano es causado por un complejo de hongos que están íntimamente relacionados entre sí y son: La Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*) y la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) (leon, 2007).

Su taxonomía es la siguiente. Meredith.

División	:	Mycota
Subdivisión	:	Eumycotina
Serie	:	Discomycetes
Subclase	:	Loculoascomycetidas
Orden	:	Dothideales
Familia	:	Dothideaceae
Género	:	Mycosphaerella
Especie	:	fijiensis
Variedad	:	diformis

**Fuente: (leon, 2007).**

#### **2.2.4. Síntomas**

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

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

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

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

Estado 4. Manchas ovaladas de color café en el envés y negro en el haz.

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

Estado 6. Manchas con centro seco y hundido, de coloración marrón clara, rodeadas de tejido clorótico **(Alvarez & Pantoja, 2013)**.

En plantaciones con bajo nivel de infección, los signos de “Raya Negra” o Sigatoka Negra pueden ser fácilmente confundidos con los signos de la Sigatoka común o Amarilla, especialmente en plantas jóvenes o en colinos bandera u orejones, donde las manchas individuales presentan una apariencia circular a ovalada de igual color y aspecto. En ataques severos, La “Raya Negra” es inconfundible en plantas desarrolladas aun sin racimo, por la gran cantidad de rayas y manchas de color café a negro que pueden cubrir toda el área foliar en forma descendente desde la tercera hoja más joven abierta. La enfermedad evoluciona en la planta a través de la siguiente secuencia **(leon, 2007)**.

1. Pequeñas líneas de color rojo a café se hacen visibles únicamente en el envés de la hoja; estas líneas, conocidas como pizcas, en condiciones naturales aparecen primordialmente cerca del lado izquierdo de la hoja y particularmente en el ápice.
2. Con el transcurso del tiempo las pizcas se hacen más amplias, se alargan tomando rayas café paralelas a la venación, las que pueden ser visibles por el haz. Su distribución sobre las hojas puede ser muy variable; sin embargo, es común encontrar grupos de líneas o estrías en

toda la hoja o en el borde, o en bandas sobre la lámina foliar que se conservan paralelas a la vena central

3. La estria continúa alargándose hasta llegar a tener una longitud que va desde 5 hasta 20 mm. Cambiando su coloración a un tono café oscuro a negro. Su distribución sobre la hoja, de ahí en adelante, no varía en cuanto a lo descrito anteriormente.
4. Estrías aisladas se ensanchan formando una mancha elíptica, aunque normalmente varias estrías coalescen dando origen a una mancha irregular negra. En este estado es común encontrar, temprano en la mañana, en presencia de rocío o después de las lluvias, un borde húmedo alrededor de la mancha.
5. Las manchas comienzan a secarse, originando depresión en el tejido enfermo; es común que a partir de este estado las manchas presenten amarillamiento del tejido circundante.
6. La mancha original se seca completamente y adquiere un color café claro, que con el tiempo llega a tonalidades aún más claras. La mancha en sí, se rodea de un borde oscuro y tejido clorótico. En casos severos de infección, las hojas enfermas se secan y mueren dentro de las tres a cuatro semanas siguientes a la aparición de los primeros signos. En tales casos las plantas antes de la cosecha llegan a perder la totalidad de su follaje **(leon, 2007)**.

En líneas generales se podría decir que los efectos de la enfermedad sobre la planta son: defoliación, reducción del vigor vegetativo, pérdida del peso de los racimos, maduración precoz y pérdida de la calidad de la fruta **(leon, 2007)**.



### **2.2.5. Epidemiología**

El desarrollo de la enfermedad se encuentra directamente influenciado por las condiciones climáticas, susceptibilidad de la variedad sembrada y manejo del cultivo. Las zonas más afectadas por la Sigatoka negra se caracterizan por tener una precipitación mayor a 1.400 mm anuales, humedad relativa mayor al 80% y temperatura promedio entre 23 a 28 °C. La enfermedad es más agresiva en épocas lluviosas, debido a la presencia continua de una lámina de agua sobre las hojas, que favorece los procesos de liberación e infección de las esporas **(Alvarez & Pantoja, 2013)**.

### **2.2.6. Manejo**

La Sigatoka negra debe ser controlada mediante un manejo integrado de la enfermedad (MIE). El MIE ofrece a los productores soluciones efectivas, seguras y sostenibles; su éxito se logra en la medida en que exista habilidad para combinar diferentes prácticas compatibles y aplicables en el agroecosistema, basadas en principios ecológicos, económicos y técnicos. A continuación se describen los principales métodos para el manejo de la enfermedad **(Alvarez & Pantoja, 2013)**.

### **2.2.7. Control cultural**

Está orientado a reducir las fuentes de inóculo del patógeno y a mejorar las condiciones de la planta de plátano o banano para minimizar el impacto de la Sigatoka negra **(Alvarez & Pantoja, 2013)**.

Se tienen en cuenta las siguientes prácticas:

- Usar material de siembra certificado o sano.
- Construir drenajes para evitar saturación de agua en el suelo.
- Sembrar cultivos asociados como maíz y café.

- Aplicar fertilizante mineral que aporte especialmente Fósforo (P), Potasio (K) y Calcio (Ca) y suplementar con la aplicación de materia orgánica, lixiviados de raquis de plátano y biofertilizantes.
- Deshoje: Se recomienda si la hoja está afectada en su totalidad o en más del 50%. En caso contrario haga cirugía, es decir, remueva fragmentos de la hoja afectada con estados 3 a 6, cada 15 días en época de lluvias y 20 a 30 días en épocas secas. Las hojas deben ser trozadas para acelerar su degradación en el suelo.
- Manejo de malezas, plagas, nematodos fitoparásitos y otras enfermedades del cultivo.
- Deshije, desague, desbellote, desmane y embolsado del racimo.

#### **2.2.8. Resistencia genética**

Algunas variedades del género Musa han mostrado resistencia parcial a la Sigatoka negra, es decir, la planta puede ser afectada por la enfermedad, pero el área de las lesiones y la capacidad de esporulación son menor y el tiempo de evolución de los síntomas es más lento que en variedades altamente susceptibles. Instituciones como la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) han desarrollado cultivares de plátano y banano con resistencia parcial a la Sigatoka negra. Tenga en cuenta que las variedades resistentes conocidas difieren en características como apariencia, tamaño, sabor, textura y madurez poscosecha (**Alvarez & Pantoja, 2013**).

#### **2.2.9. Control químico**

La aplicación de fungicidas químicos puede disminuir el daño ocasionado por la Sigatoka negra, pero su uso debe ser justificado y supervisado, evitando sobre costos y daños a la salud y al medio ambiente. Tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Aplique fungicidas solo bajo condiciones de alta presión de inóculo (variedad susceptible, época de lluvias y temperatura >23 °C).
- Consulte a un ingeniero agrónomo para la recomendación del control químico.

- Antes de la aplicación, efectúe la práctica de deshoje y/o cirugía.
- Intercale el modo de acción de los fungicidas (Sistémico-Contacto) para evitar la aparición de poblaciones del hongo resistentes a la aplicación de fungicidas.
- Use aditivos dispersantes y coadyuvantes para mejorar la efectividad de la aplicación.
- Haga las aplicaciones en la mañana o en la tarde y use elementos de protección **(Alvarez & Pantoja, 2013)**.

#### **2.2.10. Daños**

La “quemazón” que produce la enfermedad afecta el proceso fotosintético, ya que el área foliar se reduce en proporción a la severidad del ataque, ocasionando una disminución del normal crecimiento de la planta, tanto en la emisión foliar como de hijuelos **(Pozo, 2009)**.

La necrosis y la reducción del área foliar ocasionada por la enfermedad resulta en una disminución de entre el 20 al 70% en el rendimiento de las cosechas, siempre y cuando no existan métodos de control apropiados **(Pozo, 2009)**.

La enfermedad afecta el proceso normal de maduración de la fruta, ocasionando el amarillamiento precoz del racimo. Además de presentar dedos cortos y deformes, pulpa crema y de sabor ligeramente ácido. Otro efecto negativo de la enfermedad está relacionado con la aplicación de fungicidas para su control, la cual representa hasta el 40% de los costos totales de producción, disminuyendo las ganancias y ocasionando un aumento en el grado de contaminación ambiental y los daños potenciales a la salud humana **(Pozo, 2009)**.

#### **2.2.11. Ciclos de la enfermedad**

El ciclo de la vida del agente causal de la “Raya Negra” se inicia con la deposición de las ascosporas o conidios del hongo, que han sido liberados por el viento, sobre las hojas libres de la enfermedad. Bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y en presencia de agua libre en la superficie de la

hoja, el proceso de germinación ocurre en una hora o algo más. La penetración al hospedero está condicionada por el tiempo que dure la película de agua sobre la hoja y la humedad relativa, pero normalmente ocurre en un lapso de dos a tres días **(leon, 2007)**.

El periodo de incubación del hongo, referido como el tiempo entre germinación y aparición de la primera pizca dura 17 días, mientras que el periodo de latencia o sea hasta la aparición de conidióforos y conidios, que se forman en el estado de estría, ocurre 28 días luego de la infección. Ascoporas maduras de *M. Fijiensis* se pueden observar 49 días después de la infección **(leon, 2007)**.

Durante los meses de verano los periodos de incubación y latencia, la transición de la infección a cada uno de los signos y la formación de peritecios presentan en promedio una mayor duración que se refleja en un retardo en la manifestación de signos y por ende la formación de conidios, peritecios y ascoporas. Las condiciones ambientales, el estado fisiológico y grado de nutrición de la planta, la virulencia del patógeno junto con la concentración de esporas o conidias, son determinantes en la intensidad de la infección y la evolución a cada uno de los estadios de desarrollo de la enfermedad **(leon, 2007)**.

#### **2.2.12. Reproducción del Hongo**

Sobre las manchas que caracterizan a la enfermedad se producen dos tipos diferentes de inoculo que corresponden al estado asexual y sexual del patógeno **(leon, 2007)**.

Los conidióforos (asexual) de *P. Fijiensis* se forman en el campo desde el estado de estría hasta el estado de mancha. Conteo de conidióforos y conidias en cada estado de desarrollo de la enfermedad, indican que una mayor cantidad de conidióforos se producen en el segundo estado de estría. La producción de ascoporas (sexual) de *M.Fijiensis* está condicionado por la cantidad de estructuras del patógeno por unidad de área y esta a su vez por

factores de densidad de infección, susceptibilidad del hospedero, madurez de las formaciones fungosas y condiciones ambientales **(leon, 2007)**.

#### **2.2.13. Liberación y dispersión del hongo**

La liberación de conidios de *P.Fijiensis*, es principalmente efectuada por el agua en forma de lluvia o rocío y por el viento aunque una alta frecuencia de dispersión se presenta mediante un efecto conjunto de dos de estos factores. Gotas de lluvia que ruedan sobre las hojas, arrastran conidios a áreas, plantas u hojas ubicadas en sitios inferiores al lugar de la lesión. Estas gotas, cargadas de conidios, eventualmente son impactadas por nueva gotas de lluvia que logran impulsar micro gotas ascendentes que se depositan finalmente en áreas superiores de la planta o logran ser liberadas al ambiente para su diseminación eólica **(leon, 2007)**.

Las ascosporas de *M. Fijiensis* son impulsadas por una acción de eyección simple del peritecio que las sitúa en estratos atmosféricos favorables para su diseminación. Una observación detallada de las interacciones patógeno medio ambiente, en especial con los factores lluvia y humedad relativa, revela la importancia y concomitancia necesaria entre agua libre y turgencia del tejido para inducir la liberación de esporas. Humedades relativas superiores al 90% inducen la liberación en el ambiente por efecto de la formación de rocío o agua libre en la superficie de la hoja, favoreciéndose así la turgencia de los peritecios **(leon, 2007)**.

#### **2.2.14. Gradientes de dispersión**

Por efectos eólicos, la enfermedad se diseminó desde un comienzo en sentido del viento encontrándose dos meses después a más o menos dos kilómetros de su sitio de aparición, afectando todas las fincas aledañas al área foco y cubriendo una extensión aproximada de 400 has. Cinco meses después de su ocurrencia el patógeno continuaba diseminándose en el mismo sentido.

Posteriormente ocurrió un periodo de relativa inactividad, para continuar apareciendo en otras plantaciones, presentándose en forma continua una distribución concéntrica en torno a un sitio foco del patógeno **(leon, 2007)**.

## **2.3. Evaluación de daños**

### **2.3.1. Metodología de Stover**

Para la evaluación del estado de infección de la sigatoka negra en el follaje se han utilizado diferentes tipos de escalas. Se ha generalizado el uso de la escala de Stover modificada por Gauhl **(Ortiz R, Lopez A, Ponchner S, Segura A, 2007)**.

El sistema consiste en una estimación visual del área foliar afectada en todas las hojas de la planta, sin necesidad de bajar la hoja. Para esto se toma en cuenta todas las hojas presentes, excepto la hoja candela o cigarro **(Pozo, 2009)**.

### **2.3.2. Preaviso biológico**

Las observaciones epidemiológicas descritas anteriormente, el establecimiento de la relación incidencia - severidad y el comportamiento de la enfermedad en relación con las condiciones ambientales, indican que es completamente factible implementar programas de preaviso para el manejo del patógeno **(leon, 2007)**.

Hay varios sistemas propuestos los cuales se fundamentan en la evolución de la enfermedad y en las condiciones del clima. Según el método de Fages y Jiménez, las aspersiones se efectúan con base en el nivel de infección de la hoja No 4 **(leon, 2007)**.

En cada plantación se efectúan evaluaciones semanales en diez plantas fijas, seleccionadas desde su estado juvenil, las cuales se reemplazan al bellotear o

cuando están demasiado altas. Las observaciones se hacen en el envés y ápice de la hoja, en la cual se registra y cuantifica la presencia de los seis estados de desarrollo de la enfermedad. En la aérea de lectura de la hoja se determina el estado más avanzado, el cual es calificado con el coeficiente previamente asignado en la siguiente escala: **(leon, 2007)**.

La severidad del signo dominante se califica con menos (-) cuando se observan hasta 50 lesiones por hoja, y con más (+) cuando supera las cincuenta lesiones. Al sumar los valores calificados en las diez plantas se obtiene el “NIH” de la respectiva semana. Estos valores se grafican para determinar la fecha de aspersión, con base en el comportamiento de la curva **(leon, 2007)**.

Dentro de las evaluaciones se debe considerar la emisión foliar (número de hojas) de la planta; el estado de la hoja bandera; el nivel de infección de las hojas II, III y IV, considerando los estadios de desarrollo para la Sigatoka negra descritos por Foure **(Pozo, 2009)**.

## **2.4. Productos utilizados**

El control químico se hace con aspersiones aéreas y terrestres en las que se utilizan fungicidas (de contactos y sistémicos), aceites minerales y emulsificantes.

Los fungicidas de contacto protegen solo las partes de la hoja cubiertas por la aspersión impidiendo la germinación de las esporas, sin tener acción sobre las Infecciones establecidas. Por ser de acción preventiva es necesario aplicarlos con mayor frecuencia **(leon, 2007)**.

Los fungicidas sistémicos tienen acción preventiva y curativa; al ser absorbidos, se movilizan por diferentes partes de la planta. El ingrediente activo actúa sobre sitios específicos de las células del hongo, induciendo la formación de razas resistentes si se aplican con mucha frecuencia **(leon, 2007)**.

En los fungicidas penetrantes, la sustancia activa entra al tejido vegetal donde tiene solo una ligera acción sistémica. En los programas de control químico, los fungicidas se pueden aplicar en mezclas con aceite puro o en emulsiones de agua – emulsificante – aceite **(leon, 2007)**.

El aceite agrícola es esencial porque mejora el cubrimiento y penetración de los fungicidas, evita que estos sean lavados por la lluvia y, ante todo, retarda los estados de desarrollo del agente causal de la enfermedad, por ser fungistático **(leon, 2007)**.

#### **2.4.1. Información y características de Fungicidas utilizados en la investigación**

##### **2.4.1.1. Comet Gold**

Grupo Químico: Estrobilurina + Morfolina  
Nombre Común: Pyraclostrobin + Fenpropimorf  
Formulación EC  
Dosis: 1.0 l/ha  
Fuente: **(BASF, 2014)**.

##### **Formulación y concentración:**

Concentrado en suspensión que contiene 10.1% de Pyraclostrobin más 37.9% de Fenpropimorf por litro de producto comercial

##### **Modo de acción:**

Comet Gold es un fungicida sistémico con tecnología “Ready- Mix” de acción preventiva y curativa.

##### **Toxicidad: CATEGORIA II**

DL 50 ORAL > 500 ≤ 2000mg/kg (rata)



DL 50 DERMAL > 4000 mg/kg (rata).

Fuente: (BASF, 2014).

**Mecanismo de Acción:**

Comet Gold actúa en tres puntos,  $\Delta$  14 **Reductasa** y  $\Delta$  8 – 7 **Isomerasa** impidiendo la formación de la membrana celular y simultáneamente en la **Quinona** impidiendo el paso de electrones en el proceso de la respiración en las mitocondrias (BASF, 2014).

**Aplicación:**

Comet Gold puede ser usado tanto en emulsión como en suspensión. Es una mezcla química (Ready mix) de 2 grupos químicos diferentes, por lo tanto no es necesario de fungicida acompañante (BASF, 2014).

**Ventajas**

- ✓ Sinergia de triple efecto: choque – redistribución – residualidad
- ✓ Sostenibilidad de las estrobilurinas
- ✓ Listo para usar (BASF, 2014).

**2.4.1.2. Cumora**

Pertenece a un nuevo grupo químico de alta eficacia contra la sigatoka negra.

Grupo Químico: Carboxamida

Nombre Común: Boscalid

Formulación: SC

Dosis: 0,4 l/ha

Fuente: (BASF, 2014).

**Modo de acción:**

Cumora es un fungicida de acción preventiva y curativa.

**Mecanismo de acción:**

Cumora inhibe el proceso enzimático en la Succinato deshidrogenasa en el complejo II de la respiración mitocondrial del hongo. Pertenece a un nuevo grupo químico y no tiene resistencia cruzada con otros grupos químicos usados en banano.

**Aplicación:**

Cumora únicamente se aplica en emulsión. Por recomendación de la FRAC debe ser acompañado de fungicidas de diferente grupo químico.

**Ventajas**

- ✓ Nueva alternativa de rotación
- ✓ Alta eficacia
- ✓ Máxima retención de enfermedad

**Fuente: (BASF, 2014).**

**2.4.1.3. Opal**

Es un fungicida sistémico de alta eficacia con distribución uniforme sobre la hoja **(BASF, 2014)**.

Grupo Químico: Triazol  
Nombre común: Epoxiconazole  
Formulación: EC  
Dosis: 1,25 l/ha

**Fuente: (BASF, 2014).**

**Modo de acción:**

Opal es un fungicida sistémico con acción preventiva y curativa (**Basf, 2014**).

**Mecanismo de acción:**

Opal inhibe la síntesis del ergosterol, en la enzima 14 a demetilasa, componente imprescindible para la membrana celular de los hongos (**Basf, 2014**).

**Aplicación:**

Opal puede ser usado tanto en emulsión como en suspensión. Por recomendación FRAC debe ser acompañado de diferente grupo químico (**Basf, 2014**).

**Ventajas**

- ✓ Alta eficacia
- ✓ Movimiento uniforme de la hoja
- ✓ Mayor residualidad

**Fuente: (Basf, 2014).**

**2.4.1.4. Polyram DF**

Es un fungicida de contacto con acción preventiva para el control de una amplia gama de enfermedades fungosas (**Basf, 2014**).

Grupo Químico:

Ingrediente activo: Metiram complejo

Nombre común: Ditiocarbamatos

Formulación: Granulos dispersables en agua (WG)

Dosis:

**Fuente: (Basf, 2014).**

#### **2.4.1.5. Volley**

Es una morfolina de alta eficacia sin riesgo de resistencia **(BASF, 2014)**.

Grupo Químico: Morfolina

Nombre común: Fenpropimorf

Formulación: OL

Dosis: 0,7 a 1,0 l/ha

Fuente: **(BASF, 2014)**.

#### **Modo de acción:**

Volley es un fungicida sistémico y penetrante con acción preventiva y curativa **(BASF, 2014)**.

#### **Mecanismo de acción:**

Volley trabaja en 2 puntos, inhibiendo los procesos de la  $\Delta 14$  Reductasa y de la  $\Delta 8 - 7$  isomerasa impidiendo la formación del ergosterol **(BASF, 2014)**.

También interfiere en las vías metabólicas de la biosíntesis de proteínas, lípidos y carbohidratos. Volley por ser un fungicida sistémico multi-sitio y de alta eficacia es la alternativa ideal de rotación **(BASF, 2014)**.

#### **Aplicación:**

Volley puede ser usado tanto en emulsión como en suspensión **(BASF, 2014)**.

#### **Ventajas**

- ✓ Alta eficacia
- ✓ Múltiple mecanismo de acción
- ✓ Clave para la rotación de triazoles, estrobilurinas y carboxamidas.

Fuente: **(BASF, 2014)**.

## **2.4.2. Condiciones meteorológicas**

Es de suma importancia observar las condiciones climatológicas antes, durante y después de una aplicación en el campo. Son factores muy decisivos para el éxito o al fracaso de una aplicación, ya que tienen una influencia muy directa, positiva o negativa, sobre la uniformidad de la aplicación (**Coefficiente Variación**) y la recuperación del producto (%) aplicado (**Bayer, 2005** ).

¿Cuáles son los factores que más tenemos que observar?

### **2.4.2.1. La Humedad Relativa del aire: HR**

Es el factor limitante para las aplicaciones de caldos acuosos. Si la HR baja a 60% o menos, la pérdida del caldo por evaporación es alarmante. Se recomienda efectuar las aplicaciones acuosas con una HR del 70% o más (**Bayer, 2005** ).

### **2.4.2.2. La temperatura del aire: °C**

Temperaturas elevadas mayores a 30°C también aceleran la evaporación de caldos acuosos. Además, temperaturas elevadas forman térmicas, es decir vientos ascendentes que impiden que gotas menores se depositen en los cultivos. Es un factor que también afecta negativamente aplicaciones a Ultra Bajo Volumen (UBV). Además, puede ocurrir que el cultivo sea quemado por el efecto lupa (**Bayer, 2005** ).

- **El viento**

Los vientos fuertes derivan la nube de aspersion fuera del lugar apropiado. Además las gotas quedan demasiado tiempo expuestas en el aire y se puede evaporar. Esto ocurre con vientos fuertes mayores de 5 m/s.

Generalmente se opina que la calma es la mejor condición para efectuar aplicaciones aéreas, lo cual es un error. La mejor condición para realizar aplicaciones aéreas es con vientos moderados de 2 – 3 m/s.

Los vientos no son solamente horizontales; también forman turbulencias hacia arriba y hacia abajo, mas con el roce sobre los cultivos o el suelo. Esto se aprovecha para penetrar las gotas de aspersión dentro del dosel del cultivo **(Bayer, 2005 )**.

- **¿Por qué fallan los pesticidas?**

A diario se encuentran en el campo controles erráticos de los pesticidas y lo curioso es que en primera instancia la responsabilidad se le adjudica al producto utilizado, olvidándose que en casi la totalidad de los casos, estos se deben a fallas en la aplicación o que al Blanco se le ha pasado su estado de control. Para la efectividad biológica de cualquier tratamiento, se requiere de unas condiciones fundamentales, que se han llamado: La llave de oro; estas son:

- Momento oportuno(Timing)
- Producto específico
- Buena aplicación **(Pérez, 2007)**.

Es también oportuno tener presente, que la dosis de los productos es evaluada y definida siempre y cuando se cumplan las tres condiciones anteriores. No existe dosis definida para malezas, insectos u hongos por fuera del momento Oportuno **(Pérez, 2007)**.

Para efectos prácticos de control, es necesario no solamente tener en cuenta el desarrollo biológico del insecto, maleza u hongo, sino también los niveles de infestación **(Pérez, 2007)**.

Para tener seguridad del control, se deben dar las tres condiciones; una que no se dé el riesgo de fallas es casi seguro. De los tres factores considerados claves para la obtención de la efectividad biológica, el Momento Oportuno y la Calidad de la Aplicación son los mayores responsables del éxito o fracaso (suponiendo obviamente que se usa un producto específico) del tratamiento, y de los dos, se da mayor responsabilidad al Momento Oportuno, la técnica de aplicación se puede ajustar **(Pérez, 2007)**.

### **2.4.3. Sistemas de aplicación**

#### **2.4.3.1. Por avión (aplicación aérea)**

Sistema altamente eficiente para la aplicación de pesticidas, que se utiliza cuando:

- Hay que tratar grandes áreas en poco tiempo
- Cuando hay poco tiempo efectivo por constantes lluvias o condiciones ambientales adversas
- Cuando las condiciones del terreno imposibilitan la aplicación terrestre
- Cuando se quiere evitar compactación **(Pérez, 2007)**.

Sin embargo, la aplicación aérea es un sistema que requiere un alto nivel tanto de organización como de conocimientos técnicos, para así aprovechar todas las ventajas que ofrece **(Pérez, 2007)**.

La uniformidad de la distribución en aplicaciones aéreas no es tan fácil de lograr como en un equipo de espalda o tractorizado. Esto básicamente debido a que con equipos terrestres se puede “dirigir” la aplicación, con un equipo aéreo no es posible **(Pérez, 2007)**.

#### **2.4.3.2. La aplicación terrestre**

La aplicación de sustancias para el control de plagas con equipos terrestres:

Equipos autopropulsados, equipos tractorizados, bombas estacionarias, equipos de espalda, de bestia, discos rotatorios, etc. Es tan antigua como el hombre y tiene una gran diversidad de sistemas, métodos y equipos.

Para concretar, se agruparan como:

- De espalda
- De disco rotatorio
- Mecanizados **(Pérez, 2007)**.

#### **2.4.4. Equipos de espalda**

Para efectos de la calidad de la aplicación no interesa tanto de que o como están constituidos los equipos, razón por la cual no se hace aquí una descripción exhaustiva de sus partes. Se analizaran más bien los aspectos que tienen que ver con la calidad de aplicación **(Pérez, 2007)**.

##### **2.4.4.1. La producción de presión**

Existen 3 variantes básicas:

- Equipos de presión hidráulica (palanca)
- Equipos de presión constante (neumática)
- Equipos de presión constante retenida **(Pérez, 2007)**.

#### **2.4.5. Equipos de disco rotatorio**

Son aplicadores manuales de disco que usan la fuerza centrífuga para la producción de gotas y la energía de baterías para hacer girar el disco. La técnica de aplicación con estos equipos una vez entendida, es rápida y fácil; requieren poco esfuerzo físico y permiten aplicaciones en volúmenes reducidos. La técnica de aplicación con gota controlada, encontró en estos equipos un aliado muy poderoso, ya que producen un espectro de gotas bastantes uniformes, requisito fundamental de esta técnica **(Pérez, 2007)**.



## **Características de los equipos de disco rotatorio**

- Espectro de gotas muy uniformes
- Tamaño de gotas pequeñas y mediano
- Volumen de aplicación reducido **(Pérez, 2007)**.

### **2.4.6. Equipos mecanizados**

Son los equipos de aplicación autopropulsados o conectados al toma de fuerza del tractor **(Pérez, 2007)**.

### **2.4.7. Bioestimulantes en la producción Agrícola**

Con la finalidad de mejorar la cantidad y calidad de alimentos, en la agricultura moderna; a más de fito-nutrientes convencionales se está utilizando sustancias conocidas como bioestimulantes, que son sustancias orgánicas que se aplica en pequeñas cantidades y pueden regular el desarrollo y crecimiento de los cultivos; dentro de estos grupos encontramos las fito hormonas (Giberelinas, Citoquininas, auxinas, etc.), los ácidos carboxílicos (húmicos y fulvicos), aminoácidos, vitaminas, enzimas y los extractos de algas **(El Agro , 2012)**.

La aplicación de un bioestimulante se asocia generalmente cuando el cultivo se le presentan condiciones adversas, es decir factores abióticos como cambios bruscos de temperatura, en periodos cortos de tiempo, exceso o deficiencia de riego, o al ataque de alguna plaga que disminuye la presencia de órganos vitales como hojas o raíces; bajo estas condiciones cualquier cultivo que posea estos trastornos puede reaccionar de forma positiva y significativa a la aplicación de estas sustancias, que por lo general para su aplicación siempre deben ir acompañada de elementos mayores y micro elementos, para evitar desbalances nutricionales por efectos de la estimulación vegetal **(El Agro , 2012)**.

En cambio en los cultivos que no poseen estos trastornos, los bioestimulantes sirven como complementos auxiliar en la nutrición del vegetal y están reservados para cualquier condición adversa que se pueda suscitar en el desarrollo del cultivo, en especial cultivos de ciclo perenne **(El Agro , 2012)**.

#### **2.4.8. Información y características del Bioestimulante utilizado en la investigación**

##### **2.4.8.1. Kelpak**

Es un bioestimulante de origen natural extraído del alga Ecklonia máxima, mediante un proceso único y patentado del cual se obtiene una relación óptima de auxinas y citoquininas (350:1), que proporcionan a su cultivo incrementos científicamente probados de vigor, calidad y rendimiento **(BASF, 2014)**.

##### **Composición:**

Carbohidratos	1.20 %
Aminoácidos	2.48 %
Fito hormonas	11.031 mg/l
Proteínas	0.20 %
Minerales	21.00 g/l

**Fuente: (BASF, 2014).**

##### **Beneficios:**

#### **1. Recuperar el sistema radicular:**

La masa radicular de las plantaciones disminuye luego del invierno.

Las aplicaciones de kelpak durante esta estación inducen la formación de nuevas raíces, necesarias para los procesos de nutrición y sostén **(BASF, 2014)**.

## **2. Preparación de plantaciones para temporada alta:**

Las plantas que llegan a más de 3m de altura entre el mes de Julio y Septiembre son las que florecerán de Octubre a Diciembre, las mismas que se cosecharan de Enero a Abril, meses con los cupos y precios más atractivos del año **(BASF, 2014)**.

## **3. Asegurar productividad:**

Aplicaciones en Noviembre y Diciembre incrementaran el sistema radicular de las plantas tipo +3 y mejoraran la formación de los racimos en peso y calidad **(BASF, 2014)**.

#### 2.4.9. Directrices de FRAC para el cultivo de banano

Cuadro 3. Directrices de FRAC para el cultivo de Banano

<b>Clase química</b>	<b>Solo o en Mezclas</b>	<b>Alternancia o bloques</b>	<b>Máximo número de aplicaciones</b>	<b>Momento de aplicación</b>
Inhibidores de la demethylation (DMI)	Solo en mezclas	Solo en alternancia	8 No más del 50% del número total de aplicaciones	*
Fungicidas aminas	Ambos, se prefieren las mezclas	Bloque máximo de 2 aplicaciones consecutivas, se prefiere alternancia	15 No más del 50% del número total de aplicaciones	No existen restricciones de acuerdo a las etiquetas del fabricante
Inhibidores Qo (QoI)	Solo en mezclas	Solo en alternancia	3 No más del 33% del número total de aplicaciones	**
Anilinopyrimidinas (AP)	Solo en mezclas	Solo en alternancia	8 No más del 50% del número total de aplicaciones	No existen restricciones de acuerdo a las etiquetas del fabricante
Benzimidazoles (BCM)	Solo en mezclas	Solo en alternancia	3 No más del 33% del número total de aplicaciones	**

N-fenilcarbamatos	Solo en mezclas	Solo en alternancia	3 No más del 33% del número total de aplicaciones	**
Fungicidas SDHI	Solo en mezclas	Solo en alternancia	3 No más del 33% del número total de aplicaciones	**
Guanidinas	Solo en mezclas	Solo en alternancia	6 No más del 33% del número total de aplicaciones	***
Multi sitio fungicidas	Solo o mezclas	No existen restricciones de acuerdo a las etiquetas del fabricante	No existen restricciones de acuerdo a las etiquetas del fabricante	No existen restricciones de acuerdo a las etiquetas del fabricante

Fuente: (Frac, 2014)

## 2.5. Investigaciones relacionadas

La presente investigación, consiste en mantener un control de Sigatoka Negra con ayuda de extractos de *Melaleuca alternifolia* asociándolo con múltiples factores entre ellos el número de aplicaciones, el solvente más apropiado, la tecnología utilizada (bombas de mochila a motor con boquillas electroestáticas) y la concentración del extracto más efectiva para el control de la enfermedad. El objetivo principal del estudio fue monitorear el agente causal de la enfermedad Sigatoka Negra en banano mediante evaluaciones semanales en campo. Los objetivos específicos del trabajo han sido los siguientes: (i) Determinar los días de intercambio entre síntomas de la enfermedad Sigatoka Negra. (ii) Evaluar el índice de severidad de la enfermedad.

El efecto del extracto de *Melaleuca Alternifolia* sobre el patógeno se evaluó semanalmente en campo con la metodología de STOVER.

Las provincias seleccionadas en donde se realizaron los ensayos fueron Guayas, Los Ríos y El Oro y la metodología aplicada fue la identificación de cada uno de los individuos a evaluarse, se hizo también una división en el estrato aéreo la planta nivel bajo hoja #8 donde se encontró manchas, nivel medio hoja #5 se observaron estrías y por ultimo nivel alto hoja #3 donde existían puntos negros causados por *Micosphaerella fijiensis*, la aplicación del producto se hizo con bombas a motor usando boquillas convencionales y boquillas electroestáticas el solvente utilizado fue agua y una emulsión de aceite agrícola al 40% para cada uno de los tratamientos y como soluto se aplicó el extracto en 3 concentraciones 300cc, 400cc, 500cc, 0cc donde también se tomó en cuenta la frecuencia de aplicación ya que se realizaron 3 y en cada tratamiento se observaron 10 réplicas, las plantas evaluadas tuvieron características tales como altura entre 1,5 y 2 metros y en estado vegetativo.

El estudio reveló que el extracto de *Melaleuca Alternifolia* ejerce un control sobre el patógeno en las tres provincias evaluadas y los factores estudiados en este ensayo aportaron también al control de la enfermedad.

1. Las concentraciones del extracto de *Melaleuca alternifolia* ejercieron un control de *Micosphaerella fijiensis* en condiciones de campo en las tres provincias estudiadas.
2. El comportamiento de la enfermedad es diferente en cada una de las localidades evaluadas.
3. Tiempos de aplicación el mejor tratamiento es aquel que tiene 3 aplicaciones.
4. El factor tipo de solvente nos indica que existe diferencia significativa en el uso de la solución sea esta en agua al 100%, como también en la emulsión de aceite agrícola al 40%
5. El tipo de boquilla utilizada, los mejores tratamientos son aquellos que tuvieron las aplicaciones con boquilla electroestática

6. El factor concentración del extracto, los tratamientos que contuvieron concentraciones de 500cc de extracto fueron aquellos que mostraron un mejor resultado en el control de Sigatoka Negra

La información fue obtenida mediante comparaciones TUKEY con 5 grados de libertad y con ayuda del paquete estadístico InfoStat para los datos con un comportamiento normal, y se utilizó la prueba de Kruskal Wallis para datos no paramétricos **(Tumbaco, 2011)**.

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**



### 3. Materiales y métodos

#### 3.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en la finca “la María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el kilómetro 7 de la vía Quevedo- El Empalme, provincia de los Ríos, en la temporada invernal del año 2014, época de mayor presión de la enfermedad de la sigatoka negra. Se encuentra en las coordenadas geográficas de 01°06 de latitud sur y 79°29 de longitud Oeste a una altura de 73 metros del nivel del mar.

El desarrollo de esta investigación tuvo una duración de 60 días.

#### 3.2. Condiciones meteorológicas

Cuadro 4. Condiciones meteorológicas de la zona experimental para evaluar el efecto del bioestimulante Kelpak en mezclas con funguicidas químicos para el control de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano, en la finca La María.

Datos meteorológicos	Promedios
Temperatura media°C	24,52
Humedad relativa media %	83,92
Heleofonia, anual, horas luz	734,50
Precipitación/mm	2061

Fuente: (Estación climatológica INHAMI, 2014).

#### 3.3. Materiales y equipos

Los materiales usados en esta investigación fueron:

Cuadro 5. Materiales y equipos utilizados para evaluar el efecto del bioestimulante Kelpak en mezclas con funguicidas químicos para el control de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano, en la finca La María.

Descripción	Unidad	cantidad
<b>Materiales</b>		
Bomba Mochila	unidad	2
Boquilla Teejet 8002	unidad	1
Cámara fotográfica	unidad	1
Cinta Metrica	unidad	1
Computadora	unidad	1
Digi Lab	unidad	1
Envases de vidrio de 500cc	botellas	12
Equipos de Protección personal	unidad	1
Esferográficos	unidad	4
Flexometro de 3 m	unidad	2
Formularios de Evaluación	resmas	1
Guantes Quirúrgicos	caja	1
Impresora	unidad	1
Jeringas (1 - 10cc)	unidad	10
Lapiceros	unidad	4
Lapiz	unidad	2
Lupa	unidad	1
Machete	unidad	1
Marcadores Permanente	unidad	2
Mascarillas descartables	caja	1
Mezcladora Portátil digital	unidad	1
Pen Drive	unidad	1
Pirola plástica	Libra	1
Plástico amarillo	metros	2
Plantas de Banano	Unidad	60
Recipientes Graduados (50 - 1000cc)	unidad	5
Tableros	unidad	2

Valdés de 20 litros	unidad	2
<b>Insumos</b>		
Aceite Agrícola	galon	1
Agua	galon	
Comet Gold	litros	1
Cumora	litros	1
Emulsificante Mixer	litros	1
Fertilizante Novater 45	saco(50Kilos)	1
Kelpak	litros	1
Opal	litros	1
Plantas Meristemo de Banano	plantas	60
Poliram	litros	1
Volley	litros	1

### 3.4. Tratamientos

Cuadro 6. Tratamientos para evaluar el efecto del bioestimulante Kelpak en mezclas con funguicidas químicos para el control de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano, en la finca La María.

Tratamiento	Productos	Símbolos
<b>T1</b>	Opal+ Kelpak	Op + Kp
<b>T2</b>	Volley + Kelpak	Vy + Kp
<b>T3</b>	Cumora + Kelpak	Cu + Kp
<b>T4</b>	Polyran + Kelpak	Po + Kp
<b>T5</b>	Comet Gold + Kelpak	Cg + Kp
<b>T6</b>	Opal	Op
<b>T7</b>	Volley	Vy
<b>T8</b>	Cumora	Cu
<b>T9</b>	Polyran	Po
<b>T10</b>	Comet Gold	Cg
<b>T11</b>	Kelpak	Kp
<b>T12</b>	Testigo Absoluto	TA

#### 3.4.1. Unidades experimentales (UE)

Se empleó un total de cinco plantas meristemos de banano por tratamiento.

Cuadro 7. Esquema del experimento para evaluar el efecto del bioestimulante Kelpak en mezclas con funguicidas químicos para el control de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano, en la finca La María.

	Tratamiento	U.E.	Observaciones	Total
T1	Op + Kp	1	5	5
T2	Vy + Kp	1	5	5
T3	Cu + Kp	1	5	5
T4	Po + Kp	1	5	5
T5	Cg + Kp	1	5	5
T6	Op	1	5	5
T7	Vy	1	5	5
T8	Cu	1	5	5
T9	Po	1	5	5
T10	Cg	1	5	5
T11	Kp	1	5	5
T12	TA	1	5	5
<b>Total</b>				<b>60</b>

### 3.5. Variables evaluadas

Se efectuaron las siguientes mediciones experimentales.

#### 3.5.1. Estados evolutivos

Se evaluó el estado evolutivo en las hojas que estaban en posición 1, 2 y 3 al momento de la aplicación, en cada observación, de los tratamientos en estudio, y luego a los 7, 14, 21, 28 días después de la aplicación. En las que se llevó registro del avance de los estadios. Ver cuadro 9.

#### 3.5.2. Stover modificado por Gauhl

Para obtener el porcentaje de área foliar afectada por la enfermedad en todos los tratamiento, se lo realizó por la metodología de stover modificada por Gauhl. (Ver cuadro 10) Se lo realizó a los 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días después de la aplicación.

Cuadro 8. Constantes para cada estadio en las hojas 1, 2, 3 y 4

E.E.	Hoja 1	Hoja 2	Hoja 3	Hoja 4
1-	80	60	40	20
1+	100	80	60	40
2-	120	100	80	60
2+	140	120	100	80
3-	160	140	120	100
3+	180	160	140	120
4-	200	180	160	140
4+	220	200	180	160
5-	240	220	200	180
5+	260	240	220	200
6-	280	260	240	220
6+	300	280	260	240

Cuadro 9. Escala de Stover modificada por GAULH

Grado	Descripción del daño en la hoja
1	Hasta 10 manchas por hoja
2	Menos del 5% del área foliar enferma
3	de 6 al 15% del área foliar enferma
4	de 16 al 33% del área foliar enferma
5	de 34 al 50% del área foliar enferma
6	Más del 50% del área foliar enferma

### 3.5.3. Emisión Foliar

La medición del área foliar se la realizo en las hojas totalmente emitidas, a los 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días después de la aplicación.

Diversos autores proponen fórmulas para el cálculo de las superficies foliares. Para estimaciones aproximadas, se puede utilizar la expresión:

$$S = 0,8(L \times a)$$

Donde

S = Es la superficie de cada hoja

0,8 = Es una constante obtenida de la integración matemática debido a la  
Tendencia rectangular de la hoja

L = Es el largo de la hoja

a = Corresponde a la parte más ancha de la hoja

### 3.6. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) de doce tratamientos con cinco observaciones. Para determinar las diferencias entre medias de tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 0,05 de probabilidad. A continuación se presente el cuadro de análisis de varianza.

#### 3.6.1. Delineamiento experimental

Longitud de las parcelas	18m de largo (E-W) por 8m le ancho (N-S).
Área de parcela	144 metros cuadrados.
Área total del ensayo	1728 metros
Distancia entre plantas	2.50 metros
Número de plantas por parcelas	5
Plantas útiles por parcelas	5
Total de plantas útiles	60
Numero de parcelas usadas	12

#### 3.6.2. Esquema del análisis de varianza

Cuadro 10. Esquema de análisis de varianza

Fuente de Variación	Formula	Grados de libertad
Tratamientos	t-1	11
Error	(t-1) x (r-1)	44
Total	(t x r)-1	59

### **3.7. Manejo del experimento**

El manejo de la investigación se la realizo en parcelas de hojas simples, cada parcela estaba constituida por cinco plantas, la cual estaba rodeada por una barrera viva de pasto King Grass. Para evitar el traslape en las aplicaciones realizadas.

La preparación de las mezclas y aplicación de las mismas se la realizo siguiendo las medidas de seguridad, para el manejo seguro de pesticidas químicos, y cuidado del medio ambiente.

Se realizó una sola aplicación, de manera foliar dirigida a toda la planta.

Se procedió a realizar evaluaciones del Estado de incidencia – severidad por la metodología de Estado Evolutivo (E.E.), y aérea foliar afectada (AFA) por la metodología de stover modificada por gaulh. De las hojas que estaban en posición 1, 2 y 3. A las que se le hizo seguimiento hasta finalizar el experimento.

### **3.8. Análisis económico**

#### **3.8.1. Costos totales por tratamiento**

Se estableció mediante la suma de los costos fijos y variables, se empleó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{CT = CF + CV}$$

**CT** = Costos totales

**CF** = Costos fijos

**CV** = Costos variables

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**



## 4. Resultados y discusión

### 4.1. Análisis de los resultados

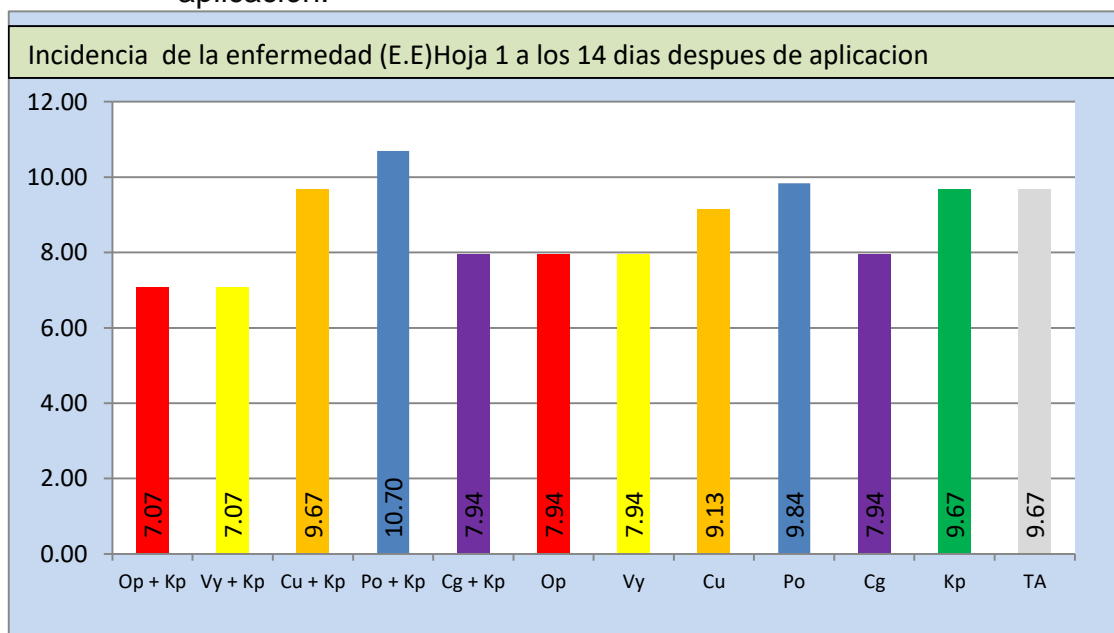
#### 4.1.1. Incidencia de la enfermedad (E.E) de la sigatoka negra, a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación en la hoja 1

Como se observa en el cuadro 11, que al momento de la aplicación no presentó síntomas ni signos visibles de la enfermedad en la hoja 1.

El ADEVA realizado a los 7 días. Las hojas no presentan aun incidencia alguna de la enfermedad.

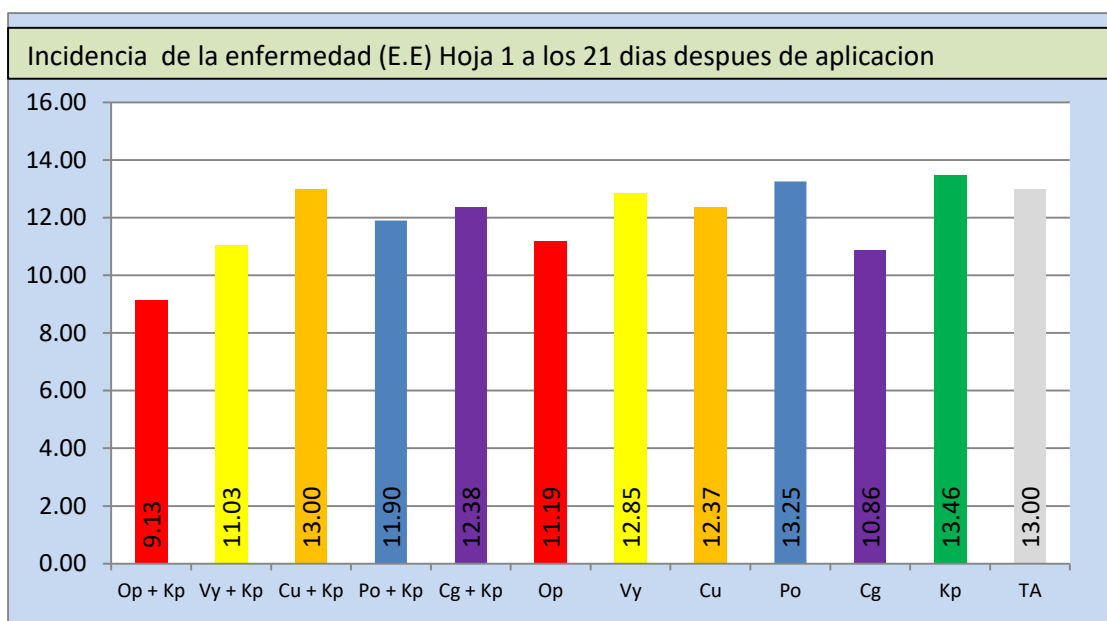
EL ADEVA realizado los 14 días, los E.E. muestran incidencia de la enfermedad. Según la prueba de Tukey las medias muestran que no hay diferencias significativas entre los tratamientos. Pero es menor la incidencia de la enfermedad en los tratamiento 1 y 2 (7,07). Y la mayor incidencia en el tratamiento 4(10,70). Con un coeficiente de variación de 23,24%.

Grafico 1. Incidencia de la enfermedad en la hoja 1 a los 14 días después de la aplicación.



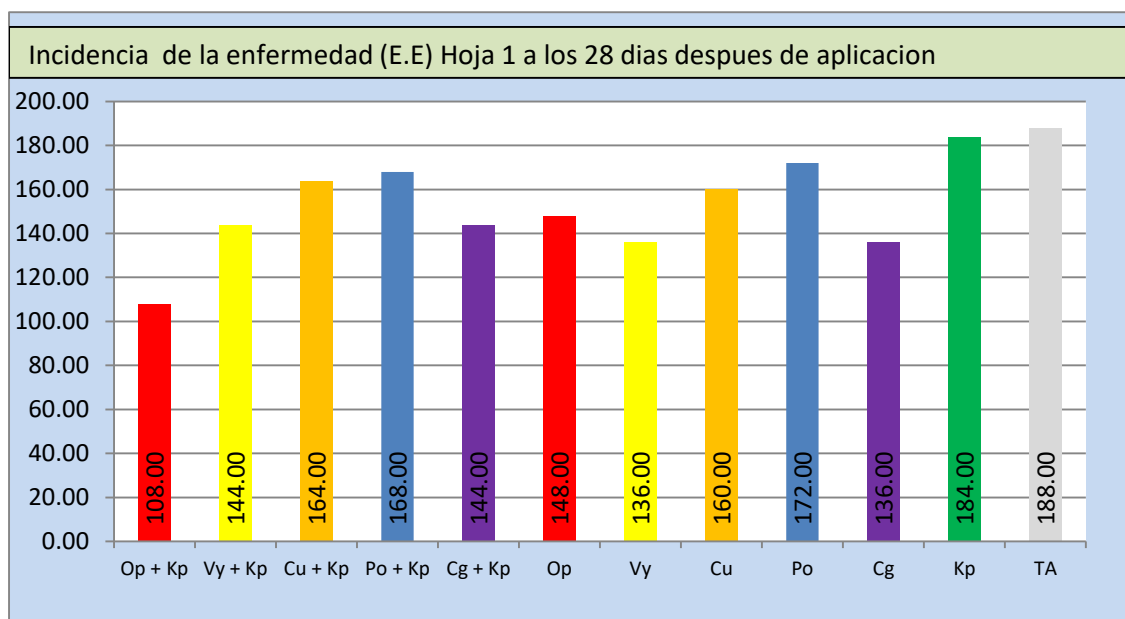
El ADEVA realizado los 21 días muestra diferencias estadística significativa, de acuerdo a la prueba de Tukey las medias presentan 3 rangos de distribución. La menor incidencia de la enfermedad se observan en el tratamiento 1(9,13), y la mayor incidencia en el tratamiento 11(13,46). Con un coeficiente de variación de 14,17%.

Gráfico 2. Incidencia de la enfermedad en la hoja 1 a los 21 días después de la aplicación.



El ADEVA realizado a los 28 días muestra diferencias estadísticas significativas, de acuerdo a la prueba de tukey las medias presentan 5 rangos de distribución. La menor incidencia de la enfermedad se observa en el tratamiento 1(108), y la mayor incidencia lo tiene el tratamiento 12(188). Con un coeficiente de variación de 14,58%.

Gráfico 3. Incidencia de la enfermedad en la hoja 1 a los 28 días después de la aplicación.



Cuadro 11. Incidencia de la enfermedad Semanal en Hoja 1(E.E.)

Tratamientos		0 días	7 días	14 días	21 días	28 días
T1	Op + Kp	0,00	0,00	7,07 a	9,13 a	108 a
T2	Vy + Kp	0,00	0,00	7,07 a	11,03 ab	144 abc
T3	Cu + Kp	0,00	0,00	9,67 a	13,00 b	164 bc
T4	Po + Kp	0,00	0,00	10,70 a	11,90 ab	168 bc
T5	Cg + Kp	0,00	0,00	7,94 a	12,38 ab	144 abc
T6	Op	0,00	0,00	7,94 a	11,19 ab	148 abc
T7	Vy	0,00	0,00	7,94 a	12,85 b	136 ab
T8	Cu	0,00	0,00	9,13 a	12,37 ab	160 bc
T9	Po	0,00	0,00	9,84 a	13,25 b	172 bc
T10	Cg	0,00	0,00	7,94 a	10,86 ab	136 ab
T11	Kp	0,00	0,00	9,67 a	13,46 b	184 bc
T12	TA	0,00	0,00	9,67 a	13,00 b	188 c
<b>CV%</b>		sd	sd	23,64	14,17	14,58

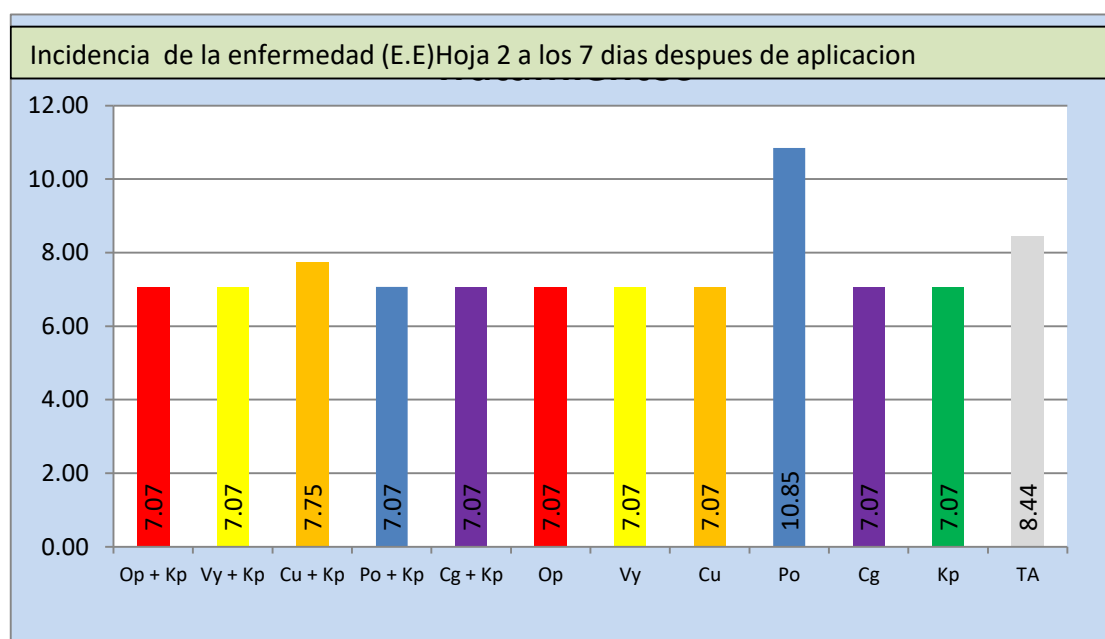
Los promedios de los tratamientos en cada uno de los periodos con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

#### 4.1.2. Incidencia de la enfermedad (E.E.) de la sigatoka negra a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación, en la hoja 2

El cuadro 12, muestra que al momento de la aplicación no presentan síntomas ni signos visibles de la enfermedad en la hoja 2.

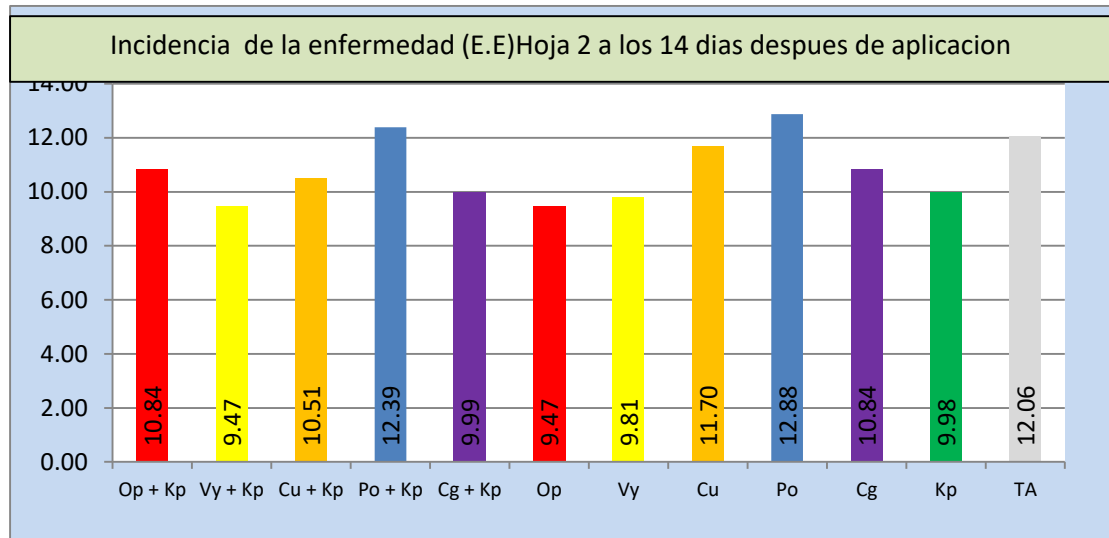
El ADEVA realizado a los 7 días muestra diferencia estadística significativa, de acuerdo a la prueba de tukey se presentan 3 rangos de distribución. La menor incidencia de la enfermedad la tienen los tratamientos 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10 y 11(7,07), y la mayor incidencia lo tiene el tratamiento 9(10,85). Con un coeficiente de variación de 9,43%.

Gráfico 4. Incidencia de la enfermedad en la hoja 2, a los 7 días después de la aplicación.



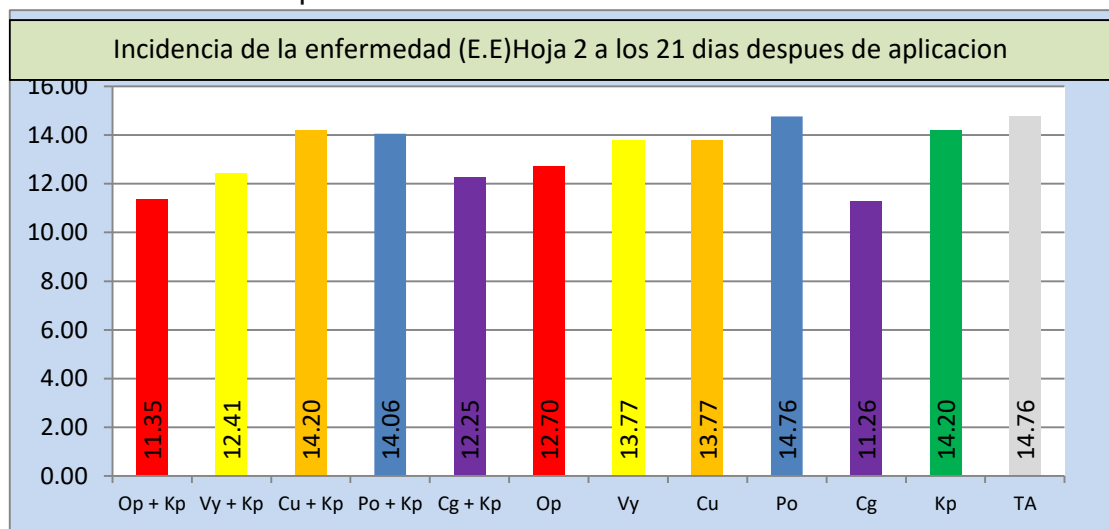
El ADEVA realizado a los 14 días, no muestran diferencias estadísticas significativas, pero la menor incidencia lo tienen los tratamientos 2 y 6(9,47), y la mayor incidencia lo tiene el tratamiento 9(12,88). Con un coeficiente de variación de 15,21%.

Gráfico 5. Incidencia de la enfermedad en la hoja 2 a los 14 días después de la aplicación.



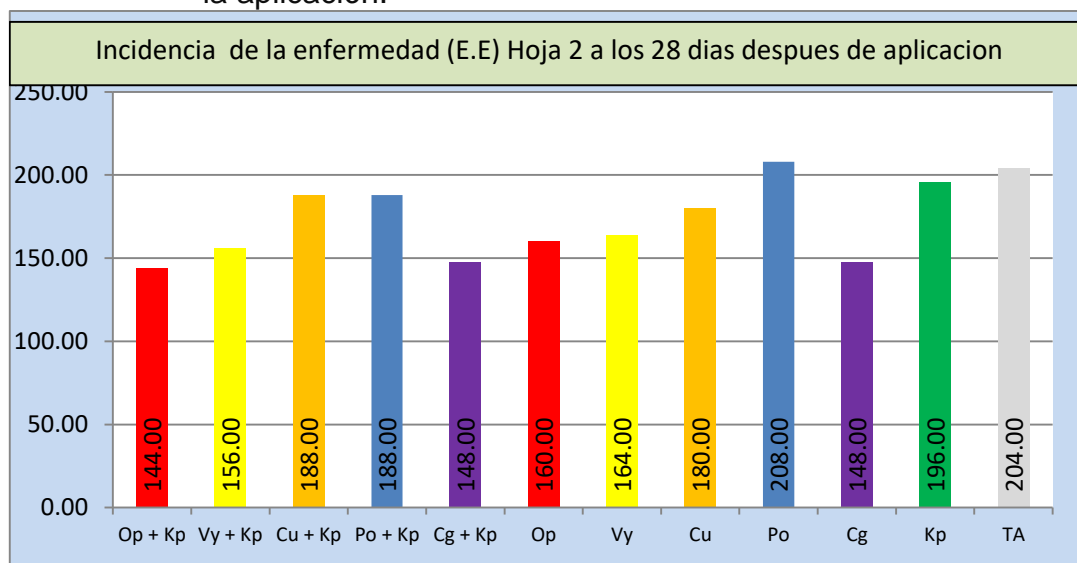
El ADEVA realizado a los 21 días, muestran diferencia estadística significativa, de acuerdo a la prueba de tukey las medias presenta 5 rangos de distribución, teniendo la menor incidencia de la enfermedad el tratamiento 10(11,26), y los de mayor incidencia los tratamientos 9 y 12(14,76). Con un coeficiente de variación de 8,15%.

Gráfico 6. Incidencia de la enfermedad en la hoja 2 a los 21 días después de la aplicación



El ADEVA realizado a los 28 días, Muestran diferencia estadística significativa, de acuerdo a la prueba de tukey las medias presentan 7 rangos de distribución, teniendo la menor incidencia de la enfermedad los tratamientos 1(144), 5 y 10(148)), y los de mayor incidencia los tratamientos 9(208) y 12(204). Con un coeficiente de variación de 10,25%.

Gráfico 7. Incidencia de la enfermedad en la hoja 2 a los 28 días después de la aplicación.



Cuadro 12. Incidencia de la enfermedad Semanal en Hoja 2 (E.E.)

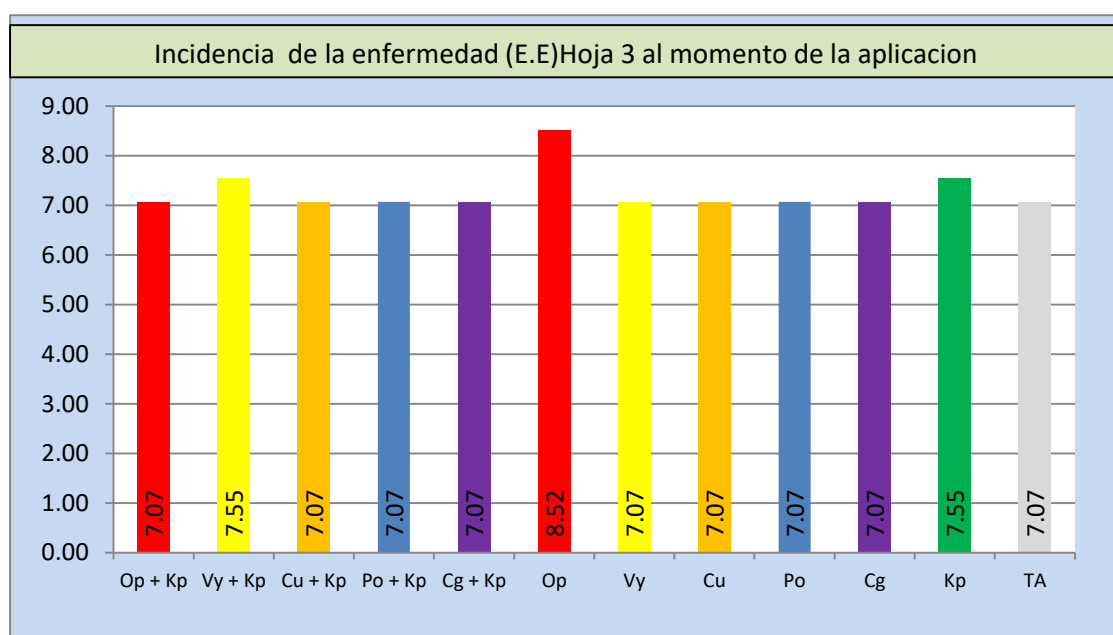
Tratamientos		0 días	7 días	14 días	21 días	28 días
T1	Op + Kp	0,00	7,07 a	10,84 a	11,35 a	144 a
T2	Vy + Kp	0,00	7,07 a	9,47 a	12,41 abc	156 ab
T3	Cu + Kp	0,00	7,75 ab	10,51 a	14,20 cd	188 bcd
T4	Po + Kp	0,00	7,07 b	12,39 a	14,06 d	188 bcd
T5	Cg + Kp	0,00	7,07 a	9,99 a	12,25 abc	148 a
T6	Op	0,00	7,07 a	9,47 a	12,70 abc	160 abc
T7	Vy	0,00	7,07 a	9,81 a	13,77 bcd	164 abc
T8	Cu	0,00	7,07 a	11,70 a	13,77 bcd	180 abcd
T9	Po	0,00	10,85 a	12,88 a	14,76 d	208 d
T10	Cg	0,00	7,07 a	10,84 a	11,26 ab	148 a
T11	Kp	0,00	7,07 a	9,98 a	14,20 cd	196 cd
T12	TA	0,00	8,44 a	12,06 a	14,76 d	204 d
CV% sd			9,43	15,21	8,15	10,25

Los promedios de los tratamientos en cada uno de los periodos con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

#### 4.1.3. Estados evolutivos (E.E.) de la sigatoka negra a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación en la hoja 3

El cuadro 13, muestra que al momento de la aplicación, la hoja 3 ya muestra síntomas y signos visibles de la enfermedad. El ADEVA realizado indican que hay diferencias estadísticas significativas, de acuerdo a la prueba de Tukey las medias presentan 3 rangos de distribución, la menor incidencia de la enfermedad lo tienen los tratamientos 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 y 12(7,07), y el de mayor incidencia el tratamiento 6(8,52). Con un coeficiente de variación del 8,04%

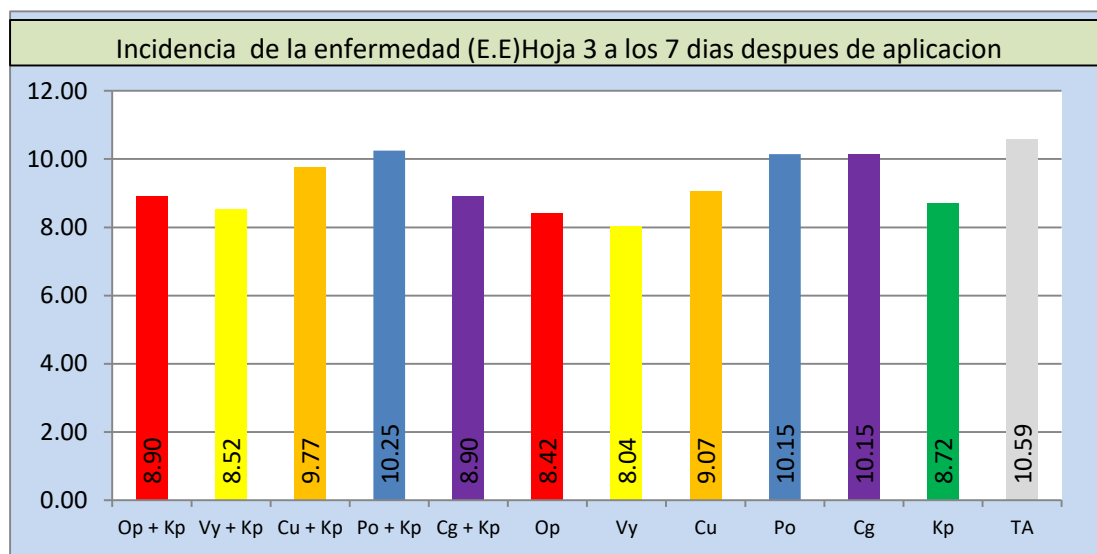
Gráfico 8. Incidencia de la enfermedad en la hoja 3 al momento de la aplicación



El ADEVA realizado a los 7 días no muestra diferencias estadísticas significativas, pero el de menor incidencia lo tiene el tratamiento 7(8,04), y el de mayor incidencia el tratamiento 12(10,59). Con un coeficiente de variación de 18,42%.

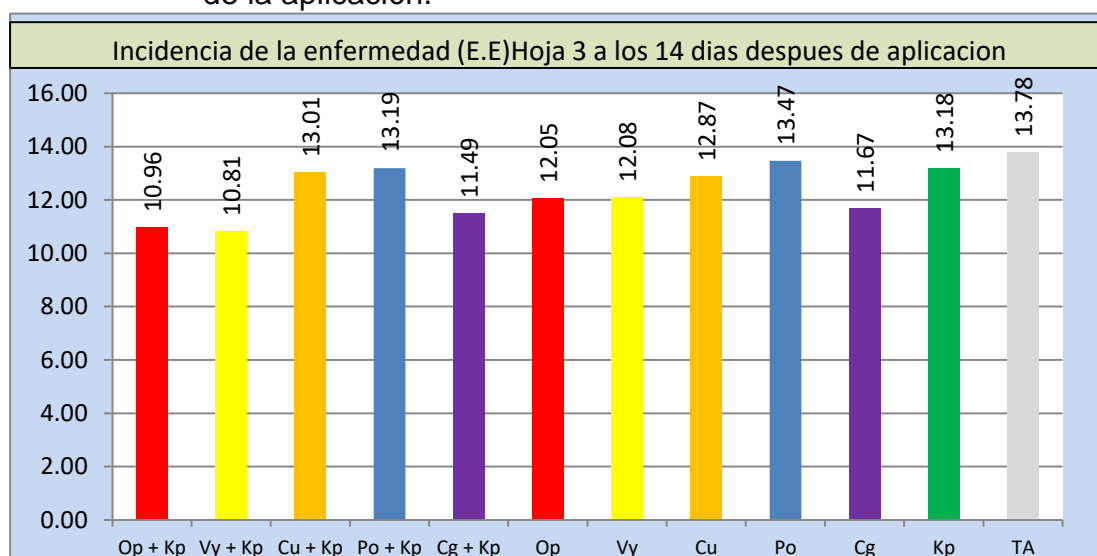


Gráfico 9. Incidencia de la enfermedad en la hoja 3 a los 7 días después de la aplicación



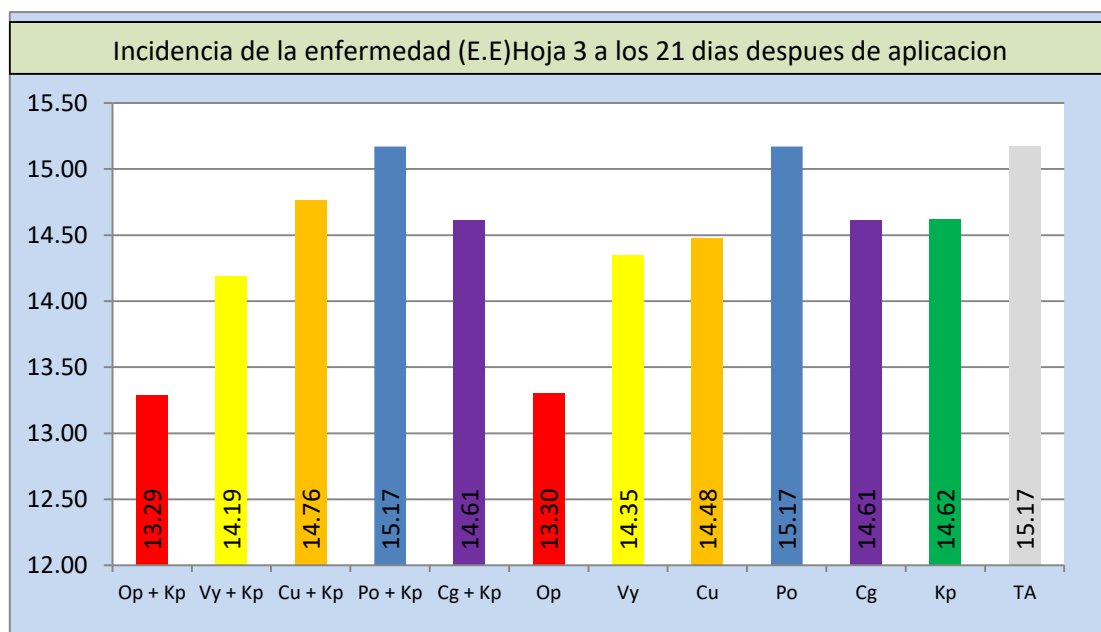
EL ADEVA a los 14 días se observa diferencia estadística significativa, de acuerdo a la prueba de Tukey las medias presentan 7 rangos de distribución, teniendo la menor incidencia de la enfermedad el tratamiento 2(10,81), y el de mayor incidencia el tratamiento 12(13,78). con un coeficiente de variación de 8,03%.

Gráfico 10. Incidencia de la enfermedad en la hoja 3 a los 14 días después de la aplicación.



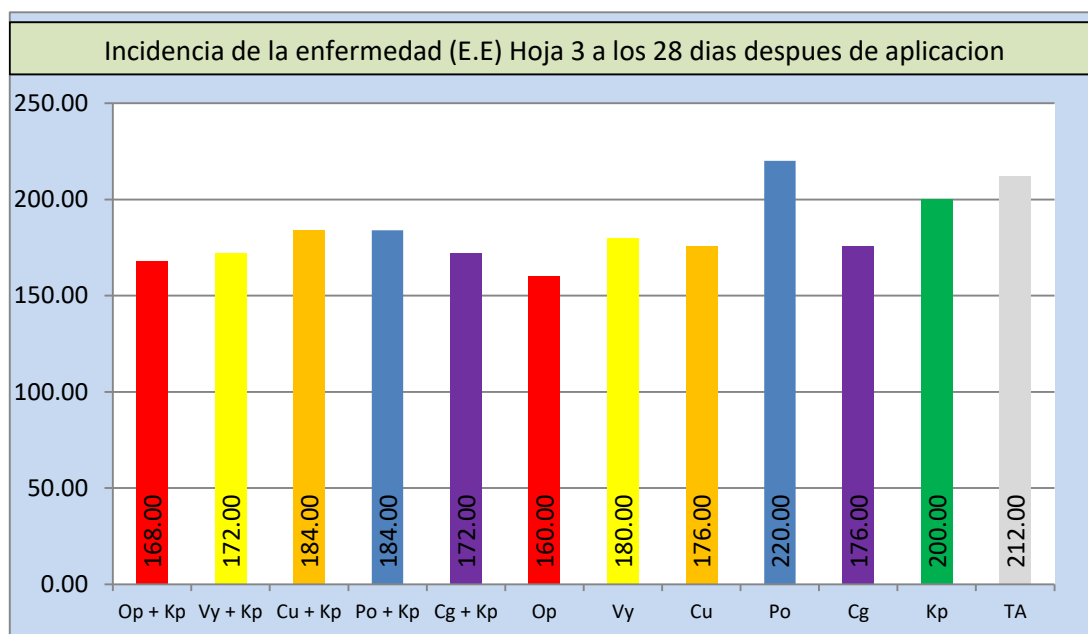
El ADEVA realizado a los 21 días indican diferencias estadísticas significativas, de acuerdo a la prueba de Tukey se observa 3 rangos de distribución, teniendo la menor incidencia los tratamientos 1(13,29) y 6(13,30), y el de mayor incidencia los tratamientos 4, 9 y 12(15,17). Con un coeficiente de variación de 5,06%

Gráfico 11. Incidencia de la enfermedad en la hoja 3 a los 21 días después de la aplicación.



El ADEVA realizado a los a los 28 días indican diferencias estadísticas significativas la prueba de tukey muestran 5 rangos de distribución, teniendo la menor incidencia el tratamiento 6(160), y el de mayor incidencia de la enfermedad el tratamiento 9(220). Con un coeficiente de variación de 10,19%.

Gráfico 12. Incidencia de la enfermedad en la hoja 3 a los 28 días después de la aplicación



Cuadro 13. Incidencia de la enfermedad Semanal en hoja 3 (E.E.)

Tratamientos		0 días	7 días	14 días	21 días	28 días
T1	Op + Kp	7,07 a	8,90 a	10,96 ab	13,29 a	168 ab
T2	Vy + Kp	7,55 ab	8,52 a	10,81 a	14,19 ab	172 ab
T3	Cu + Kp	7,07 a	9,77 a	13,01 bcd	14,76 ab	184 abc
T4	Po + Kp	7,07 a	10,25 a	13,19 cd	15,17 b	184 abc
T5	Cg + Kp	7,07 a	8,90 a	11,49 abc	14,61 ab	172 ab
T6	Op	8,52 b	8,42 a	12,05 abcd	13,30 a	160 a
T7	Vy	7,07 a	8,04 a	12,08 abcd	14,35 ab	180 abc
T8	Cu	7,07 a	9,07 a	12,87 abcd	14,48 ab	176 ab
T9	Po	7,07 a	10,15 a	13,47 cd	15,17 b	220 c
T10	Cg	7,07 a	10,15 a	11,67 abcd	14,61 ab	176 ab
T11	Kp	7,55 ab	8,72 a	13,18 cd	14,62 ab	200 abc
T12	TA	7,07 a	10,59 a	13,78 d	15,17 b	212 bc
CV%		8,04	18,42	8,03	5,06	10,19

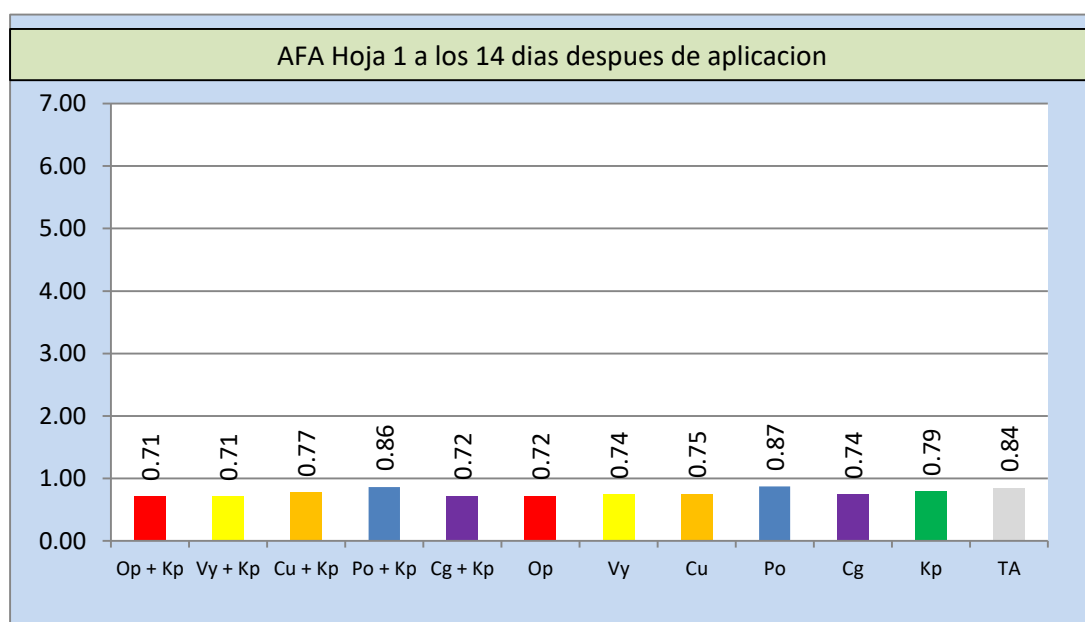
Los promedios de los tratamientos en cada uno de los periodos con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

#### 4.1.4. Área foliar afectada (AFA) por la enfermedad de la sigatoka negra a los 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días después de la aplicación en la hoja 1

El cuadro 14 muestra que a los 7 días no hay aun AFA por presencia de la enfermedad.

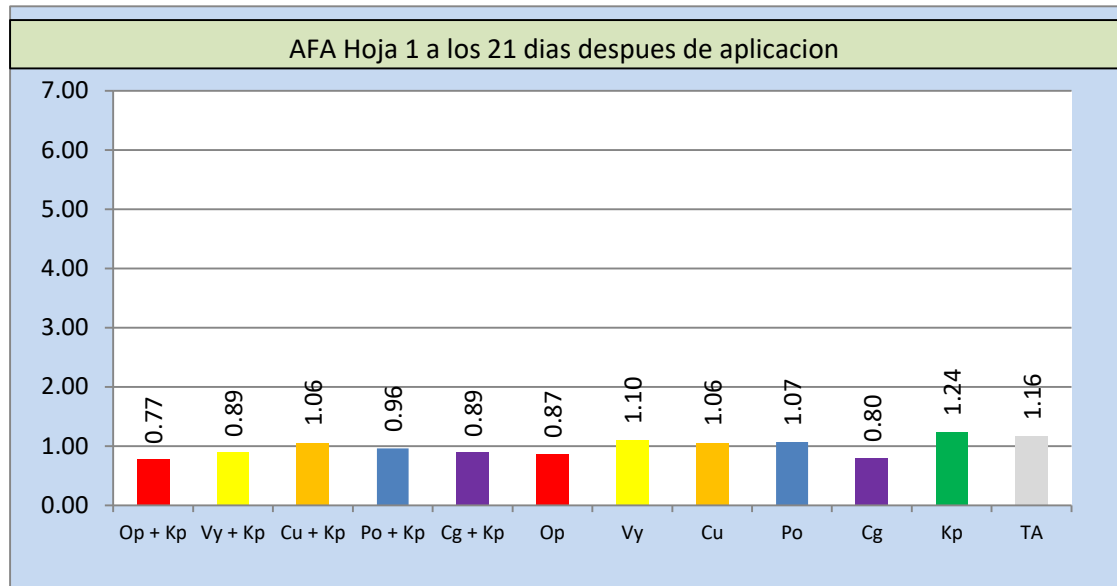
El ADEVA realizado a los 14 días, los promedios muestran que no hay diferencias estadísticas significativas teniendo el menor de AFA los tratamientos 1 y 2(0,71). Y el mayor AFA lo tiene el tratamiento 9(0,87). Con un coeficiente de variación de 12,19%.

Gráfico 13. AFA en la hoja 1 a los 14 días después de la aplicación



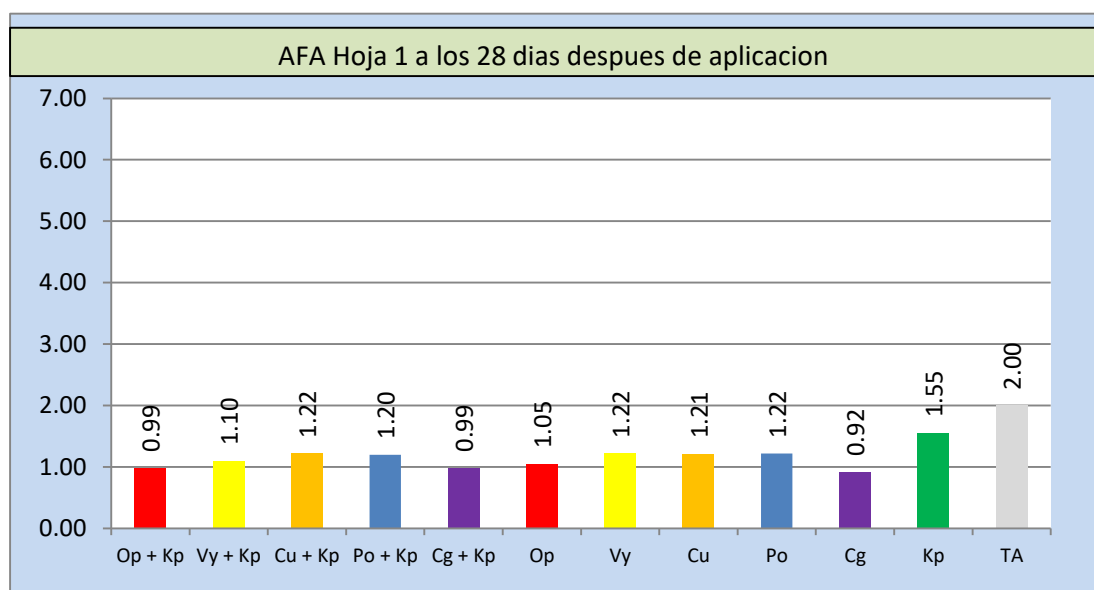
El ADEVA realizado a los 21 días muestra diferencia estadística significativa. La prueba de Tukey muestran que las medias indican 7 rangos de distribución, teniendo el AFA más bajo el tratamiento 1(0,77), y el más alto el tratamiento 11(1,24). Con un coeficiente de variación de 14,70%.

Gráfico 14. AFA en la hoja 1 a los 21 días después de la aplicación



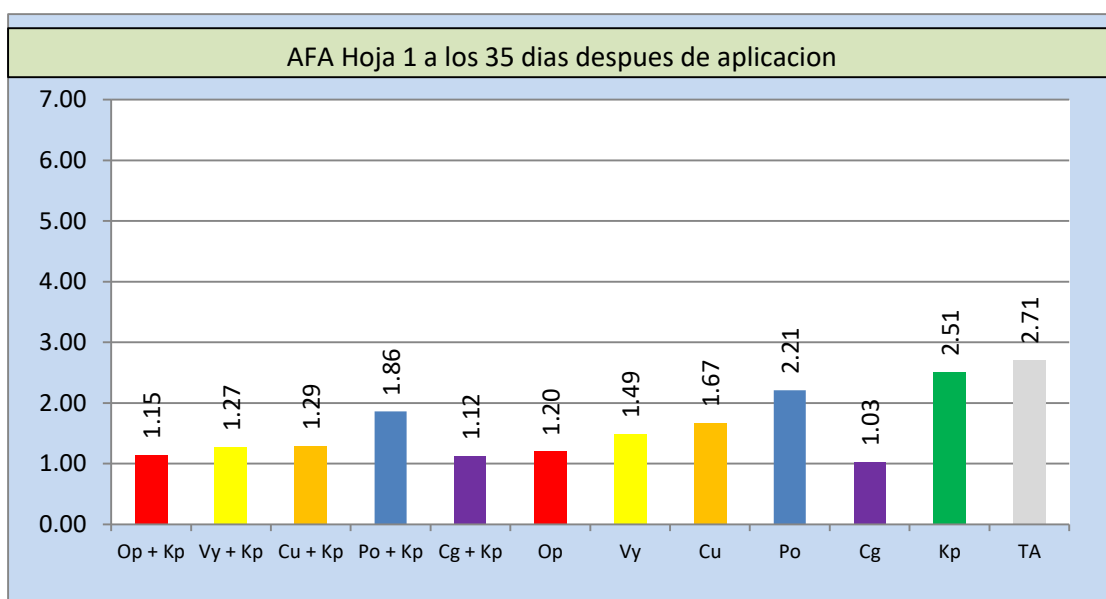
El ADEVA realizado a los 28 días muestra diferencias estadísticas significativas. La prueba de Tukey muestran que las medias indican que hay 4 rangos de distribución, el promedio más bajo de AFA lo tiene el tratamiento 10(0,92). Y el promedio más alto el tratamiento 12(2,00). Con un coeficiente de variación de 12,65%.

Gráfico 15. AFA en la hoja 1 a los 28 días después de la aplicación



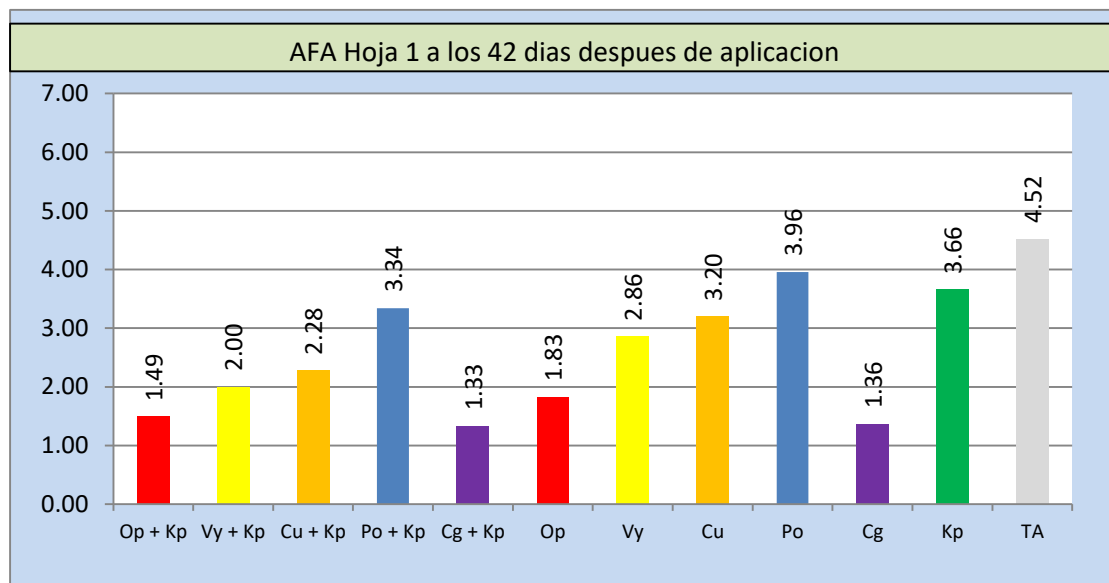
El ADEVA realizado a los 35 días se observan que hay diferencias estadísticas significativas, según la prueba de Tukey muestran que las medias indican 7 variables de distribución, teniendo el promedio más bajo de AFA el tratamiento 10(1,03). Y el promedio más alto lo tiene el tratamientos 12(2,71). Con un coeficiente de variación de 14,22%.

Gráfico 16. AFA en la hoja 1 a los 35 días después de la aplicación



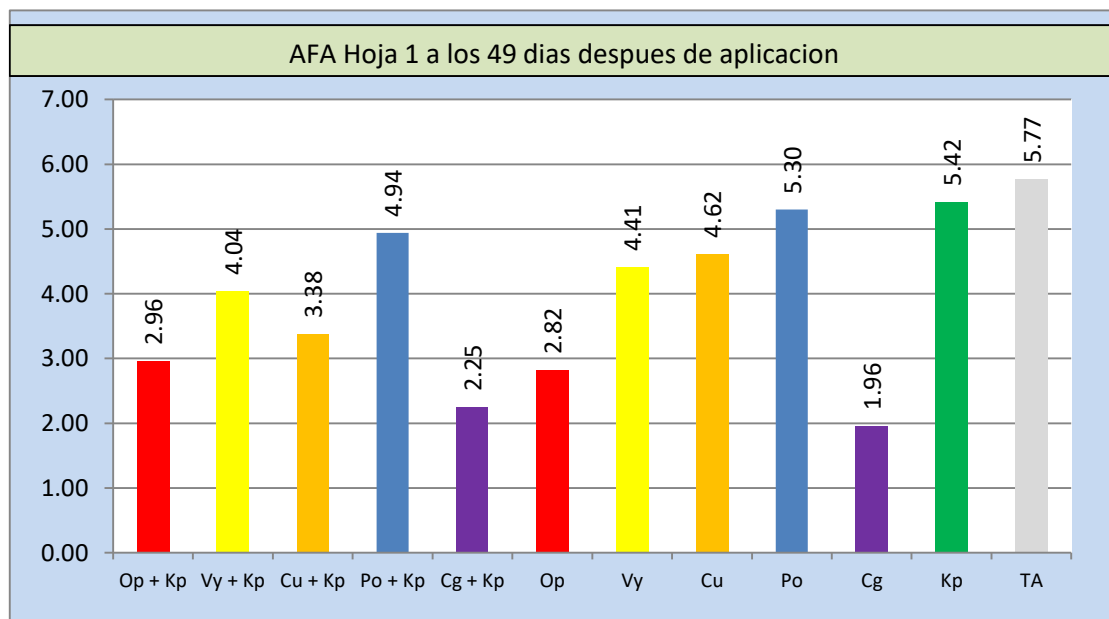
A los 42 días El ADEVA muestra que hay diferencias estadísticas significativas. Según la prueba de Tukey muestran que las medias tienen 7 variables de distribución, los promedios más bajos de AFA lo tiene el tratamiento 5(1,33), y el promedio más alto lo tiene el tratamiento 12(4,52). Con un coeficiente de variación de 19,18%.

Gráfico 17. AFA en la hoja 1 a los 42 días después de la aplicación



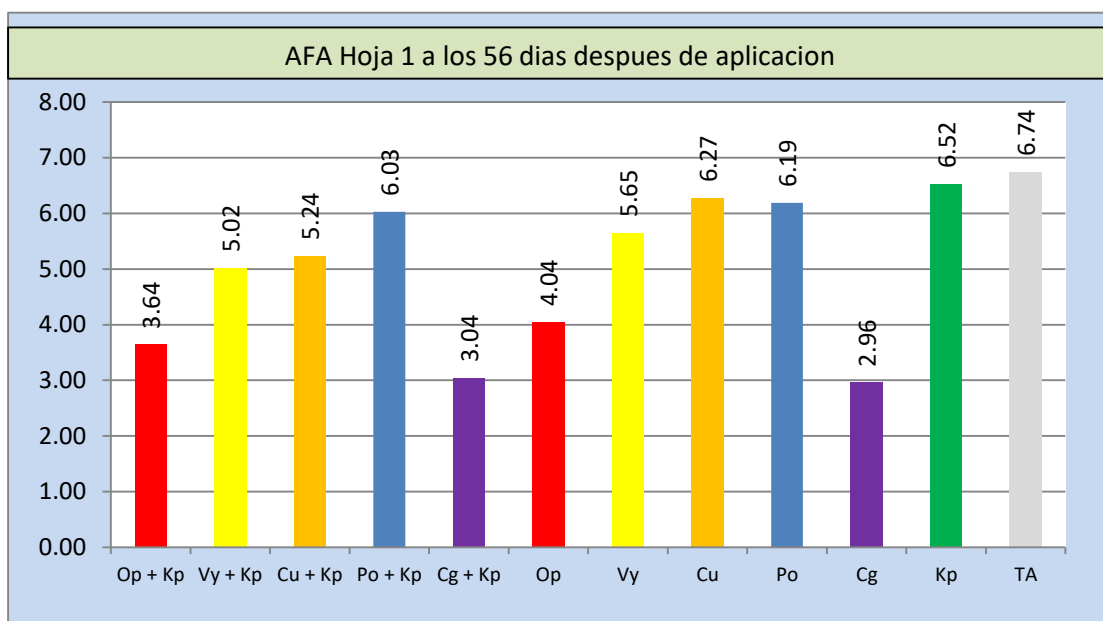
El ADEVA realizado a los 49 días muestra que hay diferencias estadísticas significativas. Según la prueba de Tukey muestran que las medias indican 10 variables de distribución, el promedio más bajo de AFA lo tiene el tratamiento 10(1,96). Y el promedio más alto lo tiene el tratamiento 12(5,77). Con un coeficiente de variación de 14,44%.

Gráfico 18. AFA en la hoja 1 a los 49 días después de la aplicación



El ADEVA realizado a los 56 días muestran que hay diferencias estadísticas significativas, según la prueba de Tukey muestran que las medias indican 7 rangos de distribución, los promedios más bajo de AFA lo tiene el tratamiento 10(2,96), Y el promedio más alto lo tiene el tratamiento 12(6,74). Con un coeficiente de variación de 12,02%.

Gráfico 19. AFA en la hoja 1 a los 56 días después de la aplicación



Con los resultados obtenidos en el cuadro 14, se acepta la hipótesis que dice:

La mezcla del bioestimulante Kelpak a una dosis de 1 litro por hectárea, con el fungicida químico Comet Gold a una dosis de 1 litro por hectárea, es homogénea y no afecta el control de la enfermedad de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano.



Cuadro 14. Área Foliar Afectada (AFA) por la enfermedad en la hoja 1

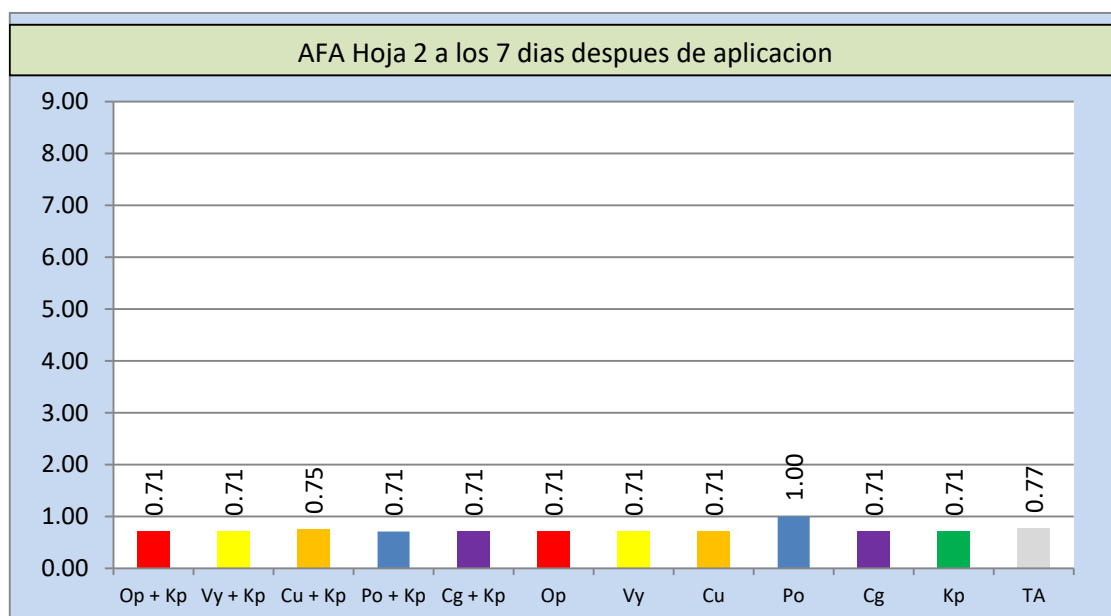
Tratamientos	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	49 días	56 días
T1 Op + Kp	0,00	0,71 a	0,77 a	0,99 a	1,15 a	1,49 a	2,96 abc	3,64 a
T2 Vy + Kp	0,00	0,71 a	0,89 abc	1,10 a	1,27 ab	2,00 ab	4,04 cde	5,02 bc
T3 Cu + Kp	0,00	0,77 a	1,06 abcd	1,22 ab	1,29 ab	2,28 abc	3,38 bcd	5,24 bcd
T4 Po + Kp	0,00	0,86 a	0,96 abcd	1,20 a	1,86 cd	3,34 cd	4,94 efg	6,03 cde
T5 Cg + Kp	0,00	0,72 a	0,89 abc	0,99 a	1,12 a	1,33 a	2,25 ab	3,04 a
T6 Op	0,00	0,72 a	0,87 abc	1,05 a	1,20 ab	1,83 ab	2,82 abc	4,04 ab
T7 Vy	0,00	0,74 a	1,10 bcd	1,22 ab	1,49 abc	2,86 bcd	4,41 def	5,65 cde
T8 Cu	0,00	0,75 a	1,06 abcd	1,21 a	1,67 bc	3,20 cd	4,62 defg	6,27 cde
T9 Po	0,00	0,87 a	1,07 abcd	1,22 ab	2,21 de	3,96 de	5,30 fg	6,19 cde
T10 Cg	0,00	0,74 a	0,80 ab	0,92 a	1,03 a	1,36 a	1,96 a	2,96 a
T11 Kp	0,00	0,79 a	1,24 d	1,55 b	2,51 e	3,66 de	5,42 fg	6,52 de
T12 TA	0,00	0,84 a	1,16 cd	2,00 c	2,71 e	4,52 e	5,77 g	6,74 e
sd		12,19	14,70	12,65	14,22	19,18	14,44	12,02

Los promedios de los tratamientos en cada uno de los periodos con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

#### 4.1.5. Área foliar afectada (AFA) por la enfermedad de la sigatoka negra a los 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días después de la aplicación en la hoja 2

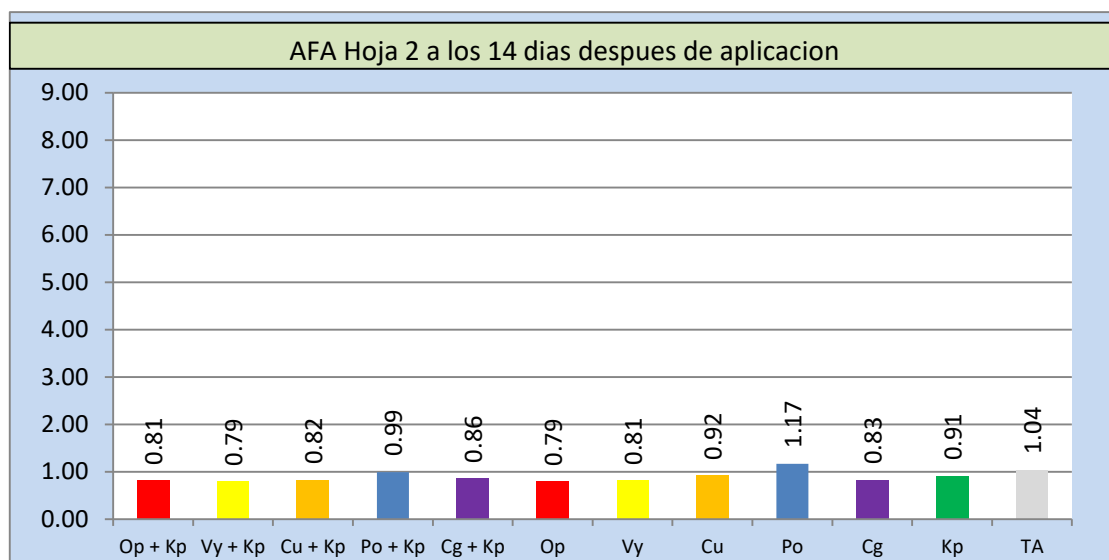
En el cuadro 15 el ADEVA realizado a los 7 días en la hoja 2, muestra diferencia estadística significativa. Según Tukey las medias indican 2 rangos de distribución. La menor AFA lo tienen los tratamientos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10 y 11(0,71) y el AFA más alto el tratamiento 9(1,00). Con un coeficiente de variación de 6,64%.

Gráfico 20. AFA en la hoja 2 a los 7 días después de la aplicación



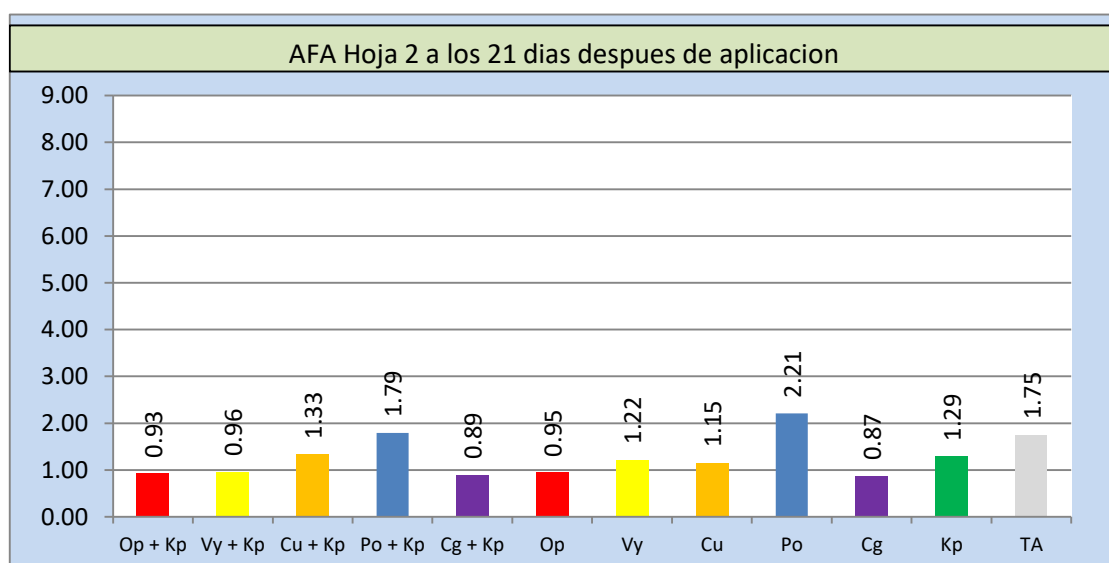
El ADEVA realizado a los 14 días muestra que hay diferencias estadísticas significativas. La prueba de Tukey las medias indican 5 rangos de distribución, los promedios más bajo de AFA lo tienen los tratamientos 2 y 6(0,79), y el promedio más alto el tratamiento 9(1,17). Con un coeficiente de variación de 12,33%.

Gráfico 21. AFA en la hoja 2 a los 14 días después de la aplicación



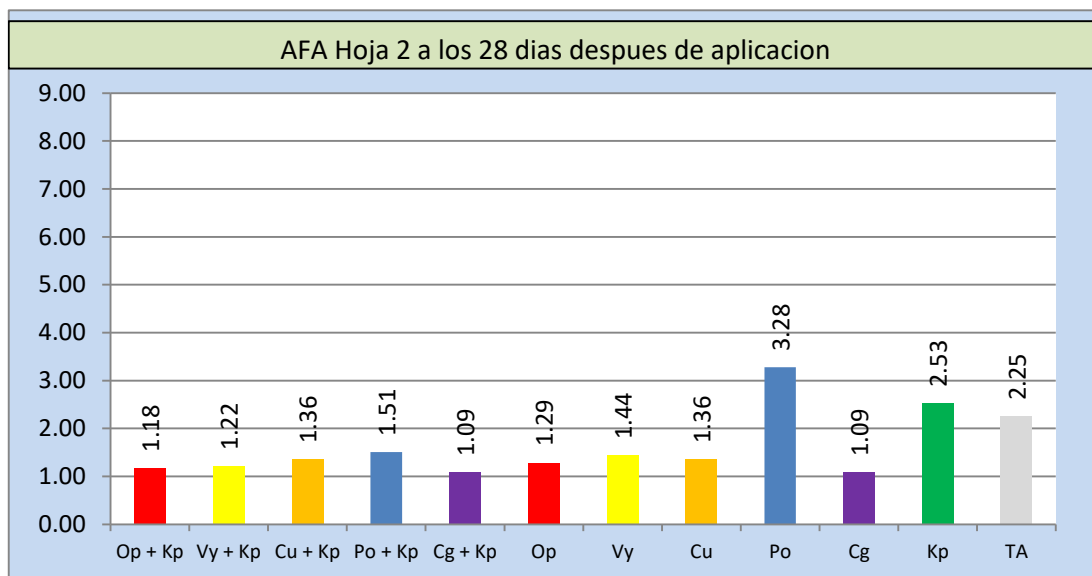
El ADEVA realizado a los 21 días muestra que hay diferencias estadísticas significativas. Según la prueba de Tukey las medias indican que hay 4 rangos de distribución. La menor AFA lo tiene el tratamiento 10(0,87). Y el AFA más alto el tratamiento 9(2,21). Con un coeficiente de variación de 21,39%.

Gráfico 22. AFA en la hoja 2 a los 21 días después de la aplicación



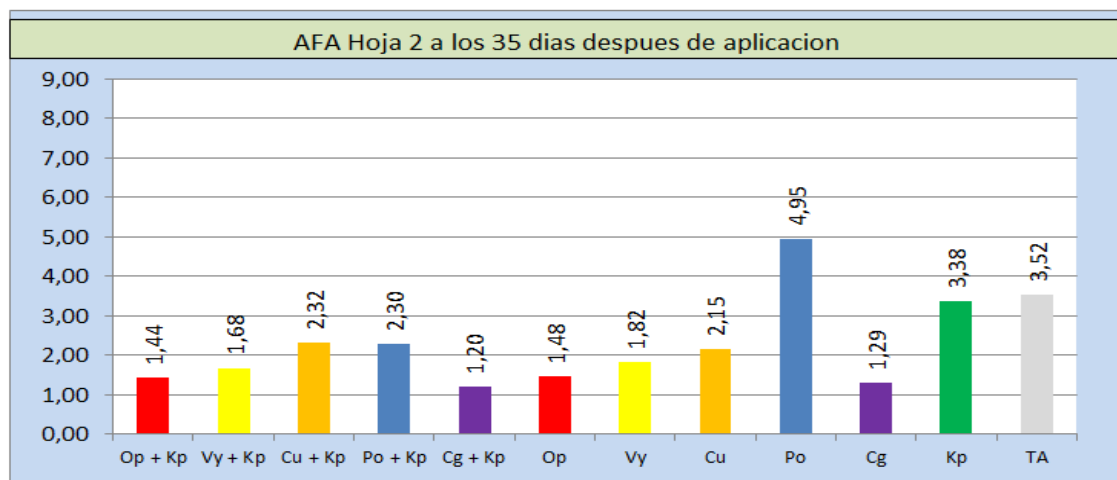
El ADEVA realizado a los 28 días muestra que hay diferencias estadísticas significativas. Según la Prueba de Tukey las medias indican 3 rangos de distribución. La menor AFA lo tienen los tratamientos 5 y 10(1,09). Y el más alto el tratamiento 9(3,28). Con un coeficiente de variación de 16,61%.

Gráfico 23. AFA en la hoja 2 a los 28 días después de la aplicación



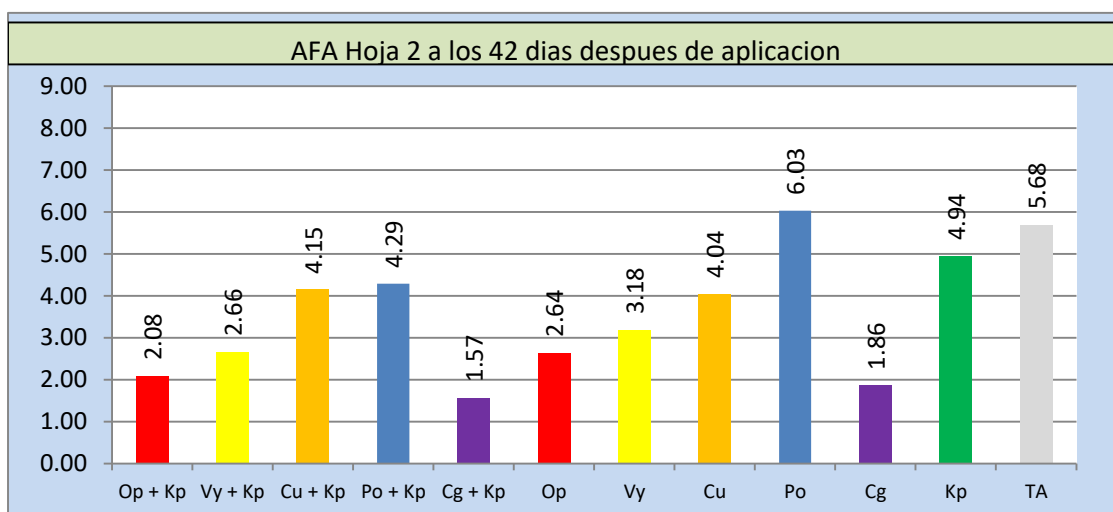
El ADEVA realizado a los 35 días muestra que hay diferencias estadísticas significativas. Según la prueba de tukey las medias indican 7 rangos de distribución. La menor AFA lo tiene el tratamiento 5(1,20). Y el más alto el tratamiento 9(4,95). Con un coeficiente de variación de 13,75%.

Gráfico 24. AFA en la hoja 2 a los 35 días después de la aplicación



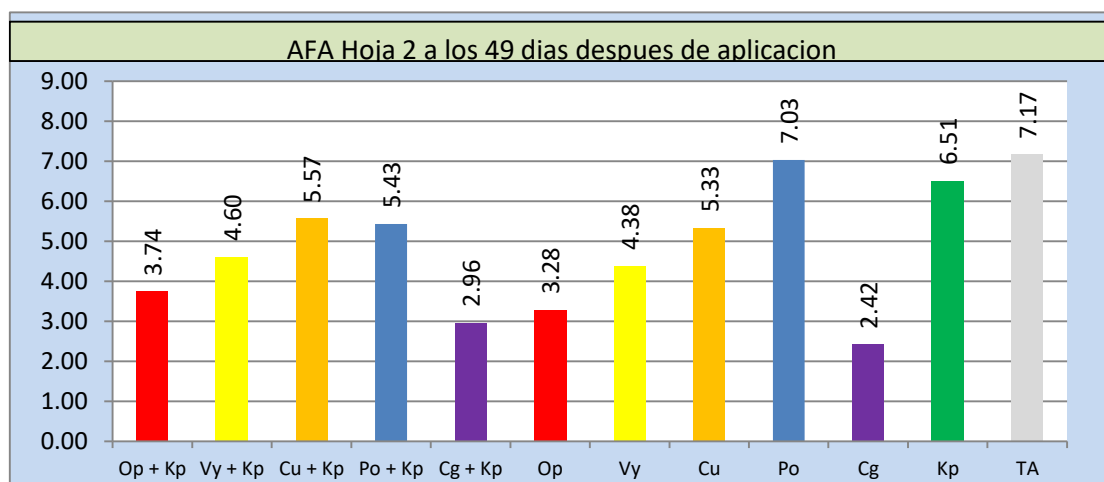
El ADEVA realizado a los 42 días muestra que hay diferencias estadísticas significativas. Según la prueba de Tukey las medias indican 9 rangos de distribución. La menor AFA el tratamiento 5(1,57). Y el más alto lo tiene el tratamiento 9(6,03). Con un coeficiente de variación de 12,65%.

Gráfico 25. AFA en la hoja 2 a los 42 días después de la aplicación



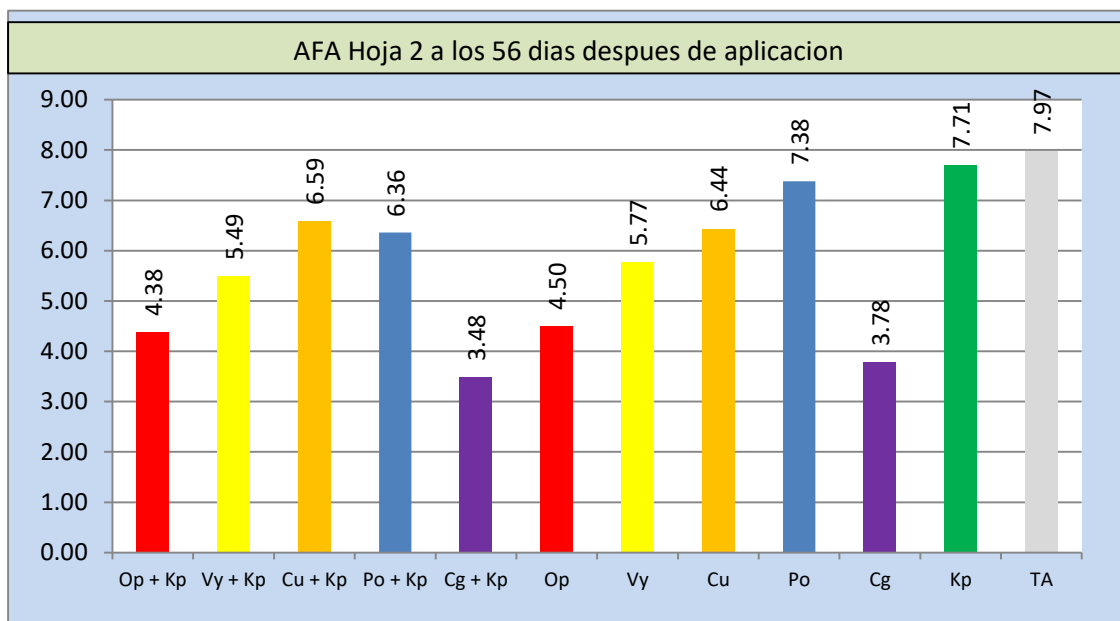
El ADEVA realizado a los 49 días muestra que hay diferencias estadísticas significativas. Según la prueba de tukey las medias indican 7 rangos de distribución. La menor AFA lo tiene el tratamiento 10(2,42). Y el más alto el tratamiento 12 (7,17). Con un coeficiente de variación de 13,61.

Gráfico 26. AFA en la hoja 2 a los 49 días después de la aplicación



El ADEVA realizado a los 56 días muestra que hay diferencias estadísticas significativas. Según la prueba de tukey las medias indican 10 rangos de distribución. La menor AFA lo tiene el tratamiento 5(3,48) . Y el más alto el tratamiento 12(7,97). Con un coeficiente de variación de 10,58%.

Gráfico 27. AFA en la hoja 2 a los 56 días después de la aplicación



Cuadro 15. Área Foliar Afectada (AFA) por la enfermedad en la hoja 2

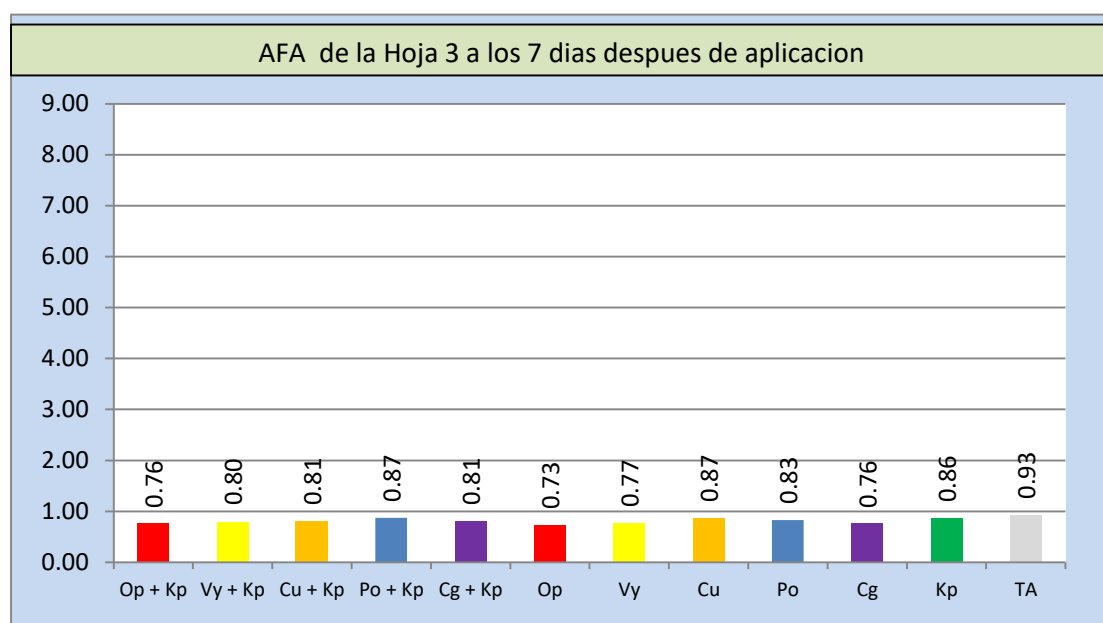
Tratamientos	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	49 días	56 días
T1 Op + Kp	0,71 a	0,81 ab	0,93 a	1,18 a	1,44 a	2,08 ab	3,74 abc	4,38 ab
T2 Vy + Kp	0,71 a	0,79 a	0,96 a	1,22 a	1,68 abc	2,66 bc	4,60 cd	5,49 bcd
T3 Cu + Kp	0,75 a	0,82 ab	1,33 ab	1,36 a	2,32 c	4,15 de	5,57 de	6,59 def
T4 Po + Kp	0,71 a	0,99 abc	1,79 bc	1,51 a	2,30 c	4,29 e	5,43 de	6,36 de
T5 Cg + Kp	0,71 a	0,86 ab	0,89 a	1,09 a	1,20 a	1,57 a	2,96 ab	3,48 a
T6 Op	0,71 a	0,79 a	0,95 a	1,29 a	1,48 ab	2,64 bc	3,28 abc	4,50 abc
T7 Vy	0,71 a	0,81 ab	1,22 ab	1,44 a	1,82 abc	3,18 cd	4,38 bcd	5,77 cd
T8 Cu	0,71 a	0,92 ab	1,15 a	1,36 a	2,15 bc	4,04 de	5,33 de	6,44 def
T9 Po	1,00 b	1,17 c	2,21 c	3,28 c	4,95 e	6,03 g	7,03 f	7,38 efg
T10 Cg	0,71 a	0,83 ab	0,87 a	1,09 a	1,29 a	1,86 ab	2,42 a	3,78 a
T11 Kp	0,71 a	0,91 ab	1,29 ab	2,53 b	3,38 d	4,94 ef	6,51 ef	7,71 fg
T12 TA	0,77 a	1,04 bc	1,75 bc	2,25 b	3,52 d	5,68 fg	7,17 f	7,97 g
	6,64	12,33	21,39	16,61	13,75	12,65	13,61	10,58

Los promedios de los tratamientos en cada uno de los periodos con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

#### 4.1.6. Área foliar afectada (AFA) por la enfermedad de la sigatoka negra a los 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días después de la aplicación en la hoja 3

El cuadro 16 el ADEVA realizado a los 7 días, no muestra diferencia estadística significativa. Pero la menor AFA lo tiene el tratamiento 6(0,73) y la mayor AFA el tratamiento 12(0,93). Con un coeficiente de variación de 13,52%.

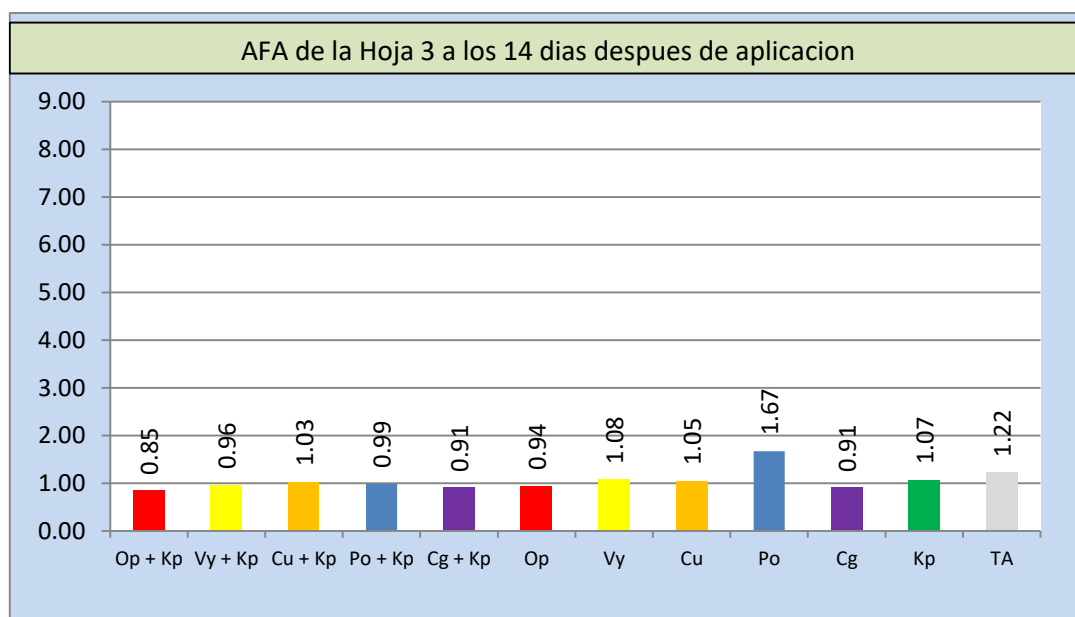
Gráfico 28. AFA en la hoja 3 a los 7 días después de la aplicación



El ADEVA realizado a los 14 días muestra que hay diferencias estadísticas significativas. Según la prueba de Tukey las medias indican 4 rangos de distribución. El menor AFA lo tiene el tratamiento 1(0,85). Y el más alto el tratamiento 9(1,67). Con un coeficiente de variación de 14,35%.

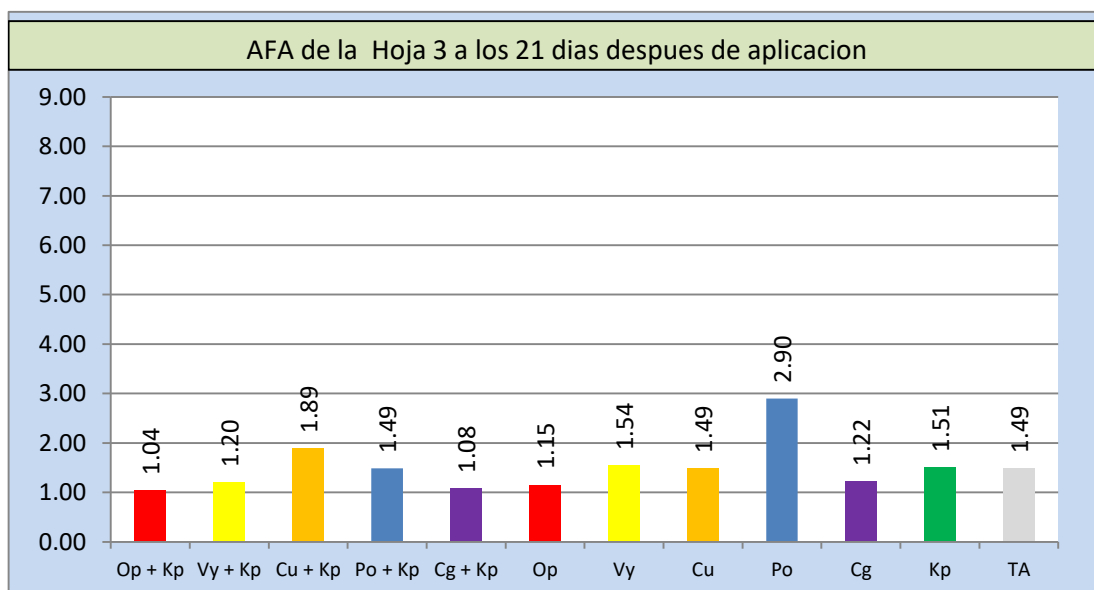


Gráfico 29. AFA en la hoja 3 a los 14 días después de la aplicación



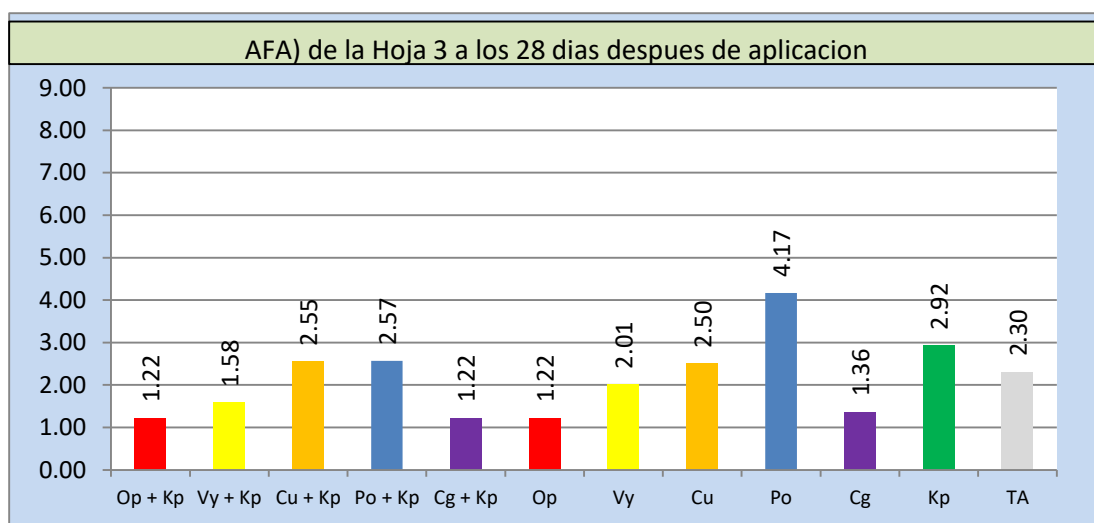
El ADEVA realizado a los 21 días muestra que hay diferencias estadísticas significativas. Según Tukey las medias indican 4 rangos de distribución. La menor AFA lo tiene el tratamiento 1(1,04) y el más alto el tratamiento 9(2,90). Con un coeficiente de variación de 16,96%.

Gráfico 30. AFA en la hoja 3 a los 21 días después de la aplicación



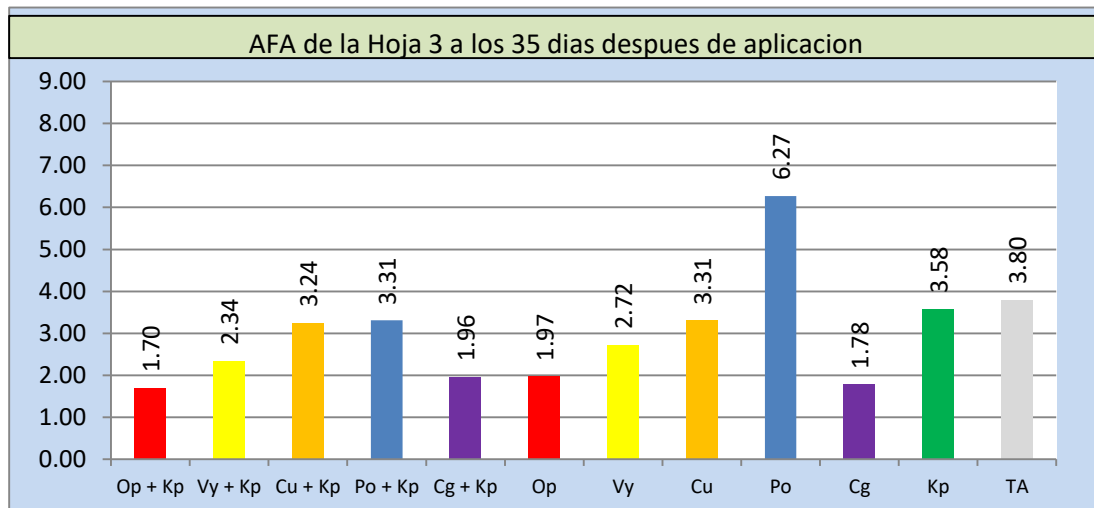
El ADEVA realizado a los 28 días muestra que hay diferencias estadísticas significativas. Según la prueba de Tukey las medias indican 7 rangos de distribución. Los más bajo de AFA lo tienen los tratamientos 1, 5 y 6(1,22). Y el promedio más alto el tratamiento 9(4,17). Con un coeficiente de variación de 18,23%.

Gráfico 31. AFA en la hoja 3 a los 28 días después de la aplicación



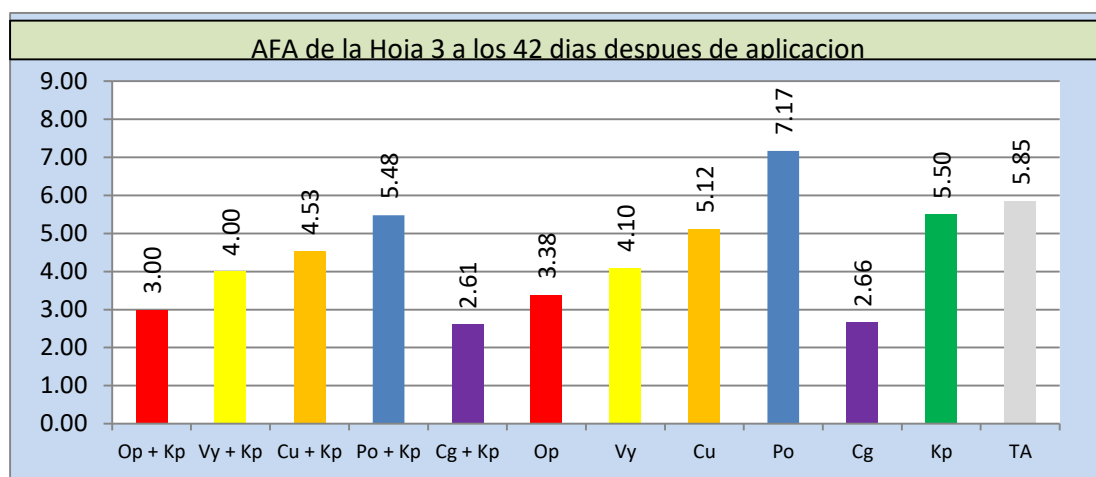
El ADEVA realizado a los 35 días muestra que hay diferencias estadísticas significativas. Según la prueba de Tukey las medias indican 6 rangos de distribución. El menor AFA lo tiene el tratamiento 1(1,70). Y el más alto el tratamiento 9(6,27). Con un coeficiente de variación de 13,60%.

Gráfico 32. AFA en la hoja 3 a los 35 días después de la aplicación



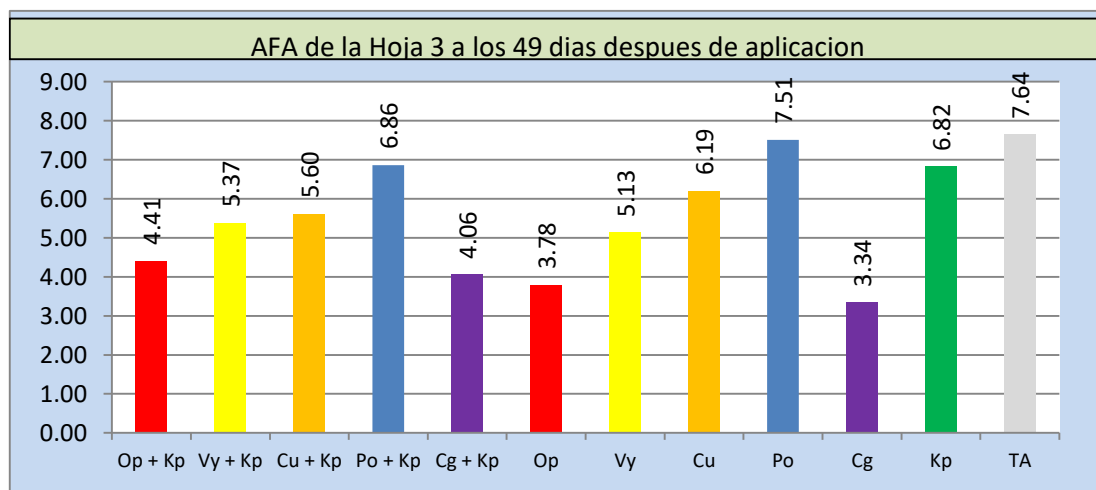
El ADEVA realizado a los 42 días muestra que hay diferencias estadísticas significativas. Según la prueba de Tukey las medias indican 10 rangos de distribución. La menor AFA lo tienen el tratamiento 5(2,61). Y el más alto el tratamiento 9(7,17h). Con un coeficiente de variación de 11,31%.

Gráfico 33. AFA en la hoja 3 a los 42 días después de la aplicación



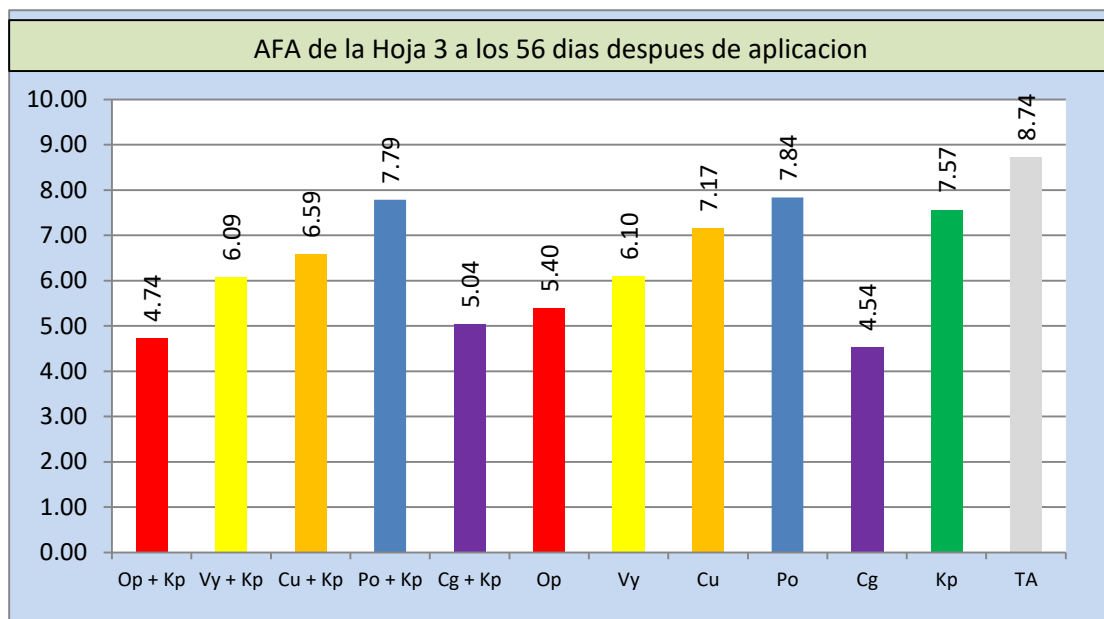
El ADEVA realizado a los 49 días muestra que hay diferencias estadísticas significativas. Según la prueba de Tukey las medias indican 9 rangos de distribución. La menor AFA lo tiene el tratamiento 10(3,34). y el más alto el tratamiento 12(7,64). Con un coeficiente de variación de 9,13%.

Gráfico 34. AFA en la hoja 3 a los 49 días después de la aplicación



El ADEVA realizado a los 56 días muestra que hay diferencias estadísticas significativas. Según la prueba de Tukey las medias indican 8 variables de distribución. La menor AFA lo tiene el tratamiento 10(4,54). Y el más alto el tratamiento 12(8,74). Con un coeficiente de variación de 9,35%.

. Gráfico 35. AFA en la hoja 3 a los 56 días después de la aplicación



Cuadro 16. Área Foliar Afectada (AFA) por la enfermedad en la hoja 3

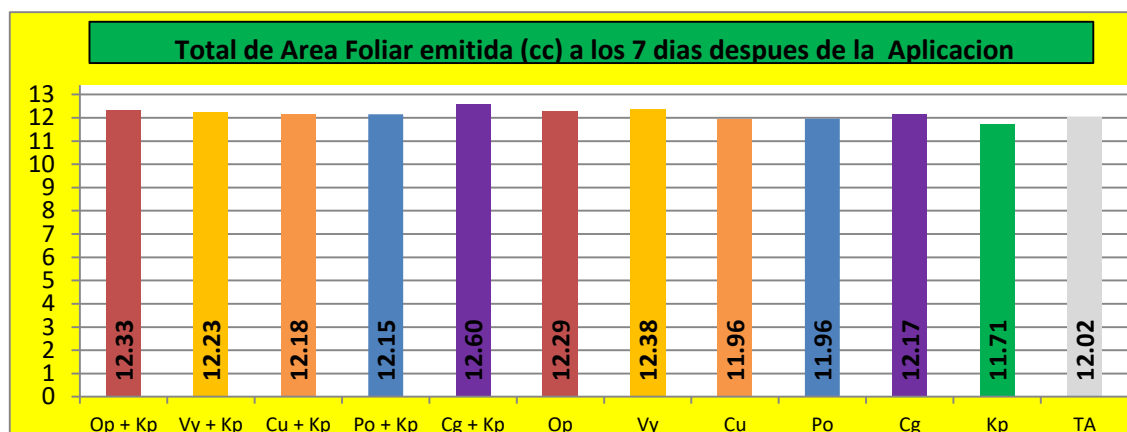
Tratamientos	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	49 días	56 días
T1 Op + Kp	0,76 a	0,85 a	1,04 a	1,22 a	1,70 a	3,00 ab	4,41 abc	4,74 a
T2 Vy + Kp	0,80 a	0,96 ab	1,20 a	1,58 ab	2,34 ab	4,00 bcd	5,37 cd	6,09 bcd
T3 Cu + Kp	0,81 a	1,03 ab	1,89 b	2,55 cd	3,24 cd	4,53 def	5,60 d	6,59 cde
T4 Po + Kp	0,87 a	0,99 ab	1,49 ab	2,57 cd	3,31 cd	5,48 fg	6,86 ef	7,79 ef
T5 Cg + Kp	0,81 a	0,91 ab	1,08 a	1,22 a	1,96 ab	2,61 a	4,06 ab	5,04 ab
T6 Op	0,73 a	0,94 ab	1,15 a	1,22 a	1,97 ab	3,38 abc	3,78 a	5,40 abc
T7 Vy	0,77 a	1,08 ab	1,54 ab	2,01 abc	2,72 bc	4,10 cde	5,13 bcd	6,10 bcd
T8 Cu	0,87 a	1,05 ab	1,49 ab	2,50 cd	3,31 cd	5,12 efg	6,19 de	7,17 de
T9 Po	0,83 a	1,67 c	2,90 c	4,17 e	6,27 e	7,17 h	7,51 f	7,84 ef
T10 Cg	0,76 a	0,91 ab	1,22 a	1,36 a	1,78 a	2,66 a	3,34 a	4,54 a
T11 Kp	0,86 a	1,07 ab	1,51 ab	2,92 d	3,58 cd	5,50 fg	6,82 ef	7,57 ef
T12 TA	0,93 a	1,22 b	1,49 ab	2,30 bcd	3,80 d	5,85 g	7,64 f	8,74 f
	13,52	14,35	16,96	18,23	13,60	11,31	9,13	9,35

Los promedios de los tratamientos en cada uno de los periodos con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey (  $P \leq 0.05$  ).

#### 4.1.7. Área foliar (AF) emitida después de aplicación

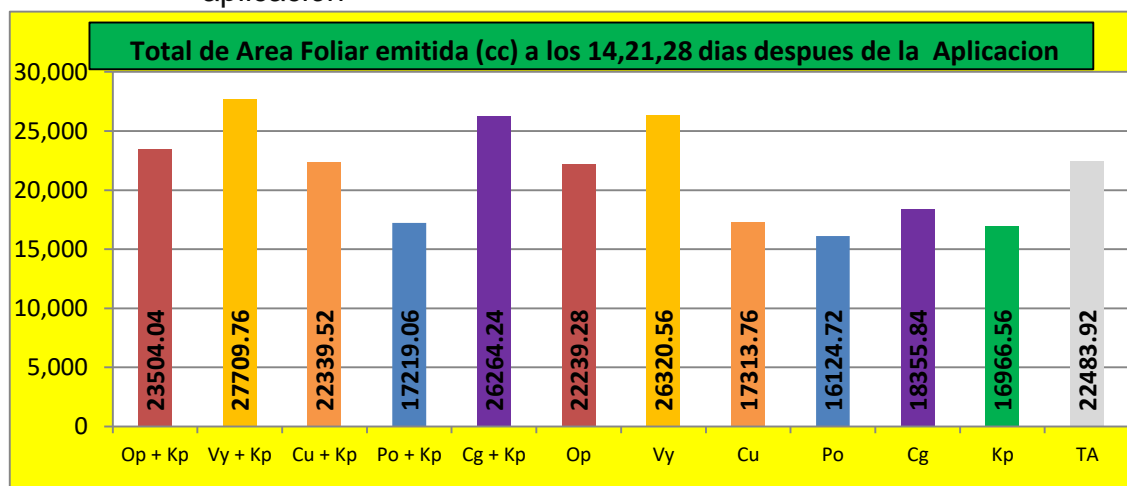
En el cuadro 17 el ADEVA realizado a los 7 días, no muestra una diferencia estadística significativa, pero tiene la mayor área foliar emitida el tratamiento 5(12,60), y el menor el tratamiento 11(11,71). Teniendo un coeficiente de variación de 3,60%.

Gráfico 36. Área foliar emitida a los 7 días después de la aplicación



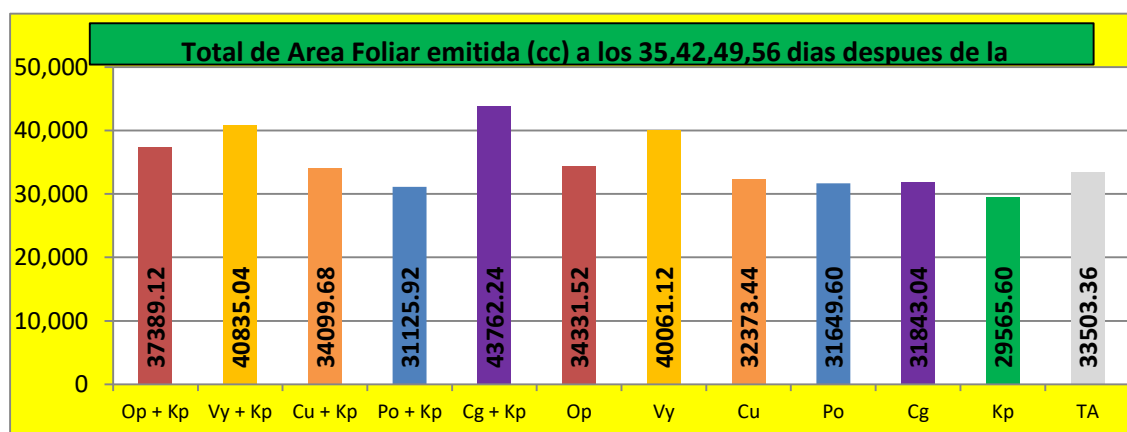
El ADEVA realizado a la suma de área foliar emitida a los 14, 21 y 28 días, muestran diferencias estadísticas significativas. Según la prueba de Tukey las medias indican 5 rangos de distribución. La mayor área foliar emitida la tiene el tratamiento 2(27709,76), y el menor el tratamiento 9(16124,72). Con un coeficiente de variación de 20,12%.

Gráfico 37. Área foliar emitida a los 14, 21 y 28 días después de la aplicación



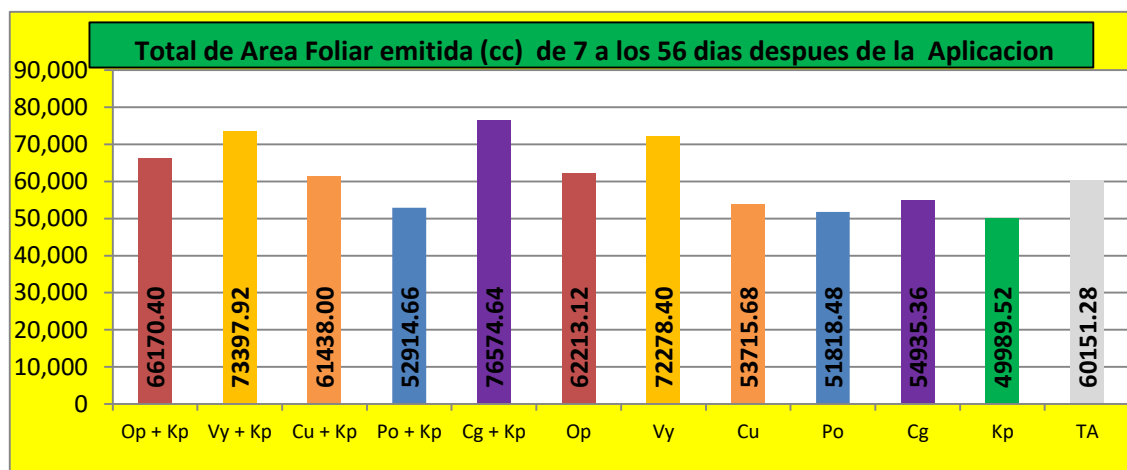
El ADEVA realizada a la suma de área foliar emitida a los 35, 42, 49 y 56 días muestra diferencias estadísticas significativas. Según la prueba de Tukey las medias indican 5 rangos de distribución. El más alto de área foliar emitida lo tiene el tratamiento 5(43762,24), y el más bajo lo tiene el tratamiento 11(29565,60). Con un coeficiente de variación de 13,65%

Gráfico 38. Área foliar emitida a los 35, 42, 49 y 56 días después de la aplicación



El ADEVA al total de área foliar emitida desde los 7 hasta los 56 días, muestran diferencia estadística significativa. Según la prueba de Tukey las medias indican 7 rangos de distribución. Teniendo el mayor promedio el tratamiento 5(76574,64). Y el menor promedio el tratamiento 11(49989,52). Con un coeficiente de variación de 14,30%.

Gráfico 39. Área foliar total emitida de 7 a los 56 días después de la aplicación



Cuadro 17. Emisión foliar en tratamientos

Emisión foliar en centímetros cuadrados (cc)								
días después de la aplicación								
Tratamientos		7		14 - 21 - 28		35 - 42 - 49-56		total 56 días
T1	Op + Kp	12,33	a	23504,04	abc	37389,12	abc	66170,40 abcd
T2	Vy + Kp	12,23	a	27709,76	a	40835,04	ab	73397,92 ab
T3	Cu + Kp	12,18	a	22339,52	abc	34099,68	abc	61438,00 abcd
T4	Po + Kp	12,15	a	17219,06	bc	31125,92	bc	52914,66 d
T5	Cg + Kp	12,60	a	26264,24	ab	43762,24	a	76574,64 a
T6	Op	12,29	a	22239,28	abc	34331,52	abc	62213,12 abcd
T7	Vy	12,38	a	26320,56	ab	40061,12	ab	72278,40 abc
T8	Cu	11,96	a	17313,76	bc	32373,44	bc	53715,68 cd
T9	Po	11,96	a	16124,72	c	31649,60	bc	51818,48 d
T10	Cg	12,17	a	18355,84	abc	31843,04	bc	54935,36 bcd
T11	Kp	11,71	a	16966,56	bc	29565,60	c	49989,52 d
T12	TA	12,02	a	22483,92	abc	33503,36	abc	60151,28 abcd
CV%		3,60		20,12		13,65		14,84

Los promedios de los tratamientos en cada uno de los periodos con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey (  $P \leq 0.05$  ).



#### 4.1.8. Análisis económicos de los tratamientos

Cuadro 18. Análisis económico de los tratamientos.

TRATAMIENTOS															
Concepto	Unidad	Dosis/has	Costo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Insumos</b>															
Aceite Agrícola	galón	2,00	1,77	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54	
Comet Golg	litro	1,00	29,50					29,50					29,50		
Cumora	litro	0,40	64,00			25,60					25,60				
Kelpak	litro	1,00	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50						13,50	
Mixer	litro	0,08	9,00	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	
Opal	litro	1,25	15,00	18,75					18,75						
Polyram	litro	1,50	9,00				13,50					13,50			
Volley	litro	1,00	23,30		23,30					23,30					
<b>SUBTOTAL</b>				<b>36,51</b>	<b>41,06</b>	<b>43,36</b>	<b>31,26</b>	<b>47,26</b>	<b>23,01</b>	<b>27,56</b>	<b>29,86</b>	<b>17,76</b>	<b>33,76</b>	<b>17,76</b>	<b>0,00</b>
<b>Jornales</b>															
Mantenimiento	jornal	1	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Toma de Información	jornal	2	15,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Preparación Mezclas	jornal	1	15,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>75,00</b>	<b>75,00</b>	<b>75,00</b>	<b>75,00</b>	<b>75,00</b>	<b>75,00</b>	<b>75,00</b>	<b>75,00</b>	<b>75,00</b>	<b>75,00</b>	<b>75,00</b>	<b>75,00</b>
<b>TOTAL</b>				<b>111,51</b>	<b>116,06</b>	<b>118,36</b>	<b>106,26</b>	<b>122,26</b>	<b>98,01</b>	<b>102,56</b>	<b>104,86</b>	<b>92,76</b>	<b>108,76</b>	<b>92,76</b>	<b>75,00</b>

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

De acuerdo a los resultados analizados se puede concluir lo siguiente:

- Al analizar las diferencias matemáticas entre los tratamientos, se observa que al aplicar el bioestimulante Kelpak en mezclas con los fungicidas, este no afecta la actividad biológica de control, contra la sigatoka negra.
- El tratamiento con el menor promedio de severidad reflejado por los índices de estados evolutivos, lo tuvo el tratamiento 1 (Opal + bioestimulante Kelpak) con 108; comparado con el tratamiento 12(testigo absoluto) con 188.
- El Área Foliar Afectada (AFA) por la enfermedad de la sigatoka negra, reflejada por los índices de stover. indican que los menores promedios lo tuvieron los tratamientos T10 (Comet Gold) con 2,96; T5 (Comet Gold + Kelpak) con 3.04; y T1 (Opal + Kelpak) con 3,64 . Y el mayor promedio T12 (testigo absoluto) con 6,74.
- En cuanto a la emisión foliar el mayor promedio lo tuvo el tratamiento T5 (Comet Gold + Kelpak) con 76574,64 cc.
- El análisis económicos realizado a los tratamientos, indican que el T10 (comet gold) con un costo de 108,76USD. Por hectárea tiene el menor área foliar afectada.

## 5.2. Recomendaciones

- Incorporar el bioestimulante kelpak, en aplicaciones foliares en mezclas con los fungicidas para el control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella Fijiensis* M.) en el cultivo de banano, ya que este no afecta la actividad biológica de control.
- Se recomienda aplicar el tratamiento T10 (Comet Gold), pero como alternativa, también se pueden aplicar el T5 (Comet Gold + kelpak); y T1 (Opal + Kelpak). Ya que no mostraron diferencias estadísticas significativas.
- En aplicaciones comerciales se recomienda aplicar los fungicidas usados en los tratamientos, en mezclas con fungicidas de diferentes grupos químicos para evitar resistencia del hongo de la sigatoka negra.

## **CAPÍTULO VI**

### **BIBLIOGRAFÍA**

## 6. Literatura Citada

Alvarez & Pantoja. (2013). La Sigatoka negra en plátano y banano. Guía para el reconocimiento y manejo de la enfermedad, aplicado a la agricultura familiar. *Ciape*.

Arboleda, R. (2010). Comportamiento agronomico de la acelga Whit rebbet (*Beta vulgaris* var. *cicla Pers*), a nueve distanciamientos de siembra, bajo riego por goteo. Ecuador.

Basf. (2014). Portafolio banano. Basf. boletin divulgativo

Bayer. (2005 ). Manual de Aplicaciones Aerea. Bayer, Tercera Edición.

Blanco, J. (2015). Sigatoka negra en el cultivo de plátano. España.

Chavarría, V. (2014). Comportamiento agronomico de cuatro variedades del cultivo de Acelga (*Beta vulgaris* L.) en el canton pichincha, provincia de Manabi. Pichincha, Ecuador.

El Agro . (2012). Cultivo de banano. El Agro, 86.

INHAMI (2014). Estación climatológica. Pichilingue , Ecuador.

Frac. (2014). Fungicide resistance Action Committee, Summary banana FRAC Guidelines 2014-spanish.pdf. *Frac*.

León. (2007). Control de plagas y enfermedades en los cultivos. Colombia: Grupo latino .

Orozco & Orozco . (2008). Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y plátanos. Scielo.

Orozco & Picón . (2011). Plan de exportación de harina de plátano de la empresa brito vaca cia. Ltda. Molino el fenix de la ciudad de riobamba al mercado de estados unidos ciudad de miami fl.”. Riobamba , Ecuador .

Ortiz R, Lopez A, Ponchner S, Segura A. (2007). El cultivo del banano. Costa Rica: Euned.

Pérez. (2007). Manual de Aplicaciones Técnicas – principios y fundamentos, Syngenta,. Syngenta.

Pozo. (2009). Efecto de la poda temprana y la aplicación de un bioestimulante en el cultivo de banano (*Musa acuminata* AAA), sobre la incidencia de la sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis* M). Santo Domingo de los Tsáchilas , Ecuador .

Tumbaco, J. (2011). Evaluación del efecto de la sigatoka negra, en hojas separadas de banano, cavendish(Variedad willians), del extracto de melaleuca alternifolia en 3 zonas del Litoral Ecuatoriano. Ecuador.

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**



## 7. Anexos

**Anexo 1.** Resultados del ADEVA de la incidencia de la enfermedad (E.E.) de la sigatoka negra.

**Cuadro 19:** Incidencia de la enfermedad(E.E) a los 7 días en la hoja 1

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,000	11	0,00	sd	sd
Tratamientos	0,000	11	0,00	sd	sd
Error	0,000	48	0,00		
Total	0,000	59			

**Cuadro 20:** Incidencia de la enfermedad(E.E) a los 14 días en la hoja 1

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	79,77	11	7,25	1,71	0,1000
Tratamientos	79,77	11	7,25	1,71	0,1000
Error	203,73	48	4,24		
Total	283,50	59			

**Cuadro 21:** Incidencia de la enfermedad(E.E) a los 21 días en la hoja 1

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	89,00	11	8,09	2,78	0,0071
Tratamientos	89,00	11	8,09	2,78	0,0071
Error	139,60	48	2,91		
Total	228,60	59			

**Cuadro 22:** Incidencia de la enfermedad(E.E) a los 28 días en la hoja 1

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28553,33	11	2595,76	5,12	<0,0001
Tratamientos	28553,33	11	2595,76	5,12	<0,0001
Error	24320,00	48	506,67		
Total	52873,33	59			

**Cuadro 23:** Incidencia de la enfermedad(E.E) a los 7 días en la hoja 2

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	69,10	11	6,28	12,36	0,1000
Tratamientos	69,10	11	6,28	12,36	0,1000
Error	24,39	48	0,51		
Total	93,49	59			

**Cuadro 24:** Incidencia de la enfermedad(E.E) a los 14 días en la hoja 2

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	75,76	11	6,89	2,54	0,0129
Tratamientos	75,76	11	6,89	2,54	0,0129
Error	130,17	48	2,71		
Total	205,93	59			

**Cuadro 25:** Incidencia de la enfermedad(E.E) a los 21 días en la hoja 2

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	85,54	11	7,78	6,63	0,0001
Tratamientos	85,54	11	7,78	6,63	0,0001
Error	56,28	48	1,17		
Total	141,82	59			

**Cuadro 26:** Incidencia de la enfermedad(E.E) a los 28 días en la hoja 2

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	29193,33	11	2653,94	8,38	<0,0001
Tratamientos	29193,33	11	2653,94	8,38	<0,0001
Error	15200,00	48	316,67		
Total	44393,33	59			

**Cuadro 27:** Incidencia de la enfermedad(E.E) a los 7 días en la hoja 3

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	39,64	11	3,60	1,23	0,2936
Tratamientos	39,64	11	3,60	1,23	0,2936
Error	140,56	48	2,93		
Total	180,20	59			

**Cuadro 28:** Incidencia de la enfermedad(E.E) a los 14 días en la hoja 3

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	55,25	11	5,02	5,08	0,0001
Tratamientos	55,25	11	5,02	5,08	0,0001
Error	47,46	48	0,99		
Total	102,71	59			

**Cuadro 29:** Incidencia de la enfermedad(E.E) a los 21 días en la hoja 3

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22,25	11	2,02	3,76	0,0006
Tratamientos	22,25	11	2,02	3,76	0,0006
Error	25,80	48	0,54		
Total	48,05	59			

**Cuadro 30:** Incidencia de la enfermedad(E.E) a los 28 días en la hoja 3

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17993,33	11	1635,76	4,67	<0,0001
Tratamientos	17993,33	11	1635,76	4,67	<0,0001
Error	16800,00	48	350,00		
Total	34793,33	59			

**Anexo 2.** Resultados del ADEVA del Área foliar afectada (AFA) por la enfermedad de la sigatoka negra.

**Cuadro 31:** Área Foliar Afectada a los 7 días en la hoja 1

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,000	11	0,00	sd	sd
Tratamientos	0,000	11	0,00	sd	sd
Error	0,000	48	0,00		
Total	0,000	59			

**Cuadro 32:** Área Foliar Afectada a los 14 días en la hoja 1

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,19	11	0,02	1,94	0,0572
Tratamientos	0,19	11	0,02	1,94	0,0572
Error	0,42	48	0,01		
Total	0,61	59			

**Cuadro 33:** Área Foliar Afectada a los 21 días en la hoja 1

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,20	11	0,11	5,15	0,0001
Tratamientos	1,20	11	0,11	5,15	0,0001
Error	1,02	48	0,02		
Total	2,22	59			

**Cuadro 34:** Área Foliar Afectada a los 28 días en la hoja 1

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,84	11	0,44	18,38	<0,0001
Tratamientos	4,84	11	0,44	18,38	<0,0001
Error	1,15	48	0,02		
Total	5,99	59			

**Cuadro 35:** Área Foliar Afectada a los 35 días en la hoja 1

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,02	11	1,64	30,60	<0,0001
Tratamientos	18,02	11	1,64	30,60	<0,0001
Error	2,57	48	0,05		
Total	20,59	59			

**Cuadro 36:** Área Foliar Afectada a los 42 días en la hoja 1

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	65,04	11	5,91	22,84	<0,0001
Tratamientos	65,04	11	5,91	22,84	<0,0001
Error	12,42	48	0,26		
Total	77,46	59			

**Cuadro 37:** Área Foliar Afectada a los 49 días en la hoja 1

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	91,57	11	8,32	25,09	<0,0001
Tratamientos	91,57	11	8,32	25,09	<0,0001
Error	15,92	48	0,33		
Total	107,49	59			

**Cuadro 38:** Área Foliar Afectada a los 56 días en la hoja 1

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	102,53	11	9,32	24,70	<0,0001
Tratamientos	102,53	11	9,32	24,70	<0,0001
Error	18,11	48	0,38		
Total	120,64	59			

**Cuadro 39:** Área Foliar Afectada a los 7 días en la hoja 2

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,37	11	0,03	13,95	0,0001
Tratamientos	0,37	11	0,03	13,95	0,0001
Error	0,12	48	0,003		
Total	0,49	59			

**Cuadro 40:** Área Foliar Afectada a los 14 días en la hoja 2

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,76	11	0,07	5,71	0,0001
Tratamientos	0,76	11	0,07	5,71	0,0001
Error	0,58	48	0,01		
Total	1,35	59			

**Cuadro 41:** Área Foliar Afectada a los 21 días en la hoja 2

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,09	11	0,92	12,27	0,0001
Tratamientos	10,09	11	0,92	12,27	0,0001
Error	3,59	48	0,07		
Total	13,68	59			

**Cuadro 42:** Área Foliar Afectada a los 28 días en la hoja 2

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,91	11	2,36	32,03	<0,0001
Tratamientos	25,91	11	2,36	32,03	<0,0001
Error	3,53	48	0,07		
Total	29,44	59			

**Cuadro 43:** Área Foliar Afectada a los 35 días en la hoja 2

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	69,76	11	6,34	63,74	<0,0001
Tratamientos	69,76	11	6,34	63,74	<0,0001
Error	4,78	48	0,10		
Total	74,54	59			

**Cuadro 44:** Área Foliar Afectada a los 42 días en la hoja 2

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	122,36	11	11,12	53,91	<0,0001
Tratamientos	122,36	11	11,12	53,91	<0,0001
Error	9,90	48	0,21		
Total	132,26	59			

**Cuadro 45:** Área Foliar Afectada a los 49 días en la hoja 2

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	137,28	11	12,48	28,42	<0,0001
Tratamientos	137,28	11	12,48	28,42	<0,0001
Error	21,08	48	0,44		
Total	158,36	59			

**Cuadro 46:** Área Foliar Afectada a los 56 días en la hoja 2

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	127,29	11	11,57	30,53	<0,0001
Tratamientos	127,29	11	11,57	30,53	<0,0001
Error	18,19	48	0,38		
Total	145,48	59			

**Cuadro 47:** Área Foliar Afectada a los 7 días en la hoja 3

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,18	11	0,02	1,37	0,2185
Tratamientos	0,18	11	0,02	1,37	0,2185
Error	0,59	48	0,01		
Total	0,77	59			

**Cuadro 48:** Área Foliar Afectada a los 14 días en la hoja 3

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,62	11	0,24	10,33	0,0001
Tratamientos	2,62	11	0,24	10,33	0,0001
Error	1,10	48	0,02		
Total	3,72	59			

**Cuadro 49:** Área Foliar Afectada a los 21 días en la hoja 3

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13,89	11	1,26	19,46	0,0001
Tratamientos	13,89	11	1,26	19,46	0,0001
Error	3,11	48	0,06		
Total	17,00	59			

**Cuadro 50:** Área Foliar Afectada a los 28 días en la hoja 3

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	43,54	11	3,96	26,14	<0,0001
Tratamientos	43,54	11	3,96	26,14	<0,0001
Error	7,27	48	0,15		
Total	50,80	59			



**Cuadro 51:** Área Foliar Afectada a los 35 días en la hoja 3

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	88,71	11	8,06	48,55	<0,0001
Tratamientos	88,71	11	8,06	48,55	<0,0001
Error	7,97	48	0,17		
Total	96,69	59			

**Cuadro 52:** Área Foliar Afectada a los 42 días en la hoja 3

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	111,02	11	10,09	39,82	<0,0001
Tratamientos	111,02	11	10,09	39,82	<0,0001
Error	12,17	48	0,25		
Total	123,19	59			

**Cuadro 53:** Área Foliar Afectada a los 49 días en la hoja 3

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	118,59	11	10,78	41,85	<0,0001
Tratamientos	118,59	11	10,78	41,85	<0,0001
Error	12,36	48	0,26		
Total	130,95	59			

**Cuadro 54:** Área Foliar Afectada a los 56 días en la hoja 3

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	103,41	11	9,40	25,70	<0,0001
Tratamientos	103,41	11	9,40	25,70	<0,0001
Error	17,56	48	0,37		
Total	120,97	59			

**ANEXO 3: Resultados del ADEVA del área foliar emitida.****Cuadro 55:** Área foliar emitida a los 7 días

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,98	11	0,27	1,41	0,1985
Tratamientos	2,98	11	0,27	1,41	0,1985
Error	9,22	48	0,19		
Total	12,20	59			

**Cuadro 56:** Área foliar emitida a los 14 y 28 días

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	928994778,73	11	84454070,79	4,55	0,0001
Tratamientos	928994778,73	11	84454070,79	4,55	0,0001
Error	890501795,04	48	18552120,73		
Total	1819496573,77	59			

**Cuadro 57:** Área foliar emitida a los 35, 42, 49 y 56 días

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1091260332,92	11	99205484,81	4,33	0,0002
Tratamientos	1091260332,92	11	99205484,81	4,33	0,0002
Error	1099082346,00	48	22897548,88		
Total	2190342678,92	59			

**Cuadro 58:** Área foliar Total emitida a los 56 días

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4561317364,70	11	414665214,97	5,40	<0,0001
Tratamientos	4561317364,70	11	414665214,97	5,40	<0,0001
Error	3689081907,17	48	76855873,07		
Total	8250399271,87	59			

#### Anexo 4. Fotografías de la investigación



**Figuras 1 y 2:** Instalación de parcelas de hojas simples



**Figuras 3:** Preparación de mezclas

**Figura 4:** Mezclas



**Figura 5:** Productos usados en investigación



**Figura 6:** aplicación tratamientos



**Figura 7:** Evaluación sigatoka





**Figura 8:** Medición del área foliar

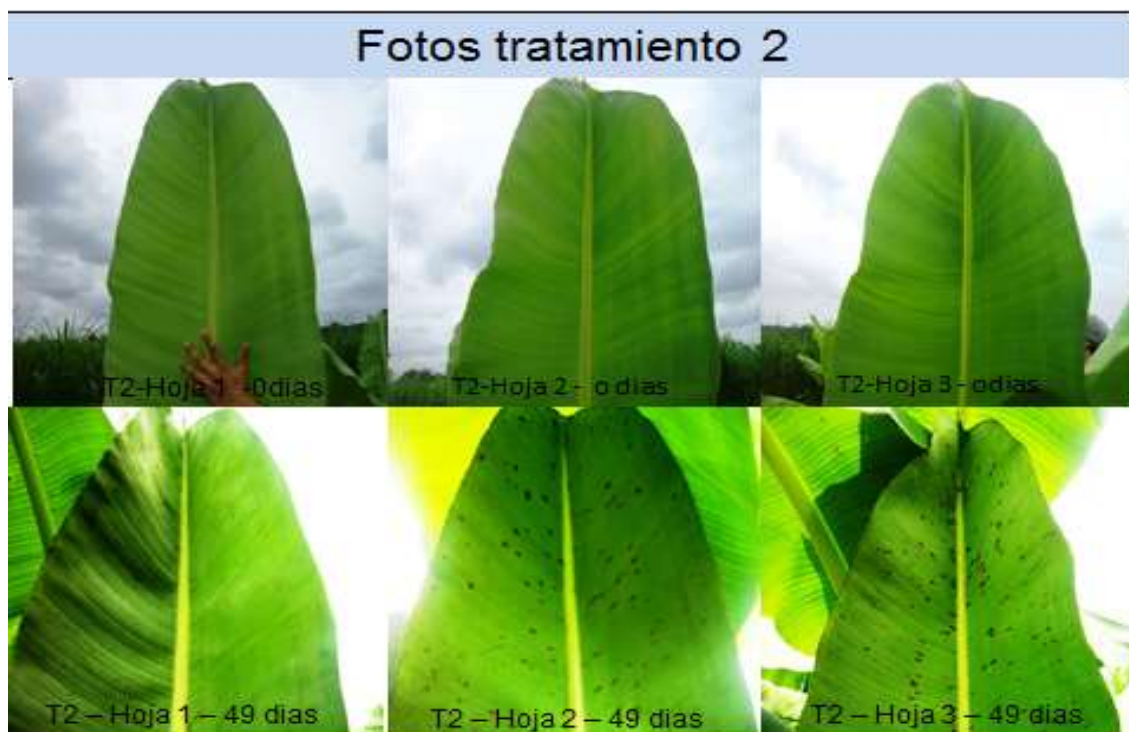


**Figura 9:** Mantenimiento de parcelas

**Anexo 5.** Fotografías del área foliar afectada (AFA) en los tratamientos

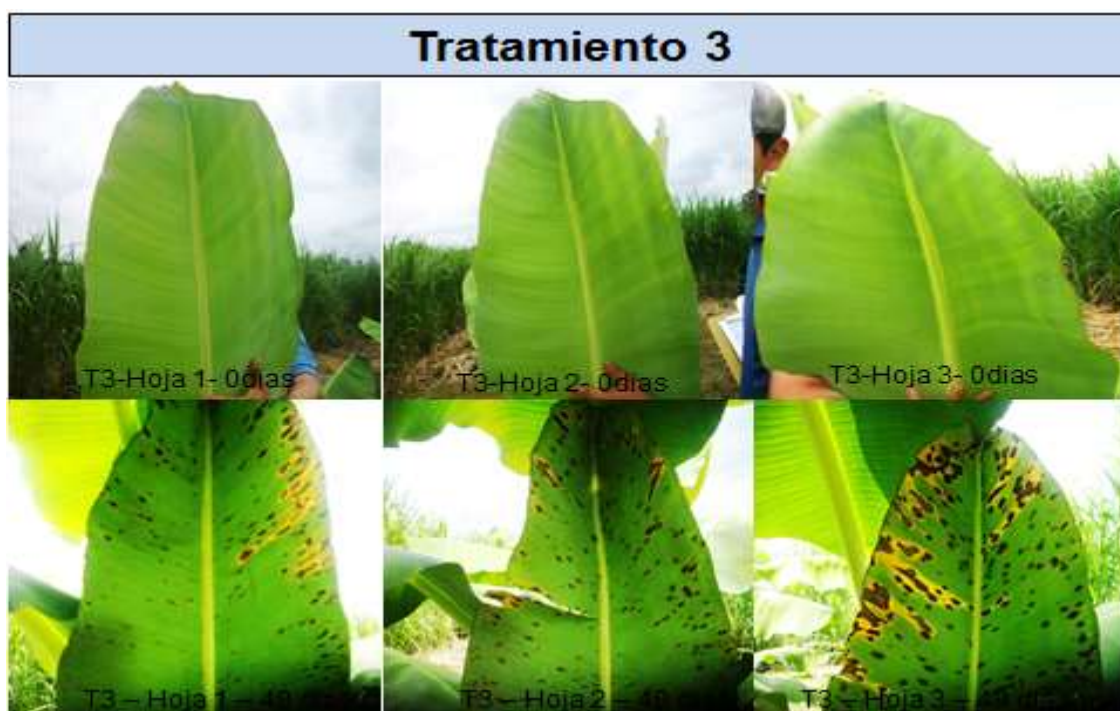


**Figura 10:** Comparación AFA en tratamiento 1 a los 49 días

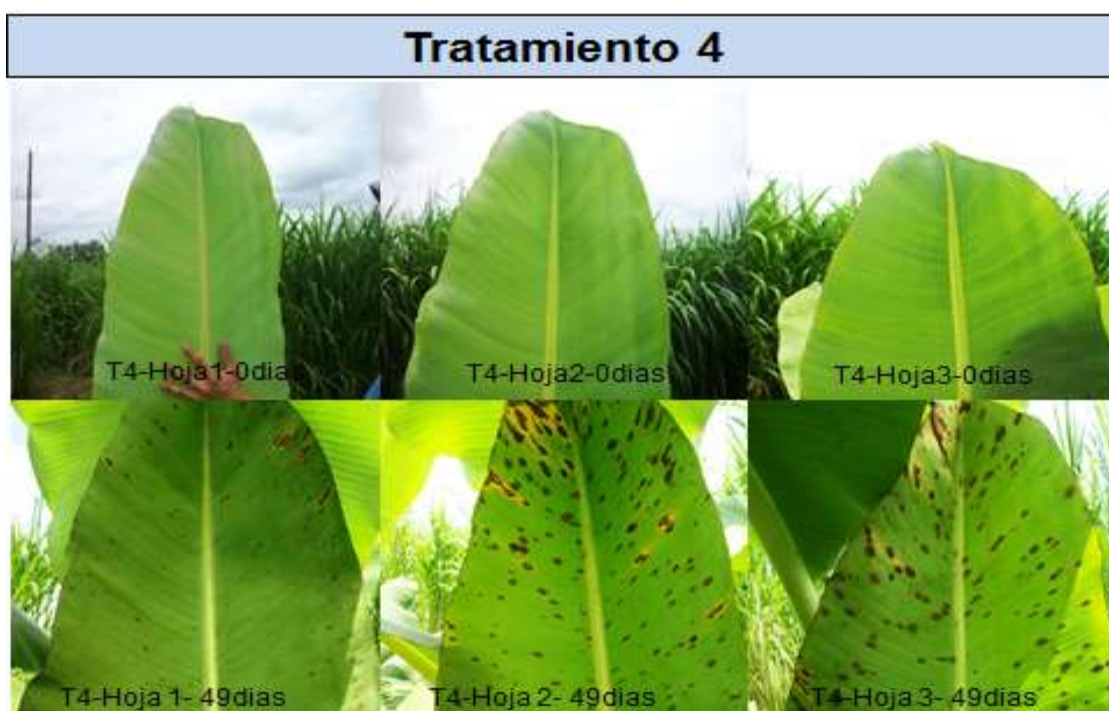


**Figura 11:** Comparación AFA en tratamiento 2 a los 49 días

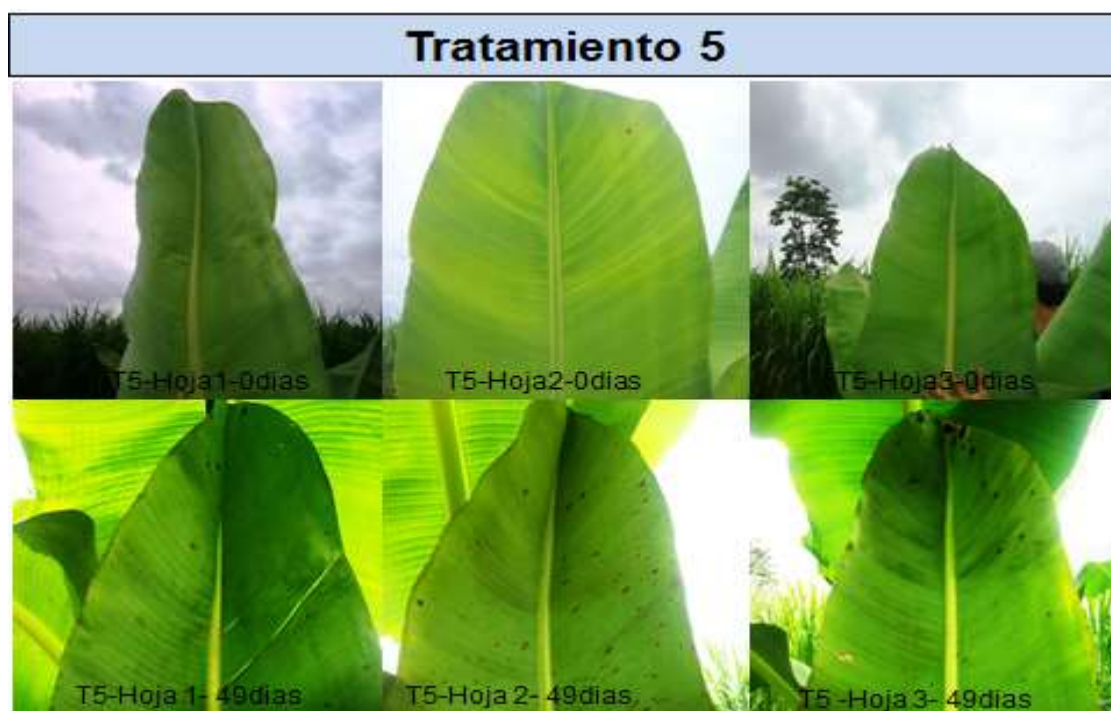




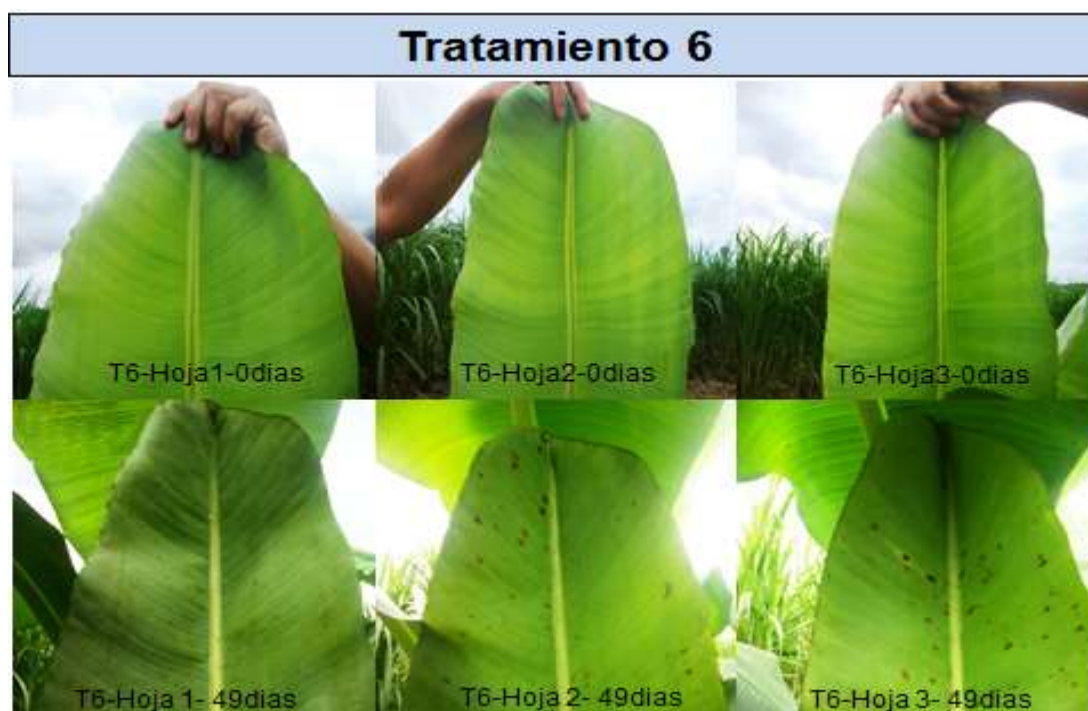
**Figura 12:** Comparación AFA en tratamiento 3 a los 49 días



**Figura 13:** Comparación AFA en tratamiento 4 a los 49 días

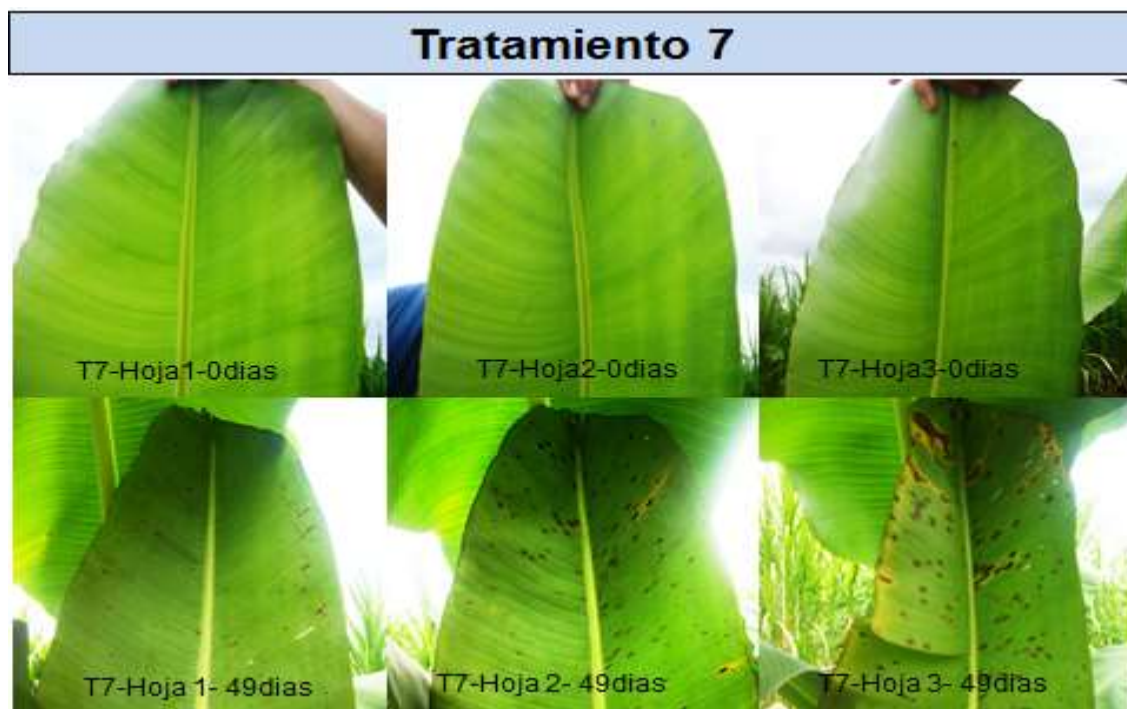


**Figura 14:** Comparación AFA en tratamiento 5 a los 49 días

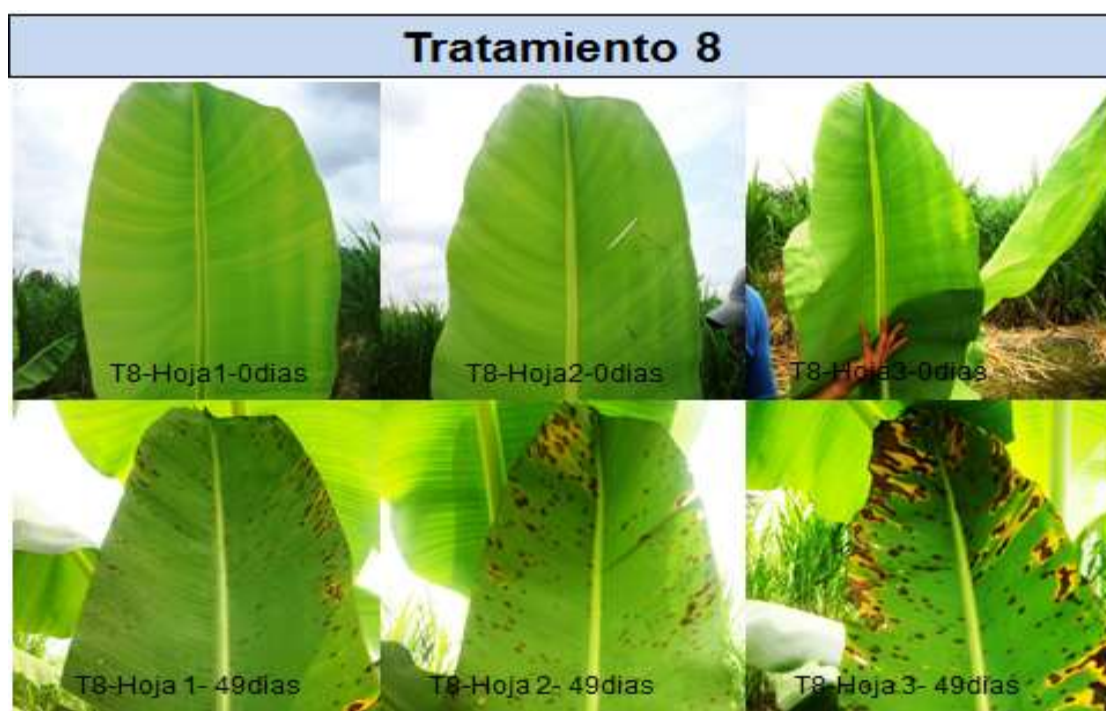


**Figura 15:** Comparación AFA en tratamiento 6 a los 49 días

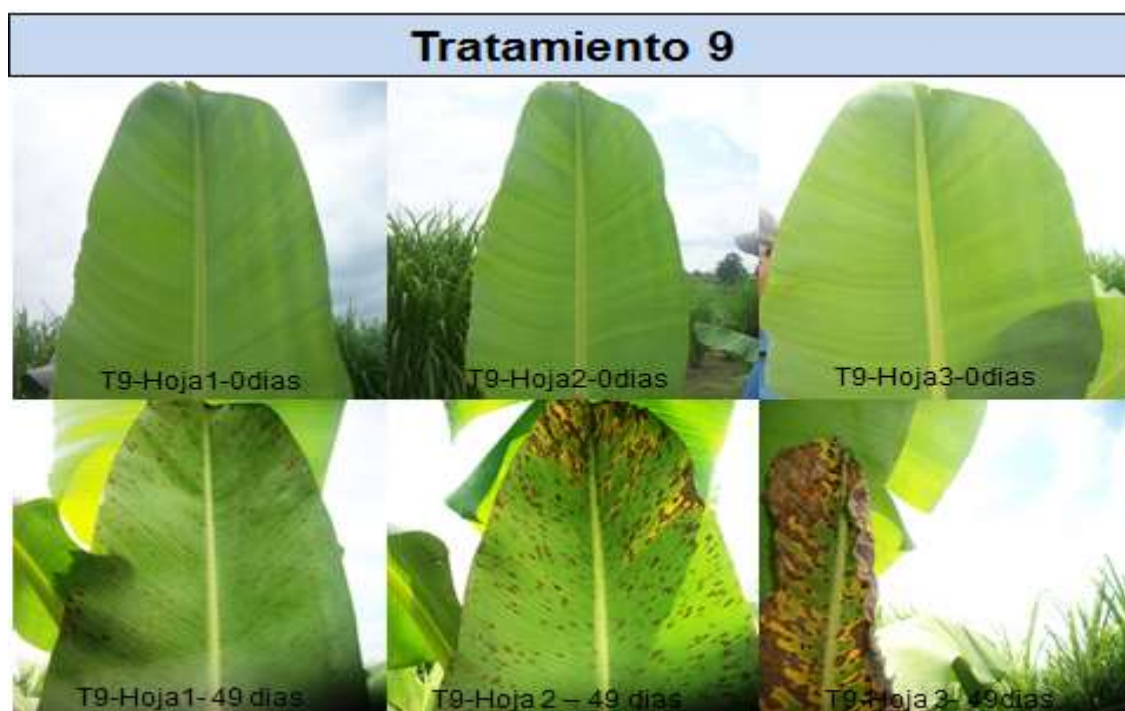




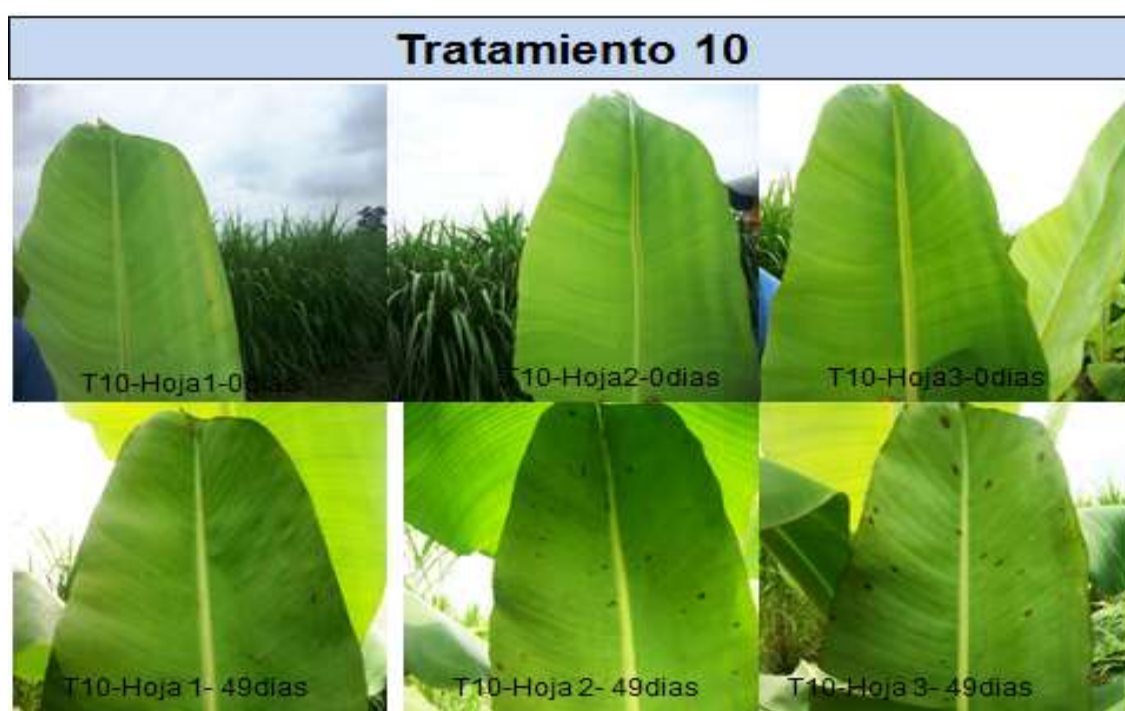
**Figura 16:** Comparación AFA en tratamiento 7 a los 49 días



**Figura 17:** Comparación AFA en tratamiento 8 a los 49 días

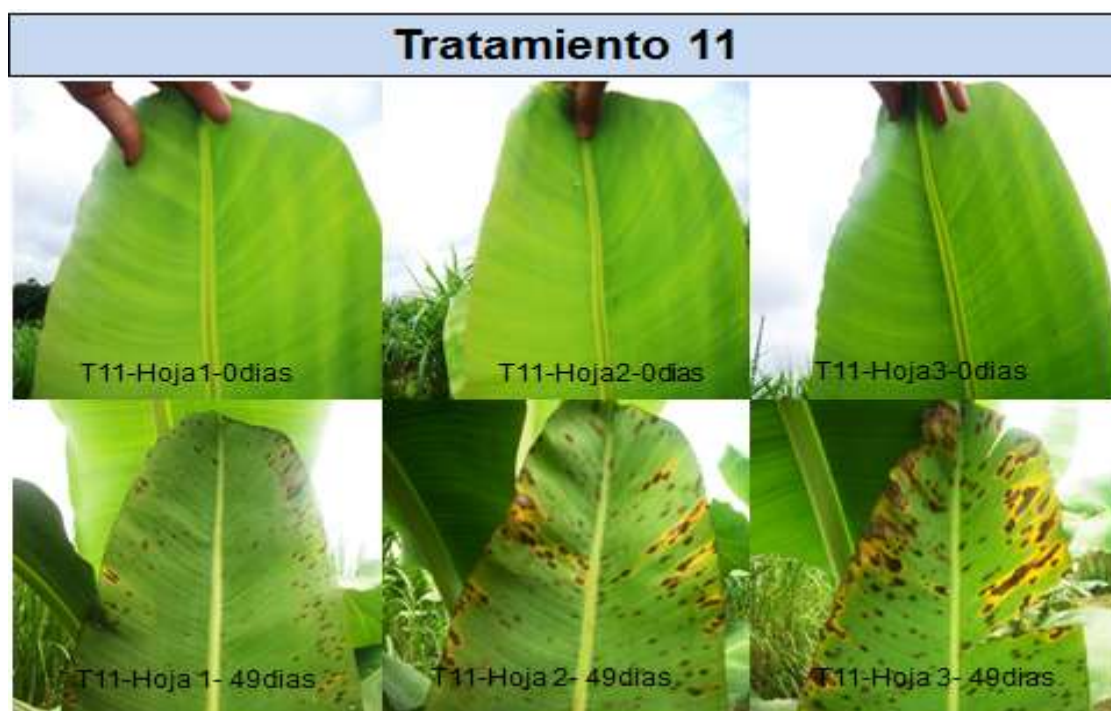


**Figura 18:** Comparación AFA en tratamiento 9 a los 49 días

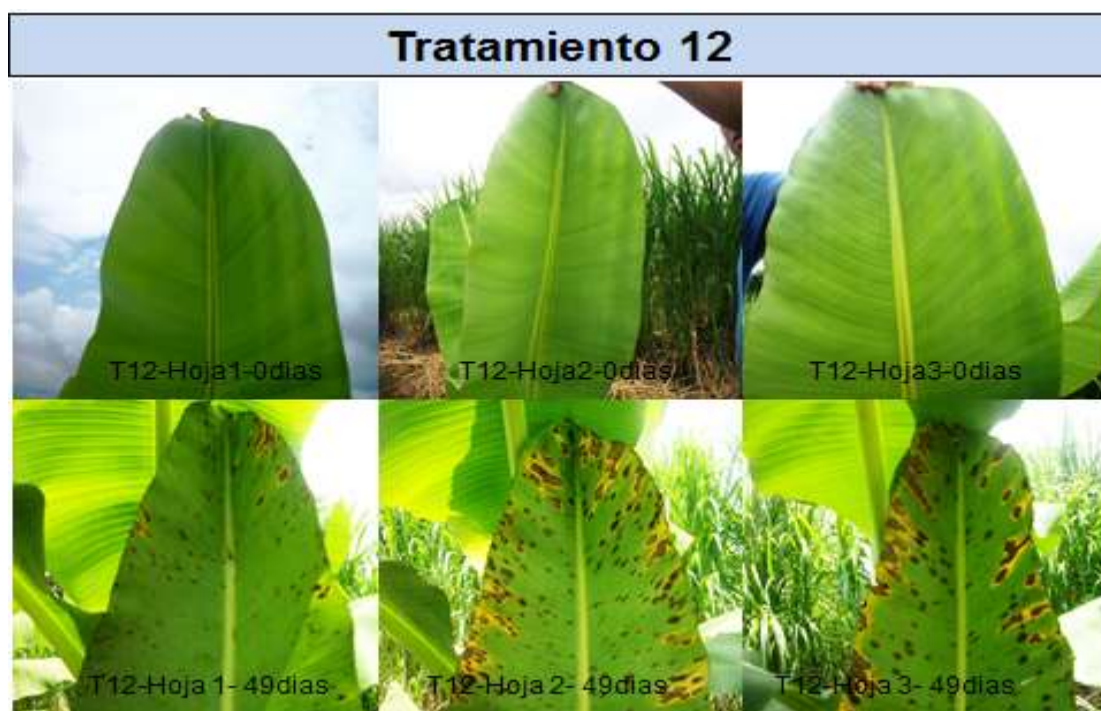


**Figura 19:** Comparación AFA en tratamiento 10 a los 49 días





**Figura 20:** Comparación AFA en tratamiento 11 a los 49 días



**Figura 21:** Comparación AFA en tratamiento 12 a los 49 días

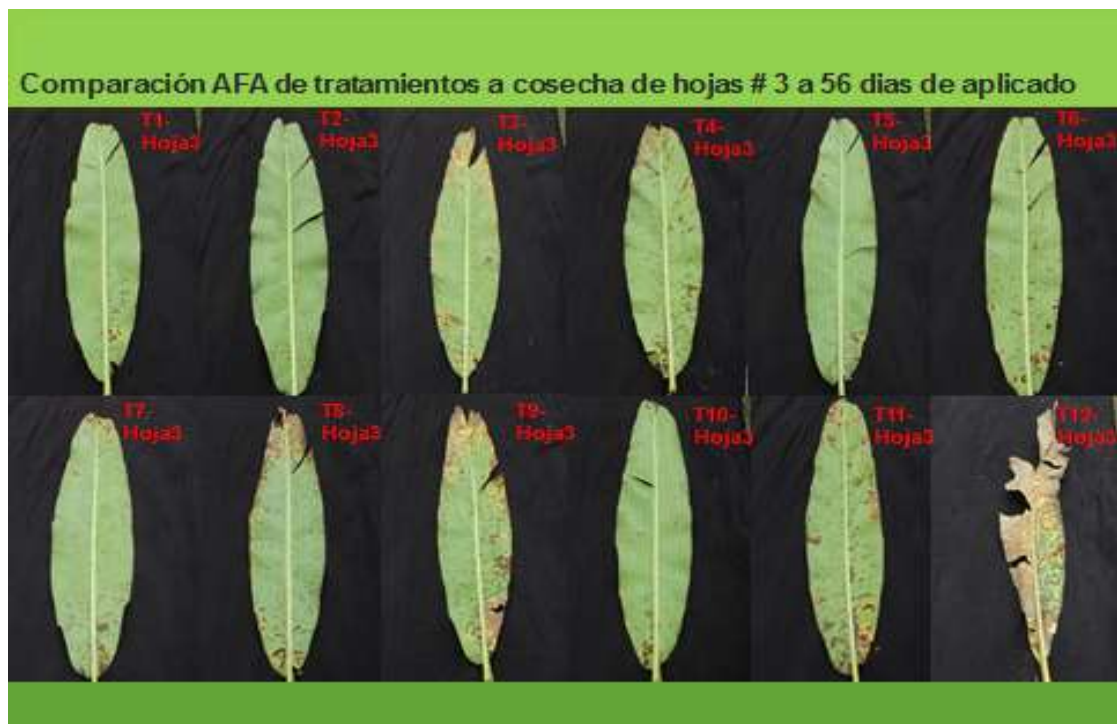
**Anexo 6.** Comparación de AFA a los 56 días entre los tratamientos



**Figura 22:** comparación AFA en la hoja 1 a los 56 días



**Figura 23:** comparación AFA en la hoja 2 a los 56 días



**Figura 24:** comparación AFA en la hoja 3 a los 56 días

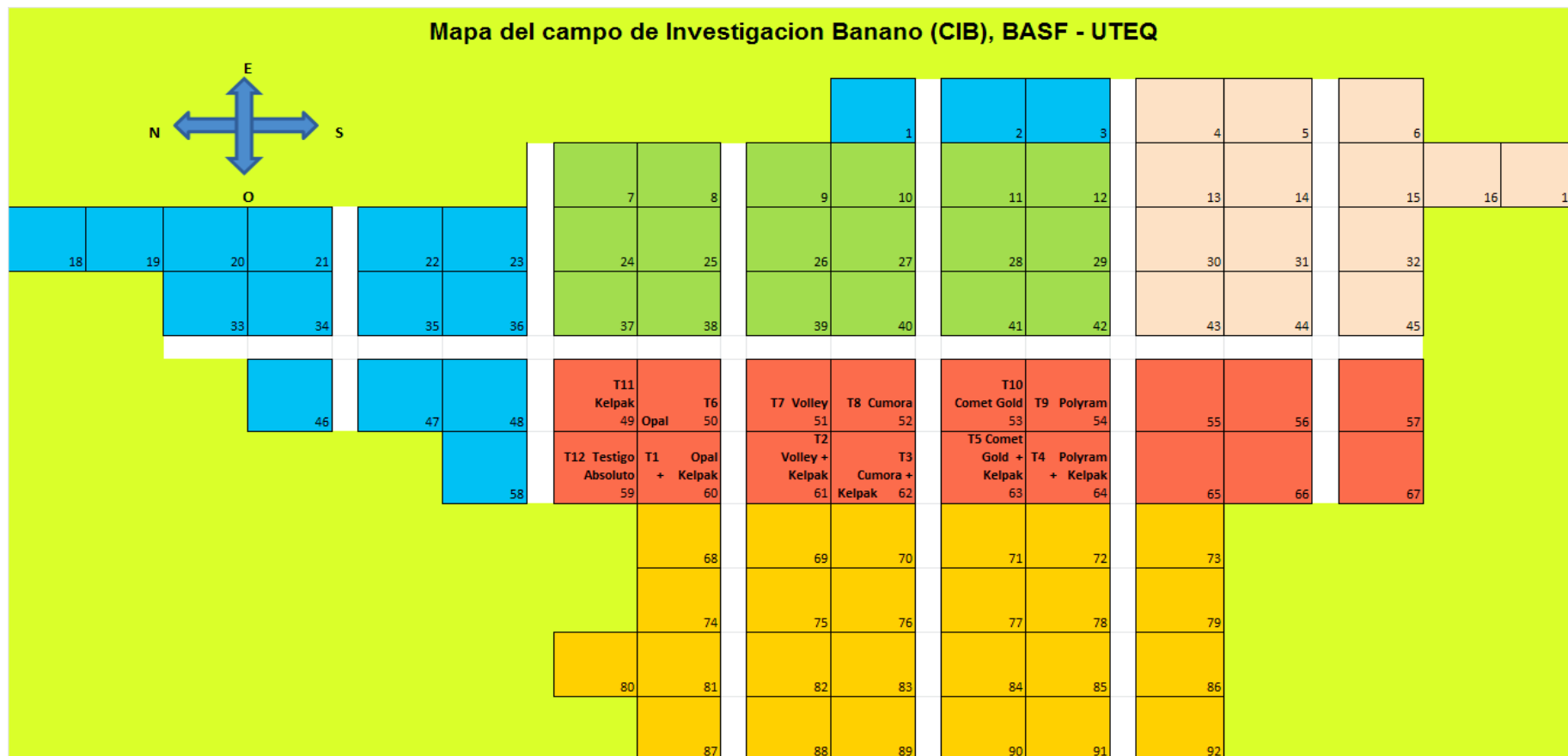
## Anexo 7. Dosificación de las mezclas y Mapa de los tratamientos

**Cuadro 59:** Dosis por hectáreas en tratamientos

		Dosis total 5 galones por hectarea					
		Dosis lt/has					
Tratamientos		Producto 1	Producto 2	Aceite Agricola	Emulsificante Mixer	Agua	Total
<b>T1</b>	Opal + Kelpak	1,25	1,00	2,00	0,02	14,73	19,00
<b>T2</b>	Volley + Kelpak	1,00	1,00	2,00	0,02	14,98	19,00
<b>T3</b>	Cumora + Kelpak	0,40	1,00	2,00	0,02	15,58	19,00
<b>T4</b>	Polyram + Kelpak	1,50	1,00	2,00	0,02	14,48	19,00
<b>T5</b>	Comet Gold + Kelpak	1,00	1,00	2,00	0,02	14,98	19,00
<b>T6</b>	Opal	1,25	0,00	2,00	0,02	15,73	19,00
<b>T7</b>	Volley	1,00	0,00	2,00	0,02	15,98	19,00
<b>T8</b>	Cumora	0,40	0,00	2,00	0,02	16,58	19,00
<b>T9</b>	Polyram	1,50	0,00	2,00	0,02	15,48	19,00
<b>T10</b>	Comet Gold	1,00	0,00	2,00	0,02	15,98	19,00
<b>T11</b>	Kelpak	1,00	0,00	2,00	0,02	15,98	19,00
<b>T12</b>	Testigo Absoluto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Cuadro 60:** Dosis utilizados en los tratamientos en estudio.

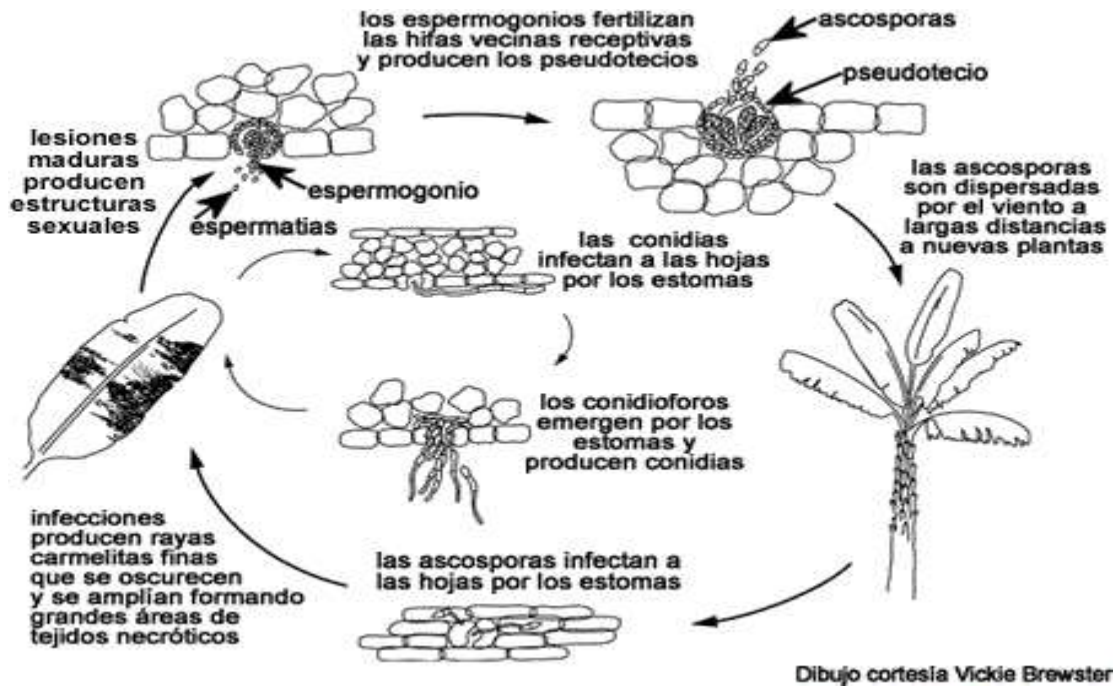
		Dosis total 500cc/has					
		Dosis en cc					
Tratamientos		Producto 1	Producto 2	Aceite Agricola	Emulsificante Mixer	Agua	Total
<b>T1</b>	Opal + Kelpak	33	26	53	0,53	388	500,00
<b>T2</b>	Volley + Kelpak	26	26	53	0,53	394	500,00
<b>T3</b>	Cumora + Kelpak	11	26	53	0,53	410	500,00
<b>T4</b>	Polyram + Kelpak	39	26	53	0,53	381	500,00
<b>T5</b>	Comet Gold + Kelpak	26	26	53	0,53	394	500,00
<b>T6</b>	Opal	33	0	53	0,53	414	500,00
<b>T7</b>	Volley	26	0	53	0,53	421	500,00
<b>T8</b>	Cumora	11	0	53	0,53	436	500,00
<b>T9</b>	Polyram	39	0	53	0,53	407	500,00
<b>T10</b>	Comet Gold	26	0	53	0,53	421	500,00
<b>T11</b>	Kelpak	26	0	53	0,53	421	500,00
<b>T12</b>	Testigo Absoluto	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00



**Figura 25:** Mapa del campo de investigación



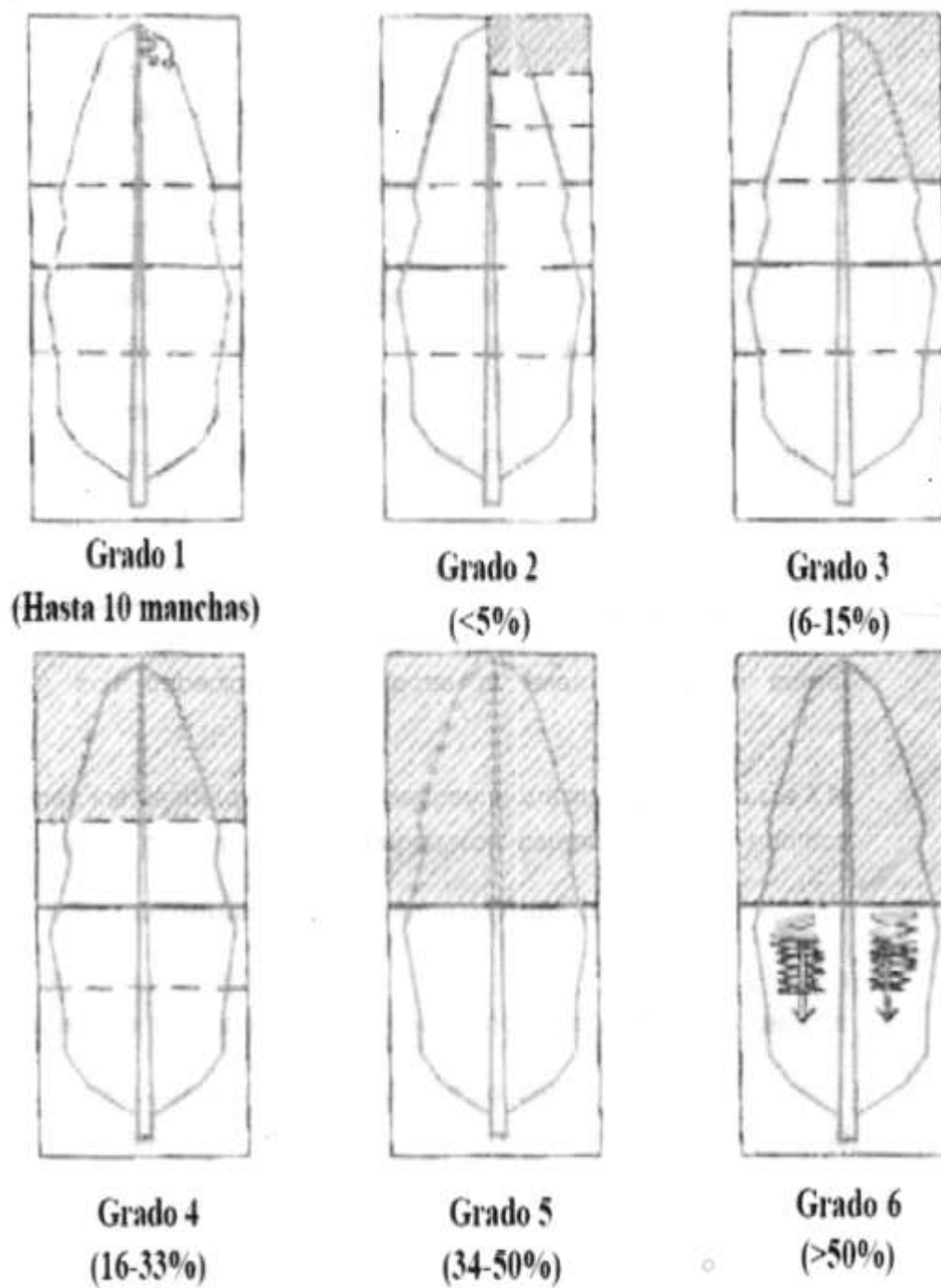
## Anexo 8. Ciclo de la enfermedad de la sigatoka negra



Fuente: (Tumbaco, 2011)

**Figura 26:** Ciclo de la enfermedad de la sigatoka negra

**Anexo 9.** Escala de stover modificado por Gauhl



Fuente: (Tumbaco, 2011).

**Figura 27.** Escala de stover modificada por Gauhl