



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DEL FUNGICIDA ORGÁNICO PK - 50 EN SIGATOKA  
NEGRA (MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS M.) BAJO CONDICIONES DE  
CAMPO Y LABORATORIO

ZHIÑIN HUACHÚN IVÁN ARMANDO

MACHALA  
2016



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DEL FUNGICIDA ORGÁNICO PK - 50 EN  
SIGATOKA NEGRA (MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS M.) BAJO  
CONDICIONES DE CAMPO Y LABORATORIO

ZHIÑIN HUACHÚN IVÁN ARMANDO

MACHALA  
2016



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO DE TITULACIÓN  
TRABAJO EXPERIMENTAL

EVALUACIÓN DEL FUNGICIDA ORGÁNICO PK - 50 EN SIGATOKA NEGRA  
(MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS M.) BAJO CONDICIONES DE CAMPO Y  
LABORATORIO

ZHIÑIN HUACHÚN IVÁN ARMANDO  
INGENIERO AGRÓNOMO

JARAMILLO AGUILAR EDWIN EDISON

Machala, 19 de octubre de 2016

MACHALA  
2016

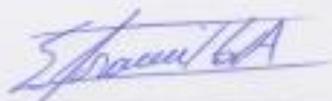
**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben JARAMILLO AGUILAR EDWIN EDISON, JARAMILLO AGUILAR EDWIN EDISON, CERVANTES ALAVA ABRAHAN RODOLFO y CASTILLO HERRERA SARA ENID, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado EVALUACIÓN DEL FUNGICIDA ORGÁNICO PK - 50 EN SIGATOKA NEGRA (MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS M.) BAJO CONDICIONES DE CAMPO Y LABORATORIO, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



---

JARAMILLO AGUILAR EDWIN EDISON  
0703178913  
TUTOR



---

JARAMILLO AGUILAR EDWIN EDISON  
0703178913  
ESPECIALISTA 1



---

CERVANTES ALAVA ABRAHAN RODOLFO  
1201941463  
ESPECIALISTA 2



---

CASTILLO HERRERA SARA ENID  
1101630380  
ESPECIALISTA 3



---

ONTANEDA ROSALES MARIO EFREN  
0701473415  
ESPECIALISTA SUPLENTE

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** ZHIÑIN HUACHÚN IVÁN ARMANDO.docx (D21448433)  
**Submitted:** 2016-08-19 15:54:00  
**Submitted By:** ejaramillo@utmachala.edu.ec  
**Significance:** 8 %

### Sources included in the report:

Tesis Banano Caicedo 2 URKUND.docx (D13837017)  
TOMAS GABRIEL NARVÁEZ VELOZ.pdf (D11288608)  
Tesis Banano Evelyn Urkund 3.docx (D14907752)  
<http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/ascomycetes/Pages/BlackSigatokaEspanol.aspx>

### Instances where selected sources appear:

10

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, ZHIÑIN HUACHÚN IVÁN ARMANDO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN DEL FUNGICIDA ORGÁNICO PK - 50 EN SIGATOKA NEGRA (MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS M.) BAJO CONDICIONES DE CAMPO Y LABORATORIO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que él asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 19 de octubre de 2016



ZHIÑIN HUACHÚN IVÁN ARMANDO  
0705926574

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo con mucho cariño y respeto a las personas que han estado conmigo en cada momento de mi vida estudiantil brindándome su apoyo para así poder culminar mi meta y ser un profesional.

A mis padres Carlos Zhiñin y Vilma Huachún, quienes con su día a día me han brindado su cariño y comprensión, inculcando en mi ser una persona responsable, humilde y trabajadora, mi madre la que me brinda sus consejos sabios para no cometer errores en mi vida y mi padre quien me ha enseñado a siempre ser una persona paciente, honrada y ser positiva las cosas a mi diario vivir.

A mi abuelo Daniel Guachún, que a pesar de que a no está conmigo siempre fue una de las motivaciones para seguir adelante y persistir en la lucha de este proceso.

A mi familia en general, porque de una u otra manera me han brindado su apoyo.

A mi novia Angie Pesantes, quien ha estado conmigo en las buenas y malas circunstancias de la vida brindándome su amor y su apoyo incondicional.

A mi gran amigo Ramón Ordoñez que siempre me brinda sus consejos para que no caiga en el fracaso y siga adelante persistiendo con optimismo siempre mi vida.

***Iván Armando Zhiñin Huachún***

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por no abandonarme en los momentos que sentía caer, que ha sido mi compañero indispensable para alcanzar cada uno de mis logros.

La gratitud, es una de las virtudes más importantes y noble del hombre, es por eso que yo Iván Zhiñin hago honor a la misma, dejando constancia mi gratitud a la Universidad Técnica de Machala y en especial a la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica, a sus docentes quienes participaron activamente para lograr mis objetivos planteados, los que me permitirán desarrollarme mejor en mi vida cotidiana.

Al Ing. Agr. Edwin Jaramillo Aguilar, Ing. Agr. Abraham Cervantes Álava, por brindarme su asesoría con sus conocimientos técnicos científicos en la realización y culminación de mi trabajo de investigación.

A mis amigos y futuros colegas Jhon Ávila, Cinthia Calva, Andreina Agurto, Jenniffer Armijos, Cristhian Ibáñez y en especial a Adrián Rubio por su ayuda y cooperación en el presente trabajo de investigación para así culminarlo con éxito.

A mis amigos que de una y otra manera han estado siempre conmigo brindándome su apoyo y que de una u otra manera me han apoyado incondicionalmente mi amistad y solidaridad.

**El Autor.**

## **EVALUACIÓN DEL FUNGICIDA ORGÁNICO PK-50 EN SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis* M.) BAJO CONDICIONES DE CAMPO Y LABORATORIO**

**Autor:**  
Iván Zhiñin Huachún  
**Tutor:**  
Ing. Edison Jaramillo

### **RESUMEN**

El presente trabajo se realizó en la granja experimental “Santa Inés” y en el laboratorio de Fitopatología de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Machala, la investigación se llevó a cabo en una plantilla de banano de 2 meses de edad y con 5 hojas funcionales de la variedad Williams. Debido a la problemática que se presenta en el cultivo de banano a causa del hongo *Mycosphaerella fijiensis* M., causando daño principalmente en el área foliar de la planta y llegando a notarse en forma descendente en la lámina foliar, son más notorios desde la tercera hoja, llegando a reducir su actividad fotosintética por causar una alteración en su fisiología, la cual ocasiona el apareamiento de manchas necróticas en el racimo de banano el cual nos causa pérdida en la calidad de la fruta y por ende reduce su producción. Durante la última década la producción bananera en el Ecuador se está transformando con una tendencia por el manejo orgánico de las plantaciones, ya que se está incrementando con mayor fuerza el uso de una agricultura alternativa para el manejo de las plantaciones. En la utilización de los productos orgánicos que se distribuyen en el mercado, no se encuentra criterios generalizados, pero se puede considerar la posibilidad para demostrar en laboratorio y campo la eficiencia de los biofungicidas, por este motivo se planteó como objetivo general: Evaluar el efecto del biofungicida orgánico PK-50 en el control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* M.) en el cultivo de banano por el método de la hoja simple. Se recolectaron hojas de banano infectadas con el hongo de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* M.), se aisló a nivel *in-vitro*, usando como medio de cultivo PDA (papa + dextrosa + agar), evaluando las diferentes dosis del fungicida. Para el ensayo in vitro se realizó 4 tratamientos con 4 repeticiones incluido el testigo, tomando variables el crecimiento radial del micelio del hongo *Mycosphaerella fijiensis* M, las dosis evaluadas fueron el T1 (3000 ppm), T2 (2000 ppm), T3 (1000 ppm), T4 (500 ppm) y T5 (Testigo). Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA). Las variables se evaluaron cada 10 días después

de la inoculación en un periodo de duración de 30 días. De acuerdo a los resultados obtenidos la dosis que presentó efecto antifúngico es el T1 (3000 ppm). En la fase de campo se realizó la aplicación del fungicida por una sola vez para cada tratamiento en la hoja 1 y hoja 2, que posteriormente irán cambiando su posición. Para el ensayo se realizó 5 tratamientos y 12 repeticiones, incluido el testigo, tomando como variables el promedio de número de pizcas del II y III estadio, porcentaje de área foliar afectada (AFA) y el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC). Las dosis evaluadas fueron: el T1 (0.5 l/ha), T2 (1.0 l/ha), T3 (2.0 l/ha), T4 (3.0 l/ha) y T5 (Testigo). Se utilizó un ANOVA no paramétrico (prueba de Friedman) y el diseño de bloque completamente al azar (DBCA). Las variables se evaluaron cada 7 días después de la aplicación del fungicida, para la evaluación del estadio II y III hasta los 35 días; y para el estadio V (quema) se evaluó desde los 42 días hasta los 77 días. De acuerdo a los resultados que se obtuvieron el T1 (0.5 l/ha) presentó un mejor control en el paso de las pizcas del II al III estadio de *Mycosphaerella fijiensis* M., las pizcas de II y V estadio (quema) no presentaron diferencia estadística. Y la menor AUDPC se observó en el T1 (0.5 l/ha).

**Palabras clave:** *Mycosphaerella fijiensis* M., PDA, AUDPC, micelio, biofungicida, método hoja simple.

## ABSTRACT

### EVALUATION OF THE ORGANIC FUNGICIDE PK-50 IN BLACK SIGATOKA (*Mycosphaerella fijiensis* M.) UNDER FIELD AND LABORATORY CONDITIONS

**Author:**

Iván Zhiñin Huachún

**Tutor:**

Ing. Edison Jaramillo

The present work was carried out in the experimental farm "Santa Inés" and in the Plant Pathology Laboratory of the Academic Unit of Agricultural Sciences of the Technical University of Machala, the research was conducted in a template of bananas from 2 months of age and with 5 functional leaves of the variety Williams. Due to the problem that is presented in the cultivation of bananas at the cause of the fungus *Mycosphaerella fijiensis* M., causing damage mainly in the foliar area of the plant and arriving to emerge in descending from the leaf blade, are more noticeable since the third sheet, reaching to reduce its photosynthetic activity by causing an alteration in its physiology, which causes the onset of necrotic spots in the bunch of bananas which we lost cause in the quality of the fruit and therefore reduces their production. During the last decade the banana production in Ecuador is transforming with a tendency by the organic management of plantations, as is increasing with greater force the use of an alternative agriculture for the management of the plantations. In the use of organic products that are distributed in the market, is not generalized criteria, but you can consider the possibility to demonstrate in the laboratory and field the efficiency of biofungicides, for this reason it is raised as a general objective: to evaluate the effect of organic biofungicide PK-50 in the control of black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* M.) in the cultivation of bananas by the method of the simple sheet. Were collected banana leaves infected with the fungus of the black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* M.), was isolated in-vitro level, using as a culture medium PDA (potato dextrose agar), evaluating different doses of fungicide. For the in vitro assay was performed 4 treatments with 4 replicates included the witness, taking variables the radial growth of mycelium of the fungus *Mycosphaerella fijiensis* M, the evaluated doses were T1 (3000 ppm), T2 (2000 ppm), T3 (1000 ppm), T4 (500 ppm) and T5 (lamp). It was used a completely randomized design (DCA). The variables were assessed every 10 days after inoculation in a duration of 30 days. According to the obtained results the dose that I am presenting antifungal effect is the T1 (3000 ppm). In the phase of field is made the application of fungicide by only once for each treatment

on sheet 1 and Sheet 2, which subsequently Iran changing its position. The trial was conducted for 5 treatments and 12 repetitions, including the witness, taking as variables the average number of hints of the II and III stage, percentage of leaf area affected (AFA) and the area under the disease progress curve (AUDPC). The evaluated doses were: T1 (0.5 l/ha), T2 (1.0 l/ha), T3 (2.0 l/ha), T4 (3.0 l/ha) and T5 (lamp). We used a non-parametric ANOVA (Friedman test) and the design of completely randomized block (DBCA). The variables were assessed every 7 days after the application of the fungicide, for the assessment of the stage II and III until the 35 days; and for the stage V (burning) was evaluated from 42 days up to 77 days. According to the results obtained the T1 (0.5 l/ha) presented a better control in the step of the hints of II to III stage of *Mycosphaerella fijiensis* M., the hints of II and V stage (burning) showed no statistical difference. And the lower AUDPC was observed in T1 (0.5 l/ha).

**Key words:** *Mycosphaerella fijiensis* M., PDA, AUDPC, mycelium, biofungicide, simple sheet method.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMA	PÁGINA
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	12
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	14
2.1. LA SIGATOKA NEGRA ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M.) .....	14
2.1.1. Clasificación taxonómica.....	14
2.1.2. Origen y distribución de la Sigatoka negra. ....	14
2.1.3. Agente causal de la Sigatoka negra.....	14
2.1.4. Síntomas de la Sigatoka negra. ....	15
2.1.5. Epidemiología. ....	18
2.2. SIGATOKA NEGRA EN LAS BANANERAS.....	19
2.3. ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA .....	19
2.4. IDENTIFICACIONES COMERCIALES DE LAS MOLÉCULAS A INVESTIGAR	
20	
2.4.1. Fungicida PK-50.....	20
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	23
3.1. MATERIALES .....	23
3.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA.....	23
3.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	23
3.1.3. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS Y CLIMÁTICAS DE LA ZONA.....	23
3.1.4. MATERIALES Y EQUIPOS A UTILIZAR.....	23
3.1.5. TRATAMIENTOS.....	24
3.1.6. VARIABLES A EVALUAR .....	24
3.1.7. MEDICIÓN DE LAS VARIABLES.....	25
3.2. METODOLOGÍA .....	25
3.2.6. Metodología fase de campo. ....	25
3.2.7. Metodología fase de laboratorio. ....	25
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	26
3.3.1. Modelo Matemático.....	26
3.4. HIPÓTESIS.....	¡Error! Marcador no definido.
<b>4. RESULTADOS Y DISCUCIONES</b> .....	28
4.1. CRECIMIENTO RADIAL DEL MICELIO DE <i>Mycosphaerella fijiensis</i> , A LOS 10,	
20 y 30 DÍAS DESPUÉS DE INOCULACIÓN EN LABORATORIO .....	28

4.2. COMPORTAMIENTO DE LAS “PIZCAS” DEL II ESTADÍO DEL HONGO <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M, A LOS 14, 21, 28 y 35 DÍAS DESPUÉS DE APLICACIÓN EN CAMPO .....	30
4.3. ÁREA BAJO LA CURVA DEL PROGRESO DE LA ENFERMEDAD (AUDPC) DE LA SIGATOKA NEGRA <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. EN EVALUACIÓN DE PIZCAS DEL II ESTADÍO EN CAMPO .....	31
4.4. COMPORTAMIENTO DE LAS “PIZCAS” DEL III ESTADÍO DEL HONGO <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M, A LOS 14, 21, 28 y 35 DÍAS DESPUÉS DE APLICACIÓN EN CAMPO .....	32
4.5. ÁREA BAJO LA CURVA DEL PROGRESO DE LA ENFERMEDAD (AUDPC) DE LA SIGATOKA NEGRA <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. EN EVALUACIÓN DE PIZCAS DEL III ESTADÍO EN CAMPO .....	34
4.6. ÁREA BAJO LA CURVA DEL PROGRESO DE LA ENFERMEDAD (AUDPC) DE LA SIGATOKA NEGRA <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. EN EVALUACIÓN DE PIZCAS DEL PROMEDIO DEL II Y III ESTADÍO EN CAMPO .....	35
4.7. PORCENTAJE DE QUEMA (V ESTADÍO) EN LA HOJA “AFA” EN LA EVALUACIÓN DEL HONGO <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M, A LOS 77 DÍAS DESPUÉS DE APLICACIÓN EN CAMPO .....	36
4.8. ÁREA BAJO LA CURVA DEL PROGRESO DE LA ENFERMEDAD (AUDPC) DE LA SIGATOKA NEGRA <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. EN EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE QUEMA (V ESTADÍO) EN CAMPO.....	37
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>6. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>40</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>42</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>TEMA</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 1. Diferentes dosis del producto que se utilizará en la investigación en campo 2016.....	24
Cuadro 2. Diferentes dosis del producto que se utilizará en la investigación bajo condiciones de laboratorio.....	24
Cuadro 3. ANOVA, para determinar el crecimiento micelial del hongo <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M., a los 10, 20 y 30 días después de la inoculación en laboratorio.....	29
Cuadro 4. Prueba de Tukey, para determinar los rangos de significancia de los tratamientos evaluados en el crecimiento micelial del hongo <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M., a los 10, 20 y 30 días después de la inoculación en laboratorio. ....	29
Cuadro 5. ANOVA, para determinar el efecto de los tratamientos sobre el hongo <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. (Pizca II), a los 14 y 21 días después de la aplicación.....	30
Cuadro 6. ANOVA, para determinar el efecto de los tratamientos sobre el hongo <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. (Pizca II), a los 28 y 35 días después de la aplicación.....	30
Cuadro 7. Prueba de Tukey, para determinar los rangos de significancia de los tratamientos evaluados en el efecto del fungicida PK-50 sobre el hongo <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. (Pizca II), a los 14, 21, 28 y 35 días después de la aplicación. ....	31
Cuadro 8. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la Sigatoka negra <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. (II Estadio), desde los 7 hasta 35 días después de la aplicación. ....	31
Cuadro 9. ANOVA, para determinar el efecto de los tratamientos sobre el hongo <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. (Pizca III), a los 14 y 21 días después de la aplicación.....	32
Cuadro 10. ANOVA, para determinar el efecto de los tratamientos sobre el hongo <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. (Pizca III), a los 28 y 35 días después de la aplicación.....	33
Cuadro 11. Prueba de Tukey, para determinar los rangos de significancia de los tratamientos evaluados en el efecto del fungicida PK-50 sobre el hongo <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. (Pizca III), a los 14, 21, 28 y 35 días después de la aplicación. ....	33
Cuadro 12. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la Sigatoka negra <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. (III Estadio), desde los 7 hasta 35 días después de la aplicación. ....	34
Cuadro 13. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la Sigatoka negra <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. (Promedio II y III Estadio), desde los 7 hasta 35 días después de la aplicación. ....	35

Cuadro 14. ANOVA, para determinar el efecto de los tratamientos sobre el hongo <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. (Porcentaje V Estadío), a los 42, 49 y 56 días después de la aplicación. ....	36
Cuadro 15. ANOVA, para determinar el efecto de los tratamientos sobre el hongo <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. (Porcentaje V Estadío), a los 63, 70 y 77 días después de la aplicación. ....	36
Cuadro 16. Prueba de Tukey, para determinar los rangos de significancia de los tratamientos evaluados en el efecto del fungicida PK-50 sobre el hongo <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. (Porcentaje V Estadío), a los 42, 49, 56, 63, 70 y 77 días después de la aplicación. ....	37
Cuadro 17. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la Sigatoka negra <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. (Porcentaje V Estadío), desde los 42 hasta 77 días después de la aplicación. ....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>TEMA</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1.</b> Estadíos del hongo <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M., en las hojas (Tumbaco & Jimenez, 2011).....	17
<b>Figura 2.</b> Ciclo de la enfermedad de la sigatoka negra (Álvarez, et al., 2013).....	18
<b>Figura 3.</b> Efecto del PK-50 en el interior de la célula fúngica y vegetal (Lúcar, 2014). 21	
<b>Figura 4.</b> Crecimiento radial de micelio del hongo <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M, a los 10, 20 y 30 días después de la inoculación. ....	28
<b>Figura 5.</b> Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) en la sigatoka negra <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. En las pizcas del II estadío, desde los 7 hasta 35 días después de la aplicación. ....	32
<b>Figura 6.</b> Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la sigatoka negra <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. En las pizcas del III estadío, desde los 7 hasta 35 días después de la aplicación. ....	34
<b>Figura 7.</b> Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la sigatoka negra <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. Promedio del II y III estadío, desde los 7 hasta 35 días después de la aplicación. ....	35
<b>Figura 8.</b> Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la Sigatoka negra <i>Mycosphaerella fijiensis</i> M. Porcentaje del V estadío, desde los 42 hasta 77 días después de la aplicación. ....	38

## 1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la producción de banano (*Musa paradisiaca*) en el año 1940, comenzó a producirse a gran escala y con el paso del tiempo la exportación se convirtió en una de las mayores fuentes productoras de divisas, pero el inadecuado manejo y las enfermedades como la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* M) han reducido a un nivel parcial la rentabilidad y su producción (AEBE, 2014).

En Ecuador se ha venido extendiendo un sinnúmero de prácticas con los grupos de fungicidas sistémicos y protectantes, con alrededor de 24 ciclos/año, por lo cual se utilizan considerables atomizaciones y de manera equivocada creen que controlarían al hongo (Villegas, 2012), las plantas por reducir las defensas naturales se manifiestan más susceptibles al ataque del hongo, por un abundante uso de atomizaciones en las bananeras llega a causar inestabilidad en el medio ambiente y la salud humana (Betancourt, 1998).

En el manejo adecuado de *Micosphaerella fijiensis* M., existe una predisposición a minimizar el uso de productos agroquímicos, la tendencia es incrementar las producciones del banano, realizando estudios e investigaciones de nuevas metodologías que encaminen el uso de productos orgánicos y biológicos con la utilización de nuevas moléculas que no causen un efecto directo en el medio ambiente (Gonzales, 1996).

La producción bananera en los últimos años tiene una mayor inclinación por el uso de productos orgánicos para su manejo en las bananeras, ya que los estudios han demostrado el uso de la agricultura alternativa, con la finalidad de aumentar la sostenibilidad de los ecosistemas productivos (Cedeño, 2010).

La sigatoka negra causa un necrosamiento en las hojas de banano causándole la muerte de las hojas en un periodo de tres a cuatro semanas, por lo cual se ve afectada y pierde el peso en los racimos, vigor en las plantas, causa una disminución de la calidad de la fruta (Stover, 1974).

En la utilización de los productos que se distribuyen en el mercado, no se encuentra criterios generalizados, pero se puede considerar la posibilidad para demostrar en laboratorio y campo la eficiencia de los fungicidas, por este motivo se planteó los siguientes objetivos:

**Objetivo general:**

- Evaluar el efecto del fungicida orgánico PK-50 en el control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* M.) en el cultivo de banano por el método de la hoja simple.

**Objetivo específico:**

- Determinar el comportamiento de las “pizcas” del II y III estadio del hongo (*Mycosphaerella fijiensis* M.) a los 35 días después de la aplicación de los diferentes tratamientos.
- Determinar el menor porcentaje de quema en la hoja (AFA), a los 77 días después de la aplicación de los diferentes tratamientos.
- Determinar la menor área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* M.).
- Establecer la mejor dosis de inhibición del crecimiento micelial a nivel in-vitro de *Mycosphaerella fijiensis* M., agente causal de la enfermedad de la sigatoka negra usando como medio de cultivo P.D.A. (papa + dextrosa + agar).

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. LA SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis* M.)

#### 2.1.1. Clasificación taxonómica.

(AEBC, 2009) nos dice que de acuerdo a su descripción taxonómica tenemos la siguiente clasificación de la enfermedad del banano:

**Clase:** Ascomycetos

**Orden:** Dothideales

**Sub-Orden:** Seudophaerineae

**Familia:** Mycosphaerellaceae

**Género:** *Mycosphaerella* (Sex.)

*Paracercospora* (Asex.)

**Especie:** *fijiensis* Morelet.

#### 2.1.2. Origen y distribución de la enfermedad.

La sigatoka negra fue descubierta como una enfermedad en 1936, la primera aparición fue en Hawái y de mucho tiempo antes en las zonas del Pacífico (Stover, 1976). En Honduras en 1972, fue la primera aparición en Centro América y desde entonces la enfermedad se expandió en toda la región en Sudamérica (Marín, et al., 2003), para Ecuador se presentó en 1989 y en Colombia en 1981 (Rodríguez, 2011).

El hongo de la sigatoka negra es altamente destructiva en las plantaciones bananeras, llegando a ocasionar pérdidas en la producción entre un 50%, afectando la economía del agricultor. Cuando no se lo combate puede causar la muerte total de la hoja reduciendo el área foliar de la planta, afectando el crecimiento de la planta y disminuye la capacidad fotosintética. Reduce la calidad de la fruta y nos causa la pérdida de la fruta por una maduración de los racimos (González, 1980).

La enfermedad causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* M. Es una limitante a nivel mundial, su principal limitante por ser una enfermedad foliar es la de reducir las producciones de las musáceas (bananos y plátanos), además la enfermedad puede llegar a causar en la planta desórdenes fisiológicos en su crecimiento y causa un deterioro muy severo de su área foliar y reduciría sus actividades fotosintéticas. Esto puede causar el no llenado del racimo por la dificultad de la asimilación de los nutrientes y llegando a ocasionar que la fruta presente madurez prematura y afectaría la calidad de la fruta para su exportación (Cuellar, et al., 2011).

#### 2.1.3. Agente causal de la sigatoka negra.

El hongo de la sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* M, el cual presenta una reproducción sexual y asexual en todo su ciclo de vida. La más importante en la

reproducción de la enfermedad es la fase sexual, porque se presenta un gran número de ascosporas, llamados peritecios, correspondiendo a las esporas sexuales (Bustamante & Lopez, 1982). Los conidios son hialinos, cilíndricos, rectos o ligeramente curvos, de seis a nueve septos, delgados en el ápice y más ancho en la base con una cicatriz en el hilius basal del conidio (punto de unión entre el conidio y el conidióforo). En la presencia de las primeras lesiones tenemos la reproducción asexual (pizca), donde se observa la presencia de un número relativamente bajo de conidióforo (estructura donde se producen las esporas asexuales llamadas conidios) que salen de los estomas, principalmente en la superficie inferior de la hoja (Martínez, et al., 2012). La enfermedad de la sigatoka negra es importante ya que afecta el área foliar en el cultivo de banano, llegando a infectar a todas las especies de musáceas por medio de los estomas, la cual dentro de la cavidad subestomática se reproduce a través de la introducción de su tubo germinativo, este proceso se realiza en el envés de la hoja. Bajo sus condiciones favorables esta enfermedad puede ser muy mortal para las plantaciones bananeras, ya que puede llegar a disminuir las producciones hasta un 50% por problemas de esta enfermedad, y puede exceder a un 100% si se le presentan condiciones favorables (Rodríguez & Cayón, 2008).

El problema principal fitopatológico del cultivo de banano es el hongo ascomicete *Micosphaerella fijiensis* M, presenta unas elevadas colonizaciones de tejidos, produce mayor número de ascosporas y esta enfermedad puede predominar rápidamente ante otra enfermedad menos agresiva que se presenten en la parte foliar del banano (Hidalgo, et al., 2006).

#### **2.1.4. Síntomas de la sigatoka negra.**

Los síntomas en las plantaciones que se ven medianamente afectadas, pueden llegar a confundirse con los de la sigatoka amarilla, especialmente en las plantas jóvenes donde las manchas individuales tienden a ser de forma circulares u ovaladas, además que en las plantas adultas el ataque severo de la sigatoka negra es inconfundible, las manchas de color café y la gran cantidad de rayas que pueden llegar a cubrir toda el área foliar y se nota en forma descendente en las hojas y son más notorios desde la tercera hoja más joven abierta; estas lesiones son más abundantes y notorias en el envés de la hoja (Alarcón, 2012).

El daño causado en el área foliar por la enfermedad de la sigatoka negra puede llegar a reducir su actividad fotosintética por causar una alteración en su fisiología, la cual ocasiona el apareamiento de manchas de coloración negra (necrosis) en el racimo de banano el cual nos causa pérdida en la calidad de la fruta y por ende reduce su producción de exportación (Calle, H., & Yangali, J., 2014).

La enfermedad presenta manchas cloróticas pequeñas, como primeros síntomas aparecen en la superficie inferior (axial) de la tercera o cuarta hoja. Las manchas crecen convirtiéndose en estrías de color marrón delimitadas por las nervaduras. El color de las estrías va haciéndose más oscuro, algunas veces con un matiz púrpura, y visible en la superficie superior (axial). Luego las lesiones se amplían, tornándose fusiformes o elípticas, y se oscurecen aún más formando las estrías negras de las hojas características de la enfermedad el tejido adyacente frecuentemente tiene una apariencia de mojado. Cuando el grado de severidad de la enfermedad es alto, grandes áreas de la hoja pueden ennegrecer y lucir empapadas. En el tejido necrótico aparecen numerosos cuerpos fructíferos (pseudotecios) diminutos, negros y globosos que contienen estructuras como sacos o bolsas (ascas) llenos de ascosporas que van a infectar en otras zonas de la hoja (Ploetz, 2001).

Para caracterizar los procesos de la sintomatología de la sigatoka negra y los estadíos, se realiza con la escala de Fouré y se los puede reconocer a través de seis estadíos como se los esquematiza en la Figura 1 (Tumbaco & Jimenez, 2011).

#### **Estadío 1.**

La presentación de pequeños puntos irregulares de color blanco-amarillento a marrón de un tamaño de 0.25 a 1 mm, casi siempre aparecen en la tercera y cuarta hoja. Estos puntos se alargan y alcanzan aproximadamente 1 mm de longitud, tomando una tonalidad pardo rojiza y no son visibles a simple vista por el haz de la hoja (Álvarez, et al., 2013).

Pequeña presencia de puntos muy diminutos no visibles a simple vista solo con la ayuda de una lupa, llegando a tener una longitud de 1 mm y presentando una coloración en el ciclo inicio amarillenta, posteriormente tornándose a un color pardo-rojizo y su observación se la puede hacer exclusivamente en el envés de la lámina de la hoja (Churchill, 2011).

#### **Estadío 2.**

Las pizcas aparecen como unas estrías cloróticas que se alarga hasta tomar una longitud variable de 2 a 3 mm de ancho paralelas a las venas de la hoja y presentan una coloración marrón. Su principal característica del estadío II es que las estrías son visibles por el haz de las hojas (Álvarez, et al., 2013).

#### **Estadío 3.**

Las estrías crecen, se hacen más larga y anchas, bajo condiciones climáticas favorables, alcanza una longitud de 2 a 3 mm y de 2 mm de ancho, en este estadío aparece los conidióforos. El envés sigue tornándose de color café rojizo y en el haz se presenta de color negro (Álvarez, et al., 2013).

En este estadio los conidióforos surgen, las que dan parte a la fabricación de los conidios (el estado sexual del hongo causante de *Mycosphaerella fijiensis* M). Aquí las estrías crecen obteniendo un mayor tamaño (Alarcón, 2012).

**Estadio 4.**

Se presenta el primer estado de mancha, las estrías se alargan, ensanchan y tomando un contorno, más o menos ovalado o redondeado, fusiforme o elíptico. La transacción de las estrías a manchas se caracteriza por el desarrollo de un borde pardo claro o acuoso alrededor de la mancha (Álvarez, et al., 2013).

**Estadio 5.**

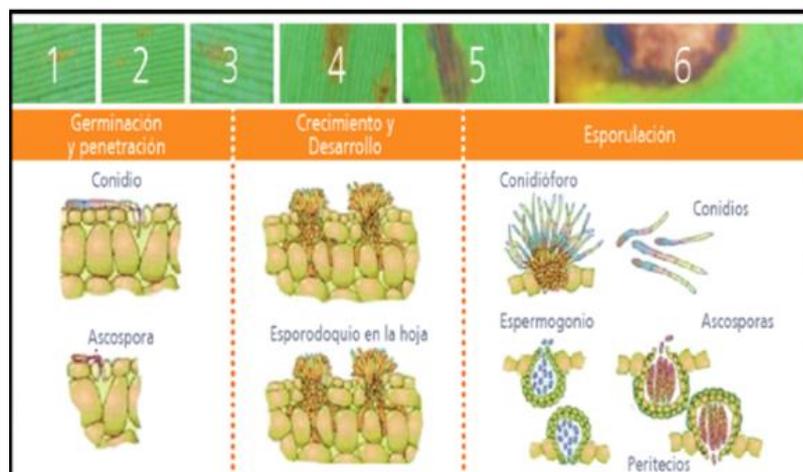
El estadio pueden ser visible tanto en el haz como en el envés de la hoja y presenta manchas en forma elíptica. Se caracteriza por su color negro, que cubre la parte afectada del follaje de las plantas. Las manchas presentan un halo de color amarillo que la rodea y el centro comienza a deprimirse (Álvarez, et al., 2013).

La “quemada”, es una mancha de coloración oscura a negra que puede ser visible en el haz y en el envés presenta una coloración café y se rodea por un halo color amarillo (Calle, H., & Yangali, J., 2014).

**Estadio 6.**

En este estadio la mancha presenta el centro hundido y se seca, la cual da origen a la formación de esporas, rodeado por un anillo de color negro, presenta una coloración gris claro en la mancha y también rodeado por un halo de color amarillo brillante. La cual impide que la hoja pueda realizar la fotosíntesis (Álvarez, et al., 2013).

La “necrosis” final es una mancha seca y necrótica que tiene un color gris, a simple vista se puede observar los peritecios. Sus manchas son visibles en las hojas secas porque su anillo es persistente (Calle, H., & Yangali, J., 2014).



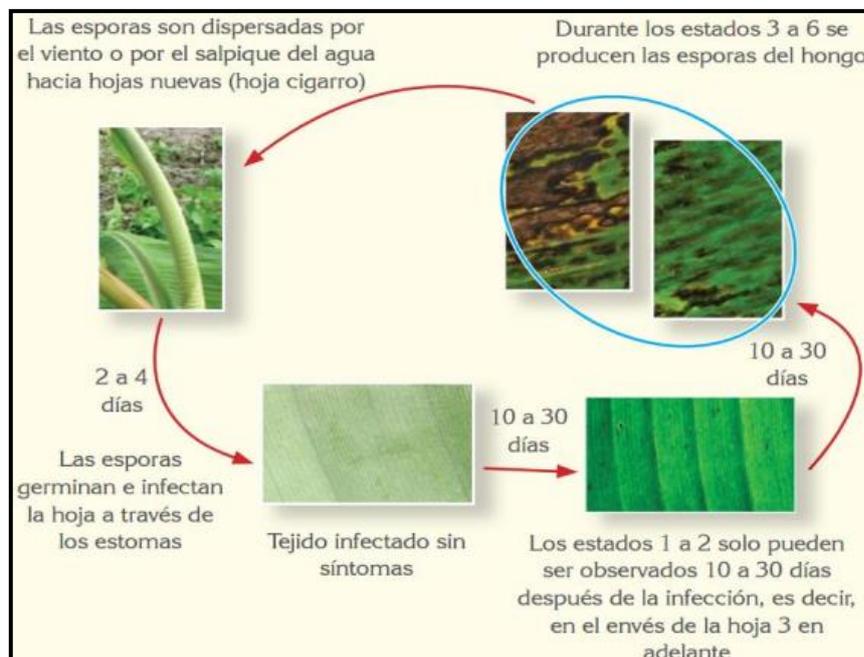
**Figura 1.** Estadios del hongo *Mycosphaerella fijiensis* M., en las hojas (Tumbaco & Jimenez, 2011).

### 2.1.5. Epidemiología.

El ciclo de vida de *Micosphaerella fijiensis* M da inicio con la germinación de las esporas, que posteriormente de germinadas son liberadas y salen dispersadas de las manchas de los últimos estadios por acción del viento, que posteriormente se depositan en las otras hojas de banano, para subsiguientemente repetir el ciclo. Sus esporas son rápidas en germinar en un lapso de una a dos horas, las que dan lugar a la presencia de los tubos germinativos que se ramifican y alargan, ese proceso puede demorarse hasta una semana. El hongo se desarrolla favorablemente a una temperatura promedio de 25 a 28 °C, en condiciones favorables, su periodo de incubación dura aproximadamente 17 días en el banano (Chillet, et al., 2013).

Dentro de los estomas de las hojas de banano los conidióforos emergen directamente, ya sea de forma individual o en grupos pequeños o a su vez formar fascículos sobre los estomas. Las estructuras de los conidios se producen con mayor abundancia en la parte inferior de las lesiones, con menor abundancia se las pueden encontrar en la parte superior, los conidios pueden medir entre 2.5 a 5 mm en la parte más ancha y de 30 a 132 mm de longitud (Leiva, et al., 2015).

En el elevado desarrollo de la sigatoka negra podemos distinguir el enlace directamente con el manejo del cultivo, siembra, condiciones climáticas y la susceptibilidad de la variedad. Por el exceso de la lámina de agua que se presenta en época lluviosas, la enfermedad se vuelve más agresiva y es donde las infecciones liberan mayores cantidades de esporas como podemos apreciar en la Figura 2 (Álvarez, et al., 2013).



**Figura 2.** Ciclo de la enfermedad de la sigatoka negra (Álvarez, et al., 2013).

## **2.2. SIGATOKA NEGRA EN LAS BANANERAS**

La sigatoka negra, se la considera una enfermedad muy destructiva del banano en Brasil y en varios otros países de América Latina (SENHOR. R.F. et al, 2009). Sin embargo, la propagación del patógeno en zonas donde no se detectó su aparición se espera que ocurra en un futuro cercano (Ploetz, 2001).

En El Oro la producción bananera, está dada por un manejo del cultivo en un 90% manejo convencional y un 10% manejo orgánico. El manejo de las diferentes labores agrícolas como el manejo de la sigatoka negra se encuentra condicionado al permanente uso de los fungicidas, los mismos que tratan de reducir la tolerancia de la enfermedad. En el año 2010 el promedio de atomización en una bananera convencional es de 21 ciclos, entretanto en una bananera orgánica fue de 29 ciclos de atomización (AEBE, 2014).

En el Ecuador para el presente año 2016 las producciones bananeras han alcanzado las 162,039 hectáreas cultivadas de banano, la productividad está dividida con un 12% pertenece a cultivar banano con un manejo orgánico y el 88% es de banano convencional (PRO-ECUADOR, 2016).

## **2.3. ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA**

El manejo integrado de la enfermedad (MIE), es una alternativa por el cual debe ser controlada la sigatoka negra. El éxito del MIE se logra mediante las habilidades que tienen para combinar practicas compatibles y aplicables para el agroecosistema, que se basa en principios económicos y técnicos, el MIE ofrece a los agricultores soluciones seguras, sostenibles y efectivas (Álvarez, et al., 2013).

En el control de la sigatoka negra es el uso de fungicida químicos, para lo cual la inversión es cerca del 30 a 40% de los costos para la producción. Los que ocasionan efectos en la salud humana y en el agroecosistema. Tenemos también que el uso en exceso de fungicidas sistémicos puede causar resistencias del hongo de la sigatoka negra, lo que ocasiona que el control sea más complicado (Meredith, 2001).

Una alternativa para el no uso de productos químicos tenemos el uso de productos biológicos, una de las ventajas de usar agentes biológicos para el control de sigatoka negra, es la menor contaminación sobre la salud humana y el medio ambiente, unos de los hongos para el manejo y control de la sigatoka tenemos del genero *Trichoderma*, que es aplicado como un agente biológico (Castro , et al., 2015).

Uno de los estudios sobre el efecto del agente biológico del *Trichoderma* contra la enfermedad de la sigatoka negra, fue de inhibir de un 30 a 45% a la propagación del hongo de *Micosphaerella fijiensis* M., en condiciones in-vitro (Sagratzki Caverro, et al., 2015).

## **2.4. IDENTIFICACIONES COMERCIALES DE LAS MOLÉCULAS A INVESTIGAR**

### **2.4.1. Fungicida PK-50.**

PK-50, es un fungicida biológico biodegradable a base de elementos minerales y moléculas orgánicas activas, con una nueva estrategia de mecanismo de acción para el control de hongos fitopatógenos. Este producto se degrada totalmente, integrándose a la biodinámica suelo-raíz y del agua, los minerales que presentan formando parte de su estructura y se integran al complejo iónico y son utilizados por los microorganismos y las raíces (Bustamante, 2009).

#### **2.4.1.1. Concentración y formulación.**

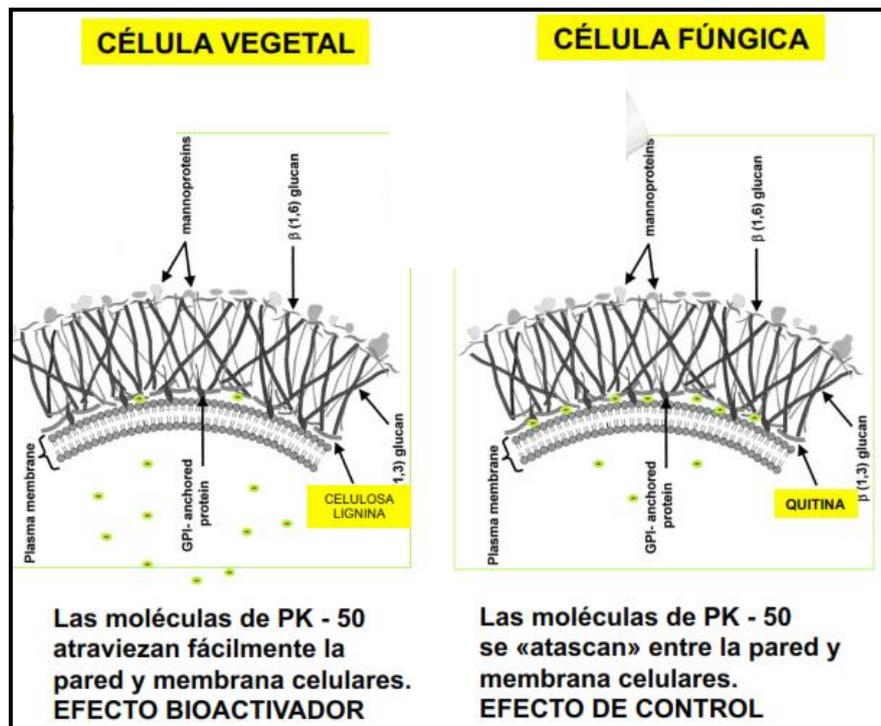
Es un componente orgánico que se degrada totalmente y presenta una concentración soluble (Biogen, 2013).

#### **Composición del producto:**

Carbohidratos activos	7.90%
Ácido Urónico	2,59%
Ácido Succínico	0,80%
Magnesio (Mg)	0,33%
Fósforo (PO4-3)	10,3 %
Potasio	8,0 %
Materia orgánica	11,8 %
Aminoácidos Activos	180 mg/L
Aditivos naturales (c.s.p.)	100%

#### **2.4.1.2. Modo de acción.**

El fungicida PK-50 actúa metabólicamente a nivel celular, por ser obtenido de procesos biotecnológicos donde se han unido biomoléculas que combinan los denominados sucratos como azúcares ácidos y péptidos activadores de señalización (MAD), el cual es un bioprotector que atraviesa la membrana y pared celular del patógeno (Figura 3), donde por medio de un antagonismo metabólico destruye los procesos formadores de las enzimas, destruyendo al patógeno y su estructura, constituyéndose en un disruptor fúngico (Lúcar, 2014).



**Figura 3.** Efecto del PK-50 en el interior de la célula fúngica y vegetal (Lúcar, 2014).

PK-50 es un fungicida de contacto, llegando a ocasionar una fuerte descompensación celular en el hongo, debido al diferencial electroquímico generado, que provoca la pérdida de agua y paraliza los procesos metabólicos ligados a la membrana, hasta generar una total plasmólisis celular y rotura de membranas (Biogen, 2013).

#### 2.4.1.3. Mecanismo de acción.

Una vez realizado la aplicación del PK-50 vía foliar, se localiza concentrado en el espacio membrana-pared de la célula fúngica, ocasionando un efecto de descomposición osmótica, provocando la pérdida de agua hacia el exterior de la célula del patógeno, provocando su muerte por plasmólisis, siendo este la causa de su muerte (Lúcar, 2014).

El PK-50 es un extracto orgánico, a base de elementos minerales y biomoléculas denominadas sucratos y aminoácidos activos, cuya acción consiste en interrumpir el adecuado funcionamiento de la membrana celular del hongo fitopatógeno, ocasionando una fuerte descompensación debido al diferencial electroquímico que provoca la pérdida de agua y paralización de los procesos metabólicos ligados a la membrana, hasta generar una total plasmólisis celular (Bustamante, 2009).

#### 2.4.1.4. Fitotoxicidad y periodo de carencia.

Es un fungicida biológico no fitotóxico, y no se encuentra restricción en cuanto su periodo de carencia.

#### **2.4.1.5. Beneficios del fungicida.**

Los beneficios del PK-50 son los siguientes:

- Interrumpir el desarrollo normal del hongo en su metabolismo, al crear un desequilibrio celular.
- Evitar la aparición de resistencia.
- Se adecúa totalmente a los programas de manejo integrado.
- No ocasiona estrés en los cultivos.
- No tiene restringido el re-ingreso al campo luego de la aplicación.
- Acción rápida y eficaz en el control de fitopatógenos.
- Seguro y confiable para el hombre y el medio ambiente (Lúcar, 2014).

#### **2.4.1.6. Estudios realizados en laboratorio de PK-50.**

El efecto de PK-50 en oídio (*Leveillula taurica*) en el cultivo de ají pprika, presento células con alteración en el citoplasma y las membranas a las dos horas luego de la aplicación con una dosis de 1.0 l/cil, a las cuatro horas presento los conidios con las membranas destruidas y la inclusión del colorante en el citoplasma, lo que indica su disfuncionalidad. Sus estructuras destruidas y los contenidos celulares fuera de las células fúngicas se presentan a las 12 horas, en su cuarta evaluación los contenidos celulares se encuentran dispersos, con sus estructuras celulares vacías o disfuncionales (Lúcar, 2014).

El fungicida Pk-50 presento un excelente resultado en el control de oídio (*Erysiphe necator = Uncinula necator*) en el cultivo de uva, causando un efecto directo sobre los conidios y conidióforos (Bustamante, 2009).

#### **2.4.1.7. Estudios realizados en campo de PK-50.**

El efecto del fungicida PK-50 bajo condiciones de campo en el control de oídio (*Erysiphe necator = Uncinula necator*) en las bayas de uva, con una dosificación de un litro por hectárea presenta un 25.25% de severidad a las 48 horas, menor con relación al testigo con 92,5% de severidad del hongo, por poseer propiedades antifungicas (Bustamante, 2009).

El trabajo realizado en el cultivo de uva en el control de mildiu (*Plasmopara vitícola*), con la aplicación de PK-50 presenta una severidad de 2.5% a las 48 horas, obteniendo resultados en la inhibición del crecimiento del hongo (Bustamante, 2009).

La evaluación del efecto de control de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) con el fungicida PK-50 manifestó, a las cinco semanas de aplicación el T1 con una dosis de 0.5 litros de PK-50 + 7.5 litros de aceite mineral tuvo control de la infección, con referente al T2 con una dosis de 2.0 litros de PK-50 + 7.5 litros de aceite mineral que tuvo mayor infección junto con los demás tratamientos (Agroklinge, 2015).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. MATERIALES

##### 3.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA

El presente trabajo se realizó en la granja experimental Santa Inés de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en el km 5,5 de la vía Machala-Pasaje, perteneciente a la parroquia El Cambio, cantón Machala, provincia de El Oro.

##### 3.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Geográficamente, el sitio de estudio se encuentra ubicado entre las siguientes coordenadas:

COORDENADAS UTM	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
Latitud Sur: 6166612595 UTMASA	Latitud: 03° 17' 31.0" S
Longitud Oeste: 96388663965 UTMASA	Longitud: 79° 54' 52.9" W
	Altitud: 5 msnm

##### 3.1.3. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS Y CLIMÁTICAS DE LA ZONA

De acuerdo a las zonas de vida natural de Holdridge y el mapa ecológico del Ecuador, el sitio de ensayo corresponde a un bosque muy seco – Tropical (bms – T), con una precipitación media anual entre 400 a 500 mm, una temperatura media anual entre 24 a 25° C y humedad relativa de 80 %.

##### 3.1.4. MATERIALES Y EQUIPOS A UTILIZAR

###### 3.1.4.1. Materiales de laboratorio.

- Cajas petric.
- Hojas de banano con síntomas del patógeno de *Mycosphaerella fijiensis* M.
- Medio de cultivo (PDA).
- Autoclave 121 °C.
- Alcohol.
- Etanol 70%.
- Hipoclorito de sodio 1%.
- Agua destilada.
- Mechero de alcohol.
- Pipetas.
- Erlenmeyer.
- Cámara de flujo laminar.
- Incubadora 25-28 °C.
- Tubos de ensayo.
- Asa para garantizar condiciones estériles.
- Fungicida (PK-50).
- Regla.
- GPS navegador

###### 3.1.4.2. Materiales de campo.

- Plantas de banano.
- Bomba nebulizadora.
- Fungicida (PK-50).
- Lupa graduada de 10 x.
- Fundas de polietileno.
- Agua.

### 3.1.5. TRATAMIENTOS

Se evaluaron cinco tratamientos con las siguientes identificaciones:

**Cuadro 1.** Diferentes dosis del producto que se utilizó en la investigación en campo 2016.

<b>Código</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>l/ha</b>
T <sub>1</sub>	PK-50	sucratos y aminoácidos activos	0.5
T <sub>2</sub>	PK-50	sucratos y aminoácidos activos	1.0
T <sub>3</sub>	PK-50	sucratos y aminoácidos activos	2.0
T <sub>4</sub>	PK-50	sucratos y aminoácidos activos	3.0
T <sub>5</sub>	S/N	Testigo	0

**Cuadro 2.** Diferentes dosis del producto que se manipuló en la investigación bajo condiciones de laboratorio.

<b>Código</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Ingrediente Activo</b>	<b>ppm</b>
T <sub>1</sub>	PK-50	sucratos y aminoácidos activos	3000
T <sub>2</sub>	PK-50	sucratos y aminoácidos activos	2000
T <sub>3</sub>	PK-50	sucratos y aminoácidos activos	1000
T <sub>4</sub>	PK-50	sucratos y aminoácidos activos	500
T <sub>5</sub>	S/N	Testigo	0

### 3.1.6. VARIABLES A EVALUAR

#### 3.1.6.1. Variables a evaluar en campo.

- Promedio de pizcas del estadio II y III por tratamiento a los 7, 14, 21, 28 y 35 días, en las hojas 1 y 2.

- Porcentaje de área foliar afectada (AFA) a los 42, 49, 56 63, 70 y 77 días, en las hojas 1 y 2.
- Área bajo la curva del progreso de la enfermedad.

### **3.1.6.2. Variables a evaluar en laboratorio.**

- Crecimiento radial del micelio del hongo a los 10, 20 y 30 días.

### **3.1.7. MEDICIÓN DE LAS VARIABLES**

#### **3.1.7.1. Medición de variables en campo.**

##### **3.1.7.1.1. Promedio de pizcas del Estadio II y III por tratamiento a los 7, 14, 21, 28 y 35 días.**

Para la evaluación de las pizcas del estadio II y III se efectuaron con la ayuda de una lupa 10x en toda la hoja (1 y 2) semanalmente.

##### **3.1.7.1.2. Porcentaje de área foliar afectada (AFA) a los 42, 49, 56 63, 70 y 77 días.**

En la evaluación del área foliar afectada (AFA), se utilizó la escala de evaluación de Stover modificado por Gauhl, cada semana.

##### **3.1.7.1.3. Área bajo la curva del progreso de la sigatoka negra.**

Para la evaluación del área bajo la curva del progreso de la enfermedad se empleó la escala de Stover modificado por Gauhl y se obtuvo al final del ensayo el cálculo de AUDPC.

#### **3.1.7.2. Medición de variables en laboratorio.**

##### **3.1.7.3. Crecimiento radial del micelio del hongo a los 10, 20 y 30 días.**

En la medición del crecimiento radial del micelio del hongo, se utilizó una regla (milimétrica).

## **3.2. METODOLOGÍA**

### **3.2.6. Metodología fase de campo.**

La presente investigación experimental se llevó a cabo en una plantilla de banano de dos meses de edad a partir del trasplante y con cinco hojas funcionales de la variedad Williams en la granja experimental Santa Inés.

Para la atomización con una bomba nebulizadora, para lo cual se realizó la aplicación en la hoja 1 y hoja 2, el resto de hojas inferiores se las cubrió con una funda para evitar que reciban producto por deriva.

La aplicación se la realizó por una sola vez y para cada dosis de fungicida es un tratamiento, se realizaron 12 repeticiones y cada repetición con dos unidades experimentales.

### **3.2.7. Metodología fase de laboratorio.**

Se seleccionaron hojas de banano con síntomas de sigatoka negra de tercer, cuarto y quinto estadio, en la plantación bananera de la granja Santa Inés, las muestras

obtenidas fueron colocadas en fundas de papel y transportadas al laboratorio de fitopatología para posteriormente seleccionar las partes con mayor presencia del hongo. En la cámara de flujo laminar se recortaron pedazos de 3x3 mm estos fueron esterilizados por 5 minutos en etanol 70%, luego por ocho minutos en hipoclorito de sodio al 1% y enjuagados con agua destilada.

Posteriormente se las colocó en papel filtro para ser secados los segmentos de hojas, estos se asentaron sobre el medio de cultivo PDA con el envés en contacto con el medio para la descarga de ascosporas. Estas fueron encubadas a 25 °C por 15 días para el desarrollo del hongo. Con el patógeno desarrollado se colocaron pequeñas porciones de colonias en tubos de ensayos preparados con 5 ml de PDA en una incubadora para su conservación por 20 días, para luego inocular en cajas petri conteniendo el medio cultivo PDA y adicionar el fungicida biológico.

Con la pipeta graduada se midieron 2 ml del fungicida biológico respectivamente, se mezclaron en un vaso de precipitación con 50 ml de agua destilada esterilizada obteniendo una concentración patrón. Las dosis se calcularon en 100 ml de medio de cultivo PDA se mezclaron el volumen respectivo de la solución patrón para obtener 3000, 2000, 1000 y 500 ppm respectivamente.

Con el uso de un sacabocados, en los aislados del hongo se obtuvieron 5 mm de diámetro de micelios de *Mycosphaerella fijiensis* M., para luego ser colocadas en las cajas petri con el fungicida biológico, colocando el micelio en el centro la caja petri en cada uno de los tratamientos. Se las mantuvo en una incubadora a 25 °C por el lapso de 30 días realizando las medidas de las variables cada 10 días en el crecimiento del diámetro del hongo y el porcentaje de inhibición de las dosis del fungicida en cada tratamiento.

### **3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL**

En el presente trabajo se utilizaron dos diseños experimentales, en laboratorio se utilizó el diseño completamente al azar (DCA), con 5 tratamientos y 4 repeticiones, para un total de 20 unidades experimentales. En el campo se utilizó un ANOVA no paramétrico (prueba de Friedman) y el diseño de bloque completamente al azar (DBCA), con 5 tratamientos y 12 repeticiones, para un total de 60 unidades experimentales.

#### **3.3.1. Modelo Matemático.**

El modelo matemático del diseño completamente al azar (DCA), usado en laboratorio viene simbolizado mediante la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, \dots, t$  (número de tratamientos)

$j = 1, 2, \dots, b$  (número de repeticiones)

**Dónde:**

$Y_{ij}$  = Variable evaluada.

$\mu$  = Promedio general del ensayo.

$\tau_i$  = Efectos de los tratamientos.

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental.

El modelo matemático del diseño de bloques completamente al azar (DBCA), usado en el campo viene simbolizado mediante la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

**Dónde:**

$Y_{ij}$  = Representa la unidad experimental

$\mu$  = Promedio general del ensayo

$\beta_j$  = Efecto de la infección del hongo en la hoja

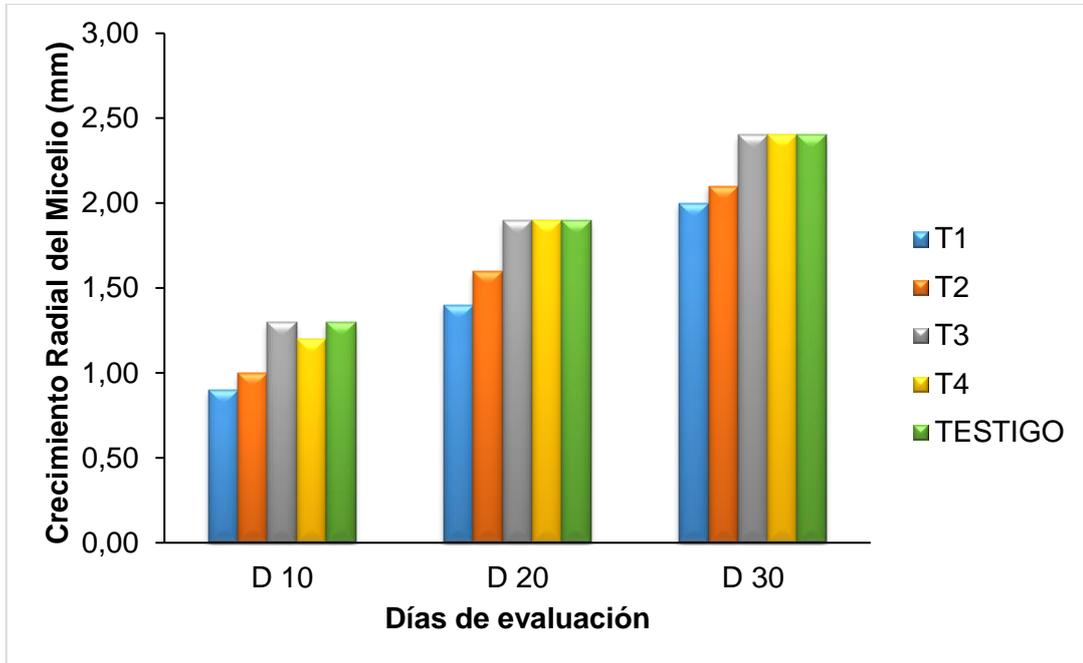
$\tau_i$  = Efecto de los tratamientos

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. CRECIMIENTO RADIAL DEL MICELIO DE *Mycosphaerella fijiensis*, A LOS 10, 20 y 30 DÍAS DESPUÉS DE INOCULACIÓN EN LABORATORIO

En la figura 4 se observa el crecimiento radial del micelio del hongo de *Mycosphaerella fijiensis* M, en los 3 momentos de evaluación se puede observar que el tratamiento T1 con 3000 ppm del fungicida PK-50, presenta una mayor acción inhibitoria del crecimiento del hongo, en comparación con los otros tratamientos.



**Figura 4.** Crecimiento radial de micelio del hongo *Mycosphaerella fijiensis* M, a los 10, 20 y 30 días después de la inoculación.

En la determinación del crecimiento micelial de *Mycosphaerella fijiensis* M en laboratorio, el análisis de varianza en el (cuadro 3) reveló un valor de significancia de  $<0.001$  a los 10, 20 días y un valor de 0.0006 a los 30 días, el cual los valores resultan menores que el nivel de significancia ( $p < 0,05$ ), por lo tanto, se comprueba estadísticamente que los tratamientos son distintos. Es decir, se acepta la hipótesis alternativa que menciona que al menos uno de los tratamientos es diferente.

**Cuadro 3.** ANOVA, para determinar el crecimiento micelial del hongo *Mycosphaerella fijiensis* M., a los 10, 20 y 30 días después de la inoculación en laboratorio.

Fuente	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig
		10 Días		20 Días			30 Días		
<b>Tratamientos</b>	0,61	0,15	<,0001	0,85	0,21	<,0001	0,67	0,17	0,0006
<b>Error</b>	0,17	0,17		0,21	0,01		0,28	0,01	
<b>Total</b>	0,77			1,07			0,95		
<b>C.V.</b>	9,36			6,86			6,04		

El análisis de varianza del cuadro 3, manifestó que la aplicación de diferentes dosis del fungicida PK-50 usado en laboratorio, causó un efecto significativo en el control del hongo, lo cual se relaciona con la investigación que menciona que el efecto directo del fungicida sobre los conidios y conidióforos con una dosis de 1.0 l/cil, reduce el crecimiento micelial del hongo (Lúcar, 2014).

**Cuadro 4.** Prueba de Tukey 95%, para determinar los rangos de significancia de los tratamientos evaluados en el crecimiento micelial del hongo *Mycosphaerella fijiensis* M., a los 10, 20 y 30 días después de la inoculación en laboratorio.

TRATAMIENTOS	MEDIAS		
	10 días	20 días	30 días
T1	0,88 b	1,43 b	1,95 c
T2	0,95 b	1,55 b	2,10 abc
T3	1,28 a	1,93 a	2,43 a
T4	1,20 a	1,90 a	2,38 ab
T5	1,30 a	1,88 a	2,35 ab

En el cuadro 4, se revelan las medias del crecimiento micelial del hongo *Mycosphaerella fijiensis* M. A los 10 y 20 días de evaluación, se evidenció dos agrupamientos el T3 (1000 ppm), T4 (500 ppm) y T5 (testigo) son estadísticamente iguales, los tratamientos T1 (3000 ppm) y T2 (2000 ppm) son también estadísticamente iguales. A los 30 días de evaluación observamos cuatro agrupamientos, el T1 (3000 ppm) mostro ser el mejor tratamiento; los tratamientos T4 (500) y T5 (testigo) son estadísticamente iguales, en relación al T2 (2000 ppm) y T3 (1000 ppm) que son diferentes estadísticamente.

#### 4.2. COMPORTAMIENTO DE LAS “PIZCAS” DEL II ESTADÍO DEL HONGO *Mycosphaerella fijiensis* M, A LOS 14, 21, 28 y 35 DÍAS DESPUÉS DE APLICACIÓN EN CAMPO

**Cuadro 5.** ANOVA, para determinar el efecto de los tratamientos sobre el hongo *Mycosphaerella fijiensis* M. En las pizcas del II estadíos.

Fuente	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig
		<b>14 Días</b>			<b>21 Días</b>	
<b>Tratamientos</b>	1,67	0,11	0,261	13,04	0,87	0,007
<b>Error</b>	13,33	0,3		35,48	0,81	
<b>Total</b>	15,00			48,50		
<b>C.V.</b>	18,34			29,92		

El análisis de varianza en el cuadro 5 presentó que la aplicación de diferentes dosis del fungicida PK-50 usado en el campo a los 14 días de evaluación de las pizcas del II estadio, no causó un efecto significativo en el control del hongo. A los 21 días en la evaluación manifestó un efecto significativo en el control del hongo.

**Cuadro 6.** ANOVA, para determinar el efecto de los tratamientos sobre el hongo *Mycosphaerella fijiensis* M. En las pizcas del II estadio.

Fuente	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig
		<b>28 Días</b>			<b>35 Días</b>	
<b>Tratamientos</b>	24,29	1,62	0,015	15,04	1,00	0,091
<b>Error</b>	76,71	1,74		76,96	1,75	
<b>Total</b>	101,00			92,00		
<b>C.V.</b>	44,01			44,08		

En el cuadro 6, el análisis de varianza demostró que a los 28 días de la evaluación el fungicida PK-50 causó un efecto significativo en las pizcas del II estadio. A los 35 días

de evaluación se acepta la hipótesis nula, que ninguna de las dosis del fungicida PK-50 influirá en el control, por tener una significancia ( $p > 0,05$ ).

**Cuadro 7.** Prueba de Tukey 95%, para determinar los rangos de significancia de los tratamientos evaluados en el efecto del fungicida PK-50 sobre el hongo *Mycosphaerella fijiensis* M. En las pizcas del II estadio.

TRATAMIENTOS	MEDIAS			
	14 días	21 días	28 días	35 días
T1	2,88 a	2,88 ab	2,50 bc	2,33 a
T2	3,29 a	3,42 a	3,50 ab	2,79 a
T3	2,88 a	2,33 b	3,75 a	3,38 a
T4	3,08 a	3,63 a	3,21 ab	3,75 a
T5	2,88 a	2,75 ab	2,04 c	2,75 a

La prueba de Tukey en el cuadro 7, a los 14 días de evaluación no existió diferencia estadística, según las medias y el agrupamiento (letras) todos los tratamientos son estadísticamente iguales. A los 21 días de evaluación observamos tres agrupamientos, el T1 (0.5 l/ha) y T5 (testigo) son iguales estadísticamente, los tratamientos T2 (1.0 l/ha) y T4 (3.0 l/ha), son diferentes estadísticamente al T3 (2.0 l/ha). A los 28 días se exponen cuatro agrupaciones entre los tratamientos, a los 35 días de evaluación tenemos que todos los tratamientos son iguales y no existe diferencia estadística en el control de las pizcas del II estadio.

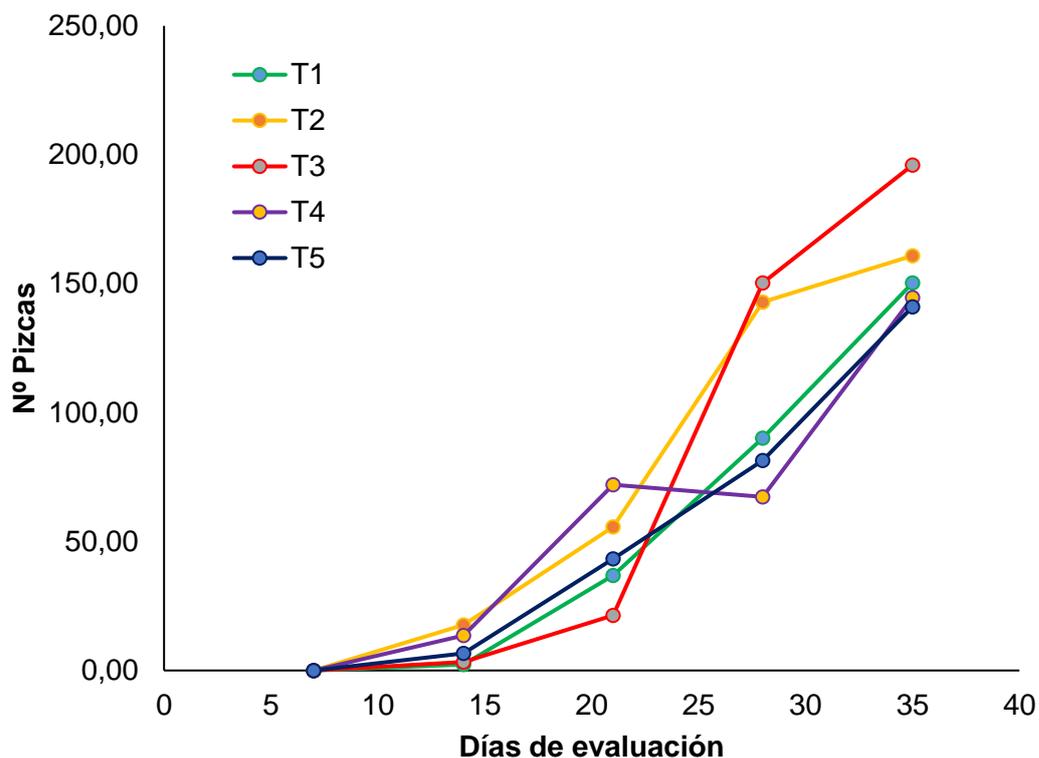
#### 4.3. ÁREA BAJO LA CURVA DEL PROGRESO DE LA ENFERMEDAD (AUDPC) DE LA SIGATOKA NEGRA *Mycosphaerella fijiensis* M. EN EVALUACIÓN DE PIZCAS DEL II ESTADÍO EN CAMPO

**Cuadro 8.** Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* M. (pizcas del II estadio).

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS II ESTADÍO					AUDPC
	7	14	21	28	35	
T1	0,00	2,33	36,83	90,17	150,25	1431,21
T2	0,00	17,67	55,67	142,92	160,83	2076,67
T3	0,00	3,25	21,42	150,25	196,00	1910,42
T4	0,00	13,58	72,08	67,33	144,67	1577,33
T5	0,00	6,67	43,25	81,50	141,00	1413,42

En la determinación de la menor área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) en la figura 5, mostró que con los promedios de las pizcas del II estadio, a los 35 días de evaluación, los tratamientos con menores áreas bajo la curva son el T1 (0.5

l/ha) y T5 (testigo), presentan un valor entre 1400 a 1450 número de pizcas, indica que no hay un control con el fungicida PK-50 (cuadro 8), ya que uno de los tratamientos es igual o similar al tratamiento testigo.



**Figura 5.** Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) en la sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* M. En las pizcas del II estadio, desde los 7 hasta 35 días después de la aplicación.

#### 4.4. COMPORTAMIENTO DE LAS “PIZCAS” DEL III ESTADÍO DEL HONGO *Mycosphaerella fijiensis* M, A LOS 14, 21, 28 y 35 DÍAS DESPUÉS DE APLICACIÓN EN CAMPO

**Cuadro 9.** ANOVA, para determinar el efecto de los tratamientos sobre el hongo *Mycosphaerella fijiensis* M. En las pizcas del III estadio.

Fuente	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig
		<b>14 Días</b>			<b>21 Días</b>	
Tratamientos	0,00	0,0	.	2,54	0,17	0,317
Error	0,00	0,0		22,96	0,52	
Total	0,00			25,50		
C.V.	0,00			24,08		

El análisis de varianza del cuadro 9, demostró que la aplicación de diferentes dosis del fungicida PK-50 usado en el campo a los 14 y 21 días, no causó un efecto significativo en el control del hongo y se acepta la hipótesis nula.

**Cuadro 10.** ANOVA, para determinar el efecto de los tratamientos sobre el hongo *Mycosphaerella fijiensis* M. En las pizcas del III estadio.

Fuente	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig
		<b>28 Días</b>			<b>35 Días</b>	
<b>Tratamientos</b>	11,42	0,76	0,036	27,08	1,81	0,005
<b>Error</b>	44,58	1,01		70,92	1,61	
<b>Total</b>	56,00			98,00		
<b>C.V.</b>	33,55			42,32		

El análisis de varianza (cuadro 10), manifestó que las diferentes dosis del fungicida PK-50 en la evaluación de las pizcas del III estadio a los 28 y 35 días originó un efecto significativo, lo cual coincide con la investigación que menciona que, la eficiencia a las 5 semanas de aplicación con una dosis de 0.5 litros de PK-50 tuvo mejor control (Agroklinge, 2015).

**Cuadro 11.** Prueba de Tukey, para determinar los rangos de significancia de los tratamientos evaluados en el efecto del fungicida PK-50 sobre el hongo *Mycosphaerella fijiensis* M. En las pizcas del III estadio.

TRATAMIENTOS	MEDIAS			
	14 días	21 días	28 días	35 días
T1	3,00 a	2,75 a	2,38 b	2,04 b
T2	3,00 a	2,75 a	2,88 ab	3,79 a
T3	3,00 a	3,21 a	3,71 a	3,33 ab
T4	3,00 a	3,17 a	2,88 ab	2,38 ab
T5	3,00 a	3,13 a	3,17 ab	3,46 ab

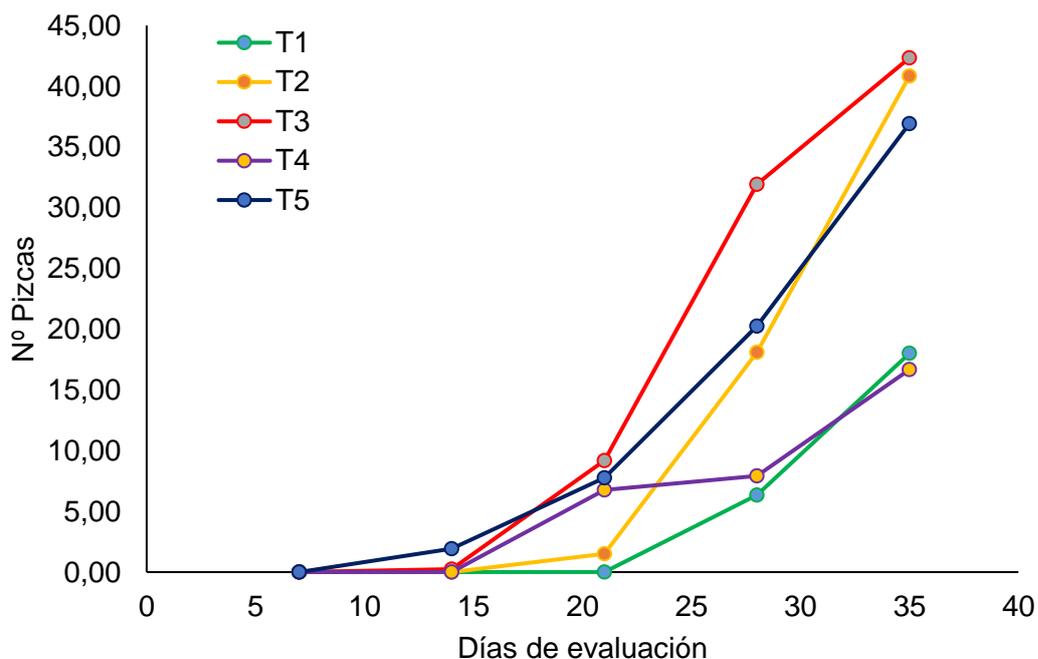
Los agrupamientos de los tratamientos expuestos por el test de Tukey (cuadro 11) determinaron que a los 35 días de evaluación el T1 (0.5 l/ha) resulto ser el mejor tratamiento en este ensayo, ya que es estadísticamente diferente a los demás tratamientos. Los tratamientos T3 (2.0 l/ha), T4 (3.0 l/ha) y T5 (testigo) son estadísticamente iguales, mientras que el T2 (1.0 l/ha) es estadísticamente diferente a los otros tratamientos.

**4.5. ÁREA BAJO LA CURVA DEL PROGRESO DE LA ENFERMEDAD (AUDPC) DE LA SIGATOKA NEGRA *Mycosphaerella fijiensis* M. EN EVALUACIÓN DE PIZCAS DEL III ESTADÍO EN CAMPO**

**Cuadro 12.** Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* M. (pizcas del III estadio), desde los 7 hasta 35 días después de la aplicación.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS III ESTADÍO					AUDPC
	7	14	21	28	35	
T1	0,00	0,00	0,00	6,33	18,00	107,33
T2	0,00	0,00	1,50	18,08	40,83	280,00
T3	0,00	0,25	9,17	31,92	42,33	437,50
T4	0,00	0,00	6,75	7,92	16,67	161,00
T5	0,00	1,92	7,75	20,25	36,92	338,63

En el cuadro 12, en la evaluación de la menor área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC), el tratamiento T1 (0.5 l/ha) con un valor de 107.33, reveló ser el más eficiente en el control de las pizcas del III estadio desde los primeros días hasta los 35 días de evaluación, lo cual coincide con la investigación que menciona que, el fungicida PK-50 en dosis menores tiene un mayor control en el pase de las pizcas del II al III estadio (Agroklinge, 2015). La figura 6 nos señala como el T1 (0.5 l/ha) se encuentra por debajo de los demás tratamientos y del testigo.



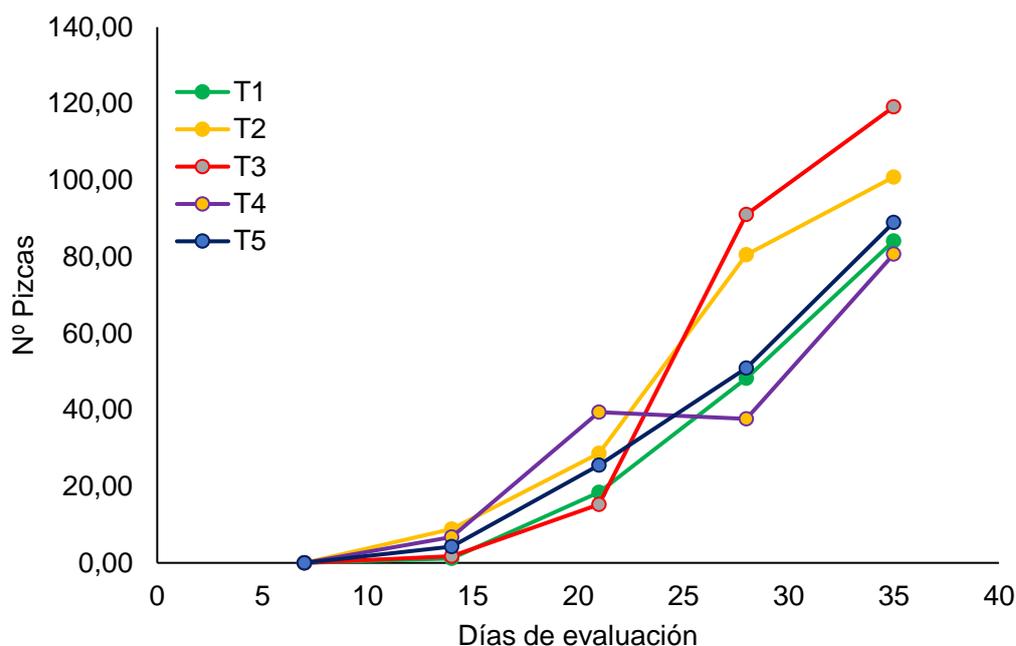
**Figura 6.** Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* M. En las pizcas del III estadio, desde los 7 hasta 35 días después de la aplicación.

**4.6. ÁREA BAJO LA CURVA DEL PROGRESO DE LA ENFERMEDAD (AUDPC) DE LA SIGATOKA NEGRA *Mycosphaerella fijiensis* M. EN EVALUACIÓN DE PIZCAS DEL PROMEDIO DEL II Y III ESTADÍO EN CAMPO**

**Cuadro 13.** Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* M. Promedio de pizcas del II y III estadío, desde los 7 hasta 35 días después de la aplicación.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS II y III ESTADÍO					AUDPC
	7	14	21	28	35	
T1	0,00	1,17	18,42	48,25	84,13	769,27
T2	0,00	8,83	28,58	80,50	100,83	1178,33
T3	0,00	1,75	15,29	91,08	119,17	1173,96
T4	0,00	6,79	39,42	37,63	80,67	869,17
T5	0,00	4,29	25,50	50,88	88,96	876,02

En la evaluación de la menor área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC), con los promedios de la sumatoria del II y III estadío, el tratamiento T1 (0.5 l/ha) continúa siendo el mejor tratamiento con referente a los demás tratamientos con un valor de 769.27 (cuadro 13), mostrando ser el más eficiente en el control del paso de las pizcas del II al III estadío desde los primeros días hasta los 35 días de evaluación. También mostrando mantenerse siempre estable en el control del desarrollo del hongo (figura 7).



**Figura 7.** Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* M. Promedio del II y III estadío, desde los 7 hasta 35 días después de la aplicación.

#### 4.7. PORCENTAJE DE QUEMA (V ESTADÍO) EN LA HOJA “AFA” EN LA EVALUACIÓN DEL HONGO *Mycosphaerella fijiensis* M, A LOS 77 DÍAS DESPUÉS DE APLICACIÓN EN CAMPO

El análisis de varianza (cuadro 14), reveló que no existe diferencia entre los tratamientos ya que el valor de significancia es mayor al 0.05 de significancia, aceptando la hipótesis nula que todos los tratamientos son iguales en la evaluación del porcentaje de quema (V estadío).

**Cuadro 14.** ANOVA, para determinar el efecto de los tratamientos sobre el hongo *Mycosphaerella fijiensis* M. Porcentaje del V estadío.

Fuente	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig
	<b>42 Días</b>			<b>49 Días</b>			<b>56 Días</b>		
<b>Tratamientos</b>	1,49	0,1	0,492	3,54	0,24	0,383	3,17	0,21	0,417
<b>Error</b>	18,54	0,4		36,46	0,83		34,83	0,79	
<b>Total</b>	20,00			40,00			38,00		
<b>C.V.</b>	21,64			30,34			29,66		

En el cuadro 15, el análisis de varianza mostró que la aplicación de diferentes dosis del fungicida PK-50 usado en el campo a los 63, 70 y 77 días en la evaluación del porcentaje de quema (V estadío), no originó un efecto significativo en el control del hongo y se acepta la hipótesis nula.

**Cuadro 15.** ANOVA, para determinar el efecto de los tratamientos sobre el hongo *Mycosphaerella fijiensis* M. Porcentaje del V estadío.

Fuente	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Sig
	<b>63 Días</b>			<b>70 Días</b>			<b>77 Días</b>		
<b>Tratamientos</b>	3,83	0,26	0,575	12,58	0,84	0,058	11,46	0,76	0,158
<b>Error</b>	57,67	1,31		49,92	1,13		72,54	1,64	
<b>Total</b>	61,50			62,50			84,00		
<b>C.V.</b>	38,16			35,50			42,80		

**Cuadro 16.** Prueba de Tukey, para determinar los rangos de significancia de los tratamientos evaluados en el efecto del fungicida PK-50 sobre el hongo *Mycosphaerella fijiensis* M. Porcentaje del V estadío.

TRATAMIENTOS	MEDIAS					
	42 días	49 días	56 días	63 días	70 días	77 días
T1	2,83 a	2,63 a	2,58 a	2,67 a	2,54 a	2,67 a
T2	3,04 a	2,83 a	3,17 a	3,17 a	3,63 a	3,58 a
T3	2,83 a	3,25 a	3,00 a	3,08 a	2,83 a	3,04 a
T4	3,25 a	3,25 a	3,25 a	3,33 a	3,46 a	3,33 a
T5	3,04 a	3,04 a	3,00 a	2,75 a	2,54 a	2,38 a

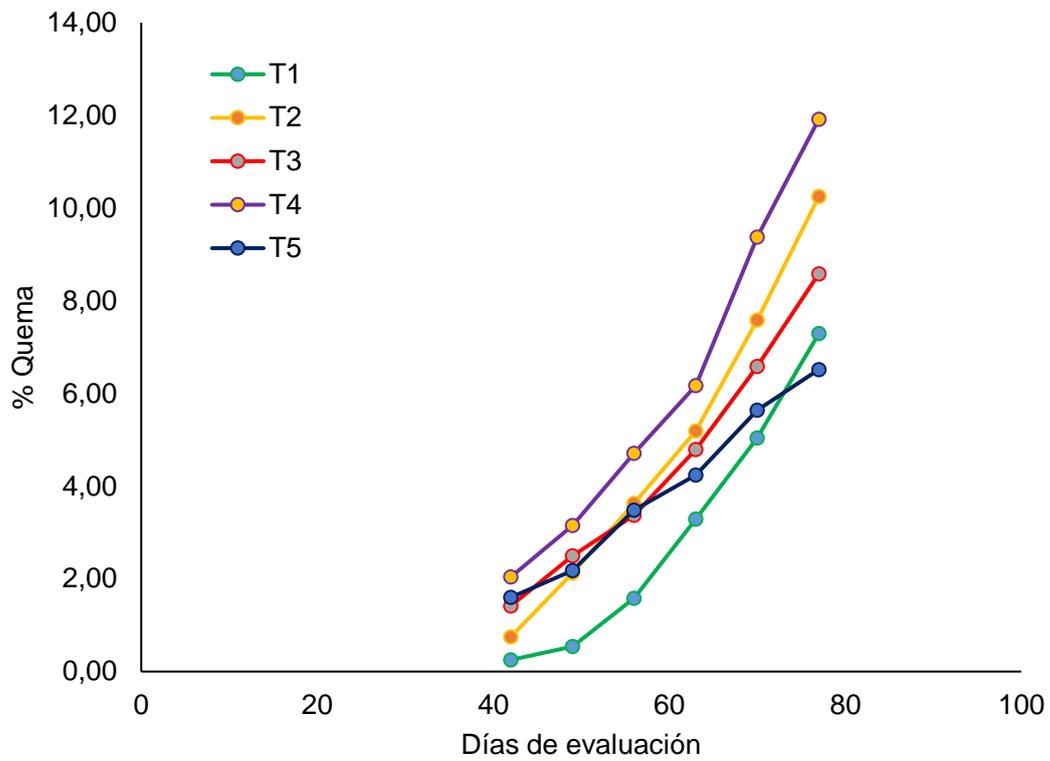
En la evaluación del porcentaje del V estadío en el test de Tukey (cuadro 16), reveló que durante todos los días de muestreo no mostro diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

#### 4.8. ÁREA BAJO LA CURVA DEL PROGRESO DE LA ENFERMEDAD (AUDPC) DE LA SIGATOKA NEGRA *Mycosphaerella fijiensis* M. EN EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE QUEMA (V ESTADÍO) EN CAMPO

**Cuadro 17.** Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* M. Porcentaje del V estadío, desde los 42 hasta 77 días después de la aplicación.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS V ESTADÍO						AUDPC
	42	49	56	63	70	77	
T1	0,25	0,54	1,58	3,29	5,04	7,29	99,60
T2	0,75	2,13	3,63	5,19	7,58	10,25	168,18
T3	1,42	2,50	3,38	4,79	6,58	8,58	155,75
T4	2,04	3,15	4,71	6,17	9,38	11,92	212,65
T5	1,60	2,18	3,48	4,24	5,64	6,52	137,26

En la determinación de la menor área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC), con los porcentajes de quema (V estadío), en el cuadro 17, reveló que el menor porcentaje de quema se encuentra en el tratamiento T1 (0.5 l/ha), con un valor de 99.60 siendo el mejor tratamiento en el control de desarrollo del V estadío en el lapso de 77 días (figura 8), lo cual coincide con la investigación que menciona que, el fungicida PK-50 en dosis menores tiene un mayor control (Agroklinge, 2015).



**Figura 8.** Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la Sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* M. Porcentaje del V estadio, desde los 42 hasta 77 días después de la aplicación.

## 5. CONCLUSIONES

El fungicida PK-50 con una dosis de 3000 ppm obtuvo mayor control sobre el crecimiento de *Micosphaerella fijiensis* M. en laboratorio.

El fungicida PK-50 a dosis de 0.5 l/ha presenta un mejor control sobre las pizcas del III estadio de *Micosphaerella fijiensis* M. en campo.

En las pizcas de II y V estadio (quema) no presentaron diferencia estadística entre las dosis evaluadas del producto PK-50.

La menor AUDPC se observa en el tratamiento T1 (0.5 l/ha), en el III y V estadio.

## 6. RECOMENDACIONES

En función de los resultados y conclusiones alcanzadas en la presente investigación, se sugiere las siguientes recomendaciones:

Seguir realizar ensayos periódicamente con varias aplicaciones del fungicida PK-50, ya que el hongo (*Mycosphaerella fijiensis* M) tiene la capacidad de mostrar resistencia.

Utilizar el fungicida PK-50 en los programas de fumigación para obtener mejor residualidad y eficacia en el control del patógeno.

Cuando se evalué eficacia y residualidad de productos orgánicos debe realizarse en plantaciones con buena nutrición orgánica, debido a que existe mayor resistencia de las plantas a la entrada de patógenos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- AEBC, 2009. Asociación de Exportadores Bananeros de Colombia. Magdalena y Urabá: IMPRESOS S.A..
- AEBE, 2014. Asociación de Exportadores Bananeros del Ecuador, Guayaquil: s.n.
- Agroklinge, 2015. Evaluation to control Black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*); in Banana.. Quevedo(Los Rios): s.n.
- Alarcón, J., 2012. Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (*Musa spp.*) Medidas para la temporada invernal. Bogotá: s.n.
- Álvarez, E., Pantoja, A., Gañán, L. & Ceballos, G., 2013. La sigatoka negra en plátano y banano.. Palmira(Valle del Cauca): Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Acuerdo de Apoyo CIAT/FAO.
- Betancourt, G., 1998. [En línea] Available at: [www.infoagro.net/shared/docs/a3/sigatoka negra](http://www.infoagro.net/shared/docs/a3/sigatoka%20negra). [Último acceso: 2003].
- Biogen, A. S., 2013. Hoja de seguridad del producto Licthor. Lima: s.n.
- Bustamante, J., 2009. Estrategias de Bioprotección: Biomoléculas activas para el manejo y control racional de plagas y enfermedades el frutales., Lima: s.n.
- Bustamante, M. & Lopez, V., 1982. La Sigatoka Negra del Banano y su Impacto Económico en Centroamérica y Sureste de México.. Issue 220-247.
- Calle, H., & Yangali, J., 2014. La Sigatoka Negra en el Ecuador. s.l.:s.n.
- Castro , R. y otros, 2015. Efecto de cepa ecuatoriana de *Trichoderma harzianum* Rifai como antagonista de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet en condiciones de casa de cultivo. Protección Vegetal, mayo.-ago, 30(2), pp. 133-138.
- Cedeño, G., 2010. Evaluacion del comportamiento de doce cultivares de *Mussa spp*, inoculados con *Mycosphaerella fijiensis* morelet. agente causal de la sigatoka negra.. s.l.:s.n.
- Chillet, M. y otros, 2013. Necrotic leaf removal, a key component of integrated management of *Mycosphaerella* leaf spot diseases to improve the quality of banana: the case of Sigatoka disease. Fruits, July-August , 68(4), p. 271–277.
- Churchill, A., 2011. *Mycosphaerella fijiensis* the black leaf streak pathogen of banana: progress towards understanding pathogen biology and detection, disease development, and the challenges of control. molec plant pathol.. MOLECULAR PLANT PATHOLOGY, 12(4), pp. 307 - 328.
- Cuellar, A., Álvarez, E. & Castaño, J., 2011. Evaluación de Resistencia de Genotipos de Plátano y Banano a la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet).. Revista Facultad Nacional de Agronomía,, Noviembre, 64(1), pp. 5853-5865..
- Gonzales, R. B. E. S. P. & R. C., 1996. Avances en el control biologico de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*).. s.l.:s.n.

- González, 1980. Enfermedades del follaje en el banano.. Departamento de Investigaciones, Bandeco S.A.(155).
- Hidalgo, M., Tapia, A., Rodríguez, W. & Serrano, E., 2006. Efecto de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) sobre la fotosíntesis y transpiración foliar del banano (*Musa sp. AAA,cv. Valery*). *realyc.org*, pp. 35-41.
- Leiva, M. y otros, 2015. Components of resistance to assess Black Sigatoka response in artificially inoculated *Musa* genotypes. *Protección Veg*, ene.-abr, 30(1), pp. 60-69.
- Lúcar, J., 2014. Biogen. s.l.:s.n.
- Marín, D., Romero, R. & Guzmán, M., 2003. Black Sigatoka: An Increasing Threat to Banana Cultivation. *Plant Disease*, 87(3), pp. 208-222.
- Martínez, L. y otros, 2012. Resistencia a fungicidas en poblaciones de *Mycosphaerella fijiensis* del sureste mexicano. *Agrociencia*, 46(7), pp. 707-717.
- Meredith, D., 2001. Some Components of the air spora in Jamaica Banana Plantations.. *Annals of Applied Biology*., pp. 201-302.
- Ploetz, R., 2001. Black Sigatoka of Banana: The most important disease of a most important fruit. *The Plant Health Instructor*, pp. 0126-02..
- PRO-ECUADOR, 2016. Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. s.l.:s.n.
- Rodriguez, L., 2011. [En línea] Available at: [http://www.antonioгамundiblog.com/index.php?option=com\\_Content&view=article&id=3327:Sigatoka-negra-enfermedad&catid=64:temas-varios&Itemid=111](http://www.antonioгамundiblog.com/index.php?option=com_Content&view=article&id=3327:Sigatoka-negra-enfermedad&catid=64:temas-varios&Itemid=111) [Último acceso: 21 Diciembre 2011].
- Rodríguez, P. & Cayón, G., 2008. Efecto de *Mycosphaerella fijiensis* sobre la fisiología de la hoja de banano. *Agronomía colombiana*, July/Dec, 26(2), pp. 256-265.
- Sagratzki Cavero, P. A. y otros, 2015. Biological control of banana black Sigatoka disease with *Trichoderma*. *Ciência Rural*, Junio, 45(6), pp. 951-957.
- SENHOR. R.F. et al, 2009. Manejo integrado de Sigatoka negra. *Revista Verde*, Volumen 4, pp. 7-12.
- Stover, R., 1976. Distributions and cultural characteristics of the phatogens causing banana leaf spot.. *Tropical Agricultural (Trinidad)*, Issue 53: 111-114.
- Stover, R. G. H., 1974. Efectos de niveles de sigatoka de plátanos en la calida de la fruta y senescencia foliar.. *Tropic Agrip*, Issue 531-542.
- Tumbaco, J. & Jimenez, M., 2011. Evaluacion 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., Guayaquil, Guayas, Ecuador.: s.n.
- Villegas, C., 2012. [En línea] Available at: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/325/1/T-UTEQ-0016.pdf> [Último acceso: Febrero a Abril 2012].

## 8. ANEXOS

**Anexo 1.** Datos de número de pizcas del estadio II en diseño de bloques completamente al azar (DBCA), tomadas cada 7 días.

	TRAT	BLOQ	DATOS												
		1	1		0		1		1	0			1	1	0
	2	1	5		2	1	11		2	1	54		2	1	75
	3	1	0		3	1	0		3	1	12		3	1	32
	4	1	11		4	1	0		4	1	42		4	1	96
	5	1	0		5	1	5		5	1	11		5	1	31
	1	2	7		1	2	42		1	2	49		1	2	152
	2	2	0		2	2	11		2	2	62		2	2	110
	3	2	0		3	2	10		3	2	17		3	2	17
	4	2	0		4	2	47		4	2	123		4	2	205
	5	2	5		5	2	14		5	2	48		5	2	122
	1	3	0		1	3	0		1	3	5		1	3	38
	2	3	0		2	3	63		2	3	167		2	3	234
	3	3	0		3	3	20		3	3	213		3	3	285
	4	3	0		4	3	35		4	3	27		4	3	213
	5	3	11		5	3	17		5	3	21		5	3	63
	1	4	20		1	4	87		1	4	94		1	4	267
	2	4	7		2	4	121		2	4	135		2	4	202
	3	4	31		3	4	50		3	4	167		3	4	267
	4	4	0		4	4	226		4	4	256		4	4	287
	5	4	53		5	4	39		5	4	126		5	4	274
	1	5	5		1	5	5		1	5	10		1	5	115
	2	5	85		2	5	10		2	5	174		2	5	221
	3	5	0		3	5	12		3	5	208		3	5	253
	4	5	0		4	5	43		4	5	132		4	5	253
	5	5	0		5	5	42		5	5	69		5	5	115
	1	6	0		1	6	64		1	6	153		1	6	303
	2	6	8		2	6	73		2	6	139		2	6	153
	3	6	5		3	6	62		3	6	210		3	6	303
	4	6	0		4	6	132		4	6	253		4	6	265
	5	6	10		5	6	75		5	6	87		5	6	124
	1	7	3		1	7	0		1	7	11		1	7	109
	2	7	0		2	7	11		2	7	162		2	7	228
	3	7	5		3	7	15		3	7	269		3	7	274
	4	7	0		4	7	64		4	7	3		4	7	267
	5	7	0		5	7	19		5	7	88		5	7	124
	1	8	8		1	8	55		1	8	122		1	8	157
	2	8	0		2	8	69		2	8	113		2	8	136
	3	8	0		3	8	17		3	8	216		3	8	250
	4	8	0		4	8	116		4	8	125		4	8	147
	5	8	68		5	8	63		5	8	132		5	8	286
	1	9	5		1	9	43		1	9	188		1	9	247
	2	9	32		2	9	29		2	9	188		2	9	226
	3	9	7		3	9	31		3	9	163		3	9	224
	4	9	42		4	9	11		4	9	67		4	9	241
	5	9	0		5	9	27		5	9	137		5	9	247
	1	10	9		1	10	105		1	10	167		1	10	198
	2	10	0		2	10	136		2	10	238		2	10	287
	3	10	0		3	10	14		3	10	167		3	10	257
	4	10	0		4	10	127		4	10	263		4	10	287
	5	10	0		5	10	89		5	10	143		5	10	178
	1	11	0		1	11	21		1	11	126		1	11	154

2	11	5		2	11	0		2	11	15		2	11	47
3	11	11		3	11	5		3	11	59		3	11	238
4	11	9		4	11	37		4	11	154		4	11	225
5	11	0		5	11	37		5	11	102		5	11	159
1	12	4		1	12	20		1	12	157		1	12	229
2	12	0		2	12	134		2	12	268		2	12	300
3	12	12		3	12	21		3	12	102		3	12	202
4	12	16		4	12	27		4	12	97		4	12	236
5	12	23		5	12	92		5	12	101		5	12	271

**Anexo 2.** Datos de número de pizcas del estadio III en diseño de bloques completamente al azar (DBCA), tomadas cada 7 días.

	TRAT	BLOQ	DATOS												
	1	1	0		1	1	0		1	1	0		1	1	3
	2	1	0		2	1	0		2	1	0		2	1	50
	3	1	0		3	1	0		3	1	0		3	1	0
	4	1	0		4	1	0		4	1	0		4	1	5
	5	1	0		5	1	0		5	1	0		5	1	2
	1	2	0		1	2	0		1	2	0		1	2	5
	2	2	0		2	2	0		2	2	0		2	2	20
	3	2	0		3	2	0		3	2	0		3	2	1
	4	2	0		4	2	0		4	2	0		4	2	15
	5	2	0		5	2	0		5	2	3		5	2	8
	1	3	0		1	3	0		1	3	0		1	3	0
	2	3	0		2	3	0		2	3	0		2	3	80
	3	3	0		3	3	0		3	3	26		3	3	50
	4	3	0		4	3	2		4	3	27		4	3	32
	5	3	0		5	3	0		5	3	0		5	3	15
	1	4	0		1	4	0		1	4	7		1	4	20
	2	4	0		2	4	5		2	4	47		2	4	75
	3	4	0		3	4	11		3	4	77		3	4	95
	4	4	0		4	4	25		4	4	36		4	4	57
	5	4	11		5	4	10		5	4	27		5	4	73
	1	5	0		1	5	0		1	5	0		1	5	5
	2	5	0		2	5	0		2	5	0		2	5	52
	3	5	0		3	5	0		3	5	35		3	5	93
	4	5	0		4	5	0		4	5	0		4	5	54
	5	5	0		5	5	0		5	5	7		5	5	48
	1	6	0		1	6	0		1	6	6		1	6	42
	2	6	0		2	6	3		2	6	49		2	6	63
	3	6	3		3	6	16		3	6	75		3	6	105
	4	6	0		4	6	5		4	6	27		4	6	47
	5	6	0		5	6	30		5	6	54		5	6	72
	1	7	0		1	7	0		1	7	0		1	7	0

2	7	0	2	7	0	2	7	0	2	7	64
3	7	0	3	7	0	3	7	15	3	7	55
4	7	0	4	7	1	4	7	3	4	7	5
5	7	0	5	7	0	5	7	3	5	7	42
1	8	0	1	8	0	1	8	0	1	8	41
2	8	0	2	8	5	2	8	73	2	8	97
3	8	0	3	8	35	3	8	69	3	8	96
4	8	0	4	8	32	4	8	52	4	8	74
5	8	2	5	8	17	5	8	42	5	8	69
1	9	0	1	9	0	1	9	3	1	9	58
2	9	0	2	9	5	2	9	11	2	9	37
3	9	0	3	9	0	3	9	12	3	9	26
4	9	0	4	9	0	4	9	0	4	9	52
5	9	0	5	9	0	5	9	2	5	9	72
1	10	0	1	10	0	1	10	56	1	10	67
2	10	0	2	10	0	2	10	27	2	10	70
3	10	0	3	10	48	3	10	70	3	10	40
4	10	0	4	10	16	4	10	38	4	10	51
5	10	10	5	10	24	5	10	85	5	10	98
1	11	0	1	11	0	1	11	0	1	11	12
2	11	0	2	11	0	2	11	0	2	11	0
3	11	0	3	11	0	3	11	0	3	11	10
4	11	0	4	11	0	4	11	0	4	11	4
5	11	0	5	11	0	5	11	0	5	11	21
1	12	0	1	12	0	1	12	4	1	12	30
2	12	0	2	12	0	2	12	10	2	12	42
3	12	0	3	12	0	3	12	4	3	12	33
4	12	0	4	12	0	4	12	0	4	12	33
5	12	0	5	12	12	5	12	68	5	12	93

**Anexo 3.** Datos de número del porcentaje de quema (V estadio) en diseño de bloques completamente al azar (DBCA), tomadas cada 7 días.

	T	BLO Q	D		T	BLO Q	D		T	BLO Q	D		T	BLO Q	D		T	BLO Q	D				
	S6 (31/05/2016)	1	1		0	S7 (07/06/2016)	1		1	0	S8 (14/06/2016)		1	1	0		S9 (21/06/2016)	1	1	0	S10 (28/06/2016)	1	1
	2	1	0		2	1	0		2	1	0		2	1	0		2	1	1		2	1	2
	3	1	0		3	1	0		3	1	0		3	1	0		3	1	0		3	1	0,5
	4	1	0		4	1	0,5		4	1	0,8		4	1	1,2		4	1	2		4	1	2,5
	5	1	0		5	1	0		5	1	0		5	1	0		5	1	1		5	1	2
	1	2	0		1	2	0,5		1	2	1		1	2	2		1	2	2,5		1	2	3,5
	2	2	0		2	2	0		2	2	0		2	2	1		2	2	1,5		2	2	2
	3	2	0		3	2	0		3	2	0,5		3	2	0,5		3	2	1		3	2	1,5
	4	2	0		4	2	0,5		4	2	1		4	2	2		4	2	3		4	2	3,5

5	2	0	5	2	0,5	5	2	1	5	2	2,5	5	2	4	5	2	1,5
1	3	0	1	3	0	1	3	0	1	3	0	1	3	0	1	3	1
2	3	0	2	3	0,5	2	3	4	2	3	6,5	2	3	6,5	2	3	8,5
3	3	0	3	3	0	3	3	0,5	3	3	0,5	3	3	2,5	3	3	6,5
4	3	0	4	3	7	4	3	9,5	4	3	12	4	3	16	4	3	18
5	3	0	5	3	0	5	3	0,5	5	3	1	5	3	1,5	5	3	2
1	4	0	1	4	0	1	4	0,5	1	4	2,5	1	4	3	1	4	4
2	4	0	2	4	1,5	2	4	6,5	2	4	10	2	4	18	2	4	20
3	4	2	3	4	3,5	3	4	2	3	4	5	3	4	5,5	3	4	8,5
4	4	8	4	4	9,5	4	4	12,5	4	4	15	4	4	18	4	4	22
5	4	1,5	5	4	2	5	4	2,5	5	4	3	5	4	3,5	5	4	4,5
1	5	0	1	5	0	1	5	0	1	5	0	1	5	0	1	5	1
2	5	0	2	5	1	2	5	3,5	2	5	6,3	2	5	7,5	2	5	8,5
3	5	0	3	5	1	3	5	2	3	5	3,5	3	5	5	3	5	6
4	5	0	4	5	0	4	5	2	4	5	3,5	4	5	4	4	5	4,5
5	5	0	5	5	0	5	5	2,5	5	5	3,5	5	5	4	5	5	5
1	6	0	1	6	0	1	6	0,5	1	6	6	1	6	9,5	1	6	15
2	6	6	2	6	9,5	2	6	11	2	6	12,5	2	6	13,5	2	6	18
3	6	3,5	3	6	4	3	6	5	3	6	6,5	3	6	9,5	3	6	16
4	6	0,5	4	6	1	4	6	3,7	4	6	5	4	6	6,5	4	6	7,5
5	6	3	5	6	4,5	5	6	5	5	6	6,5	5	6	8	5	6	9,5
1	7	0	1	7	0	1	7	0	1	7	0,5	1	7	1,5	1	7	2,5
2	7	0	2	7	1,5	2	7	1,5	2	7	3	2	7	3,5	2	7	3,5
3	7	3,5	3	7	6,5	3	7	9	3	7	12,5	3	7	18	3	7	22
4	7	0	4	7	4	4	7	5,5	4	7	6,3	4	7	12,5	4	7	17
5	7	0	5	7	0	5	7	0,5	5	7	1,5	5	7	2	5	7	3
1	8	0	1	8	0,5	1	8	1	1	8	2	1	8	3,5	1	8	5
2	8	2	2	8	3,5	2	8	6	2	8	9,5	2	8	12,5	2	8	18
3	8	3	3	8	6,5	3	8	9,5	3	8	12,5	3	8	14	3	8	15
4	8	3,5	4	8	4,5	4	8	5	4	8	6,5	4	8	12,5	4	8	20
5	8	5	5	8	6,5	5	8	8	5	8	9,5	5	8	12,5	5	8	15
1	9	0	1	9	0,5	1	9	0,5	1	9	2,5	1	9	4	1	9	6,5
2	9	0	2	9	1	2	9	2	2	9	3,5	2	9	8	2	9	15
3	9	0	3	9	1	3	9	2,5	3	9	3,5	3	9	4,5	3	9	5,5
4	9	5	4	9	0,8	4	9	1,5	4	9	3	4	9	3,5	4	9	4
5	9	0	5	9	0	5	9	0,8	5	9	1	5	9	3,2	5	9	4,5
1	10	3	1	10	5	1	10	10	1	10	16	1	10	25	1	10	30
2	10	1	2	10	5	2	10	5,5	2	10	6,5	2	10	12,5	2	10	18,5
3	10	5	3	10	7	3	10	9	3	10	12	3	10	15	3	10	16
4	10	7,5	4	10	9,5	4	10	11	4	10	12,5	4	10	15	4	10	18
5	10	3	5	10	3,7	5	10	6	5	10	6,2	5	10	9,5	5	10	12
1	11	0	1	11	0	1	11	0,5	1	11	1,5	1	11	2	1	11	3
2	11	0	2	11	0	2	11	0	2	11	0	2	11	0	2	11	2
3	11	0	3	11	0	3	11	0	3	11	0	3	11	0,5	3	11	1,5

4	11	0	4	11	0,5	4	11	0,5	4	11	1	4	11	1,5	4	11	3,5
5	11	0	5	11	0	5	11	3	5	11	3,7	5	11	4,5	5	11	5,7
1	12	0	1	12	0	1	12	5	1	12	6,5	1	12	9,5	1	12	15,5
2	12	0	2	12	2	2	12	3,5	2	12	3,5	2	12	6,5	2	12	7
3	12	0	3	12	0,5	3	12	0,5	3	12	1	3	12	3,5	3	12	4
4	12	0	4	12	0	4	12	3,5	4	12	6	4	12	18	4	12	22,5
5	12	6,7	5	12	9	5	12	12	5	12	12,5	5	12	14	5	12	13,5

**Anexo 4.** Datos del crecimiento del micelio, tomadas cada 10 días.

TRAT.	Evaluación 1 4/7/2016		PROMEDIO (Crecimiento Micelial)	Evaluación 2 13/7/2016		PROMEDIO (Crecimiento Micelial)	Evaluación 3 21/7/2016		PROMEDIO (Crecimiento Micelial)
<b>T1 (3000 ppm)</b>	T1	0,8	0,88	T1	1,6	1,43	T1	2,1	1,95
	T1	0,9		T1	1,3		T1	1,8	
	T1	0,8		T1	1,5		T1	2,0	
	T1	1,0		T1	1,3		T1	1,9	
<b>T2 (2000 ppm)</b>	T2	1,0	0,95	T2	1,5	1,55	T2	2,1	2,10
	T2	1,1		T2	1,4		T2	1,9	
	T2	0,9		T2	1,6		T2	2,2	
	T2	0,8		T2	1,7		T2	2,2	
<b>T3 (1000 ppm)</b>	T3	1,2	1,28	T3	2,0	1,93	T3	2,5	2,43
	T3	1,2		T3	2,0		T3	2,6	
	T3	1,4		T3	1,9		T3	2,3	
	T3	1,3		T3	1,8		T3	2,3	
<b>T4 (500 ppm)</b>	T4	1,2	1,20	T4	1,9	1,90	T4	2,4	2,38
	T4	1,2		T4	1,9		T4	2,4	
	T4	1,2		T4	2,0		T4	2,4	
	T4	1,2		T4	1,8		T4	2,3	
<b>T5 (TESTIGO)</b>	T5	1,4	1,30	T5	1,9	1,88	T5	2,4	2,35
	T5	1,1		T5	1,7		T5	2,1	
	T5	1,3		T5	2,0		T5	2,5	
	T5	1,4		T5	1,9		T5	2,4	



**Anexo 5.** Balizado, siembra y establecimiento de la plantilla de banano variedad Williams.



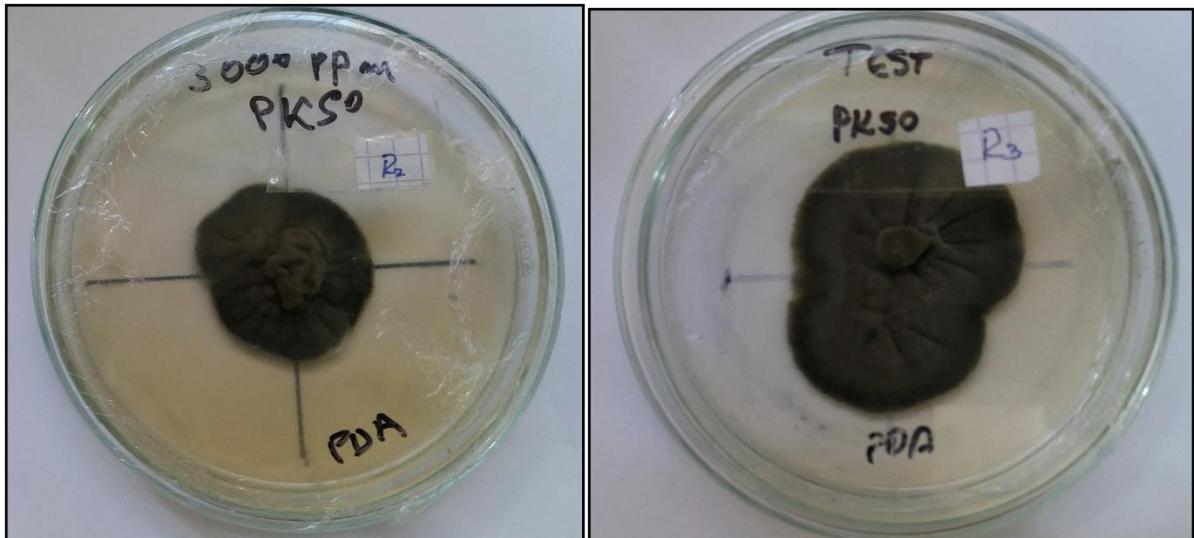
**Anexo 6.** Señalamiento de tratamientos y etiquetado de plantas.



**Anexo 7.** Evaluación de pizcas del II y III estadio en hojas 1 y 2 a los 14 días.



**Anexo 8.** Evaluación del porcentaje del V estadio (quema) a los 49 días de la aplicación.



**Anexo 9.** Diferencia del crecimiento micelial del hongo entre tratamientos luego de la aplicación del fungicida PK-50 a nivel de laboratorio a los 30 días.