

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICOS ALTERNATIVOS PARA EL CONTROL DE  
SIGATOKA NEGRA DEL BANANO; PARCELAMIENTO CABALLO BLANCO, RETALHULEU  
TESIS DE GRADO

**JOSÉ ESTEBAN CULEBRO LÓPEZ**  
CARNET 22615-12

COATEPEQUE, OCTUBRE DE 2018  
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICOS ALTERNATIVOS PARA EL CONTROL DE  
SIGATOKA NEGRA DEL BANANO; PARCELAMIENTO CABALLO BLANCO, RETALHULEU  
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**JOSÉ ESTEBAN CULEBRO LÓPEZ**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO  
ACADÉMICO DE LICENCIADO

COATEPEQUE, OCTUBRE DE 2018  
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

### **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

### **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

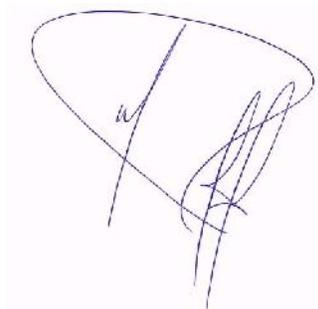
Guatemala, 11 de octubre de 2018

Señores  
Comisión de trabajos de graduación  
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Universidad Rafael Landívar  
Presente

Honorables miembros de la comisión:

Reciban un cordial saludo con deseos de éxito en su labor. El motivo de la presente es para hacer constar que he revisado el trabajo de tesis titulado "EVALUACIÓN DE FUNGISTÁTICOS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) EN BANANO; CABALLO BLANCO, RETALHULEU" del estudiante José Esteban Culebro López (2261512) y considero que reúne los requisitos para iniciar su proceso de revisión y aprobación final.

Con mis muestras de estima, me suscribo.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Luis Moisés Peñate Munguía', written over a light blue circular stamp or watermark.

Mgtr. Luis Moisés Peñate Munguía  
Docente FCAA 22169



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 061039-2018

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante JOSÉ ESTEBAN CULEBRO LÓPEZ, Carnet 22615-12 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 06191-2018 de fecha 9 de octubre de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICOS ALTERNATIVOS PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA DEL BANANO; PARCELAMIENTO CABALLO BLANCO, RETALHULEU

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 10 días del mes de octubre del año 2018.

MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar



## **AGRADECIMIENTOS**

A:

Dios por darme vida e iluminarme para poder alcanzar todas las metas y objetivos en mi vida.

La universidad Rafael Landívar y a la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, en especial a la Sede de Coatepeque.

A mi asesor por su valiosa asesoría, revisión y corrección de la presente investigación y al Ing. Luis Peñate por su colaboración en mi tesis.

Al Ing. Agr. Miguel Alfonso Culebro López por su apoyo técnico y ayudarme a realizar dicho proyecto de investigación.

## DEDICATORIA

En todas las cosas que hago pongo primero a l único dios y padre que está en los cielos al dador de la vida, porque nunca me abandono e ilumino mi mente para seguir adelante y hoy me da la bendición de alcanzar este triunfo

**A mis padres:** que al final de esta etapa de mi vida no encuentro forma de agradecer todo lo que han hecho por mí, gracias por darme la vida, por enseñarme a amar a dios, por su apoyo incondicional, por enseñarme a luchar por su ejemplo, amor y confianza. Ustedes fueron testigos del camino andado para llegar hasta aquí, el logro hoy alcanzado es también de ustedes resultado de sus esfuerzos sacrificios y el tiempo invertido en mí.

**A mis hermanos:** Miguel Alfonso Culebro López, Barbara Ana Cristina Culebro López y en especial a mi hermano Jorge Armin Culebro López (Q.E.P.D) porque siempre han estado junto a mí, y me han brindado su amor y su aployo incondicional.

**Mi hija y esposa:** Mi hija Cristel Ana José Culebro Castillo y mi esposa Joseline Patricia Castillo Reyna, por ser la razón de cada esfuerzo en mi vida, mi alegría y la motivación constante de superación ¡las amo mucho!

**A mis primos:** que en más de una ocasión pudieron darme apoyo tanto en lo material como incondicional.

**A mi familia en general:** y a todos aquellos que a lo largo de mi carrera me acompañaron gracias por compartir este día con migo

**Ala Universidad Rafael Landívar sede Coatepeque:** que nos abrió sus puertas para ser mejores personas y buenos profesionales a los catedráticos que con el pasar de los años se convirtieron en nuestro ejemplo a seguir.

**A mis compañeros y amigos:** Marco Ávila, Joaquín Reyes, Mario Hurtarte, Luis López, Abel Jiménez, Diego Mendoza y en especial a un gran amigo Luis Adolfo Castillo Velásquez (Q.E.P.D), ya que con ellos vivimos los buenos y malos momentos que solo se viven en la Universidad y que con algunos más que compañeros fuimos y seguiremos siendo verdaderamente amigos.

# INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>2.MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 DESCRIPCIÓN DEL BANANO</b> .....	<b>4</b>
2.1.1 Descripción botánica.....	<b>4</b>
2.1.2 Taxonomía.....	<b>4</b>
<b>2.2 VARIEDADES DEL BANANO</b> .....	<b>5</b>
2.2.1 Variedad Gran Enano.....	<b>5</b>
2.2.2 Variedad William´s.....	<b>5</b>
<b>2.3 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DEL CULTIVO DEL BANANO</b> .....	<b>6</b>
<b>2.4 PROCESO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE BANANO</b> .....	<b>6</b>
2.4.1 Establecimiento de la plantación.....	<b>6</b>
2.4.2 Preparación del terreno.....	<b>6</b>
2.4.3 Selección de la semilla.....	<b>6</b>
2.4.4 Ahoyado.....	<b>7</b>
2.4.5 Siembra.....	<b>7</b>
2.4.7 Riego.....	<b>8</b>
2.4.8 Control de malezas.....	<b>9</b>
2.4.9 Suelos y topografía.....	<b>9</b>
<b>2.5 PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL BANANO</b> .....	<b>9</b>
2.5.1 Nematodos.....	<b>9</b>
2.5.2 Picudo del banano.....	<b>9</b>
2.5.3 Araña roja.....	<b>10</b>
2.5.4 Marchites bacteriana o moko.....	<b>10</b>
<b>2.6 SIGATOKA NEGRA</b> .....	<b>10</b>
2.6.1 Síntomas y signos que presentan los cultivos afectados.....	<b>11</b>
2.6.2 Factores biológicos, físicos y ambientales que facilitan la propagación.....	<b>12</b>
2.6.3 Biología de la enfermedad.....	<b>12</b>

2.6.4 Medidas preventivas para evitar esta enfermedad.....	14
2.6.6 Control cultural de la sigatoka negra.....	14
2.6.7 Tipos de muestreos.....	16
2.6.8 Descripción de estadios de desarrollo de Sigatoka Negra.....	18
2.6.9 Control químico de la enfermedad de sigatoka negra.....	18
2.6.10 Control biológico de la enfermedad de sigatoka negra.....	20
<b>2.7 COSECHA .....</b>	<b>21</b>
<b>2.8 IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO .....</b>	<b>21</b>
<b>2.9 PRODUCTOS ORGANICOS PARA LA INVESTIGACION .....</b>	<b>21</b>
2.9.1 Descripción descripción fungistaticos organicos .....	21
2.9.2 pruebas a nivel de empresa.....	23
<b>2.10 ANTECEDENTES.....</b>	<b>23</b>
<b>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN ...</b>	<b>26</b>
<b>4.OBJETIVOS.....</b>	<b>27</b>
<b>4.1 GENERAL.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2 ESPECÍFICOS .....</b>	<b>27</b>
<b>5.HIPÓTESIS.....</b>	<b>28</b>
<b>6.METODOLOGÍA.....</b>	<b>29</b>
<b>6.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO.....</b>	<b>29</b>
<b>6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL.....</b>	<b>29</b>
<b>6.3 FACTORES A ESTUDIAR.....</b>	<b>29</b>
<b>6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....</b>	<b>30</b>
<b>6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>30</b>
<b>6.6 MODELO ESTADÍSTICO .....</b>	<b>30</b>
<b>6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL .....</b>	<b>31</b>
<b>6.8 CROQUIS DE CAMPO .....</b>	<b>32</b>
<b>6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO.....</b>	<b>32</b>
6.9.1 Selección de plantas.....	32
6.9.2 Mezcla de los tratamientos.....	32
6.9.3 Identificación de los tratamientos.....	32

6.9.4 Aplicación de tratamientos.....	32
6.9.5 Marcado de cuadro o enfoques.....	33
6.9.6 Toma de lecturas.....	33
<b>6.10 VARIABLES DE RESPUESTA.....</b>	<b>33</b>
6.10.1 Porcentaje de incidencia.....	33
6.10.2 Porcentaje de severidad.....	34
6.10.3 Promedio de pústulas por planta.....	35
6.10.4 Tasa de infección.....	35
6.10.5 Área bajo la curva del progreso de la enfermedad.....	35
<b>6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....</b>	<b>36</b>
6.11.1 Análisis estadístico.....	35
<b>7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>36</b>
7.1 INCIDENCIA (%).....	36
7.2 SEVERIDAD (%).....	37
7.3 PROMEDIO DE PUSTULAS POR PLANTA.....	39
7.4 TASA DE INFECCION (cm <sup>2</sup> /Día).....	40
7.5 AREA BAJO LA CURVA DEL PROGRESO DELA ENFERMEDAD.....	42
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>9. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>10. ANEXOS.....</b>	<b>48</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>68</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>	<b>No.</b>
1. Descripción taxonómica del banano.....	<b>4</b>
2. Los requerimientos nutricionales del cultivo de banano.....	<b>7</b>
3. Descripción de los tratamientos fungiestaticos evaluados para el control de sigatoka negra ( <i>M. fijiensis</i> ) en el cultivo de banano ( <i>Musa sapientum</i> ).....	<b>30</b>
4. Croquis de campo de la investigación con cinco tratamientos distribuidos aleatoriamente en cuatro repeticiones para el control de Sigatoka negra ( <i>M. fijiensis</i> ) en cultivo de banano ( <i>Musa sapientum</i> ).....	<b>32</b>
5. Descripción del crecimiento de las pústulas de sigatoka negra ( <i>M. fijiensis</i> ) según su grado y sintomatología en el cultivo de banano ( <i>Musa sapientum</i> ).....	<b>34</b>
7. Resumen de la variable Porcentaje de incidencia.....	<b>37</b>
8. Resumen de la variable Porcentaje de Severidad .....	<b>39</b>
9. Resumen de la variable Promedio de pústulas por planta .....	<b>40</b>
10. Resumen de la variable Tasa de Infección (cm <sup>2</sup> /día).....	<b>42</b>
11. Resumen de la variable Incidencia por cada tratamiento.....	<b>43</b>
12. Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad total por tratamiento.....	<b>43</b>
13. Costos generales para cada producto utilizado.....	<b>45</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>No.</b>
1. Información técnica de la enfermedad de sigatoka negra ( <i>M. fijiensis</i> ).....	<b>10</b>
2. Descripción del ciclo biológico de la enfermedad de sigatoka negra ( <i>M. fijiensis</i> ) en el cultivo de banano ( <i>Musa sapientum</i> ).....	<b>13</b>
3. Muestreo de pustulas dentro de los cuadros o enfoques para realizar un promedio de pustulas por planta en la enfermedad de sigatoka negra ( <i>M. fijiensis</i> ) en el cultivo de banano ( <i>Musa sapientum</i> ).....	<b>17</b>
4. parcela experimental utilizada para la evaluación de fungistáticos orgánicos para el control de Sigatoka negra ( <i>M. fijiensis</i> ) en el cultivo de banano ( <i>Musa sapientum</i> ).....	<b>31</b>
5. Área bajo la curva de la enfermedad bajo efecto de las diferentes epidemias o tratamientos de Sigatoka negra ( <i>M. fijiensis</i> ) en el cultivo de banano ( <i>Musa sapientum</i> ).....	<b>44</b>

# EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICOS ALTERNATIVOS PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA DEL BANANO, PARCELAMIENTO CABALLO BLANCO, RETALHULEU

## RESUMEN

El estudio fue realizado en finca Mojarras del Parcelamiento, caballo blanco, departamento de Retalhuleu. El objetivo principal fue Comparar el efecto de tres fungistáticos orgánicos en el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis*) en cultivo de Banano (*musa sapientum*). Los productos utilizados fueron *basillus subtilis* (1L/ha), extracto de *melaleuca alternifolia* (0.4L/ha), aceite mineral al 5% (1L/ha) y un testigo sin aplicación con las dosis evaluadas. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Las variables evaluadas fueron porcentaje de incidencia, porcentaje de severidad, promedio de pústulas por planta, tasa de infección aparente y área bajo la curva (ABC). Los resultados obtenidos no demostraron diferencia estadística significativa, se obtuvieron efectos significativos únicamente en la semana 2 y 3 después de la aplicación, donde el tratamiento *Bacillus subtilis* y *Melaleuca alternifolia* tuvieron mayor efecto sobre la enfermedad. Posteriormente no hubo control. El menor promedio de pústulas por planta se presentó así mismo en donde se aplicó *B. subtilis*. Sin embargo, al final del estudio ya no se observó control de pústulas. Durante las primeras 8 semanas después de aplicados los productos fungistáticos, la tasa de infección fue variable para los diferentes tratamientos hasta alcanzar su máximo de incidencia y severidad. El tratamiento que menor área bajo la curva (ABC) presentó durante toda la epidemia fue el tratamiento con *Bacillus subtilis*. Sin embargo, no se observó un control total de la enfermedad al final del estudio.

# 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de banano (*Musa sapientum* L.) ha dado la oportunidad a medianos y pequeños agricultores de mejorar sus condiciones de vida. En Guatemala se encuentra sembradas 6,678 hectáreas, que generan US \$ 4, 925,900.00 (Bonilla, 2015).

Es una planta monocotiledónea que mide de 1.5 a 6 m de altura, con rizomas denominadas Cepas. Su tallo está formado por pecíolos de hojas curvadas y comprimidas, dispuestas en bandas en espiral que desde el centro van formándose sucesivamente nuevas hojas y al extenderse comprimen hacia el exterior las bases de las hojas viejas (Barrios, 2008).

Su producción y mercadeo, se ve limitado por la presencia del patógeno (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet.), al causar la caída de las hojas y afecta su calidad exportable, debido al incumplimiento del número mínimo de hojas tolerable, para formar adecuadamente los frutos (CropLifeLA, 2015).

El bajo rendimiento en el cultivo del banano es una limitante muy importante a enfrentar para las empresas productoras de banano con fines de exportación a Estados Unidos y Europa. Las enfermedades que afectan el cultivo del banano causan bajos rendimientos, que resulta en una disminución de cajas/ha/año que se desea producir como exigencia del mercado internacional y para suplir la demanda tanto en cantidad como en calidad, 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 (Álvarez, 2013).

La sigatoka negra es una destructiva enfermedad foliar que afecta principalmente a plantas del género *Musa*: banano y plátano. Es causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* morelet y constituye el principal problema fitopatológico en estos cultivos se encuentra presente en todos los países de producción bananera y se considera de gran

impacto económico por los altos costos para su manejo, esta enfermedad ataca las hojas de las plantas causando un necrosamiento matando a las mismas en periodos de tres a cuatro semanas, lo cual afecta el vigor vegetativo de la planta, maduración precoz, pérdida de peso de los racimos disminuyendo la calidad de fruta para la exportación (Stover y Ghaur, 1974). Las condiciones para que se desarrolle esta enfermedad son humedad favorable, es por eso que la lluvia influye en la liberación de inóculo, permitiendo que esta enfermedad se desarrolle, las temperaturas apropiadas son de 18° a 28° C para que se desarrolle óptimamente (Espinoza, 2015).

Actualmente en las bananeras de la costa sur de Guatemala la Sigatoka Negra es una enfermedad que afecta el rendimiento, ya que puede destruir el 100% del follaje. El control más eficiente y utilizado actualmente para la 'retención' de la enfermedad es el químico, sin embargo la resistencia de la enfermedad, altos costos de aplicación y la residualidad de los mismos hace que se plantee la necesidad de buscar alternativas para la retención de la misma. El término 'retención' es utilizado y aceptado por los productores bananeros en referencia a la imposibilidad de eliminar por completo el patógeno sino más bien, 'retener' el progreso agresivo sobre la superficie foliar (Espinoza, 2015).

Entre las alternativas que se plantean se incluyen métodos de combate orgánicos en contraposición con los sintéticos, así como agentes biológicos de control, que, si bien no erradican el hongo por completo, reprimen su desarrollo y progreso en la planta (Espinoza, 2015).

Ante lo anteriormente expuesto, en la presente investigación se utilizaron diferentes controladores orgánicos para la retención de Sigatoka Negra en el cultivo de Banano en Parcelamiento Caballo Blanco, Retalhuleu, para evaluar la eficacia en su control traducido en aumentos en el rendimiento y por consiguiente, en mejorar las ganancias de los productores (Espinoza, 2015).

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 DESCRIPCIÓN DEL BANANO**

#### **2.1.1 Descripción botánica**

Es una planta monocotiledónea que mide de 1.5 a 6 m de altura, con rizomas denominadas Cepas. Su tallo está formado por pecíolos de hojas curvadas y comprimidas, dispuestas en bandas en espiral que desde el centro van formándose sucesivamente nuevas hojas y al extenderse comprimen hacia el exterior las bases de las hojas viejas (Barrios, 2008).

De acuerdo con la variedad un racimo puede llegar a tener 100 a 400 frutos, cada uno llega a tener de 8 a 20 centímetros de largo con un peso entre 1 a 4 g (Barrios, 2008).

Por su característica la planta de banano solamente produce un racimo de fruto y luego debe ser cortado; sin embargo en su etapa de crecimiento el rizoma principal llamado Cepa, bota semilla a su alrededor, lo cual permite el nacimiento de nuevas plantas. Generalmente esto ocurre cuando la planta madre alcanza la edad de entre 12 a 16 meses. Las nuevas plantas en cultivos supervisados requieren que se elija la más sana y robusta, con el objetivo de conservar la mejor calidad de la nueva planta y finalmente del racimo que se cosechará (Barrios, 2008).

#### **2.1.2 Taxonomía**

De acuerdo a su definición este vocablo significa el estudio y clasificación de los seres vivos según sus afinidades morfológicas, fisiológicas, genéticas y filogenéticas. En la tabla 1 se presenta la taxonomía del banano (Barrios, 2008).

**Tabla 1.** Descripción taxonómica del banano

<b>TAXÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Nombre Científico	<i>Musa sapientum</i>
Reino	Plantae
Phylum	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	<i>Musa</i>
Especie	<i>Musa sapientum</i> L.

---

(Casasola, 2015)

## **2.2 VARIEDADES DEL BANANO**

### **2.2.1 Variedad Gran Enano**

Es una planta semi-enana de gran vigor, con un área foliar muy extensa, posiblemente la mayor del subgrupo Cavendish. El pseudo-tallo posee un grosor considerable y es muy resistente, el cormo es grande con un sistema radical extenso, las raíces son gruesas y fuertes, lo que le permite anclarse muy bien al suelo. Este cultivo por sus características tiene un alto potencial de producción que raras veces alcanza, debido a las condiciones ecológicas adversas al cultivo. Son muy pocos susceptibles al volcamiento (provocado por vientos fuertes), por lo que este clon ha sustituido a la robusta en las plantaciones comerciales de Guatemala (Barrios, 2008).

### **2.2.2 Variedad William's**

Presenta un sistema radicular similar al gran enano, siendo una variedad de porte pequeño; alcanzando una longitud de inflorescencia de 75 a 150 centímetros. El pseudo-tallo alcanza una altura que oscila entre los 1.50 a 2.00 metros. Esta variedad fue introducida recientemente porque ha demostrado ser muy resistente a inundaciones y al viento por su excelente anclaje (Barrios, 2008).

## **2.3 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DEL CULTIVO DEL BANANO**

Este cultivo requiere temperaturas relativamente altas, que varían entre 21 y 29.5 grados centígrados, con una media de 27 grados centígrados. Su mínima absoluta es de 15.6 grados centígrados y su máxima de 37.8 grados centígrados. El banano es una planta tropical y puede crecer entre los 0 y 1,000 msnm en la zona tropical, tomando en cuenta, el principio que a mayor altura menos temperatura, se ha notado que entre los 0 y 300 msnm es lo óptimo para un adecuado crecimiento para producir fruta con calidad de exportación. La latitud en que normalmente se puede cultivar esta entre los 0 y 30 grados Norte y 15 grados Sur (Banasa, 2016).

## **2.4 PROCESO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE BANANO**

### **2.4.1 Establecimiento de la plantación**

El establecimiento de la plantación tiene que ver con la cantidad de área que se tiene contemplada sembrar y la variedad de la fruta que se espera cosechar, las labores que son necesarias realizar con el objetivo de lograr el establecimiento adecuado de una nueva plantación (Barrios, 2008).

### **2.4.2 Preparación del terreno**

El terreno elegido para el establecimiento de la plantación, debe ser limpiado de tal forma que quede libre de maleza y/o cultivos anteriores, luego de lo cual se requiere marcarlo con estacas a una distancia 4 x 4 metros, esta distancia es la más usual para la siembra (Barrios, 2008).

### **2.4.3 Selección de la semilla**

La reproducción del banano se realiza únicamente por medios asexuales, teniendo como material vegetativo a la semilla o cormo, originados de los brotes en la planta madre (Rodríguez, 2012).

Para que la selección de la semilla en una plantación sea un éxito, se deberá tener en consideración los siguientes factores:

- a) Plantas madres con racimos grandes, con muchos dedos y de buen tamaño.
- b) Plantas madres robustas con buen número de hojas.
- c) Plantas madres sin daños de enfermedades o insectos.

Con el objetivo adicional de que la obtención de la semilla sea adecuada se requieren además tomar en cuenta los siguientes pasos:

- a) Seleccionar y marcar las plantas para semilla dentro de la plantación.
- b) Las plantas seleccionadas no deberán ser deshijadas.
- c) Al momento de la aparición de la planta madre, deberá eliminarse la bellota, ya que ésta planta se quiere para semilla no para sacarle fruta.
- d) La planta seleccionada deberá fertilizarse adecuadamente, lo cual garantizará que los hijos crezcan de forma vigorosa y sana.

#### **2.4.4 Ahoyado**

Consiste en cavar un agujero en el suelo, justo en donde se encuentran las estacas que previamente se han colocado durante la preparación del terreno. Este agujero deberá tener en promedio las dimensiones siguientes: 45 centímetros de superficie y de 45 a 60 centímetros de profundidad (Barrios, 2008).

#### **2.4.5 Siembra**

Se inicia colocando la semilla en los hoyos realizados en el terreno, procurando dejar durante la siembra una capa de suelo de 2 a 3 centímetros por encima de la semilla de manera que las raíces que broten posteriormente no queden expuestas al sol (Barrios, 2008).

#### **2.4.6 Fertilización**

Las necesidades nutricionales o las condiciones químicas del cultivo de banano (cultivares Cavendish) bajo manejo intensivo (alta tecnología) son muy grandes si se las compara con las de otros cultivos o cultivares del género *Musa* (Tabla 2). Una

plantación bien manejada puede producir 70 toneladas brutas de fruta/ha/año. Considerando este valor y la alta concentración de nutrimentos en el racimo, con cada cosecha se remueve grandes cantidades de elementos, sobre todo Potasio (Pimentel, 2011).

**Tabla 2.** Requerimientos nutricionales del cultivo de banano

Elementos esenciales		Nutrimentos minerales		
Elementos	Primarios	Secundarios	terciarios	
C, O, H	N, P y K	Ca, Mg y S	Zn, B, Cu, Fe, Mn, Mo, Cl y Na	

(Pimentel, 2011)

#### 2.4.7 Riego

El banano requiere grandes cantidades de agua y es muy sensible a la sequía, ya que ésta dificulta la salida de las inflorescencias dando como resultado, racimos torcidos y estrenudos muy cortos en el raquis que impiden el enderezamiento de los frutos. La sequía, también produce obstrucción foliar, provocando problemas en el desarrollo de las hojas (Castillo, 2011).

Una humedad apropiada del suelo es esencial para obtener buenas producciones, particularmente durante los meses secos del año, en los que se debe asegurar un riego adecuado. Sin embargo, debe tenerse precaución y no regar en exceso, ya que el banano es extremadamente susceptible al daño provocado por las inundaciones y a suelos continuamente húmedos o con un drenaje inadecuado (Castillo, 2011).

Los sistemas de riego más empleados son el riego por goteo y por aspersión. En verano, las necesidades hídricas alcanzan aproximadamente unos 100 m<sup>3</sup> de agua por semana y por hectárea (Castillo, 2011).

#### **2.4.8 Control de malezas**

La maleza es cualquier tipo de planta que al crecer alrededor del tallo, roba los nutrientes que el banano necesita, su control debe realizarse por medios manuales o mediante la aplicación de herbicidas, los cuales garantizaran que durante las diferentes fases de la producción el cultivo pueda crecer libre de este daño (Barrios, 2008).

#### **2.4.9 Suelos y topografía**

El banano se desarrolla en un alto rango de suelos, siendo los óptimos los que presentan una textura que va de franca, franca arenosa y ligeramente arcillosa, con profundidades que van de 0 a 1.20 m, con un pH de 5.50 a 8.00 con una topografía plana y con pendientes no mayores al 2%, que presenten un buen drenaje natural y un contenido de materia orgánica mayor del 2%. Los rendimientos pueden deprimirse en suelos con alta concentración de arcilla o con una capa compacta o pedregosa de 40 a 80 centímetros de profundidad. El mal drenaje puede ser un problema en estas condiciones (Reyes, 2011).

### **2.5 PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL BANANO**

#### **2.5.1 Nematodos**

Son organismos microscópicos que habitan en el suelo, varias clases de nematodos parásitos atacan las raíces del banano. Los principales géneros que atacan el banano son: *Radopholus Similis* o nematodo barrenador; *Meloidogyne* spp. o nematodo del nudo de la raíz, *Helicotylenchus* spp. o nematodo de espirales; y *Pratylenchus coffea* (*P. musícola*) o nematodo lesionado de raíz (Barrios, 2008).

#### **2.5.2 Picudo del banano**

El picudo es un insecto peligroso para las plantaciones de banano ya que afecta las raíces, el corno y pseudos tallos de la planta. La hembra llega a la base de las plantas, busca el corno o la base pseudo tallo y hace un agujero donde deposita un huevo y es así como nacen las larvas que hacen numerosas galerías en la planta (Barrios, 2008).

### **2.5.3 Araña roja**

La Araña Roja *Tetranychus* es un ácaro Tetraníquido cuyos efectos como plaga pueden aparecer sobre multitud de cultivos, tanto en invernaderos como al aire libre (Barrios, 2008).

Es una plaga principal en la época de verano, en los meses de marzo a mayo, siendo ésta una plaga que ataca regularmente plantas que se encuentran en terrenos con áreas muy arenosas. Ataca plantilla y planta adulta y se localiza en las hojas formando colonias, cerca de la nervadura central pegado al pecíolo de la hoja (Barrios, 2008)

### **2.5.4 Marchites bacteriana o moko**

El moko es causado por la bacteria *Ralstonia solanacearum* Es una de las enfermedades más destructivas y una seria amenaza para las plantaciones de banano y plátano. Todos los tejidos de la planta pueden ser infectados por la bacteria. El patógeno ingresa a través de heridas producidas a la planta con herramientas contaminadas o por las flores, cuando es transmitida por insectos. Una vez que una planta es infectada, es muy probable que otras plantas adyacentes se contaminen antes de que la primera sea detectada y erradicada (Castillo, 2011).

Las plantas infectadas, muestran marchites o tristeza, luego pierde su color verde oscuro y pasa a tener un amarillo claro. Cuando una planta de banano es atacada por esta bacteria, primero se observan los marchites en las primeras hojas, con la coloración amarilla que paulatinamente avanza hacia las hojas inferiores de la planta, luego de diez días las primeras hojas se tornan secas y sucesivamente la planta seca todas sus hojas (Barrios, 2008).

## **2.6 SIGATOKA NEGRA**

Es considerada la enfermedad foliar más destructiva y de mayor valor económico en los cultivos de banano y plátano y que puede causar pérdidas de hasta un 50% en el rendimiento. Sin tener medidas de control, la Sigatoka Negra puede reducir hasta en un 50 % el peso del racimo y causar pérdidas del 100 % de la producción debido al deterioro en la calidad (CropLifela, 2015).

Su nombre viene del Valle de Sigatoka en las Islas Fiji donde fue identificada por primera vez en 1912 (figura 1). Durante los siguientes 40 años, la enfermedad se difundió a todos los países productores de banano. La Sigatoka negra apareció en América Central en 1934 y en dos años llegó a destruir más de 8900 hectáreas de banano en Honduras y Surinam. En 1936, programas de fumigación con fungicidas utilizando la Mezcla de Burdeos (cobre y cal) fueron desarrollados para controlar la enfermedad (CropLifela, 2015).



**Figura 1.** Información técnica de la enfermedad de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) (CropLifeLA, 2015).

Es una destructiva enfermedad foliar que afecta principalmente a plantas del género *Musa*: banano y plátano. Es causada por el hongo Ascomycete *Mycosphaerella fijiensis* Morelet (anamorfo *Pseudocercospora fijiensis*) y constituye el principal problema fitopatológico en estos cultivos (CropLifela, 2015).

La Sigatoka Negra se encuentra presente en todos los países de producción bananera y se considera de gran impacto económico porque disminuye los rendimientos, afectando la productividad de las plantaciones, y por los altos costos para su manejo (CropLifela, 2015).

### 2.6.1 Síntomas y signos que presentan los cultivos afectados

Los primeros síntomas de la enfermedad son manchas cloróticas muy pequeñas que aparecen en la superficie inferior (abaxial) de la tercera o cuarta hoja abierta. Las

manchas crecen convirtiéndose en rayas de color marrón delimitadas por las nervaduras. El color de las rayas va haciéndose más oscuro, algunas veces con un matiz púrpura, y visible en la superficie superior (adaxial). Luego las lesiones se amplían, tornándose fusiformes o elípticas, y se oscurecen aún más formando las rayas negras de las hojas características de la enfermedad (Yangali, 2014).

El patógeno destruye rápidamente el tejido foliar; como consecuencia se reduce la fotosíntesis y se afecta el crecimiento de la planta y la producción. En ausencia de medidas de control la enfermedad puede reducir hasta en un 50 % el peso del racimo y causar pérdidas del 100 % de la producción debido al deterioro en la calidad del fruto (longitud y grosor) (Yangali, 2014).

### **2.6.2 Factores biológicos, físicos y ambientales que facilitan la propagación**

Factores bióticos y abióticos están estrechamente relacionados en la epidemiología de *M. fijiensis* en la aparición de signos y síntomas. Alta temperatura, humedad relativa y lluvias favorecen el desarrollo de la enfermedad, incrementando la severidad en las plantaciones. Corrientes de viento, especialmente durante períodos de tormentas contribuyen en la propagación a largas distancia (Yangali, 2014).

Otras condiciones como alta densidad de siembra, fertilización inadecuada o impuntual, falta de canales de drenaje, retraso en labores culturales como deshoje, cirugías, nutrición y manejo de malezas se suman a las condiciones climáticas haciendo más difícil el manejo de la enfermedad (Yangali, 2014).

### **2.6.3 Biología de la enfermedad**

Como enfermedad policíclica, el patógeno se reproduce en forma asexual y sexual (figura 2).

#### **Reproducción asexual**

Se presenta en lesiones jóvenes de la enfermedad (estrías 2 y 3 y el primer estadio de mancha). Los conidios aparecen en conidióforos sencillos que emergen por los



#### **2.6.4 Medidas preventivas para evitar esta enfermedad**

La alta virulencia de *M. fijiensis* enfoca las medidas preventivas hacia el manejo adecuado de labores culturales en la plantación y al monitoreo continuo de la evolución de la enfermedad, es así que se emplean parcelas pre aviso para establecer la mejor estrategia de manejo de fungicidas dentro de un programa anual de aplicaciones. El objetivo es mantener los niveles de la enfermedad en un umbral que no afecte la productividad. La siembra en altitudes superiores a los 1.000 msnm, o bajo condiciones de sombra moderada (bajo árboles), o la combinación con otras especies de plantas (siembras mixtas o huertos mixtos) ayuda a reducir la severidad del ataque de la enfermedad (Casasola, 2015).

#### **2.6.5 Control de la aparición de la enfermedad**

Para el caso de *M. fijiensis* no existe control total y/o erradicación, ya que al ser una enfermedad policíclica, en cultivo permanente en países del trópico y con condiciones adecuadas para su desarrollo, su incidencia estará siempre presente en las plantaciones. Se establecen “estrategias de manejo” para mantener los niveles de infección bajos, mediante programas basados en el uso adecuado de fungicidas y otras herramientas como aceite agrícola (Bonilla, 2015).

Los programas se estructuran aplicando las recomendaciones FRAC (Fungicide Resistance Action Commite) que regula el uso adecuado de las moléculas disponibles rotando modos y mecanismos de acción diferentes para minimizar el riesgo de resistencia, mediante un portafolio que incluya el uso de fungicidas unisitios y multisitios (Bonilla, 2015).

#### **2.6.6 Control cultural de la sigatoka negra**

Dentro de las prácticas que pueden generar un ambiente menos favorable para la enfermedad, se recomienda: el control de malas hierbas, el drenaje adecuado, la nutrición balanceada y la adecuada densidad de siembra. Más recientemente se ha introducido la práctica de la “defoliación controlada o poda temprana de hojas” a la floración (eliminación a la floración de las tres hojas más viejas de cada planta), como

una práctica para la reducción del inóculo del patógeno. La nutrición mineral balanceada es también un aspecto relevante. Algunos elementos como el silicio, cobre, calcio, boro y zinc contribuyen a reducir la severidad de la enfermedad (Corbana, 2009).

#### **a) Cirugía**

Consiste en la eliminación de los tejidos necrosados que se encuentran en el dosel de la planta, reduciendo las posibilidades de esporulación del hongo y manteniendo en concentraciones bajas el inóculo de la enfermedad. Esta labor será realizada semanalmente, luego de la deshoja únicamente en las áreas con BPA, dado que para el manejo convencional de la enfermedad, esta labor se implementa única y exclusivamente en sitios en donde esta alcanza índices elevados de severidad (Corbana, 2009).

#### **b) Deshoja**

Esta labor consiste en eliminar todas aquellas hojas fisiológicamente no funcionales para la planta y para el llenado del fruto, pero que representan una fuente importante de inóculo de la enfermedad. Una vez seccionadas de la planta, las mismas serán colocadas con el envés hacia abajo, pues es en esa cara de la hoja en donde se genera la mayor cantidad de esporas. Se utilizarán los criterios propios de la finca, pero en las parcelas con BPA, esta tarea será realizada de forma más intensiva y frecuente (semanalmente) y además, se utilizarán índices de la enfermedad más estrictos de los que normalmente se utilizan. Se espera que con esta práctica haya una disminución importante del inóculo dentro de la plantación (Corbana, 2009).

#### **c) Eliminación de hojas bandera**

Esta labor consiste en la eliminación de las hojas lanceoladas en los hijos de sucesión, ya que este tejido por su ubicación, no recibe las aplicaciones completas de los fungicidas empleados y por tanto, pueden representar fuente importante de inóculo (Corbana, 2009).

#### **d) Eliminación de troncos y hojas viejas**

Esta labor consiste en eliminar todos los troncos de las hojas que se encuentren necrosados posterior a la realización de la deshoja. Esta tarea se realizará semanalmente a toda el área con BPA, puesto que esta labor normalmente no se aplica en plantaciones convencionales (Corbana, 2009).

#### **e) Eliminación de aguas estancadas**

En canales terciarios y secundarios dentro de las parcelas BPA, se eliminara por medio de la recaba, cualquier pozo de agua. De esta manera se reduce la humedad relativa dentro de la parcela y se reducen las condiciones favorables para que el hongo proliferare dentro de la plantación (Corbana, 2009).

### **2.6.7 Tipos de muestreos**

#### **a) Muestreo comercial**

En este muestreo se identifican plantas que son: Próximas a parir, Bellotas y de 77 días, el objetivo de éste es encontrar pizcas más pronunciadas desde la hoja 4 en adelante por lo tanto nos anuncia también que tan afectada está el área. Al elegir las plantas éstas no deben estar a orillas de calles, cables o divisiones (Reyes, 2011).

Se procede a contar el número de hojas totales (HT), hojas libres de estrías (HLE), hojas que tengan menos del 5% de quema ( $Q > 5\%$ ), hojas con más de 5% de quema ( $Q < 5\%$ ), hojas libres de cirugía (HLC), como también la observación del mal despeje de la hoja. En este muestreo se evalúan 15 plantas por estación, de las cuales se distribuyen en 5 plantas medianas, 5 plantas de 0 semanas y 5 plantas de 77 días (Reyes, 2011).

#### **b) Muestreo de alerta temprana**

Es un muestreo que se hace para saber el comportamiento o el inicio de la enfermedad en un área determinada, se evalúan 5 plantas medianas por cada estación, las cuales

se marcan con un número de semana y el número de la planta. Al elegir una planta a evaluar, ésta no debe estar a orillas del cable, calles o divisiones (Reyes, 2011).

También se evalúan plantas en áreas rojas, las cuales están a orillas de caminos, quíneles y en donde la avioneta no puede hacer bien su aplicación de producto se hace un conteo de hojas bajando las puntas y las bases de las hojas 3, 4 y 5, revisando si hay pizca, para este muestreo se utilizan enfoques con dimensiones de 0.1 x 0.1 m. los cuales se hacen solamente en la punta de la hoja (figura3), haciendo 6 enfoques por hoja, se cuentan las pizcas y se coloca el resultado en el formato destinado a este muestreo (Reyes, 2011).

Si hubiese pizcas fuera del enfoque y aparecieran también en la base de la hoja, se suman al valor del enfoque, el resultado es colocado en el segundo cuadro en la casilla correspondiente del formato identificando con una P si es punta, B si es base y O si es orilla de hoja, V si es vena de hoja (Reyes, 2011).



**Figura 3.** Muestreo de pústulas dentro de los cuadros o enfoques para realizar un promedio de pústulas por planta de la enfermedad de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en el cultivo de banano (*Musa sapientum*) (Reyes, 2011).

## **2.6.8 Descripción de estadios de desarrollo de Sigatoka Negra**

### **a) Estadio 1**

Es el primer síntoma de la enfermedad. Aparece Como una pequeña marca blancuzca amarillenta, pero debido a sus contornos irregulares tiene un aspecto difícil de apreciar. Puede ser encontrada únicamente en la parte inferior de la hoja, pero no es visible a trasluz. Después la marca se pone de un color café rojizo y ya puede verse a trasluz. Estos síntomas son más abundantes cerca del margen del lado de la hoja en que se comienza a abrir. Estos síntomas pueden observarse en la segunda hoja de plantas que no han sido paridas, cuando la presión de la enfermedad ha sido alta y las condiciones de clima óptima, dando un tiempo corto de incubación (Bonilla, 2015).

### **b) Estadio 2**

El síntoma de la enfermedad toma la forma de una raya de color café, primero visible únicamente en el lado inferior de la hoja, un poco más tarde como una raya amarilla en el lado superior de la hoja (Bonilla, 2015).

### **c) Estadio 3**

Este estado se diferencia del anterior en el tamaño de la estría. La estría que se extenderá y se hará ligeramente más ancha. Según Asencio (Bonilla, 2015).

### **d) Estadio 4**

La estría se ha vuelto una mancha. El color es café oscuro en la parte inferior, mientras negro en la parte superior de la hoja (Bonilla, 2015).

### **e) Estadio 5**

La mancha se ha convertido en quema. La quema está ahora negra en ambos lados de la hoja. El amarillamiento del tejido de la hoja alrededor puede ocurrir. El área negra central se empieza a hundir (Bonilla, 2015).

### **f) Estadio 6**

Este es el estado final de la enfermedad. El centro la mancha se seca y toma una sombra de color gris. Los síntomas se unen y la hoja se necrotiza (Bonilla, 2015).

## **2.6.9 Control químico de la enfermedad**

### **2.6.9.1 Aplicaciones aéreas**

Debido a la importancia de la enfermedad, no se contempla en este protocolo modificar el programa de aplicaciones aéreas establecido en las fincas. Estos programas implican la rotación constante de productos protectantes y sistémicos, de tal forma que el riesgo de provocar la pérdida de sensibilidad del hongo hacia estos últimos sea mínimo (Corbana, 2009).

### **2.6.9.2 Aplicación terrestre**

Es la actividad en la que se lleva a cabo la aplicación de fungicida y fertilizante foliar en las hojas de una planta de banano, y se realiza con una bomba eléctrica o manual la cual porta una varilla larga especialmente para poder alcanzar las hojas más altas de las plantas, la aplicación de fungicida se hace desde las bases de las hojas hasta sus puntas cubriendo todo el envés de la hoja, la cual no es posible que la fumigación aérea la cubra, y se hace con el objetivo de proteger a las plantas de la enfermedad de Sigatoka (Corbana, 2009).

Se le aplica la mezcla de fungicida a las plantas próximas, bellotas, con racimo tipo C y las dos cintas de identificación de racimo más recientes. Ahora si se trata de áreas rojas, o sea las plantas más cerca de calles, bordas y lugares donde el avión no puede sobrevolar y aplicar bien el fungicida que es donde existen más plantas infectas de la enfermedad, se aplica el fungicida de manera que cubra a casi todas las plantas, exceptuando a las que ya están siendo cosechas o en las próximas 2 semanas serán cosechas y a los hijos no bien establecidos (Corbana, 2009).

### **2.6.9.3 Indiscriminado uso de fungicidas químicos**

El uso indiscriminado de fungicidas químicos a través de los años ha ocasionado crear una resistencia de la enfermedad por esta razón no se pueden seguir aplicando constantemente en los planes fitosanitarios de las empresas. El banano es de exportación estando en proceso de certificación orgánica no es permitido utilizar

cualquier tipo de fungicidas porque existen algunos ingredientes activos que están prohibidos y deben de tener ausencia en un proceso de certificación orgánica por esto se opta como una opción el uso de fungicidas biológicos los cuales no son residuales no son dañinos para el medio ambiente y al ser relativamente nuevos no crean resistencia en la enfermedad (Solís, 2016).

#### **2.6.10 Control biológico**

El control biológico de enfermedades consiste en el uso de microorganismos o los productos de su metabolismo, para destruir total o parcialmente las poblaciones de un patógeno o para proteger directamente a las plantas de los patógenos en el sitio de infección antes o después de que ocurra la infección. El control biológico ha sido más exitoso con algunas enfermedades de suelo y mucho menos exitoso para el caso de enfermedades foliares, como la Sigatoka negra (Álvarez, 2013).

Las estrategias de control biológico han adquirido importancia en los últimos años. El control biológico surge como alternativa a la utilización de productos de síntesis química en el manejo de las enfermedades y ante el incremento de la demanda en los mercados de alimentos obtenidos bajo sistemas de producción orgánica y/o sostenible. La disminución de sustancias químicas contaminantes del ambiente y el menor costo de producción son ventajas que promueven el uso de esta práctica (Álvarez, 2013).

No obstante, en el filoplano se encuentran microorganismos colonizadores que pueden actuar como agentes de control biológico. En general, el control biológico de la Sigatoka negra representa un gran reto, debido a factores como la agresividad del patógeno, la naturaleza policíclica de la enfermedad, la alta susceptibilidad de los clones utilizados en las plantaciones, la presencia de plantas en todos los estados de desarrollo en todo momento y la producción continua de tejido susceptible a infección (Álvarez, 2013).

El uso de biocontroladores ha sido efectivo dentro de un plan de manejo preventivo de la enfermedad y no como una medida curativa, empleándose de manera intercalada con el control químico (Álvarez, 2013).

El control biológico de la Sigatoka negra ha recibido relativamente poca atención debido a la disponibilidad de fungicidas altamente efectivos, así como al poco interés por desarrollar métodos alternativos de control y a la carencia de apoyo económico para financiar la investigación. Sin embargo, la aparición de aislamientos del patógeno resistentes a los fungicidas sistémicos y la necesidad por tecnologías de producción más limpias, ha incrementado el interés por el control biológico (Álvarez, 2013).

## **2.7 COSECHA**

La cosecha constituye una de las etapas finales en campo en el cultivo tecnificado del plátano y banano, demanda criterio, labor oportuna a fin de evitar las pérdidas en campo. Es un complemento a todo el proceso iniciado desde la siembra. La cosecha oportuna permitirá obtener una fruta de calidad y fresca. El criterio de cosecha depende de varios factores que se deben tener en cuenta, como por ejemplo: Edad de la fruta, calibre y demanda de la fruta (Rodríguez, 2012).

## **2.8 IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO**

El cultivo de banano (*M. sapientum*), ha dado la oportunidad a medianos y pequeños agricultores de mejorar sus condiciones de vida. En Guatemala se encuentra sembradas 6,678 hectáreas, que generan US \$ 4, 925,900.00 (Bonilla, 2015).

## **2.9 PRODUCTOS ORGÁNICOS PARA LA INVESTIGACIÓN**

La investigación se llevó a cabo con la aplicación de tres fungistáticos: uno de ellos agente biológico (*Bacillus subtilis* cepa QST 713) y los otros dos, compuestos orgánicos (extracto de *Melaleuca alternifolia*, aceite mineral al 5%). Además, un testigo absoluto, para determinar el tratamiento que tenga más eficiencia en el control de Sigatoka negra y el tiempo de acción de cada uno en el periodo de 11 semanas.

## **2.9.1 Descripción fungistáticos orgánicos**

### **2.9.1.1 *Bacillus Subtilis* Cepa QST 713**

Su nombre comercial SERENADE® 1,34 SC, es una bacteria Gram positiva termo-resistente lo cual mejora su supervivencia en ambientes hostiles, haciendo una simbiosis con la planta alimentándose del hongo, puede utilizarse contra las enfermedades foliares y de suelo en frutales y hortalizas. Basado en esporas de la beneficiosa cepa QST 713, de la bacteria *Bacillus subtilis*, proporciona un control con altos niveles de seguridad ambiental, seguridad a humanos y seguridad a los organismos no objetivos, incluyendo a abejas cuando se utiliza según las indicaciones (Bayer, 2013).

Es un fungicida de contacto presenta múltiples modos de acción para invadir y atacar hongos fitopatógenos. Trabaja primero creando una zona de inhibición en la hoja produciendo una gama de compuestos antifúngicos secundarios conocidos como lipopéptidos. Estos lipopéptidos alteran la membrana celular del patógeno previniendo el ataque de patógenos destruyendo el tubo germinativo y el micelio del hongo. Estos diferentes modos de acción resultan en un efectivo control de las enfermedades, con muy poca posibilidad de que los patógenos desarrollen resistencia (Bayer, 2013).

Retiene la germinación de esporas brindando un muy buen efecto protectante. Por su modo y mecanismo de acción se presenta como una herramienta ideal de rotación y manejo de resistencia dentro de un programa de manejo de enfermedades (Bayer, 2013).

### **2.9.1.2 *Melaleuca alternifolia***

Su nombre comercial TIMOREX GOLD®, es un fungicida botánico con amplio espectro de control con actividad protectante y sistémico que actúa principalmente rompiendo la pared y la membrana celular, de las células de los hongos, sin embargo tiene más de 100 componentes que actúan en varios sitios de las células de los mismos (Biomor, 2014).

Este fungicida natural actúa en forma preventiva y curativa, mediante la inhibición del desarrollo de la germinación de esporas, inhibición del crecimiento del micelio y lesión expansiva; inhibición en la producción de esporangios, mediante supresión y erradicación de colonias de los patógenos presentes en los frutos y hojas (Biomor, 2014).

**a) Modo de acción del extracto de la planta *Melaleuca alternifolia***

Los científicos del Grupo Stockton descubrieron las potentes y únicas propiedades de este extracto natural de (*M. alternifolia*) para el control de enfermedades en cultivos agrícolas. Ha demostrado ser eficaz contra un amplio espectro de enfermedades en hortalizas, bananos, plátanos, árboles frutales y viñedos (Biomor, 2014).

Los componentes naturales contenidos en (*M. alternifolia*) ofrecen múltiples modos de acción sobre las células de hongos y bacterias. La actividad fungicida y antimicrobiana del extracto contra hongos patógenos es consecuencia de su capacidad de alterar la barrera de permeabilidad de las estructuras de membrana de organismos vivos en diferentes sitios de acción (Biomor, 2014).

- a) Destruye la integridad celular.
- b) Aumentan la permeabilidad de membranas.
- c) Causa pérdida de citoplasma.
- d) Inhiben la respiración y procesos de transporte de iones.

**2.9.1.3 Aceite mineral al 5%**

Su nombre comercial AgroSpray F, puede controlar los hongos fitopatógenos después de iniciada la infección. Sus cualidades le permiten penetrar fácil y rápidamente en la hoja, de esta forma actúa sistemáticamente combatiendo los hongos desde adentro de la hoja deteniendo la evolución de la enfermedad y en la capa serosa de la hoja forma una cubierta que protege del inóculo de futuras infecciones que dura varias semanas (Aquino, 2016).

Eleva la producción de fitoalexinas sustancias que ayudan a las plantas a combatir infecciones de hongos, bacterias y virus. Es un fungicida multiciclo en su acción contra hongos foliares y de suelo (Aquino, 2016).

- a) **Antiesporulante:** Provee una protección mecánica que actúa como una barrera repelente ante el inoculo primario de futuras infecciones como consecuencia baja la esporulación efectivamente.
- b) **Cicatrizante:** Cuando ya existe la presencia de una infección en el tejido vegetativo es capaz de detener el progreso de la enfermedad cicatrizando el tejido dañado cuando se usa la dosis curativa.
- c) **De origen Orgánico:** Preventivo y curativo aporta energía a las plantas al translocar sus ingredientes rápidamente a través de los tejidos vasculares xilema y floema (Aquino, 2016).

### 2.9.2 Pruebas a nivel de empresa

Se han realizado pruebas experimentales a nivel de empresa con algunos resultados alentadores acerca del uso de fungistáticos orgánicos, por esta razón se pretende realizar la presente investigación para poder determinar el efecto de 3 fungistáticos orgánicos para la retención de *Mycosphaerella fijiensis* M. (Culebro, 2016).

## 2.10 ANTECEDENTES

Evaluaciones realizadas con productos orgánicos en el cultivos de banano (*musa sapientum*) con diversidad de fines. Entre ellos:

- a) En la escuela superior politécnica del litoral de investigación científica y tecnológica de Guayaquil, Ecuador. Jimenes (2011) Realizo un estudio evaluando el efecto sobre Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), en hojas separadas de banano (*Musa sapientum*), *Cavendish* (variedad Williams), del extractó de *Melaleuca alternifolia* en tres zonas del litoral ecuatoriano.

Haciendo Monitoreos semanales en campo obteniendo información sobre el desarrollo de la enfermedad. En un lapso de cuatro semanas considerando también el uso de dos tipos de vehículos para la absorción del producto, se trata de agua, una emulsión de agua y aceite agrícola, realizando la aplicación con ayuda de bombas a motor.

- b) Control de la Sigatoka negra en Costa Rica con *melaleuca alternifolia*. Biomor (2014) realizó un ensayo en el cultivo de banano que se llevó a cabo en 2007 en Costa Rica, que incluyó cinco repeticiones por tratamiento. Se aplicaron trece aspersiones foliares consecutivas, demostró una eficacia similar a otros sistémicos en el control de la Sigatoka negra, con una producción de hasta dos hojas más que en las plantas testigo no tratadas.
  
- c) Control de sigatoka negra *mycosphaerella fijiensis* mediante la prueba de la hoja simple con la aplicación de cuatro fungicidas orgánicos, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Machala, Ecuador. Velezaca (2012) trabajó una investigación experimental en una plantilla de banano de 2 meses de edad y con 6 hojas funcionales de la variedad Williams. Los tratamientos investigados, fueron: T1. Serenade (*Bacillus subtilis*) 1.5 l/ha; T2 Timorex (extracto *melaleuca alternifolia*) 1.0 L/ha; T3. Sonata (*Bacillus subtilis*), 1.L/ha, T4, BSK-100 (derivado del ácido nicotínico) y el testigo absoluto. La efectividad de estos productos obviamente está condicionada a la aplicación en emulsión en aceite agrícola de preferencia americano (Banole) y en el testigo absoluto la curva de infección de la enfermedad.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El bajo rendimiento en el cultivo de banano es una limitante muy importante que enfrentan las empresas guatemaltecas productoras de banano con fines de exportación a Estados Unidos y Europa. Las enfermedades causan bajos rendimientos, resultando en una disminución de cajas/ha/año que se desean producir como exigencia del mercado internacional y suplir la demanda, tanto en cantidad como en calidad.

Proveniente del Valle de Sigatoka, en las islas Fiji, donde fue identificada por primera vez en 1912, y del cual recibe su nombre, Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), es considerada la enfermedad foliar más destructiva y de mayor impacto económico en los cultivos de banano y plátano, y puede causar pérdidas de hasta un 50% en el rendimiento. Sin tener medidas de control, puede reducir hasta en un 50 % el peso del racimo y causar pérdidas del 100 % de la producción.

El daño causado por patógeno radica en provocar la caída de las hojas, afectando la calidad exportable debido al incumplimiento del número de hojas tolerable para formar adecuadamente los frutos.

El uso indiscriminado de pesticidas ha creado cierta resistencia en la enfermedad y los costos de producción aumentan, pues la rotación de moléculas fungicidas hace que sea más complejo, además de la restricción a ciertas moléculas fungicidas por la residualidad que presentan, es por ello que se continúa en la búsqueda de alternativas, que consisten principalmente en compuestos orgánicos y/o controladores biológicos.

Se considera que los tratamientos planteados en este estudio, presentan mecanismos de acción para controlar al patógeno y sus efectos.

Se evaluó su nivel de eficacia en comparación con los ingredientes activos sintéticos utilizados actualmente por los productores de la zona, para establecer en qué medida podrían ser incorporados a los planes de manejo y cumplir con los requerimientos de control y residualidad sin crear resistencia, además económicamente viables y amigables con el ambiente.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 General

- Comparar el efecto de tres fungistáticos orgánicos en el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijjensis*) en cultivo de Banano (Gran enano).

### 4.2 Específicos

- a) Determinar la incidencia de Sigatoka negra en el cultivo de Banano en cada uno de los tratamientos planteados.
- b) Cuantificar el porcentaje de severidad de Sigatoka negra en el cultivo de Banano en cada uno de los tratamientos planteados.
- c) Contabilizar el promedio de pústulas por planta que se presentan con cada uno de los tratamientos a evaluar en el cultivo de banano.
- d) Determinar la tasa de infección aparente de la enfermedad en cada tratamiento a evaluar en cultivo de banano.
- e) Determinar el área bajo la curva del progreso de la enfermedad de Sigatoka negra en el cultivo de banano para cada tratamiento a evaluar.

## 5. HIPÓTESIS

**Ha.** Al menos uno de los cuatro tratamientos a evaluar mostrará diferencia significativa en el control de Sigatoka negra.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO

La investigación se realizó en Finca Mojarras, la cual pertenece a la Parcelamiento Caballo Blanco, municipio de Retalhuleu. Sus coordenadas geográficas latitud norte: 14°48'33" latitud oeste: 91°83'33" con respecto al meridiano de Greenwich, a 252 km de la ciudad capital. A una altura de 20 msnm.

Finca Mojarras pertenece a la zona de vida bosque húmedo subtropical cálido. Con una temperatura anual de 23 °C, como temperaturas mínimas y máximas de 32 °C (Banasa, 2016).

El registro de precipitación para los últimos 5 años, reporta una media anual de 1300 mm, una humedad relativa media anual del 68% y una evapotranspiración media anual de 7 mm (Banasa, 2016).

### 6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

Como material experimental se utilizaron:

- 80 plantas de banano en una plantación establecida.
- *Bacillus subtilis* Cepa QST 713
- Aceite mineral al 5%
- Extracto de *Melaleuca alternifolia*

### 6.3 FACTORES A ESTUDIAR

Los factores a estudiar son tres diferentes fungistáticos orgánicos y su efecto en la retención de la sigatoka negra.

## 6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos que se utilizaron para realizar la investigación en la retención de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* morelet) se presentan en la tabla 4.

**Tabla 4.** Descripción de los tratamientos fungistáticos evaluados para el control de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en el cultivo de banano (*Musa sapientum*).

TRATAMIENTOS	BIOCONTROLADOR/ SUSTANCIA/INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS
T1	<i>Bacillus subtilis</i> Cepa QST 713 SERENADE® 1,34 SC	1L/ha mas emulsificante al 2% más aceite agrícola a 7L/ha.
T2	<i>Melaleuca alternifolia</i> TIMOREX GOLD®	0.4 L/ha más emulsificante al 2% más aceite agrícola a 7 L/ha.
T3	Aceite mineral al 5% AgroSpray F	1 L/ha más emulsificante al 2% más aceite agrícola a 7L/ha.
T4	Testigo absoluto	Sin aplicación

## 6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluaron 4 tratamientos distribuidos aleatoriamente con 5 repeticiones con un diseño experimental de bloques al azar.

## 6.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo estadístico que se utilizó para el análisis de la información es el siguiente:

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

Dónde:

$Y_{ij}$  = La variable de respuesta asociada al  $ij$ -ésimo fungistático para el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet).

$\mu$  = es la medida del nivel medio de todos los resultados.

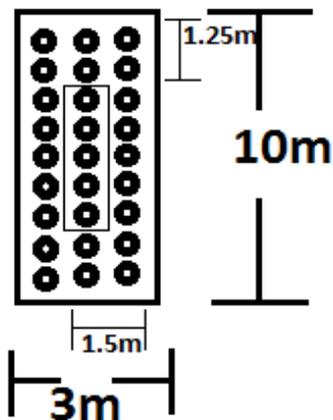
$T_i$  = Efecto de tratamiento a evaluar, sobre el control de sigatoka negra.

$B_j$  = Efecto del  $j$ -ésima repetición.

$\epsilon_{ij}$  = Error aleatorio atribuible a la medición, correspondiente al tratamiento y a la repetición.

## 6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

Dentro de la parcela experimental se tienen plantaciones de banano con tres meses de vida, sembrados a una distancia entre planta de 1.25 m y entre surco 1.50 m. Para esta evaluación se tomaron bloques que contenían cinco plantas y se realizó con cuatro repeticiones por cada tratamiento teniendo un total de 80 plantas. El bloque tuvo 5.35 m siendo la parcela neta 1.87 m con una planta (figura 4).



<b>Parcela bruta= 27 plantas 30m<sup>2</sup></b>
<b>Parcela neta = 5 plantas 1.87m<sup>2</sup></b>

**Figura 4** parcela experimental utilizada para la evaluación de fungistáticos orgánicos para el control de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en el cultivo de banano (*Musa sapientum*).

## 6.8 CROQUIS DE CAMPO

**Tabla 5.** Croquis de campo de la investigación con cinco tratamientos distribuidos aleatoriamente en cuatro repeticiones para el control de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano (*Musa sapientum*).

I.	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
II.	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>
III.	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>
IV.	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>

## 6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

### 6.9.1 Selección de plantas

Se seleccionaron cinco plantas por cada tratamiento con aproximadamente 12 semanas de edad fenológica.

### 6.9.2 Mezcla de los tratamientos

Se realizaron mezclas de cada tratamiento con aceite agrícola y emulsificante.

### 6.9.3 Identificación de los tratamientos

Se colocaron cintas para la identificación de cada tratamiento. Ésta se colocó en la axila de la primera hoja de la planta, especificando el nombre de cada tratamiento y la semana de aplicación.

### 6.9.4 Aplicación de tratamientos

Se llevó a cabo con ayuda de personal de campo. La aplicación de cada tratamiento se realizó con un atomizador, simulando una aspersion aérea, aprovechando la dispersión

de gota más fina. Para cada tratamiento se utilizó una hoja por planta, realizando la aplicación en el lado izquierdo del haz de la hoja ya identificada y protegiendo el lado derecho de la misma hoja utilizando la mitad de una hoja desechada y sana para evitar la aplicación del producto.

#### **6.9.5 Marcado de cuadros o enfoques**

Se dio un lapso de siete días después de cada aplicación para dibujar cuadros o enfoques en la punta, media y base de ambos lados de la hoja. Los cuadros tienen una medida de 0.1x0.1m.

#### **6.9.6 Toma de lecturas**

Se tomaron lecturas semanales después de cada aplicación en los tres cuadros marcados como enfoques. Se seleccionó en cada enfoque un máximo de 10 pústulas en estadio o grado dos, señalándolas y enumerando cada una de ellas del 1 al 10 para observar el crecimiento del estadio, con el fin de determinar el plazo de retención de Sigatoka negra. Para la variable pústulas por planta la lectura se realizó quincenalmente.

### **6.10 VARIABLES DE RESPUESTA**

#### **6.10.1 Porcentaje de incidencia**

El valor de incidencia se obtuvo de la manera descrita para la lectura de datos. Se consideraron las pústulas presentes en los enfoques de las 5 plantas por tratamiento y se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de incidencia} = \frac{\sum \text{ de cuadrantes con pústulas}}{\text{No de cuadrantes totales}} * 100$$

(García, 2018)

Las lecturas se realizaron cada siete días durante un periodo de 11 semanas.

### 6.10.2 Porcentaje de severidad

El porcentaje de severidad se obtuvo a partir de la suma del número de pústulas presentes por el grado de severidad que presentan, utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de severidad} = \frac{(N1 * 1) + (N2 * 2) + (N3 * 3) + (N4 * 4) + (N5 * 5)}{(N * 5)}$$

(García, 2018)

Dónde:

Nx = número de pústulas encontradas en los enfoques del lado de la hoja sometido a tratamiento multiplicada por el grado de severidad que presenten.

La sumatoria de los productos obtenidos del número de pústulas por el grado de severidad será dividido por el número de pústulas tomadas en cuenta por el máximo grado de severidad observable (tabla 6).

**Tabla 6** Descripción del crecimiento de las pústulas de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) según su grado y sintomatología en el cultivo de banano (*Musa sapientum*).

Grado	Sintomatología
1	Una pequeña marca blancuzca amarillenta, pero debido a sus contornos irregulares tiene un aspecto difícil de apreciar. Puede ser encontrada únicamente en la parte inferior de la hoja, pero no es visible a trasluz.
2	Toma la forma de una raya de color café, primero visible únicamente en el lado inferior de la hoja, un poco más tarde como una raya amarilla en el lado superior de la hoja.
3	Este se diferencia del anterior en el tamaño de la estría. La estría que se extenderá y se hará ligeramente más ancha.
4	La estría se ha vuelto una mancha. El color es café oscuro en la parte inferior, mientras negro en la parte superior de la hoja.
5	La mancha se ha convertido en quema. La quema está ahora negra en ambos lados de la hoja. El amarillamiento del tejido de la hoja alrededor puede ocurrir. El área negra central se empieza a hundir (Álvarez, 2013).

Entre mayor sea el promedio de grado mayor será la severidad de la enfermedad, este valor se calculó semanalmente durante 11 semanas.

### 6.10.3 Promedio de pústulas por planta

Se tomó como indicador numérico de la presencia de la enfermedad en su síntoma más visible que son las pústulas en la superficie del tejido foliar respecto a la cantidad de plantas tratadas. La fórmula a utilizar fue la siguiente:

$$\text{Promedio de pústulas/ planta} = \frac{\Sigma \text{ pústulas}}{\text{No. de plantas por tratamiento}}$$

(García, 2018)

### 6.10.4 Tasa de infección aparente

Para determinar la tasa de infección se determinó primero la severidad de la enfermedad, para ello se usó una malla cuadrículada cuyo tamaño de cada cuadrícula es de 1 cm<sup>2</sup>, esta se colocó sobre la hoja infectada y se contó el número de cuadrículas que abarque la enfermedad en toda la hoja y se determinó de esta forma el área afectada. Este dato se midió cada vez que se realizaron las lecturas correspondientes.

Posteriormente se usó la fórmula de tasa de infección a partir de los datos obtenidos de la severidad:

$$\text{Tasa de infección (cm}^2\text{/día)} = \frac{\Delta y}{\Delta t}$$

(García, 2018)

Dónde:

$\Delta y$  = Severidad lectura 2 – Severidad lectura 1.

$\Delta t$  = Tiempo (días) entre lectura 2 y 1.

### **6.10.5 Área bajo la curva del progreso de la enfermedad**

Se determinó el área bajo la curva para el progreso de la enfermedad se utilizó el software propuesto por el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo ABCPE-n versión 2.0 (Solís, 2016) y se determinó a partir del porcentaje de severidad.

## **6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

### **6.11.1 Análisis estadístico**

Se realizó un análisis de varianza con un nivel de confianza de 0.05 utilizando el modelo estadístico de bloques al azar, en las diferencias significativas entre el efecto de la aplicación se procedió a realizar una prueba de medias de Tukey al mismo nivel de confianza. También se utilizó la transformación  $\sqrt{(x+1)}$ , considerando la existencia de valores de cero, por lo tanto los análisis de varianza responden a datos transformados.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Finalizada la investigación donde se comparó el efecto de tres fungistáticos orgánicos para el control de la Sigatoka Negra (*M. fijiensis* Morelet) en el cultivo de Banano (*M. sapientum* L.) en la finca Mojarras del Parcelamiento Caballo Blanco, departamento de Retalhuleu. Donde se estudiaron las variables incidencia y severidad en porcentaje; promedio de pústulas por planta y la tasa de infección aparente y área bajo la curva del progreso de la enfermedad; se obtuvo los siguientes resultados:

### 7.1 INCIDENCIA (%)

Para la variable Incidencia de la enfermedad; se tomó el dato durante once (11) semanas, luego de aplicados los productos fungistáticos, los datos para cada semana se presentan en el anexo. En la tabla 7, se presenta el resumen de los diferentes análisis de varianza realizados a los datos; cabe mencionar que para ésta variable hubo necesidad de hacer una transformación de datos, como lo indica (Sitún, 2005), cuando los datos están en porcentaje el comportamiento estadístico no responde a la normalidad y su coeficiente de variación resulta demasiado elevado; por lo tanto recomienda utilizar la transformación Arcoseno del dato observado; es decir que los análisis de varianza para éste caso, responden a datos transformados, como sigue:

**Tabla 7** Resumen de la variable Incidencia en el control de Sigatoka negra, en Banano, Parcelamiento Caballo Blanco, Retalhuleu.

Lectura	Significativo	Coefficiente Variación	Mejor tratamiento	INCIDENCIA MÍNIMA (%)
Semana 1	s/a	s/a	Todos iguales	0
Semana 2	s/a	s/a	Todos iguales	0
Semana 3	No	14.78%	Todos iguales	t-3 52
Semana 4	No	14.39	Todos iguales	t-1 89
Semana 5	No	s/a	Todos iguales	98
Semana 6	No	s/a	Todos iguales	100
Semana 7	No	s/a	Todos iguales	100
Semana 8	No	s/a	Todos iguales	100
Semana 9	No	s/a	Todos iguales	100
Semana 10	No	s/a	Todos iguales	100
Semana 11	No	s/a	Todos iguales	100

Referencia: s/a= Sin andeva

Para las lecturas de la semana 1 y 2 no se realizó análisis de varianza, ya que los datos reportaron valores de cero incidencia (anexo), por lo tanto todos los tratamientos mostraron el mismo efecto fungistático. Para las semanas 3 y 4 los datos ya mostraron ciertos brotes de la enfermedad (anexo). En ambos casos se les realizó su respectivo análisis de varianza, con el objeto de determinar alguna diferencia estadística significativa en el efecto de los diferentes fungistáticos; según resultados, éste efecto no fue significativo, es decir, que todos los tratamientos fueron iguales. Los coeficientes de variación fueron adecuados alrededor de 14%. Para la semana 3 el tratamiento que mostró una incidencia menor fue el Aceite mineral al 5% con 52% y para la semana 4 fue el tratamiento uno, *Bacillus subtilis* con valor de 89%, datos considerados altos para la incidencia de la Sigatoka en Banano.

Para las siguientes semanas ya no se realizó análisis en virtud que los datos en su mayoría fueron uniformes con el 100% de incidencia (anexo).

Según información obtenida, se deduce que los diferentes fungistáticos no tienen un efecto diferencial; es decir que podrían eventualmente detener la actividad de la enfermedad únicamente durante las primeras dos semanas luego de ser aplicados; sin embargo, por tratarse de productos orgánicos, éstos podrían aplicarse a intervalos de 15 días, siempre tomando en consideración los costos.

## **7.2 SEVERIDAD (%)**

Para la variable severidad de la Sigatoka en Banano; también se tomó el dato durante once (11) semanas, luego de aplicados los productos fungistáticos, los datos y su respectivo análisis de varianza para cada semana se presentan el anexo.

En la tabla 8, se presenta el resumen de los diferentes análisis de varianza realizados. e utilizó la misma transformación que para la incidencia; por lo tanto los análisis de varianza para éste caso, también responden a datos transformados:

**Tabla 8** Resumen de la variable Porcentaje de Severidad en el control de Sigatoka negra, en Banano, Parcelamiento Caballo Blanco, Retalhuleu.

Lectura	Significativo	Coefficiente Variación	Mejor tratamiento	SEVERIDAD MÍNIMA (%)
Semana 1	s/a	s/a	Todos iguales	0
Semana 2	s/a	s/a	Todos iguales	0
Semana 3	s/a	s/a	Todos iguales	40
Semana 4	No	18.49%	Todos iguales	T-1 Y T-2 40
Semana 5	Si	6.44%	<i>Bacillus subtilis</i>	63
Semana 6	No	7.20%	Todos iguales	60
Semana 7	No	6.81%	Todos iguales	66
Semana 8	No	8.12%	Todos iguales	71
Semana 9	s/a	s/a	Todos iguales	91
Semana 10	s/a	s/a	Todos iguales	99
Semana 11	s/a	s/a	Todos iguales	100

Referencia: s/a= Sin andeva

Para las lecturas de la semana 1, 2 y 3 no se realizó análisis de varianza, ya que para la semana 1 y 2, los datos reportaron valores de cero severidad (anexo).

Por lo tanto todos los tratamientos mostraron el mismo efecto los datos ya mostraron un 40% de severidad (anexo).

Pero en la mayoría de tratamientos; mostraron datos uniformes, por lo tanto, se asume que no presentan ninguna diferencia.

Para la semana 4, los datos ya mostraron ciertos valores diversos de severidad de la enfermedad, sin embargo el análisis de varianza reportó que no había diferencia estadística significativa, el coeficiente de variación fue de 18.49%. Los tratamientos #1 y #2, *B. subtilis* y *M. alternifolia*, respectivamente, fueron los que mostraron la severidad mínima.

En la semana 5, el análisis de varianza si reportó diferencia significativa entre tratamientos, siendo el *B. subtilis* el que reportó una incidencia más baja con valor de 63%. Este valor indica que las plantas presentan más de la mitad de grado de daño. Los otros tratamientos reportaron datos superiores. Indicando un relativo mejor efecto éste tratamiento.

Para las semanas 6, 7 y 8; también se realizaron análisis de varianza; los cuales no reportaron ninguna diferencia; los coeficientes de variación con valores adecuados y todos los tratamientos con el mismo efecto fungistático, ninguno mejor que otro.

Para las semanas 9, 10 y 11, no se hizo análisis, considerando que los datos fueron bastante uniformes y alrededor del 100% de severidad.

Considerando datos de severidad, éstos indican que el efecto fungistático de los productos orgánicos utilizados es efectivo hasta la semana #3; por lo tanto se podría repetir la aplicación luego de éste tiempo, para mantener en niveles bajos la incidencia y severidad de la Sigatoka.

### 7.3 PROMEDIO DE PÚSTULAS POR PLANTA

Para la variable Promedio de pústulas por planta de Sigatoka en Banano; también se tomó el dato durante once (11) semanas a intervalos de 15 días, a partir de la semana 2, después de aplicación. Los datos y sus análisis se presentan en el anexo.

En el tabla 9, se presenta el resumen de los análisis de varianza realizados; no hubo necesidad de transformar datos.

**Tabla 9** Resumen de la variable Promedio de pústulas por planta en el control de Sigatoka negra, en Banano, Parcelamiento Caballo Blanco, Retalhuleu.

Lectura	Significativo	Coficiente Variación	Mejor tratamiento, estadístico	MENOR PROMEDIO (# pust/planta)
Semana 2	s/a	s/a	Todos iguales	0
Semana 4	No	24.65%	Todos iguales	17 (B. subtilis)
Semana 6	Si	22.48%	<i>Melaleuca alternifolia</i>	283
Semana 8	No	20.00%	Todos iguales	599 (B. subtilis)
Semana 10	No	1.41%	Todos iguales	1032 (B. subtilis)

Referencia: s/a= Sin andeva

Para las lecturas de la semana #2 no se realizó análisis de varianza, ya que los datos reportaron valores de cero, por lo tanto se deduce que todos los tratamientos mostraron el mismo efecto.

Para la semana #4, los datos ya mostraron variación y se realizó el análisis de varianza, el cual reportó que no existe diferencia significativa entre tratamientos, el coeficiente de variación estuvo alrededor de 20%. A pesar que no muestran diferencia marcada, el tratamiento que mostró el menor número promedio de pústulas por planta fue cuando se aplicó *B. subtilis*.

En la semana #6, los resultados del andeva si mostraron diferencia estadística y los mejores tratamientos fueron cuando se aplicó *M. alternifolia* y *B. subtilis*.

Ya para las semanas #8 y #10 los análisis de varianza no mostraron diferencia alguna. Todos los tratamientos con similar efecto, sin embargo con cierta ventaja el *B. subtilis*, con menor cantidad de pústulas por planta en promedio.

La severidad de la enfermedad, ocurre como consecuencia del número de pústulas por planta en promedio; por lo tanto los resultados manifiestan la misma tendencia. Daño de Sigatoka a partir de la segunda o tercer semana.

#### **7.4 TASA DE INFECCIÓN (cm<sup>2</sup>/día)**

Para la variable Tasa de infección medida en cm<sup>2</sup>/día, de Sigatoka en Banano; se tomó datos durante once (11) semanas, considerando el diferencial entre semanas vecinas, iniciando entre la semana 2 y semana 1, posteriormente el diferencial entre la semana 3 y la semana 2, así sucesivamente hasta llegar a la semana 11. Los datos y sus análisis se presentan en el anexo.

En la tabla 10, se presenta el resumen de los análisis de varianza realizados;

Se utilizó la transformación  $\sqrt{(x+1)}$ , considerando la existencia de valores de cero; por lo tanto los análisis de varianza responden a datos transformados:

**Tabla 10** Resumen de la variable Tasa de Infección (cm<sup>2</sup>/día) en el control de Sigatoka negra, en Banano, Parcelamiento Caballo Blanco, Retalhuleu.

Lectura	Significativo	Coficiente Variación	Mejor tratamiento "Estadísticamente"	Tasa infección MÍNIMA (Cm <sup>2</sup> /día)
Semana 2	s/a	s/a	Todos iguales	0
Semana 3	s/a	s/a	Todos iguales	0
Semana 4	s/a	s/a	Todos iguales	0
Semana 5	Si	31%	<i>M. alternifolia</i>	1.78
Semana 6	No	35%	Todos iguales	9.4 ( <i>M. alternifolia</i> )
Semana 7	No	30.1%	Todos iguales	38.75 ( <i>B. subtilis</i> )
Semana 8	No	27.57%	Todos iguales	41.28 ( <i>B. subtilis</i> )
Semana 9	Si	27.64%	<i>B. subtilis</i>	13.39
Semana 10	Si	47.23%	Aceite mineral	0.0
Semana 11	s/a	s/a	Simple inspección	0 (Aceite mineral) 0 (Testigo)

Referencia: s/a= Sin andeva.

Para las lecturas de la semana #2, #3 y #4 no se realizó análisis de varianza, ya que los datos reportaron valores de cero, por lo tanto se deduce que todos los tratamientos se comportaron de la misma manera.

Para la semana #5, si se realizó andeva, reportando diferencia significativa, siendo el mejor tratamiento *M. alternifolia*.

Para las semanas #6, #7 y #8, también se realizó el respectivo andeva, no reportando diferencia estadística significativa entre tratamientos; predominando con menor tasa de infección el *B. subtilis*.

En las semanas #9 y #10, el andeva si mostró diferencia estadística significativa; las menores tasas se presentaron donde se aplicó *B. subtilis* y Aceite mineral al 5%; respectivamente.

En la semana #11 ya no se realizó andeva, en virtud que ya no existieron tasas de infección (valores de cero); se entiende que a ésta semana ya la enfermedad está totalmente establecida.

Se puede notar el comportamiento de la enfermedad que en la medida que avanza el tiempo, las tasas de infección van disminuyendo, hasta llegar a cero.

## 7.5 AREA BAJO LA CURVA DEL PROGRESO DE LA ENFERMEDAD (ABCPE)

Para la determinación de ésta variable, área bajo la curva del progreso de la enfermedad, se utilizó el programa ABCPE-n versión 2.0 del colegio de Postgraduados Campus Montecillo que permite calcular el área bajo la curva del progreso de la enfermedad.

Los datos utilizados en el programa son los porcentajes de severidad promedio por semana. Se realizaron lecturas de los cuatro tratamientos durante 70 días, para ello se tomaron escalas de 0 a 100, donde 0 representa una plantación con nula intensidad de daño y 100% representa la más alta escala de intensidad de daño causado por el hongo.

**Tabla 11** Resumen de la variable Severidad por cada tratamiento evaluado en el control de Sigatoka negra, en Banano, Parcelamiento Caballo Blanco, Retalhuleu.

SEMANA	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Melaleuca alternifolia</i>	Aceite mineral al 5%	Testigo
1	0%	0%	0%	0%
2	0%	0%	0%	0%
3	30%	40%	40%	40%
4	41%	40%	40%	44%
5	62%	66%	68%	75%
6	75%	76%	81%	81%
7	83%	85%	90%	90%
8	90%	90%	95%	93%
9	91%	94%	100%	97%
10	99%	99%	100%	100%
11	100%	100%	100%	100%

**Tabla 12.** Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad total por tratamiento.

Tratamiento	ABCPE Total
<i>Bacillus subtilis</i>	61.00
<i>Melaleuca alternifolia</i>	62.73
Aceite mineral al 5%	64.91
Testigo	65.46

Como se puede observar el ABCPE mayor se obtuvo usando el tratamiento 4, mientras que el ABCPE menor lo obtuvo el tratamiento 1, sin embargo estas diferencias son pequeñas y se recomienda en otras investigaciones realizar un análisis de varianza para identificar posibles diferencias estadísticas significativas.

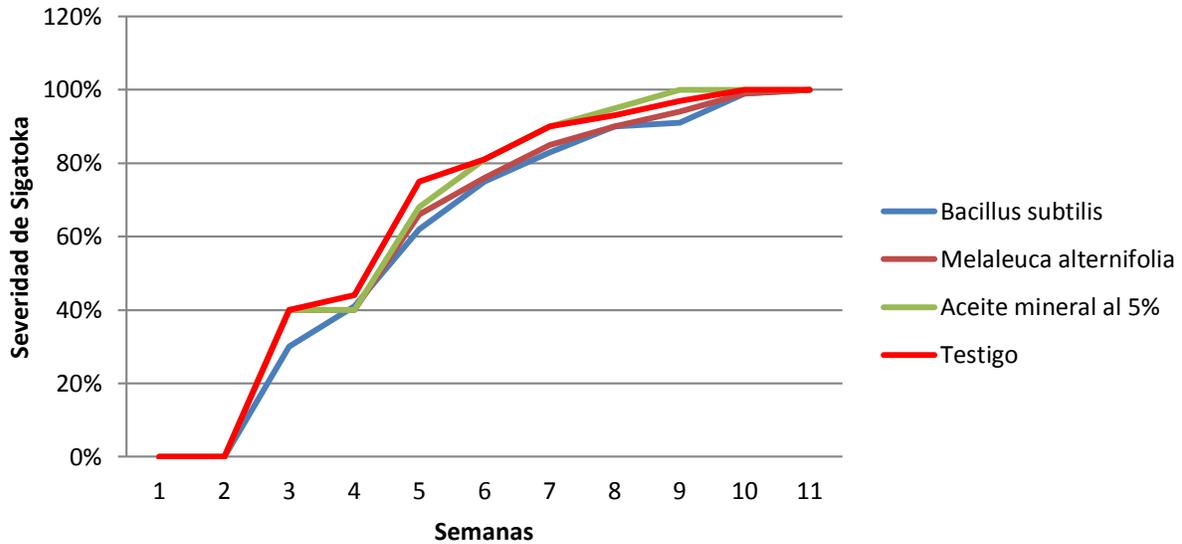
De acuerdo a Guzmán (2012), tradicionalmente, estas prácticas sanitarias se han limitado a la eliminación periódica (cada una o dos semanas) de las hojas o porciones de estas con lesiones avanzadas de la enfermedad (manchas con halo clorótico) idealmente antes de que liberen la mayor cantidad de inóculo.

El control biológico de la Sigatoka negra representa un gran reto, debido a factores como la agresividad del patógeno, la naturaleza policíclica de la enfermedad, la alta susceptibilidad de los clones utilizados en las plantaciones, la presencia de plantas en todos los estados de desarrollo en todo momento y la producción continua de tejido susceptible a infección (una hoja nueva cada 6-10 días).

El control biológico de la Sigatoka negra ha recibido relativamente poca atención debido a la disponibilidad de fungicidas altamente efectivos, así como al poco interés por desarrollar métodos alternativos de control y a la carencia de apoyo económico para financiar la investigación.

De acuerdo a Vega (2006). En invernadero, las cepas J7 y J11 presentaron los menores porcentajes ponderados de infección con 0.70 y 0.88%, respectivamente, sobre el desarrollo de *M. fijiensis*, repercutiendo en un mejor control de la enfermedad, por lo que se sugiere evaluarlas bajo condiciones de campo.

Sin embargo en la presente investigación no fue así ya que el uso de controladores biológicos no ayuda a controlar la enfermedad de acuerdo al cuadro anterior. La gráfica 5 identifica el comportamiento de la enfermedad de acuerdo al ABCPE.



**FIGURA 5.** Curva de severidad acumulada de Sigatoka del banano bajo efecto de los diferentes tratamientos.

En la figura anterior se puede notar de una manera explícita la diferencia del efecto de cada producto orgánico, comparativamente con el control o testigo. Como se observa, al inicio ningún tratamiento presentó severidad. Sin embargo, a partir de la semana 3 (14 días) se comenzó a observar que cada semana tuvo un incremento de severidad en todos los tratamientos, siendo el tratamiento 3 quien llegó al 100% antes que los demás, seguido del tratamiento testigo.

### **ANALISIS DE COSTOS**

Se realizó un análisis de costos por cada tratamiento durante el presente estudio, el cual se detalla a continuación:

**Tabla 13** Costos generales para cada producto utilizado en el estudio del efecto de diferentes fungistáticos sobre la Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano. Unidad de medida: Una hectárea

<b>Ingredientes Activos</b>	<b>Costo US\$/L</b>	<b>Dosis litros</b>	<b>US \$ Costo/Ha</b>
<i>Bacillus subtilis</i>	\$ 8.23	1L	<b>\$8.23/Ha</b>
<i>Melaleuca alternifolia</i>	\$ 34	0.4L	<b>\$13.6/Ha</b>
Aceite mineral al 5%	\$ 12	1L	<b>\$12.0/Ha</b>
Testigo	\$ 0.0	0L	<b>\$0.0/Ha</b>

Según cuadro anterior, se puede ver que cuando se usa el *Bacillus subtilis* se tiene un costo de US \$ 8.23/Ha; mientras que cuando se utiliza *Melaleuca alternifolia* el costo es de US \$ 13.6/Ha. Se puede ver que si bien ambas moléculas producen un buen efecto fungistático en la Sigatoka, la decisión recae en el más económico, que para éste caso es *Bacillus subtilis* que tiene un costo menor al *Melaleuca alternifolia*.

## 8. CONCLUSIONES

- ✓ No se observaron diferencias estadísticas significativas de los tratamientos en cuanto a la incidencia y severidad de Sigatoka. Se obtuvieron efectos significativos únicamente en la semana 2 y 3 después de aplicación, donde el tratamiento *Bacillus subtilis* y *Melaleuca alternifolia*, tuvieron mayor efecto sobre la enfermedad. Posteriormente no hubo control.
- ✓ Para la variable promedio de pústulas por planta, el menor número se encontró en el tratamiento donde se aplicó *B. subtilis*. Sin embargo, al final del estudio ya no se observó control de las pústulas.
- ✓ Durante las primeras 8 semanas (56 días) después de aplicados los productos fungistáticos, la tasa de infección fue variable para los diferentes tratamientos, estabilizándose ya en la semana 9 (63 días), cuando alcanzó su máximo de incidencia y severidad.
- ✓ El tratamiento que menor área bajo la curva (ABC) presentó durante toda la epidemia fue el tratamiento con *Bacillus subtilis*. Sin embargo, no se observó un control total de la enfermedad al final del estudio.

## **9. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar investigaciones para el control de Sigatoka negra en banano proponiendo distintos productos alternativos como biocontroladores y extractos naturales diferentes a los evaluados en la presente tesis, ya que no mostraron controlar la enfermedad, con el fin de encontrar nuevas opciones para ser incorporados a los planes de control de la enfermedad.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, E. A. (2013). *Estado del arte y opciones de manejo de Moko y Sigatoka Negra en America Latina y el Caribe*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de Guatemala: <http://www.fao.org/3/a-as124s.pdf>
- Aquino, S. a. (2016). *Agrospray F*. Km.27 carretera al Pacifico, Amatitlan Ciudad de Guatemala: Consultado 12 de Septiembre del 2016.
- banana, I. (2006). *Todo sobre banano*. Costa Rica: Consultado 29 de Agosto del 2016: [www.bananalink.org.uk/es/content/todo-sobre-los-bananos](http://www.bananalink.org.uk/es/content/todo-sobre-los-bananos).
- Banasa, S. (2016). *Presipitacion pluvial (2011-2016)*. Guatemala: Consultado 05 de Septiembre del 2016.
- Barrios, S. U. (2008). *controles internos a considerar en las pérdidas ocasionadas por un desastre natural en una empresa productora de banano*. Guatemala; Consultado 09 de septiembre del 2016: biblioteca CUNOC.
- Bayer, C. u. (2013). *Serenade 1.34 SC*. Bogota D.C., Colombia: Consultado 06 de Septiembre del 2016.
- Biomor, I. L. (2014). *Timorex Gold control completo de la sigatoka negra stockton group*. Las condes, Santiago, Chile: Consultado 07 de Septiembre del 2016: Syngenta, copyright del grupo stockton 2010.
- Bonilla, M. H. (2015). *Evaluación de progamas fitosanitarios para el control de sagatoka negra (mycosphaerella fijensis morelet) en el cultivo de banano en la blanca ocos san marcos*. Guatemala: consultado 02 de Septiembre del 2016.
- Casasola, M. S. (2015). *EVALUACIÓN DE TIPOS DE TRAMPA PARA LA CAPTURA DE Cosmopolites sordidus EN EL CULTIVO DE BANANO; IZABAL*. Zacapa: Consultado 29 de Agosto del 2016.
- Castillo, G. M. (2011). *Control biológico y cultural de la Sigatoka-Negra Sección de Fitopatología, Dirección de Investigaciones, CORBANA S.A. Apdo. 390-7210, Guápiles, Costa Rica. E-mail: mguzman@corbana.co.cr*. COSTA RICA: Consultado 11 de septiembre del 2016: [https://www.researchgate.net/publication/266021147\\_Control\\_biologico\\_y\\_cultural\\_de\\_la\\_sigatoka-negra](https://www.researchgate.net/publication/266021147_Control_biologico_y_cultural_de_la_sigatoka-negra).
- Corbana. (2009). *Protocolo para el manejo fitosanitario y nutricional del banano sometido a un sistema de buenas prácticas agrícolas*. Costa Rica: Consultado 02 de septiembre del 2016.

- CropLifeLA. (2015). *Sigatoka Negra*. Costa Rica: Consultado 05 de Septiembre del 2016: <http://www.croplifela.org/es/proteccion-de-cultivos/plaga-del-mes/sigatoka-negra.html>.
- CropLifela, p. d. (2015). *sigatoka negra*. costa rica: Consultado 05 de Septiembre del 2016: <http://www.croplifela.org/es/proteccion-de-cultivos/plaga-del-mes/sigatoka-negra.html>.
- Culebro, I. M. (2016). *Consulta personal BANASA S.A.* Guatemala: Consultado 26 de Agosto del 2016.
- Espinoza, S. J. (2015). *Control Quimico y Biologico para el control de Mycosphaerella spp., del cultivo de Banano en condiciones de laboratorio*. Machala: Consultado 01 de Septiembre del 2016.
- García, J. (04 de Julio de 2018). Modificacion de las formulas de las variables del anteproyecto de tesis evaluacion de tres fungistaticos organicos para la retencion de sigatoka negra en el cultivo de banano . (J. E. Lopez, Entrevistador)
- Gavilan, J. (2006). *principales plagas y enfermedades del banano*. Colombia: Consultado 08 de Septiembre del 2016: <http://www.galeon.com/bananasite/plagas.html>.
- Guzmán. (11 de Agosto de 2012). (PDF) *control biologico y cultural de la Sigatoka negra*. Recuperado el 09 de Agosto de 2018, de [https://www.researchgate.net/publication/266021147\\_Control\\_biologico\\_y\\_cultural\\_de\\_la\\_sigatoka-negra](https://www.researchgate.net/publication/266021147_Control_biologico_y_cultural_de_la_sigatoka-negra)
- infoagro. (2010). *cultivo de banano parte 1*. Guatemala: Consultado 06 de Septiembre del 2016: [http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tropicales/platano.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/platano.htm).
- Jimenes, J. (2011). *Evaluacion del efecto sobre Sigatoka nega, en hojas separadas de banano, cavendish (variedad williams), del extracto de melaleuca alternifolia en 3 zonas del litoral Ecuatoriano*. Ecuador: Consultado 08 de Agosto del 2016.
- Knight, R. J. (2005). *sigatoka negra bananero y plataneros*. Costa Rica: Consultado 07 de Septiembre del 2016: <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/ascomycetes/Pages/BlackSigatokaEspanol.aspx>.
- Landi vlezaca. (2012). *Control de sigatoka negra mycosphaerella fijiensis mediante la prueba de la hoja simple con la aplicacion de cuatro fungicidas orgánicos, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Machala, Ecuador*. Ecuador: consultado 17 de septiembre del 2016.

- Pimentel. (2011). *manejo integrado del cultivo de banano*. Perú: Consultado 16 de septiembre del 2016: [es.scribd.com/doc/108015925/PRODUCTO-FRUTICOLA-BANANO](http://es.scribd.com/doc/108015925/PRODUCTO-FRUTICOLA-BANANO).
- Reyes, I. A. (2011). *Documento de consulta de Sigatoka Negra*. Guatemala: Consultado 12 de Septiembre del 2016.
- Rodríguez, i. U. (2012). *ASISTENCIA TÉCNICA DIRIGIDA EN COSECHA Y POST*. Perú: Consultado 03 de Septiembre del 2016:  
<http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/009-b-banano.pdf>.
- Sandoval, U. M. (2008). *controles internos a considerar en las perdidas ocasionadas por un desastre natural en una empresa productora de banano*. Guatemala: Consultado 10 de Septiembre del 2016: biblioteca cunoc.
- Sitún, A. (2005). *Investigacion Agricola. Guia de Estudio Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA- 137 p*. Recuperado el 14 de Julio de 2018
- Solís, A. A. (2016). *Consulta personal fungicidas biológicos*. Guatemala: consultado 18 de Agosto del 2016.
- Vega. (2006). *Condiciones bajo invernadero de la sigatoka negra*. Recuperado el 11 de Agosto de 2018, de <http://www.redalyc.org/html/612/61224203/>
- Yangali, J. y. (2014). *La sigatoka negra en el Ecuador*. Ecuador: Consultado 13 de Septiembre del 2016: Seminario internacional metodoligia para la evaluacion de prueba de eficacia para plaguicidas en los pricipales cultivos del Ecuador.

## 11. ANEXO

### DATOS DE CAMPO

#### A) PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE SIGATOKA EN BANANO

Porcentaje de Incidencia de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 1)

---

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Melaleuca alternifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Aceite mineral al 5%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Testigo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

---

Porcentaje de Incidencia de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 2)

---

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Melaleuca alternifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Aceite mineral al 5%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Testigo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

---

Porcentaje de Incidencia de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 3)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	0.0	67.0	87.0	100.0	64.0
<i>Melaleuca alternifolia</i>	13.0	73.0	93.0	100.0	70.0
Aceite mineral al 5%	7.0	40.0	67.0	93.0	52.0
Testigo	20.0	73.0	87.0	80.0	65.0

ANÁLISIS DE VARIANZA, para el Porcentaje de Incidencia de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu. Datos transformados a través del Arcoseno

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>P &gt; f 5%</b>
Tratamiento	3	511.24	170.41	2.69	0.092 ns
Bloque	4	8697.78	2174.44	34.41	0.000 *
Error	12	758.16	63.18	----	----
Total	19	9967.19	-----	----	----

C. V. = 14.78 %

Porcentaje de Incidencia de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 4)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	60	100	93	100	89
<i>Melaleuca alternifolia</i>	87	93	100	100	95
Aceite mineral al 5%	100	67	100	100	92
Testigo	87	87	100	100	94

ANÁLISIS DE VARIANZA, para el Porcentaje de Incidencia de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu. Datos transformados a través del Arcoseno

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>P &gt; f 5%</b>
Tratamiento	3	74.59	24.86	0.19	0.897 ns
Bloque	4	1313.18	328.29	2.57	0.091 ns
Error	12	1529.59	127.46	----	----
Total	19	2917.36	-----	----	----
C. V. = 14.39 %					

Porcentaje de Incidencia de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 5)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	93	100	100	100	98
<i>Melaleuca alternifolia</i>	100	100	100	100	100
Aceite mineral al 5%	100	100	100	100	100
Testigo	93	100	100	100	98

Porcentaje de Incidencia de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 6)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	100	100	100	100	100
<i>Melaleuca alternifolia</i>	100	100	100	100	100
Aceite mineral al 5%	100	100	100	100	100
Testigo	100	100	100	100	100

Porcentaje de Incidencia de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 7)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	100	100	100	100	100
<i>Melaleuca alternifolia</i>	100	100	100	100	100
Aceite mineral al 5%	100	100	100	100	100
Testigo	100	100	100	100	100

Porcentaje de Incidencia de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 8)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	100	100	100	100	100
<i>Melaleuca alternifolia</i>	100	100	100	100	100
Aceite mineral al 5%	100	100	100	100	100
Testigo	100	100	100	100	100

Porcentaje de Incidencia de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 9)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Basilus subtilis</i>	100	100	100	100	100
<i>Melaleuca alternifolia</i>	100	100	100	100	100
Aceite mineral al 5%	100	100	100	100	100
Testigo	100	100	100	100	100

Porcentaje de Incidencia de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 10)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	100	100	100	100	100
<i>Melaleuca alternifolia</i>	100	100	100	100	100
Aceite mineral al 5%	100	100	100	100	100
Testigo	100	100	100	100	100

Porcentaje de Incidencia de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 11)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	100	100	100	100	100
<i>Melaleuca alternifolia</i>	100	100	100	100	100
Aceite mineral al 5%	100	100	100	100	100
Testigo	100	100	100	100	100

## B) PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE SIGATOKA EN BANANO

Porcentaje de severidad de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 1)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	0	0	0	0	0
<i>Melaleuca alternifolia</i>	0	0	0	0	0
Aceite mineral al 5%	0	0	0	0	0
Testigo	0	0	0	0	0

Porcentaje de severidad de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 2)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	0	0	0	0	0
<i>Melaleuca alternifolia</i>	0	0	0	0	0
Aceite mineral al 5%	0	0	0	0	0
Testigo	0	0	0	0	0

Porcentaje de severidad de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 3)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	0	40	40	40	35
<i>Melaleuca alternifolia</i>	40	40	40	40	35
Aceite mineral al 5%	40	40	40	40	35
Testigo	40	40	40	40	35

Porcentaje de severidad de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 4)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	40	41	40	41	41
<i>Melaleuca alternifolia</i>	40	40	40	40	40
Aceite mineral al 5%	40	40	41	40	40
Testigo	42	47	46	43	45

ANALISIS DE VARIANZA, para el porcentaje de severidad de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu. Datos transformados a través del Arcoseno

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>P &gt; f 5%</b>
Tratamiento	3	215.15	71.71	1.46	0.274 ns
Bloque	4	404.90	101.22	2.06	0.149 ns
Error	12	589.40	49.11	----	----
Total	19	1209.45	-----	----	----

C. V. = 18.49 %

Porcentaje de severidad de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 5)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	43	56	71	80	63
<i>Melaleuca alternifolia</i>	58	62	64	81	67
Aceite mineral al 5%	65	72	58	77	68
Testigo	67	76	71	85	75

ANALISIS DE VARIANZA, para el porcentaje de severidad de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu. Datos transformados a través del Arcoseno

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>P &gt; f 5%</b>
Tratamiento	3	148.12	49.37	3.82	0.039 *
Bloque	4	426.89	106.72	8.27	0.002 *
Error	12	154.82	12.90	----	----
Total	19	729.84	-----	----	----

C. V. = 06.44 %

PRUEBA DE TUKEY al 5%, para el porcentaje de severidad de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
4) Testigo	60.04	A
3) Aceite mineral al 5%	55.65	A
2) <i>Melaleuca alternifolia</i>	54.75	A
1) <i>Bacillus subtilis</i>	52.56	B

Alfa =5% Tukey = 6.74

Porcentaje de severidad de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 6)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	58	65	87	91	75
<i>Melaleuca alternifolia</i>	68	73	79	84	76
Aceite mineral al 5%	81	84	76	81	81
Testigo	74	77	85	90	82

ANALISIS DE VARIANZA, para el porcentaje de severidad de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu. Datos transformados a través del Arcoseno

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>P &gt; f 5%</b>
Tratamiento	3	64.03	21.34	1.04	0.408 ns
Bloque	4	312.40	78.10	3.84	0.031 *
Error	12	244.07	20.33	----	----
Total	19	620.50	-----	----	----

C. V. = 7.20 %

Porcentaje de severidad de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 7)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	74	68	95	93	83
<i>Melaleuca alternifolia</i>	74	80	93	93	85
Aceite mineral al 5%	88	91	88	93	90
Testigo	85	92	89	92	90

ANALISIS DE VARIANZA, para el porcentaje de severidad de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu. Datos transformados a través del Arcoseno

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>P &gt; f 5%</b>
Tratamiento	3	98.42	32.80	1.47	0.272 ns
Bloque	4	312.43	78.10	3.50	0.041 *
Error	12	267.78	22.31	----	----
Total	19	678.64	-----	----	----

C. V. = 6.81 %

Porcentaje de severidad de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 8)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	76	83	100	99	90
<i>Melaleuca alternifolia</i>	80	83	97	98	90
Aceite mineral al 5%	96	97	93	94	95
Testigo	87	90	98	98	94

ANALISIS DE VARIANZA, para el porcentaje de severidad de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu. Datos transformados a través del Arcoseno

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>P &gt; f 5%</b>
Tratamiento	3	62.03	20.67	0.5562	0.657 ns
Bloque	4	599.22	149.80	4.02	0.027 *
Error	12	446.14	37.17	----	----
Total	19	1107.40	-----	----	----

C. V. = 8.12 %

Porcentaje de severidad de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 9)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	80	85	100	99	91
<i>Melaleuca alternifolia</i>	85	90	100	100	94
Aceite mineral al 5%	100	100	100	100	100
Testigo	92	97	100	100	97

Porcentaje de severidad de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 10)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	98	99	100	100	99
<i>Melaleuca alternifolia</i>	98	100	100	100	99
Aceite mineral al 5%	100	100	100	100	100
Testigo	100	100	100	100	100

Porcentaje de severidad de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

Datos en porcentajes. (Semana 11)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	100	100	100	100	100
<i>Melaleuca alternifolia</i>	100	100	100	100	100
Aceite mineral al 5%	100	100	100	100	100
Testigo	100	100	100	100	100

### C). PROMEDIO DE PÚSTULAS POR PLANTA EN SIGATOKA EN BANANO

Promedio de pústulas por planta de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

(Semana 2)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Melaleuca alternifolia</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aceite mineral al 5%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Testigo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Promedio de pústulas por planta de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

(Semana 4)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	6.80	26.80	11.40	26.20	17.80
<i>Melaleuca alternifolia</i>	10.60	23.40	11.40	27.00	18.10
Aceite mineral al 5%	22.60	16.40	24.40	24.60	22.00
Testigo	17.00	22.40	24.80	27.40	22.90

ANALISIS DE VARIANZA, para el Promedio de pústulas por planta de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>P &gt; f</b>	<b>5%</b>
Tratamiento	3	102.66	34.22	1.37	0.296	ns
Bloque	4	324.24	81.06	3.26	0.049	*
Error	12	297.90	24.82	----	----	
Total	19	724.81	-----	----	----	

C. V. = 24.65 %

Promedio de pústulas por planta de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

(Semana 6)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	48.00	112.60	525.00	576.00	315.40
<i>Melaleuca alternifolia</i>	79.20	139.00	349.00	564.40	282.90
Aceite mineral al 5%	377.20	363.20	366.00	705.80	453.05
Testigo	237.80	557.00	667.80	880.00	585.65

ANALISIS DE VARIANZA, para el Promedio de pústulas por planta de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>P &gt; f</b>	<b>5%</b>
Tratamiento	3	289038.50	96346.16	11.38	0.001	*
Bloque	4	569192.75	142298.18	16.80	0.000	*
Error	12	101591.75	8465.97	----	----	
Total	19	959823.00	-----	----	----	

C. V. = 22.48 %

PRUEBA DE TUKEY al 5%, para el Promedio de pústulas por planta de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
4) Testigo	585.65	A
3) Aceite mineral al 5%	453.04	A
2) <i>Melaleuca alternifolia</i>	282.90	B
1) <i>Bacillus subtilis</i>	315.39	B

Alfa =5% Tukey = 172.82

Promedio de pústulas por planta de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

(Semana 8)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	138.80	233.60	1050.00	973.60	599.00
<i>Melaleuca alternifolia</i>	208.60	449.60	758.00	1006.00	605.55
Aceite mineral al 5%	580.00	856.80	956.60	939.00	833.10
Testigo	590.00	764.60	1012.60	1001.00	842.05

ANALISIS DE VARIANZA, para el Promedio de pústulas por planta de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>P &gt; f 5%</b>
Tratamiento	3	277131	92377.00	4.41	0.056 ns
Bloque	4	1018379	254594.75	12.16	0.000 *
Error	12	251108	20925.66	----	----
Total	19	1546618	-----	----	----

C. V. = 20.00 %

Promedio de pústulas por planta de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

(Semana 10)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	979.00	1050.00	1050.00	1050.00	1032.25
<i>Melaleuca alternifolia</i>	1039.20	1050.00	1050.00	1050.00	1047.30
Aceite mineral al 5%	1050.00	1050.00	1050.00	1050.00	1050.00
Testigo	1050.00	1050.00	1050.00	1050.00	1050.00

ANALISIS DE VARIANZA, para el Promedio de pústulas por planta de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>P &gt; f 5%</b>
Tratamiento	3	1090	363.33	1.66	0.226 ns
Bloque	4	1254	313.50	1.43	0.280 ns
Error	12	2614	217.83	----	----
Total	19	4958	-----	----	----

C. V. = 01.41 %

#### D). TASA DE INFECCIÓN (Cm<sup>2</sup>/día) DE SIGATOKA EN BANANO

Tasa de infección (cm<sup>2</sup>/día) de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

(Semana 2 – Semana 1)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	0	0	0	0	0
<i>Melaleuca alternifolia</i>	0	0	0	0	0
Aceite mineral al 5%	0	0	0	0	0
Testigo	0	0	0	0	0

Tasa de infección (cm<sup>2</sup>/día) de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

(Semana 3 – Semana 2)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	0	0	0	0	0
<i>Melaleuca alternifolia</i>	0	0	0	0	0
Aceite mineral al 5%	0	0	0	0	0
Testigo	0	0	0	0	0

Tasa de infección (cm<sup>2</sup>/día) de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

(Semana 4– Semana 3)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	0	0	0	0	0
<i>Melaleuca alternifolia</i>	0	0	0	0	0
Aceite mineral al 5%	0	0	0	0	0
Testigo	0	1	0	0	0

Tasa de infección (cm<sup>2</sup>/día) de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

(Semana 5– Semana 4)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	0.0	0.29	3.14	2.57	1.5
<i>Melaleuca alternifolia</i>	0.14	0.14	0.57	6.29	1.78
Aceite mineral al 5%	1.00	2.57	3.14	0.43	1.78
Testigo	3.14	4.14	4.57	5.43	4.32

ANALISIS DE VARIANZA, para la Tasa de infección (cm<sup>2</sup>/día) de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu. Datos transformados  $\sqrt{(x+1)}$

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>P &gt; f 5%</b>
Tratamiento	3	2.93	0.97	3.61	0.045 *
Bloque	4	2.04	0.51	1.88	0.177 ns
Error	12	3.24	0.27	----	----
Total	19	8.22	-----	----	----

C. V. = 31.30 %

PRUEBA DE TUKEY al 5%, para la Tasa de infección de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
<b>4) Testigo</b>	2.28	A
<b>3) Aceite mineral al 5%</b>	1.63	A
<b>2) <i>Bacillus subtilis</i></b>	1.45	A
<b>1) <i>Melaleuca alternifolia</i></b>	1.27	B

Alfa =5% Tukey = 0.9760

Tasa de infección (cm<sup>2</sup>/día) de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

(Semana 6– Semana 5)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	0.00	0.43	21.86	21.71	11.00
<i>Melaleuca alternifolia</i>	1.29	0.14	11.14	25.00	9.39
Aceite mineral al 5%	7.29	25.71	6.71	16.71	14.11
Testigo	1.43	18.86	14.43	64.14	24.71

ANALISIS DE VARIANZA, para la Tasa de infección (cm<sup>2</sup>/día) de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu. Datos transformados  $\sqrt{(x+1)}$

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>P &gt; f 5%</b>
Tratamiento	3	10.99	3.66	2.21	0.138 ns
Bloque	4	31.45	7.86	4.75	0.016 *
Error	12	19.83	1.65	----	----
Total	19	62.29	-----	----	----

C. V. = 35.62 %

Tasa de infección (cm<sup>2</sup>/día) de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

(Semana 7– Semana 6)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	1.29	1.71	67.29	84.71	38.75
<i>Melaleuca alternifolia</i>	21.29	7.57	60.14	87.14	44.04
Aceite mineral al 5%	44.14	47.43	40.71	31.29	40.89
Testigo	15.00	33.29	70.57	38.57	39.36

ANALISIS DE VARIANZA, para la Tasa de infección (cm<sup>2</sup>/día) de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu. Datos transformados  $\sqrt{(x+1)}$

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>P &gt; f 5%</b>
Tratamiento	3	3.37	1.12	0.31	0.815 ns
Bloque	4	47.21	11.80	3.31	0.051 ns
Error	12	42.69	3.55	----	----
Total	19	93.27	-----	----	----

C. V. = 30.10

Tasa de infección (cm<sup>2</sup>/día) de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

(Semana 8– Semana 7)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	11.43	1.71	67.29	84.71	41.29
<i>Melaleuca alternifolia</i>	21.29	7.57	60.14	87.14	4404
Aceite mineral al 5%	44.14	47.43	40.71	31.29	4089
Testigo	15.00	33.29	70.57	48.43	41.82

ANALISIS DE VARIANZA, para la Tasa de infección (cm<sup>2</sup>/día) de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu. Datos transformados  $\sqrt{(x+1)}$

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>P &gt; f 5%</b>
Tratamiento	3	1.49	0.49	0.16	0.915 ns
Bloque	4	42.94	10.73	3.62	0.037 *
Error	12	35.54	2.96	----	----
Total	19	79.98	-----	----	----

C. V. = 27.57 %

Tasa de infección (cm<sup>2</sup>/día) de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

(Semana 9– Semana 8)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	13.00	31.00	0.00	9.57	13.39
<i>Melaleuca alternifolia</i>	8.00	77.29	37.43	20.14	35.71
Aceite mineral al 5%	57.86	41.43	60.57	42.43	50.57
Testigo	48.57	29.43	18.29	11.14	26.86

ANALISIS DE VARIANZA, para la Tasa de infección (cm<sup>2</sup>/día) de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu. Datos transformados  $\sqrt{(x+1)}$

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>P &gt; f 5%</b>
Tratamiento	3	34.42	11.47	5.22	0.015 *
Bloque	4	9.88	2.47	1.12	0.391 ns
Error	12	26.35	2.19	----	----
Total	19	70.66	-----	----	----

C. V. = 27.64 %

PRUEBA DE TUKEY al 5%, para la Tasa de infección de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
<b>3) Aceite mineral al 5%</b>	7.15	A
<b>2) <i>Melaleuca alternifolia</i></b>	5.66	A
<b>4) Testigo</b>	5.14	A
<b>1) <i>Bacillus subtilis</i></b>	3.48	B

Alfa =5% Tukey = 2.77

Tasa de infección (cm<sup>2</sup>/día) de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

(Semana 10– Semana 9)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	50.00	90.57	0.00	11.43	38.00
<i>Melaleuca alternifolia</i>	74.00	43.43	0.00	0.00	29.36
Aceite mineral al 5%	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00
Testigo	44.43	28.71	0.00	0.00	18.29

ANALISIS DE VARIANZA, para la Tasa de infección (cm<sup>2</sup>/día) de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu. Datos transformados  $\sqrt{(x+1)}$

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>P &gt; f 5%</b>
Tratamiento	3	56.25	18.75	6.16	0.009 *
Bloque	4	82.09	20.32	6.74	0.005 *
Error	12	36.49	3.04	----	----
Total	19	174.83	-----	----	----

C. V. = 47.23 %

PRUEBA DE TUKEY al 5%, para la Tasa de infección de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
<b>1) <i>Bacillus subtilis</i></b>	5.49	A
<b>2) <i>Melaleuca alternifolia</i></b>	4.56	A
<b>4) Testigo</b>	3.70	A
<b>3) Aceite mineral</b>	1.00	B

Alfa =5% Tukey = 3.27

Tasa de infección (cm<sup>2</sup>/día) de Sigatoka negra (*M. fijiensis*) en banano, bajo el efecto de diferentes fungistáticos, Caballo Blanco, Retalhuleu.

(Semana 11– Semana 10)

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V
<i>Bacillus subtilis</i>	61.43	2.14	0.00	0.00	15.89
<i>Melaleuca alternifolia</i>	27.71	4.29	0.00	0.00	8.00
Aceite mineral al 5%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Testigo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00