



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA**  
**MODALIDAD SEMIPRESENCIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

Proyecto de Investigación previo a  
la obtención del título de Ingeniero  
Agropecuario.

**TEMA**

**EFECTO DE LA ALTURA DE VUELO EN APLICACIÓN AÉREA, EN  
ÁREAS INFLUENCIADAS POR OBSTÁCULOS PARA EL CONTROL DE  
LA SIGATOKA NEGRA EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa spp.*)  
CANTÓN VINCES**

**AUTOR**

JOSE FERNANDO CRUZ TORRICO

**DIRECTOR**

ING. FREDDY AGUSTIN SABANDO ÁVILA, M.Sc.

**QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR**

**2016**

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

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

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

---

JOSE FERNANDO CRUZ TORRICO

## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE PROYECTO**

El suscrito, Ing. FREDDY AGUSTIN SABANDO ÁVILA, MSc, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante JOSE FERNANDO CRUZ TORRICO, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **“EFECTO DE LA ALTURA DE VUELO EN APLICACIÓN AÉREA, EN ÁREAS INFLUENCIADAS POR OBSTÁCULOS PARA EL CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa spp.*) CANTÓN VINCES”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

ING. FREDDY AGUSTIN SABANDO ÁVILA, MSc  
**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO  
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA  
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL  
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

**EFECTO DE LA ALTURA DE VUELO EN APLICACIÓN AÉREA, EN ÁREAS  
INFLUENCIADAS POR OBSTÁCULOS PARA EL CONTROL DE LA  
SIGATOKA NEGRA EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa spp.*) CANTÓN  
VINCES**

Presentado a la comisión académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

**Aprobado:**

---

Ing. Francisco Espinosa Carrillo, M.Sc.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Freddy Guevara Santana, M. Sc.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Lcdo. Héctor Castillo Vera, M. Sc.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Quevedo – Los Ríos - Ecuador

2016

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmallar en los problemas que se me presentaron, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia, especialmente a mi padre por su apoyo, consejos y comprensión en los momentos difíciles; a mi esposa y a mis queridos hijos que fueron el pilar fundamental en todo lo que soy ya que han hecho fortalecer mis valores, principios, carácter, mi empeño, perseverancia para conseguir mis objetivos.

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa buena que esperar”

*José Cruz Torrico*

## **AGRADECIMIENTO**

El autor de la presente investigación deja constancia de su agradecimiento a:

Dr. Eduardo Diaz Ocampo, M.Sc. Rector de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por su apoyo a la educación.

A la Ing. Guadalupe Del Pilar Murillo Campuzano, M.Sc. Vicerrectora Académica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por su aporte diario de trabajo constante que ha tenido sus frutos, en beneficio de los estudiantes.

A la Ing. Mariana Reyes Bermeo M.Sc. Directora de la Unidad de Estudios a Distancia, por la eficiencia y responsabilidad al frente de esta unidad Académica.

Al Ing. Karina Plua Panta, M.Sc., Coordinadora de la Carrera de ingeniería Agropecuaria.

A mi director del proyecto de investigación Ing. Freddy Sabando M.Sc. por haber depositado su confianza en mí para culminar con éxito esta investigación.

## INDICE

	<b>Pág.</b>
<b>Portada</b>	<b>i</b>
<b>Declaración de autoría y cesión de derechos</b>	<b>ii</b>
<b>Certificación del director de tesis</b>	<b>iii</b>
<b>Certificado del tribunal de tesis</b>	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimiento</b>	<b>vi</b>
<b>Resumen</b>	<b>xii</b>
<b>Abstrac</b>	<b>xiii</b>

### **CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL DE INVESTIGACIÓN**

1.1.	Introducción	1
1.2.	Objetivo General	5
1.2.1.	Objetivos Específicos	5

### **CAPÍTULO II MARCO TEORICO**

2.1.	El banano en el Ecuador	10
2.2.	Origen del banano	10
2.2.1.	Historia del banano en el Ecuador	11
2.2.2.	Sigatoka negra en el Ecuador	12
2.2.3.	Agente causal: <i>Mycosphaerella fijiensis</i>	13
2.2.4.	Síntoma de la enfermedad	13
2.2.5.	Mecanismos de resistencia de las enfermedades	13
2.3.	Manejo de la enfermedad	13
2.3.1.	Control genético	13
2.3.2.	Control biológico	14
2.3.3.	Control químico	14

2.3.4.	Fungicida sistêmico	14
2.3.5.	Fungicida sistêmico locales	14
2.3.6.	Fungicida protectantes	15

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

3.1.	Materiales y métodos	19
3.1.1.	Localización y duración del experimento	19
3.2.	Tipos de investigación	19
3.3.	Métodos de investigación	19
3.4.	Manejo del experimento	21
3.5.	Variable evaluadas	21
3.5.1.	Estado evolutivo de tercera y cuarta hoja	21
3.5.2.	Stover de 0 y total de hojas	21
3.5.3.	Stover 10 semanas y total de hojas	21
3.6.	Fuentes de recopilación de información	22

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

4.1.	Estado evolutivo 3ra y 4ta hoja	26
4.2.	Stover de 0 semanas y total de hojas (TH)	27
4.3.	Stover de 10 semanas y total de hojas (TH)	28

### **CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1.	Conclusiones	31
5.2.	Recomendaciones	32

### **CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFIA**

6.1.	Literatura Citada	34
------	-------------------	----

## **CAPÍTULO VII ANEXOS**

7.1.	Anexos	38
7.2.	Fotos de la investigación	41

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla		Pág.
1	Condiciones meteorológicas de la zona en estudio	19
2	Esquema del experimento	20
3	Esquema del análisis de variancia.	22
4	Estado evolutivo de 3er y 4ta hojas	23
5	Stover plantas 0 semanas	27
6	Stover plantas 0 semanas	28
7	Estado evolutivo 10 semanas	29

## CÓDIGO DUBLIN

<b>Título:</b>	“Efecto de la altura de vuelo en aplicación aérea, en áreas influenciadas por obstáculos para el control de la Sigatoka Negra en el cultivo de banano ( <i>musa spp.</i> ) cantón Vinces”		
<b>Autor:</b>	<b>JOSE FERNANDO CRUZ TORRICO</b>		
<b>Palabras claves:</b>	Stover	Sigatoka	frecuencias
<b>Fecha de publicación:</b>			
<b>editorial</b>			
<b>Resumen</b>	<p>El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de la altura de vuelo en aplicación aérea, en áreas influenciadas por obstáculos para el control de la sigatoka negra en el cultivo de banano (<i>Musa spp</i>) Cantón Vinces, cuya ubicación geográfica se encuentra a una altitud de 28 msnm. Sus coordenadas geográficas son 70°21' longitud Oeste y 1°06' latitud Sur. Se utilizó un diseño de bloques completos al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, los resultados indican que existió alta significancia estadística para los tratamientos y repeticiones en las variables evaluadas, en el estado evolutivo de la 3ra y 4ta hoja la infección más alta en ambas hojas de presentan con el tratamiento T3 a una altura de 25m, con valores de 351,25 para 3ra y 387,50 para 4ta, en cambio los valores más bajos de niveles de infección se presentan en el tratamiento Testigo con valores de 192,25 en 3ra y de 213 en 4ta, en el stover de 0 semanas y total de hojas (TH) en todas las variables (HVLE, HVLQ, HVLQ 5% y TH) el mejor resultado lo muestra las aplicaciones realizadas a 5 m que en todos los casos es superior estadísticamente a los valores de los demás tratamientos, con valores de HVLE 10,93, HVLQ 15,08, HVLQ 5% 15,35 y TH 16, en el Stover de 10 semanas y total de hojas (TH), en todas las variables (HVLE, HVLQ, HVLQ 5% y TH) el mejor resultado lo muestra las aplicaciones realizadas a 5 m que en todos los casos es superior estadísticamente a los valores de los demás tratamientos, con valores de HVLE 4,08, HVLQ 10,00, HVLQ 5% 10,58 y TH 11.</p>		
<b>Descripción</b>			
<b>URL</b>			

## Resumen y palabras claves

El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de la altura de vuelo en aplicación aérea, en áreas influenciadas por obstáculos para el control de la sigatoka negra en el cultivo de banano (*Musa spp*) Cantón Vinces, cuya ubicación geográfica se encuentra a una altitud de 28 msnm. Sus coordenadas geográficas son 70°21' longitud Oeste y 1°06' latitud Sur. Se utilizó un diseño de bloques completo al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, los resultados indican que existió alta significancia estadística para los tratamientos y repeticiones en las variables evaluadas, en el estado evolutivo de la 3ra y 4ta hoja la infección más alta en ambas hojas se presentan con el tratamiento T3 a una altura de 25m, con valores de 351,25 para 3ra y 387,50 para 4ta, en cambio los valores más bajos de niveles de infección se presentan en el tratamiento Testigo con valores de 192,25 en 3ra y de 213 en 4ta, en el stover de 0 semanas y total de hojas (TH) en todas las variables (HVLE, HVLQ, HVLQ 5% y TH) el mejor resultado lo muestra las aplicaciones realizadas a 5 m que en todos los casos es superior estadísticamente a los valores de los demás tratamientos, con valores de HVLE 10,93, HVLQ 15,08, HVLQ 5% 15,35 y TH 16, en el Stover de 10 semanas y total de hojas (TH), en todas las variables (HVLE, HVLQ, HVLQ 5% y TH) el mejor resultado lo muestra las aplicaciones realizadas a 5 m que en todos los casos es superior estadísticamente a los valores de los demás tratamientos, con valores de HVLE 4,08, HVLQ 10,00, HVLQ 5% 10,58 y TH 11.

**Palabras claves:** Stover, Sigatoka, alturas

## Abstrac and Keywords

The aim of this research was to determine the effect of the flight altitude aerial application, influenced by obstacles to the control of black sigatoka in banana growing (*Musa spp*) Vines Canton areas, whose geographical location is a altitude of 28 meters. Its geographical coordinates are 70 ° 21 'west longitude, 1 ° 06' South latitude. design complete block at random (DBCA) with four treatments and four replications was used, the results indicate that there was a high statistical significance for the treatments and repetitions in the evaluated variables, in the evolutionary state of the 3rd and 4th leaf infection higher in both sheets presented with T3 treatment at a height of 25m, with values of 351.25 to 387.50 for 4th-3rd- and instead the lowest values of levels of infection occur in the control treatment values from 192.25 at 3rd and 213 in the 4th, in the stover 0 weeks and full of leaves (TH) in all variables (HVLE, HVLQ, HVLQ 5% TH) the best result shows the applications made 5 m in all cases is statistically superior to the values of the other treatments, with values HVLE 10.93, 15.08 HVLQ, 15.35 HVLQ 5% and TH 16, Stover 10 weeks and total leaves (TH) in all variables (HVLE, HVLQ, HVLQ 5% TH) the best result shows the applications made 5 m in all cases is statistically superior to the values of other treatments, with values HVLE 4.08, HVLQ 10.00, 10.58 HVLQ 5% and TH 11.

**Keywords:** Stover, Sigatoka, heights

## Introducción

El cultivo del banano es uno de los más importantes a nivel mundial, por ser el alimento básico de millones de personas en los países tropicales en vías de desarrollo y constituye una importante fuente de ingreso para los mercados locales e internacionales.

La Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) es la enfermedad más importante que afecta la producción comercial de bananos y plátanos (*Musa spp.*) en la mayoría de las regiones productoras del mundo. La enfermedad es originaria del sudeste asiático y en el continente americano, se identificó por primera vez en Honduras en el año de 1972, desde donde se diseminó a todos los países bananeros de América Central, América del Sur, América del Norte y algunas islas del Caribe (1).

Las manchas de las hojas de los bananos y plátanos causadas por *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, agente causal de la Sigatoka negra o raya negra y por *Mycosphaerella musicola* Leach ex Mulder, el agente causal de la Sigatoka, pueden considerarse desde el punto de vista económico las dos enfermedades más serias del género *Musa*.

Ambos patógenos atacan las hojas dando lugar a necrosis, a la disminución del tejido con actividad fotosintética y de los rendimientos brutos. Causan además la madurez prematura de los frutos, lo cual representa pérdidas importantes del rendimiento neto exportable (2).

La Sigatoka negra ha ocasionado graves pérdidas en la producción comercial de bananos y ha modificado el manejo de las plantaciones, principalmente los programas de control químico. Esto ha traído como consecuencia un incremento en los costos de producción del cultivo

La variabilidad del clima ha hecho que la Sigatoka negra tenga un comportamiento diverso, por lo que la enfermedad ha sido más severa en las plantaciones comerciales de la provincia de Los Ríos

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

## **1.1. Problema de Investigación**

Las manchas de las hojas de los bananos y plátanos causadas por *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, agente causal de la Sigatoka negra o raya negra y por *Mycosphaerella musicola* Leach ex Mulder, el agente causal de la Sigatoka, pueden considerarse desde el punto de vista económico las dos enfermedades más serias del género Musa.

Ambos patógenos atacan las hojas dando lugar a necrosis, a la disminución del tejido con actividad fotosintética y de los rendimientos brutos. Causan además la madurez prematura de los frutos, lo cual representa pérdidas importantes del rendimiento neto exportable

En el Ecuador existen más de 200.000 Ha de banano ubicadas principalmente en la región Litoral o Costa, particularmente en las provincias de Los Ríos (45.000 Ha), Guayas (43.000 Ha) y El Oro (44.000 Ha); unas con alta tecnología y otras de mediana a baja tecnologías

### **1.1.1. Planteamiento del problema**

La industria bananera ecuatoriana genera en promedio 20 millones de dólares semanales siendo el soporte directo de más de 200.000 personas, constituyéndose como una fuente de trabajo y de ingresos para miles de familias tanto del campo como de la ciudad, que laboran en las diferentes actividades, que van desde la siembra, el manejo y control fitosanitario de las plantaciones, llegando al corte y traslado de la fruta a las empacadoras

La Sigatoka negra ha ocasionado pérdidas en la producción comercial de bananos y ha modificado el manejo de las plantaciones, principalmente los programas de control químico, esto ha traído como consecuencia un incremento en los costos de producción del cultivo fluctuando hasta en un 40% de incremento al presupuesto anual, cabe indicar que esto varía independientemente a la zona donde se pierde el control de la enfermedad.

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

¿Qué incidencia tiene la altura de vuelo en la aplicación aérea, en áreas influenciadas por obstáculos para el control de la sigatoka negra en el cultivo de banano (*Musa* spp) Cantón Vinces?

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

El desarrollo de la Sigatoka negra está estrechamente relacionado al crecimiento de la planta hospedera. Existen métodos de control de la enfermedad, como el legal, físico, cultural, biológico, y químico; siendo este último el más utilizado en la actividad bananera. Sin embargo, este método es muy cuestionado ya que los problemas de resistencia a las moléculas utilizadas, está en incremento, por tal motivo la eficiencia de esta alternativa de control cada vez es menor

De las observaciones realizadas para determinar las causas del grado de severidad de la Sigatoka negra, señalamos las siguientes:

- Aplicación inadecuada de la fumigación aérea
- Equipos mal calibrados que ocasionan malas coberturas foliar y de área
- Irrespeto de las condiciones meteorológicas especificadas para el control de la Sigatoka negra.
- Adquisición ilícita de plaguicidas para el control de a Sigatoka negra.

## **1.2.Objetivos**

### **1.2.1. General**

Determinar el efecto de la altura de vuelo en aplicación aérea, en áreas influenciadas por obstáculos para el control de la sigatoka negra en el cultivo de banano (*Musa spp*) Cantón Vinces.

### **1.2.2. Específicos**

- Evidenciar las normas de manejo en las frecuencias de aplicación para el control de la Sigatoka negra
- Identificar los factores que inciden en el control de Sigatoka negra para mejorar las coberturas foliar y de área.
- Implementar al programa tentativo anual la utilización adecuada de agroquímicos sistémicos y protectantes para el control de Sigatoka negra en época de invierno considerando el grado de severidad de la plantación.

### 1.3. Justificación

El objetivo principal de este estudio hace referencia a la determinación de las causas del grado de severidad de la Sigatoka negra. Así mismo, se debe complementar esta opción con la aplicación de técnicas biológicas, que repercutirá favorablemente en los estudios epidemiológicos y en la definición de estrategias de control de la enfermedad, que sin duda estarán basadas en un manejo integrado de los diferentes métodos.

Los costos de producción en las áreas de Sigatoka negra han aumentado en más de cuatro veces en relación con los de Sigatoka amarilla. En el Ecuador existen más de 200.000 Ha de banano ubicadas principalmente en la región Litoral o Costa, particularmente en las provincias de Los Ríos (45.000 Ha), Guayas (43.000 Ha) y El Oro (44.000 Ha); unas con alta tecnología y otras de mediana a baja tecnologías.

La variabilidad del clima ha hecho que la Sigatoka negra tenga un comportamiento diverso, por lo que la enfermedad ha sido más severa en las plantaciones comerciales de la provincia de Los Ríos.

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

La Sigatoka negra ha ocasionado graves pérdidas en la producción comercial de bananos y ha modificado el manejo de las plantaciones. En la actualidad, el combate de la Sigatoka negra en bananos depende principalmente de la aplicación continua de fungicidas. Esta situación, hace necesario la búsqueda de nuevas alternativas amigables con el medio ambiente.

Es indispensable tener una acertada aplicación aérea del fungicida para el control de la enfermedad por medio de fumigación aérea, por tal motivo es necesario conocer la altura de vuelo indicada para obtener mejores resultados.

**CAPÍTULO II**  
**FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## 2.1. Marco Conceptual

Los cultivos de banano constituyen para el Ecuador fuentes generadores de divisas, trabajo y alimento. Se cultiva en unas 100 mil hectáreas, distribuidas principalmente en el litoral, entre cultivos a pequeña y mediana escala. La producción comercial de estos cultivos involucra varios aspectos, entre ellos los relacionados al combate de enfermedades, y entre estas la conocida como “Sigatoka Negra”, cuya etiología la constituye un hongo denominado *Mycosphaerella fijiensis* var *difformis* Muider y Stover, Moneret (*Paracercospora fijiensis* (Morelet) Deithong). (3).

Dicha enfermedad presente, constituye uno de los principales problemas fitopatológicos de la producción de banano ya que por la seriedad de su incidencia ocasiona bajos o ningún rendimiento y altos costos por las características de su combate. Las estadísticas referidas a la producción de frutas indican que el banano ocupa el segundo lugar en importancia en divisas para el país, es la fruta de mayor consumo per cápita en Argentina y en EE.UU. (3).

Recordando lo anteriormente expuesto, el agente causal de la Sigatoka Negra es un hongo que se encuentra en la naturaleza bajo dos formas diferentes: en estado asexual o perfecto representado por *Mycosphaerella fijiensis* var *difformis* Muider y Stover y en estado asexual o imperfecto *Paracercospora fijiensis* (Morelet) Deighton, constituyendo ambas, fases diferentes de un mismo individuo. (3).

El hongo en su fase sexual forma una estructura denominada pseudotecio (peritecio) globoso, color marrón a pardo oscuro y entre 47 y 85 micras de diámetro, presentando en su parte posterior un poro denominado óstriolo, internamente se encuentran las ascas (especie de sacos) numerosas y bitunicadas con 8 ascosporadas hialinas, uniseptadas, bicelulares, fusiformes (alargadas) y ligeramente estreñidas a nivel de las septas y de dimensiones 12.5 a 16.5 micras de largo por 2.5 a 3.8 de ancho. (3).

En su fase asexual, el hongo no siempre forma una agrupación de células irregulares denominada estroma, el cual es de color marrón a pardo oliva. A partir de este se forman de 2 a 8 conidioforos en fascículos, cilíndricos, rectos o geniculados en sus extremos, con 4-5 septas y hasta con 3-4 cicatrices en algunos de ellos, de 25 micras de largo por 3-4 de ancho. A partir de estos se originan conidios subhialinos o clavados (mazo invertido),

cilíndricos, septados, de 20 a 32 micras de largo por 1.5 a 2.0 de ancho. Cuando los conidios están maduros se desprenden de los conidioforos quedando una cicatriz moderadamente visible en la célula conidiógena y otra en la base del conidio (4).

Los conductores son los responsables directos de desenvolverse apropiadamente en el tránsito. Es necesario que tengan la capacidad de reacción ante situaciones inesperadas y que sepan principalmente interpretar la información adecuadamente para enfrentar cualquier imprevisto y así dar con soluciones. (4).

Los primeros síntomas aparecen en las hojas más viejas dependiendo de la severidad de la infección pudiera ser a partir de la segunda y tercera hoja. A fin de facilitar la observación de estos síntomas, sobre todo cuando se hacen evaluaciones de incidencia con el objetivo de proceder a un control químico, se han establecido seis estadios para el avance de los síntomas: (4).

**Estado 1:** Corresponde a una pequeña decoloración aproximadamente 1 mm de largo, clorótica o amarilla en la fase inicial y visible únicamente en el envés de la hoja. Para observarla, debe exponerse el envés de la hoja a la luz, ya que al trasluz no puede determinarse (1).

**Estado 2:** La decoloración se convierte en una estría de 2-3 mm de largo, pudiendo esta ser observada tanto en el envés como en el haz de la hoja. A esta fase se le denomina comúnmente “pizca” (1).

**Estado 3:** La estría aumenta sus dimensiones haciéndose más larga y más ancha. Es a partir de esta fase cuando aparecen los conidioforos los cuales dan lugar a la producción de conidios.

**Estado 4:** Este se presenta como una mancha oval que toma una coloración marrón o pardo oscuro en el envés y negra en el haz de la hoja.

**Estado 5:** Se caracteriza por ser una mancha totalmente negra con tendencia elíptica y rodeada por un halo amarillo cuyo centro empieza a deprimirse.

**Estado 6:** Si el desarrollo de la enfermedad llega a alcanzar esta fase, el centro de la mancha se seca y llega a ser blanco-grisáceo, en el que pueden apreciarse claramente la presencia de peritecios (1).

### **2.1.1. El banano en el Ecuador**

En la economía Ecuatoriana la producción bananera juega un papel trascendental ya que representa para el país el segundo rubro en importancia económica después del petróleo. El Ecuador cuenta con un área total cultivada de 300,000Ha. Las que producen un volumen de exportación de 3.947,002 TM. Durante los últimos años la actividad bananera registra un marcado crecimiento en sus exportaciones con un record de ventas (5)

El manejo de Sigatoka negra consiste en disminuir las generaciones cruzadas de los diferentes estados de desarrollo de este hongo por la aplicación de fungicidas originales con diferentes modos y mecanismos de acción a frecuencias oportunas para romper el ciclo biológico de la enfermedad y por la ejecución de labores agronómicas de sanidad y nutrición vegetal. (6).

La enfermedad de la Sigatoka negra es particularmente devastadora. Bajo condiciones favorables, la necrosis de las hojas puede reducir los rendimientos de 35 - 50%,(22), generalmente es necesario mantener una cantidad mínima de cinco hojas en la planta hasta el tiempo de cosecha para que la calidad de las frutas sea estable durante el transporte. Las frutas de plantas gravemente enfermas son propensas a ablandarse prematura e irregularmente. Esto constituye una preocupación grave para los que producen fruto para exportación debido a las exigencias rígidas de los consumidores en los países desarrollados (5).

### **2.1.2. Origen del banano**

Siendo incluso uno de los primeros alimentos del hombre primitivo. Muchas teorías rodean al origen del banano siendo la más aceptada su origen de Asia meridional, siendo conocida desde 650 E.C en lugares como el mediterráneo. Donde da su primer comienzo como planta de cultivo masivo (6).

El origen exacto del banano no es completamente claro. El antropólogo, doctor Herbert Spiden escribió: “Es más probable que el banano alimenticio sea oriundo de las húmedas regiones tropicales del sur de Asia, incluyendo el noreste de la India, Burma, Cambodia y partes de la china del Sur, así como las islas mayores de Sumatra, Java, Borneo, las Filipinas y Formosa. En estos lugares las variedades sin semillas del verdadero banano de consumo doméstico se encuentra en estado silvestre, aunque es probable que hayan simplemente escapado de los cultivos (6).

Parece lo introdujeron a Egipto y África antiguos mercaderes de oriente. La variedad de banano que predomina en el mercado mundial, la Gros Michel, probablemente la trajo al Nuevo Mundo un botánico Francés, François Pouat, alrededor de 1836. Las viejas crónicas españolas atestiguan que la llegada de los conquistadores al trópico del nuevo Mundo encontraron plátano para comer cocido en 1504, fecha en que la ciudad de Santo Domingo, La primera capital de la América Hispana, se fundó en la isla Española (6).

### **2.1.3. Historia del banano en el Ecuador**

Según las más viejas estadísticas, se conoce que el Ecuador se inició en la exportación de banano en el año 1910, año en que se informa exporto 71.617 racimos de más de 100 libras. El Estado Ecuatoriano ha intervenido en la actividad bananera desde que inicia el cultivo en gran escala.

En nuestro país la verdadera comercialización bananera se inicia en la década de 1950, aunque en la Provincia de El Oro se tiene registro de su producción desde 1925 comercializando hacia los mercados de Perú y Chile (7).

En los primeros años el comercio del banano constituía un riesgo por la carencia de las vías de comunicación, no disponíamos de carreteras, lo poco que se recolectaba de las fincas procedentes de cultivos de carácter domestico se lo transportaba en acémilas hasta las estaciones ferroviarias y por vía fluvial hasta los puertos de embarque (7).

El inicio del “boom” bananero en el Ecuador comienza allá por 1944 y 1948. El historiador Rodolfo Pérez Pimentel narra que a consecuencia de un furioso huracán que azotó la costa del Caribe y destruyó las plantaciones de esta fruta en los países productores de Centro

América, el señor Clemente Yerovi (posteriormente Presidente de la República) vio la oportunidad para los agricultores del Litoral y tuvo el acierto de solicitar al gobierno del presidente en funciones, Galo Plaza, la concesión de un préstamo de 22 millones de sucres para el cultivo de la fruta. (8).

#### **2.1.4. Sigatoka negra en el Ecuador**

En Ecuador se detectó la Sigatoka Negra por primera vez en 1987 en las haciendas Timbre, Flamingo y Victoria, localizadas en la provincia de Esmeraldas. La enfermedad se encuentra en todo el territorio e inclusive en pequeñas áreas cultivadas en las islas Galápagos (1).

La Sigatoka negra es el principal problema fitopatológico del cultivo de banano y plátano en América Latina, Asia y África. Esta es causada por el hongo ascomiceto *M. fijiensis*, que entre sus características biológicas se encuentra una alta producción de ascosporas y un alto número de ciclos sexuales. Debido a esto, el patógeno tiene una elevada tasa de colonización de tejidos que le permite predominar sobre otras enfermedades foliares del banano menos agresivas (1).

El cultivo del banano es afectado por una variedad de plagas y enfermedades entre ellas, la sigatoka negra, la sigatoka negra apareció en Ecuador en el año 1987 reemplazando a la sigatoka amarilla de menor severidad, para el año 1992 ya estaba diseminada en todas las zonas bananeras del país, su severidad se incrementó a medida que pasaba el tiempo los ciclos de aplicación aérea se incrementaron entre el 40 y 100% del 2007 al 2010 en adelante los costos se incrementaron en la misma proporción en casos severos la producción puede perderse entre el 40 y 100% (9).

Altera la fisiología de la planta, reduciendo su capacidad fotosintética al destruir el tejido foliar a través del desarrollo de manchas necróticas que afectan el desarrollo del racimo ocasionando considerables pérdidas en la producción. Causa severos daños en el follaje disminuyendo la respiración y la acción fotosintética de la planta. Como consecuencia hay una reducción del rendimiento entre un 50 y 100% y la maduración prematura de la fruta cosechada (9).

### **2.1.5. Agente causal: *Mycosphaerella fijiensis***

El hongo ascomiceto *M. fijiensis* es el agente causal de la enfermedad conocida como Sigatoka Negra en banano y plátano. Es un organismo heterotálico con ciclos de reproducción sexual y asexual. El término heterotálico se refiere a una especie constituida por individuos autoestériles (autoincompatibles), que para la reproducción sexual requieren la unión de gametos compatibles, sin considerar la presencia de ambos órganos reproductores, masculinos y femeninos, en el mismo individuo. Pero, puede también referirse a una especie en la cual los sexos se presentan en talos separados, de modo que para efectuar la reproducción sexual se requieren dos talos diferentes (10).

### **2.1.6. Síntomas de la enfermedad**

Los primeros síntomas de la enfermedad de la Sigatoka negra son manchas cloróticas muy pequeñas que aparecen en la superficie inferior de la tercera o cuarta hoja abierta. El color de las rayas va haciéndose más oscuro, algunas veces con un matiz púrpura, y visible en la superficie superior. Cuando el grado de severidad de la enfermedad es alto, grandes áreas de la hoja pueden ennegrecer y lucir empapadas (11).

### **2.1.7. Mecanismos de resistencia de las enfermedades**

Las plantas superiores cuentan con varios mecanismos de defensa que son inducibles al ocurrir las interacciones planta-patógeno. Muchas de estas respuestas son el resultado de la activación en la transcripción de genes específicos (11).

### **2.1.8. Manejo de la Enfermedad**

- **Control genético**

La Sigatoka negra se favorece por la alta susceptibilidad de los principales clones de banano y plátano utilizados en explotaciones comerciales, lo que dificulta el manejo del problema. Por ello, la resistencia genética es una de las mejores alternativas para su control. Sin embargo, la obtención de materiales resistentes a la sigatoka negra con características de rendimiento y calidad aceptables, es un trabajo difícil y lento(12).

- **Control biológico**

Sobre este método ya se han realizado algunas investigaciones que demuestran su potencial como parte del manejo integrado de la sigatoka negra. Sin embargo, aún se necesita estudiar y comprender algunos aspectos de la biología de los microorganismos antagonistas empleados en este tipo de control (13).

- **Control químico**

En los países donde se ha presentado la Sigatoka negra, el control químico se ha realizado utilizando fungicidas sistémicos, sistémicos locales y protectantes(13).

- **Fungicidas sistémicos**

Estos fungicidas tienen la capacidad de penetrar los tejidos y de ser movilizados a otras partes de la planta, contando con un modo de acción muy específico que interfiere con la síntesis de los esteroides. Estos fungicidas tienen la ventaja de no ser lavados por las lluvias, lo que permite reducir el número de tratamientos anuales y de ser compatibles con soluciones aceitosas y acuosas empleadas como adyuvantes (14).

- **Fungicidas sistémicos locales**

Este es un grupo intermedio de fungicidas, los cuales penetran en las hojas pero no se traspasan al resto de la planta. El Tridemorph (Calixin) es el único fungicida utilizado en banano, que se incluye en este grupo. Pertenece a la familia química de las Morfolinas, cuyo modo de acción se encuentra entre los inhibidores de la biosíntesis del ergosterol (EBI's) (15).

Actúa en dos etapas diferentes de la biosíntesis de los ergosteroides, por lo que la generación de cepas resistentes a este fungicida es menos probable. Posee la ventaja de que no se ha encontrado resistencia cruzada a los triazoles, lo que permite que pueda ser empleado en la rotación de fungicidas con modo de acción distintos (15).

- **Fungicidas protectantes**

La función básica de estos fungicidas es la de prevención, donde la planta es cubierta por el producto, formando una capa superficial sobre las hojas, sin penetrar en ellas. El hongo al ponerse en contacto con el ingrediente activo del fungicida no se desarrolla, por lo tanto, no penetra en las células del tejido foliar (16).

El uso comercial de un fungicida durante algunos años, puede generar poblaciones de patógenos que no son lo suficientemente sensibles para ser controlados adecuadamente. Ellos aparecen generalmente, como una respuesta al uso repetitivo del fungicida o al uso de otros fungicidas químicos relacionados y/o con un mecanismo bioquímico de acción fúngico similar. Las poblaciones del patógeno que desarrollan la resistencia a un fungicida pueden llegar a ser simultáneamente y automáticamente resistentes a otros fungicidas que son afectados por la misma mutación del gen, siguiendo el mismo mecanismo de la resistencia (16).

- **Altura de aplicación**

La aplicación aérea es un sistema que requiere un alto nivel tanto de organización como de conocimientos técnicos, para así aprovechar todas las ventajas que ofrece. La uniformidad de la distribución en aplicaciones aéreas no es tan fácil de lograr como en un equipo de espalda o tractorizado. Esto básicamente debido a que con equipos terrestres se puede dirigir la aplicación, con un equipo aéreo no es posible (17).

A mayor altura de emisión, las gotas demoraran más para caer y por lo tanto están más tiempo expuesta a perdidas, especialmente por evaporación y arrastre.

A menor altura, las gotas no tienen suficiente espacio y tiempo para desarrollar su energía, impactando rápidamente sobre lo primero que encuentran, trayendo como consecuencia traslapes inadecuados y por ende, un deterioro en la distribución pasada tras pasada. En las aplicaciones en banano por ejemplo, se trabaja normalmente a mayor altura, pero trabajan con un tamaño de gota controlado, aplican solo en condiciones adecuadas para que haya mínimas perdidas, los aviones son calibrados con regularidad. Siempre la altura de vuelo

debe ser un compromiso entre un ancho de vuelo correcto productividad y la eficiencia biológica (17).

## **Marco referencial**

### **2.1.9. Investigaciones relacionadas en control de Sigatoka negra**

La Sigatoka Negra, causada por el hongo (*Mycosphaerella fijiensis*) es considerada como la más seria amenaza para la producción del cultivo de banano por sus efectos altamente destructivos sobre el follaje de las plantas y las graves consecuencias que esto tiene para la cantidad y calidad de la fruta. La presente investigación se realizó en los predios del Sr. Rubén Zeas localizada en el km 5 de la vía Valencia –Quevedo, provincia de Los Ríos, cuyas coordenadas geográficas son, latitud sur: 1°06'00" –latitud Oeste: 79°29'00" a una altura de 73 msnm. Se planteó como objetivo general: Evaluar el efecto de los fungicidas orgánicos Sonata, Serenade, Max-Fun, para el control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano (Musa AAA). Los objetivos específicos: Evaluar el porcentaje de residualidad que causan los fungicidas orgánicos protectantes mediante el tiempo en el cultivo de banano; Determinar la eficacia de los fungicidas orgánicos Sonata, Serenade, Max-Fun, mediante la infestación de la Sigatoka Negra en el cultivo; Establecer el efecto de los fungicidas en el ritmo de emisión foliar. Sujeto a las siguientes hipótesis: H1. Uno de los fungicidas orgánicos alcanzara mayor efecto choque sobre la enfermedad; H2. Uno de los tratamientos lograra un periodo residual mayor sobre la enfermedad. Los tratamientos en estudio estuvieron constituidos por el testigo absoluto T1, el fungicida Max-Fun T2 en dosis de 2 lit/ha, Serenade en la dosis de 2 lit/ha y Sonata en la dosis de 2 lit/ha. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, la prueba de rangos múltiples fue de Tukey ( $P < 0,05$ ). En la variable de residualidad obtuvimos los siguientes resultados a los 49 días: El T1 presento un promedio de 29.20 a, el T2 presento un promedio de 65.93 b, El T3 presento un promedio de 65.60b, y el T4 presento un promedio de 75.27 c. En la variable de eficacia: El T1 reporto un promedio de 78.68 c, el T2 reporto un promedio de 37.61 b, el T3 Reporto un promedio de 37.49 b, y el T4 reporto un promedio de 32.13 a. (13).

La presente investigación, consiste en mantener un control de Sigatoka Negra con ayuda de extractos de "*Melaleuca alternifolia*" asociándolo con múltiples factores entre

ellos el número de aplicaciones, el solvente más apropiado, la tecnología utilizada (bombas de mochila a motor con boquillas electroestáticas) y la concentración del extracto más efectiva para el control de la enfermedad. El objetivo principal del estudio fue monitorear el agente causal de la enfermedad Sigatoka Negra en banano mediante evaluaciones semanales en campo. Los objetivos específicos del trabajo han sido los siguientes: (i) Determinar los días de intercambio entre síntomas de la enfermedad Sigatoka Negra. (ii) Evaluar el índice de severidad de la enfermedad. El efecto del extracto de *Melaleuca Alternifolia* sobre el patógeno se evaluó semanalmente en campo con la metodología de STOVER. Las provincias seleccionadas en donde se realizaron los ensayos fueron Guayas, Los Ríos y El Oro y la metodología aplicada fue la identificación de cada uno de los individuos a evaluarse, se hizo también una división en el estrato aéreo la planta nivel bajo hoja #8 donde se encontraron manchas, nivel medio hoja #5 se observaron estrías y por último nivel alto hoja #3 donde existían puntos negros causados por *Micosphaerella fijiensis*, la aplicación del producto se hizo con bombas a motor usando boquillas convencionales y boquillas electroestáticas el solvente utilizado fue agua y una emulsión de aceite agrícola al 40% para cada uno de los tratamientos y como soluto se aplicó el extracto en 3 concentraciones 300cc, 400cc, 500cc, 0cc donde también se tomó en cuenta la frecuencia de aplicación ya que se realizaron 3 y en cada tratamiento se observaron 10 réplicas, las plantas evaluadas tuvieron características tales como altura entre 1,5 y 2 metros y en estado vegetativo. El estudio reveló que el extracto de *Melaleuca Alternifolia* ejerce un control sobre el patógeno en las tres provincias evaluadas y los factores estudiados en este ensayo aportaron también al control de la enfermedad. (14).

**CAPITULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización

La presente investigación se realizó en el cantón Vinces, provincia de los Ríos, que se encuentra a una altitud de 28 msnm. Sus coordenadas geográficas son 70°21' longitud Oeste y 1°06' latitud Sur. La investigación tuvo una duración de 120 días.

**Tabla 1.- Condiciones meteorológicas de la zona en estudio**

Parámetros	Promedios
Temperatura ° C	26,5
Humedad relativa %	74,68
Heliófanía h/luz/mes	76,33
Precipitación mm	921,14
Clima	Húmedo T
Topografía	Regular

Fuente: Estación Agro meteorológica de INAMHI, ubicada en la estación de Experimental Pichilingue INIAP 2015.

### 3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es experimento de campo, en virtud de que el objeto de este tipo de investigación es valorar los resultados en razón de los objetivos propuestos para el mismo, con el fin de tomar decisiones sobre su proyección y programación para un futuro.

### 3.3. Métodos de investigación

#### 3.3.1. Estado evolutivo de tercera y cuarta hoja

El muestreo está basado en observaciones de los síntomas de la enfermedad (estados evolutivos) en la 3ra. Y 4ta. Hoja en plantas diferentes. Las plantas escogidas para el muestreo son plantas próximas a la floración (parición). Si se muestrean resiembras o plantas huérfanas se indicaran en la hoja de datos, es preferible no hacerlo.

Localizar al azar las plantas a muestrear (a 25 pasos normales del arco pintado, perpendicular al cable vía) próximas a la floración y cortar las hojas a evaluar en su parte apical (50 cm. Aproximadamente).

El envés de la hoja a inspeccionar debe ser limpiada usando una franela húmeda e inspeccionar los 40 cm partiendo del ápice, especialmente inspeccionar la banda de aproximadamente 10 cm de ancho en el lado que primero se expone.

Para cada hoja anotar el estado más avanzado de la enfermedad (1-6) Es suficiente que un síntoma esté presente para castigarlo como tal. Se anota también el total de hojas de la planta.

Complemento del método constituye la determinación del grado de intensidad de las lesiones. Consiste en contarlas y de acuerdo al número asignarlas un factor o una constante según la siguiente clave (tabla 2).

**Tabla 2.- Escala de evaluación del grado de intensidad de las lesiones**

<b>NO. DE ESTADOS</b>	<b>CASTIGO</b>	<b>FACTOR</b>
0-5	A	1
6-10	B	2
> 11	C	3

### **3.3.2. Stover de 0 y total de hojas**

Se considera el total de hojas funcionales en las plantas de muestreo para estado evolutivo en 3ra y 4ta hoja,

### **3.3.3. Stover 10 semanas y total de hojas**

En los stover de 0 y 10 semanas de edad para ver como se ha manifestado el desarrollo del hongo durante el proceso de llenado del fruto y por ende cuantificar el número de hojas sanas a cosecha este es el procedimiento.

### **3.4. Manejo del experimento**

Se aplicó con avionetas tipo Trush SR2T-34 de la compañía Aerovic C.A. Las evaluaciones se realizaron semanalmente, siguiendo la metodología utilizada por la empresa, es decir método para obtener el estado evolutivo de la enfermedad y por el sistema de Stover modificado para ver la eficacia en el control del tratamiento en estudio. Realizando pruebas de cobertura a cinco, quince veinte y veinticinco metros, realizando conteos de gotas por centímetro cuadrado.

Al inicio de la investigación se identificaron 10 plantas en estadio fenológico +3 con una hoja candela en 0.4, a las cuales se les marcó la hoja 1 y el pseudotallo de la planta para reconocerla en el campo y darle posterior seguimiento y evaluar como bajan estas hojas tratadas según los parámetros de Stover, posteriormente cuando paran y cuando tengan racimos de 10 semanas.

### **3.5. Variables a Evaluar**

Cobertura por altura de vuelo se realizó captura de gota en cada una de las variables y tratamientos evaluados

Se evaluó semanalmente 10 plantas por cada tratamiento para determinar el:

#### **Estado evolutivo de tercera y cuarta hoja de plantas prontas a la parición**

**Hoja vieja libre de estría:**Viendo la planta desde el suelo y contando en secuencia las hojas de arriba hacia abajo se anota el número de hojas erectas libres con menos de 5 estrías (Grado #1). Esto se conoce como la hoja vieja libre de estrías (H.V.L.E.).

**Hoja vieja libre de quema al 5 %:**Viendo la planta desde el suelo y contando en secuencia las hojas de arriba hacia abajo se anota el número de hojas erectas libres con menos de 5 puntos de quema (Grado #2). Esto se conoce como la hoja vieja libre de quema con menos de 5 quemas (HVLQ<5).

**Hoja vieja libre de quema más de 5 %:**Viendo la planta desde el suelo y contando en secuencia las hojas de arriba hacia abajo, se anota el número de hojas libres de

quema con menos del 5% del área foliar (Grado # 3). Esto se conoce como la hoja vieja libre de quema con más del 5% (HVLQ > 5%).

**Total de hojas:** de las mismas plantas identificadas semanalmente se contabilizan las hojas.

### 3.6. Fuentes de recopilación de información

La información relevante para el cumplimiento del presente proyecto se la obtuvo de los análisis de campo, así como de libros especializados, artículos científicos y otros textos de interés.

### 3.7. Diseño de la investigación

Se utilizó un diseño de bloques completo al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, según se muestra en la tabla 3. Para determinar las diferencias entre las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

**Tabla 3.- Esquema del análisis de variancia**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>
Tratamiento(t-1)	3
Repeticiones (r-1)	3
Error Experimental (t-1)(r-1)	9
<b>Total</b>	<b>15</b>

### 3.8. Instrumento de investigación

Se utilizó los siguientes instrumentos de investigación: Análisis de datos y Registro de datos.

### 3.9. Tratamiento de los datos

Como factor en estudio se tuvo las diferentes alturas de vuelo o fumigación:

**T1.** Metros 15

**T2.** Metros 20

**T3.** Metros 25

**T4.** Testigo 5 metros

### **Productos Utilizados, frecuencias y dosis**

<b>Productos</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Dosis</b>
Sico + Siganex	7	0.4 + 0.5
Volley+ Dithane	6	1 + 1.75
Opal + Siganex	7	1.25 + 0.5

A continuación se detalla el esquema del experimento empleado en el presente estudio:

**Tabla 4.- Esquema del experimento**

---

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Plantas/Rep etición</b>	<b>Plántulas/ Repetición</b>
T1. Metros 15	4	5	20
T2. Metros 20	4	5	20
T3. Metros 25	4	5	20
T4. Testigo 5 metros	4	5	20

---

### **3.10. Recursos humanos y materiales**

Los materiales y equipos a utilizados en esta investigación se detallan a continuación:

Personal de pista	4
Piloto de fumigación	1
Técnico de campo	1
Plantas de banano	200 unid.
Overol	1 unid.

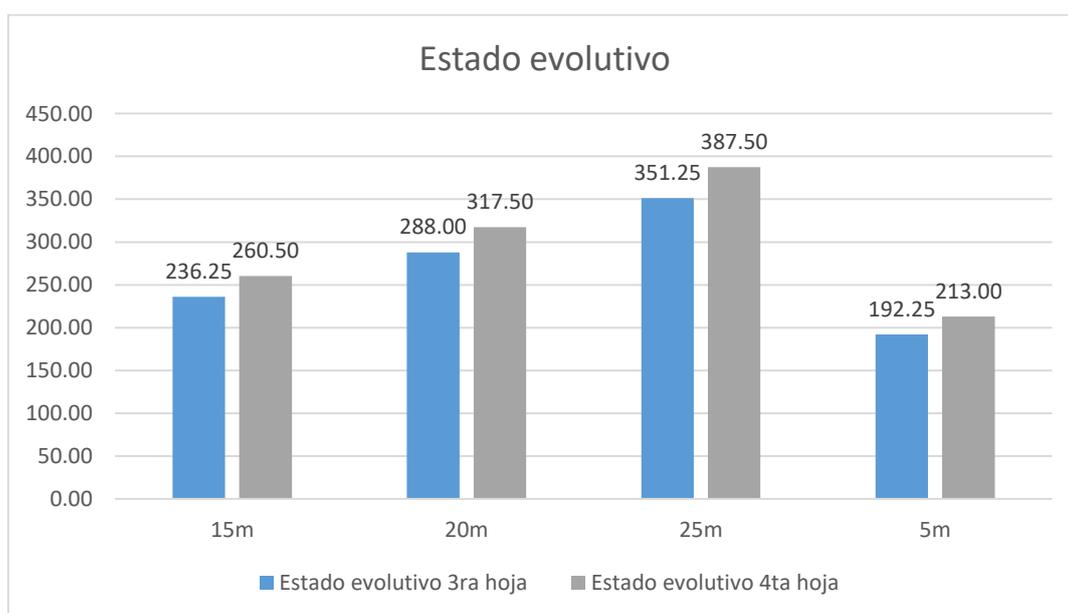
Machete		1 unid.
Avioneta		1 unid.
Bomba de agua		1 unid.
Fungicidas		150 litros
Escalera		1 unid.
Botas		1 unid.
Gafas		1 unid.
Ph		1 unid.
Calculad	1	
Copiadora		1
Bombas de riego		1

**CAPITULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. Estado evolutivo 3ra y 4ta hoja

En las tablas 1 y 2 del anexo se muestran los análisis de varianza de los promedios de evaluación del estado evolutivo de la enfermedad dentro de los diferentes tratamientos, y es así que en estas tablas observamos que existió alta significancia estadística para los tratamientos y repeticiones en ambas evaluaciones. Adicionalmente se observa que alcanzaron coeficientes de variación de 1,27% y 1,70% para la 3ra y 4ta hoja respectivamente.

Al analizar los promedios mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey al 95% de probabilidades, se determinó que la infección más alta en ambas hojas de presentan con el tratamiento T3 a una altura de 25m, con valores de 351,25 para 3ra y 387,50 para 4ta, en cambio los valores más bajos de niveles de infección se presentan en el tratamiento Testigo con valores de 192,25 en 3ra y de 213 en 4ta. Estos resultados se los puede justificar por la reducción de cobertura asociada con el incremento de la altura de vuelo durante las aplicaciones. Este es uno de los factores que inciden en la eficacia de un programa de control de Sigatoka Negra en el cultivo de banano, así lo indica Soto y Ruiz (1992) en la descripción botánica del banano (17), en su capítulo de manejo de enfermedades, en donde establece la importancia de realizar los controles de tal manera que se controlen factores como temperatura, humedad, presencia de vientos fuertes, sistema de aspersión, altura de vuelo.



**Gráfico 1. Estado evolutivo 3ra y 4ta hojas**

**Tabla 5.- Estado evolutivo de 3ra y 4ta hojas**

Tratamiento	Estado evolutivo	
	3ra hoja	4ta hoja
15m	236,25 c	260,50 c
20m	288,00 b	317,50 b
25m	351,25 a	387,50 a
5m	192,25 d	213,00 d

Letras distintas indican diferencias significativas

#### **4.2. Stover de 0 semanas y total de hojas (TH)**

Los datos del Stover de 0 semanas y su análisis de varianza se muestran en las tablas 3, 4, 5 y 6, del anexo en donde se observa que existió alta significancia estadística para los tratamientos en todos los parámetros (HVLE, HVLQ, HVLQ 5% y TH). Adicionalmente se observa que en cada variable se alcanzó coeficientes de variación de 1,64%, 1,20, 1,69 y 1,70% respectivamente en su orden.

Al analizar los promedios mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey al 95% de probabilidades, se determinó que en todas las variables (HVLE, HVLQ, HVLQ 5% y TH) el mejor resultado lo muestra las aplicaciones realizadas a 5 m que en todos los casos es superior estadísticamente a los valores de los demás tratamientos, con valores de HVLE 10,93, HVLQ 15,08, HVLQ 5% 15,35 y TH 16. Estos valores están muy por encima de los valores mínimos, por lo tanto resultan muy beneficiosos. Además de que el factor de cobertura de expresa mejor en condiciones sin vientos, datos coincidentes con lo expuestos por Chica, et al (2004), impacto y manejo de la sigatoka negra en el cultivo de banano de exportación (13), en donde se evaluó un programa de rotación de fungicidas controlando las condiciones de aplicaciones y los valores de TH y HVLQ 5% se presentaron iguales.

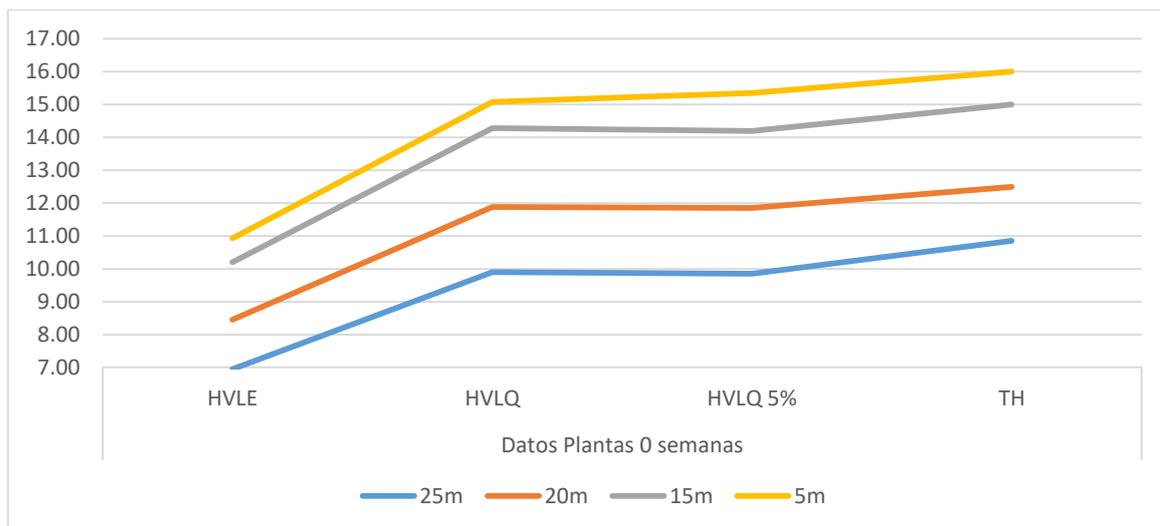


Grafico 2. Stover de 0 semanas

**Tabla 6.-. Stover de 0 semanas**

Tratamiento	Datos Plantas 0 semanas			
	HVLE	HVLQ	HVLQ 5%	TH
25m	6,95 d	9,90 d	9,85 d	10,85 d
20m	8,45 c	11,88 c	11,85 c	12,50 c
15m	10,20 b	14,28 b	14,20 b	15,00 b
5m	10,93 a	15,08 a	15,35 a	16,00 a

\* Letras distintas indican diferencias significativas

### 4.3. Stover de 10 semanas y total de hojas (TH)

Los datos del Stover de 10 semanas y su análisis de varianza se muestran en las tablas 7, 8, 9 y 10, del anexo en donde se observa que existió alta significancia estadística para los tratamientos en todos los parámetros (HVLE, HVLQ, HVLQ 5% y TH). Adicionalmente se observa que en cada variable se alcanzó coeficientes de variación de 1,45%, 0,00, 0,28 y 0,28% respectivamente en su orden.

Al analizar los promedios mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey al 95% de probabilidades, se determinó que en todas las variables (HVLE, HVLQ, HVLQ 5% y TH) el mejor resultado lo muestra las aplicaciones realizadas a 5 m que en todos los casos es superior estadísticamente a los valores de los demás tratamientos, con valores de HVLE 4,08, HVLQ 10,00, HVLQ 5% 10,58 y TH 11. Estos valores están muy por encima de los valores mínimos, por lo tanto resultan muy beneficiosos. Y están acorde a los reportados

por Muñoz, (2015) fungicidas del grupo aminas para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaella fijiensis*) en el cultivo de banano (15) en su investigación del uso de grupos químicos para el control de Sigatoka negra, y los índices infección se presentaron bajos cuando se controlaron las variables fueros de alrededor del 10%.

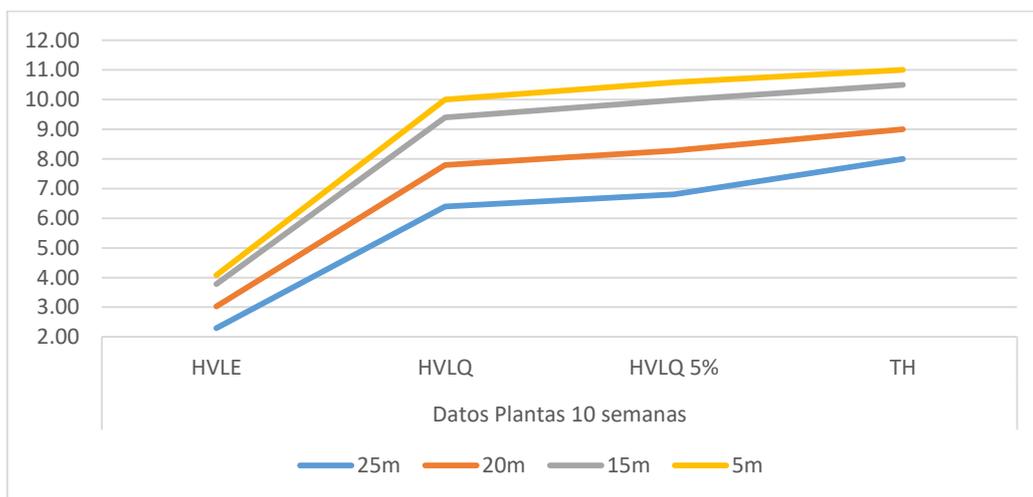


Grafico 3. Stover de 10 semanas

**Tabla 7.- Stover de 10 semanas**

Tratamiento	Datos Plantas 10 semanas							
	HVLE		HVLQ		HVLQ 5%		TH	
25m	2,30	d	6,40	d	6,80	d	8,00	d
20m	3,03	c	7,80	c	8,28	c	9,00	c
15m	3,78	b	9,40	b	9,98	b	10,50	b
5m	4,08	a	10,00	a	10,58	a	11,00	a

\* Letras distintas indican diferencias significativas

**CAPITULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1 .Conclusiones**

Una vez analizados los resultados obtenidos en la investigación, se presentan las siguientes conclusiones:

- El tratamiento utilizado a la menor altura de vuelo a cinco metros en la aplicación presentó los mejores resultados y por lo tanto resultan beneficiosos para el control de la Sigatoka negra.

## **5.2. Recomendaciones**

Una vez analizados los resultados obtenidos en la investigación y expresado se presentan las siguientes conclusiones:

- Se recomienda fumigar a cinco metros de altura porque presenta los mejores resultados

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFIA**

## 6.1. Literatura citada

1. León; A; Ronald. Determinación de los efectos de productos comerciales obtenidos a base de cítricos y de neem para el manejo de sigatoka negra y su agente causal (*mycosphaerella fijiensismorelet*). Tesis Ing. Agropecuario. Escuela Superior Politécnica Del Litoral. 2009.
2. Jiménez, M. “Effect of the nutritional status of Banana (*Musa spp.*) on leaf disease infestation by *M. fijiensis* Morelet in Ecuador”. Tesis para la obtención del grado de doctora en Bioingeniería. 2008.
3. Wanda, A.; Díaz, M.; Alvarado, A. Enfermedades de plátano y guineo. Servicio de Extensión Agrícola. Universidad de Puerto Rico - Recinto de Mayagüez, Colegio de Ciencias Agrícolas. 13 pp. 2011.
4. Betancourt, G. La “Sigatoka Negra” del banano y plátano. IN: M. Moreira, G. Betancourt Y L. Sabero (eds). Modulo V: Prevención y control de enfermedades prioritarias en sanidad vegetal. SESA & IICA, Quito. 2008
5. MAG – SICA. Ministerio de agricultura y ganadería. datos del tercer censo agropecuario MAG – SICA- 2010.
6. Donoso, E. Explicaciones de Campo. Compañía BASF Ecuatoriana, en su Campo de Investigación Banano (CIB) en Convenio UTEQ-BASF 2012-2017 Quevedo-Los Ríos-Ecuador. 2012.
7. James; Carlos. Banano, historia y Origen. Disponible en: <http://carlosjames-carlosjames-1.blogspot.com/>. Consultado el: 22/05/2015. 2012.
8. Ledesma, La industria Bananera en el Ecuatoriana. Disponible en: [http://www.aebe.com.ec/data/files/Publicaciones/INDUSTRIA\\_BANANERA\\_2009\\_act\\_sept\\_2010.pdf](http://www.aebe.com.ec/data/files/Publicaciones/INDUSTRIA_BANANERA_2009_act_sept_2010.pdf). Consultado el: 12/05/2015. 2010.

9. Cali y Yangali. La Sigatoka negra en Ecuador. Seminario Internacional Metodología para la Evaluación de Prueba de Eficacia para Plaguicidas en los principales cultivos del Ecuador. 2014.
10. Bonilla; Julio. Caracterización de los genes Max 1-1 y Max 1.2 del hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, Agente causal de la sigatoka negra, en la provincia del Guayas. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 2009.
11. Jácome, L., and Wshuh. Effects of leaf wetness duration and temperature on development of black Sigatoka disease on banana infected by *Mycosphaerella fijiensis* var. *Difformis*. *Phytopathology* 82 (5): 515-520. 2007.
12. Bolaños; Warren. Evaluación de dos fungicidas protectores y seis fungicidas sistémicos para el combate de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var *difformis*) en una plantación de plátano currare (*musa aab*) en la zona de san Carlos. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2006.
13. Chica, R. Herrera, M. Jiménez, I. Lizcano, S. Montoya, J. Patiño, L. Rodríguez, P. Ruiz, L. 2004. Impacto y manejo de la sigatoka negra en el cultivo de banano de exportación en Colombia. XVI reunión internacional Acobat 2004.
14. Galileo Rivas y Franklin Rosales. Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas en los trópicos Actas del Taller” Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas”, celebrado en Guayaquil, Ecuador. 11- 13 de agosto, 2005. INIBAP. 2005.
15. Muñoz, F. Fungicidas del grupo de las aminas para el control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano (Musa AAA) Valencia – Los Rios”. Tesis de grado previa obtención de Título de Ing. Agrónomo. UTEQ. 2015.
16. Santos, E. R., E. R. Gouveia, R. L. R. Mariano y A. M. Souto-Maior. Controle biológico da mancha-aquosa do melão por compostos bioativos produzidos por *Bacillus* spp. *Summa Phytopathologica*. 32(4):376. 2006.

17. Syngenta. 2010. Horacio Pérez. Manual técnico de aplicación. Aplicaciones Técnicas, principios y fundamentos.
18. Soto, M. Ruiz, E. Descripción Botánica. In. Soto, M. Bananos, Cultivo y Comercialización. 649 p. 1992.

## **CAPITULO VII**

### **ANEXOS**

## 7.1. ANEXOS

Tabla 8.- Estado evolutivo 3ra hoja en la investigación "Efecto de la altura de aplicación aérea, en áreas influenciadas por obstáculos para el control de la sigatoka negra en el cultivo de banano (*Musa spp*) en el Cantón Vinces"

Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Repetición	3	1086,75	362,25	25,82	0,0001
Tratamiento	3	67904,75	22634,92	1613,58	0,0001
Error	9	15,51	1,72		
Total	15	69007,01			

CV = 1,27 %

Tabla 9.- Estado evolutivo 3ra hoja en la investigación "Efecto de la altura de vuelo en aplicación aérea, en áreas influenciadas por obstáculos para el control de la sigatoka negra en el cultivo de banano (*Musa spp*) en el Cantón Vinces"

Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Repetición	3	3307,69	1102,56	53,77	0,0001
Tratamiento	3	56288,69	18762,90	914,95	0,0001
Error	9	184,56	20,51		
Total	15	59780,94			

CV = 1,70 %

Tabla 10.- HVLE en plantas 0 semanas en la investigación "Efecto de la altura de vuelo en aplicación aérea, en áreas influenciadas por obstáculos para el control de la sigatoka negra en el cultivo de banano (*Musa spp*) en el Cantón Vinces"

Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Repetición	3	2,45	0,82	36,59	0,0001
Tratamiento	3	38,33	12,78	573,11	0,0001
Error	9	0,20	0,02		
Total	15	40,98			

CV = 1,64 %

Tabla 11.- HVLQ en plantas 0 semanas en la investigación "Efecto de la altura de vuelo en aplicación aérea, en áreas influenciadas por obstáculos para el control de la sigatoka negra en el cultivo de banano (*Musa spp*) en el Cantón Vinces"

Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Repetición	3	0,16	0,05	83,67	0,0001
Tratamiento	3	66,46	22,15	35446,33	0,0001
Error	9	0,01	0,00063		
Total	15	66,6257			

CV = 1,20 %

Tabla 12.- HVLQ 5% en plantas 0 semanas en la investigación "Efecto de la altura de vuelo en aplicación aérea, en áreas influenciadas por obstáculos para el control de la sigatoka negra en el cultivo de banano (Musa spp) en el Cantón Vinces"

Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Repetición	3	0,93	0,31	6,59	0,0120
Tratamiento	3	72,27	24,09	513,14	0,0001
Error	9	0,42	0,05		
Total	15	73,62			

CV = 1,69 %

Tabla 13.- Total de hojas en plantas 0 semanas en la investigación "Efecto de la altura de vuelo en aplicación aérea, en áreas influenciadas por obstáculos para el control de la sigatoka negra en el cultivo de banano (Musa spp) en el Cantón Vinces"

Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Repetición	3	0,93	0,31	6,59	0,012
Tratamiento	3	72,27	24,09	513,14	0,0001
Error	9	0,42	0,05		
Total	15	73,62			

CV = 1,69 %

Tabla 14.- HVLE en plantas 10 semanas en la investigación "Efecto de la altura de vuelo en aplicación aérea, en áreas influenciadas por obstáculos para el control de la sigatoka negra en el cultivo de banano (Musa spp) en el Cantón Vinces"

Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Repetición	3	0,96	0,32	139,91	0,0001
Tratamiento	3	7,61	2,54	1106,45	0,0001
Error	9	0,02	0,0023		
Total	15	8,591			

CV = 1,45 %

Tabla 15.- HVLQ en plantas 10 semanas en la investigación "Efecto de la altura de vuelo en aplicación aérea, en áreas influenciadas por obstáculos para el control de la sigatoka negra en el cultivo de banano (Musa spp) en el Cantón Vinces"

Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Repetición	3	0,11	0,04		
Tratamiento	3	31,68	10,56		
Error	9	0,00	0,00000		
Total	15	31,79			

CV = 0,00 %

Tabla 16.- HVLQ 5% en plantas 10 semanas en la investigación "Efecto de la altura de vuelo en aplicación aérea, en áreas influenciadas por obstáculos para el control de la sigatoka negra en el cultivo de banano (*Musa spp*) en el Cantón Vinces"

Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Repetición	3	0,16	0,05	83,67	0,0001
Tratamiento	3	35,05	11,68	18691,67	0,0001
Error	9	0,01	0,00063		
Total	15	35,2157			

CV = 0,28 %

Tabla 17.- Total de hojas en plantas 10 semanas en la investigación "Efecto de la altura de vuelo en aplicación aérea, en áreas influenciadas por obstáculos para el control de la sigatoka negra en el cultivo de banano (*Musa spp*) en el Cantón Vinces"

Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Repetición	3	0,16	0,05	83,67	0,0001
Tratamiento	3	35,05	11,68	18691,67	0,0001
Error	9	0,01	0,00063		
Total	15	35,2157			

CV = 0,28 %

## 7.2. Fotografías de la investigación





