



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**

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

**Título del Proyecto de Investigación:**

“EFECTO DEL MANEJO CULTURAL DE UN SISTEMA DE MEZCLA  
INTRAESPECÍFICA DE MUSÁCEAS SOBRE LA INCIDENCIA Y  
SEVERIDAD DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS FITOSANITARIOS”

**Autor:**

Leonardo Alexander Navarrete Carrera

**Directora del proyecto de investigación:**

Ph.D. Carmen Suárez

Quevedo – Los Ríos - Ecuador.

2017

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

Yo, **Leonardo Alexander Navarrete Carrera**, 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.

---

**Leonardo Alexander Navarrete Carrera**  
**C.C. # 120650048-8**

# CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La suscrita, Ph.D. **Carmen Suárez Capello**, Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

## **CERTIFICA:**

Que el señor **Leonardo Alexander Navarrete Carrera**, Egresado de la Escuela de Ingeniería Agronómica ha concluido, bajo mi dirección el desarrollo del proyecto de investigación de grado previo a la obtención del Título de **Ingeniero Agrónomo** cuyo tema es: **“Efecto del manejo cultural de un sistema de mezcla intraespecífica de musáceas sobre la incidencia y severidad de los principales problemas fitosanitarios”**, cumpliendo con todas las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

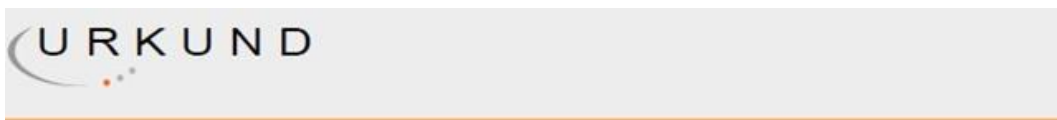
Ph.D. Carmen Suárez Capello  
**Directora del Proyecto de Investigación**

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



<b>Documento</b>	<a href="#">tmp_26286-navarrete-tesis-31.01.2017-141069784.docx</a> (D25467177)
<b>Presentado</b>	2017-02-02 20:09 (-05:00)
<b>Recibido</b>	rgaibor.uteq@analysis.orkund.com
<b>Mensaje</b>	TESIS NAVARRETE <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a>

1% de esta aprox. 27 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 1 fuentes.



## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** tmp\_26286-navarrete-tesis-31.01.2017-141069784.docx (D25467177)  
**Submitted:** 2017-02-03 02:09:00  
**Submitted By:** leonardo.navarrete@uteq.edu.ec  
**Significance:** 1 %

Sources included in the report:

TESIS LEONARDO ALEXANDER NAVARRETE CARRERA 27.01.2017.docx (D25334936)

Instances where selected sources appear:

3

---

Ph.D. Carmen Suárez Capello  
**Directora del Proyecto de Investigación**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título**

“Efecto del manejo cultural de un sistema de mezcla intraespecífica de musáceas sobre la incidencia y severidad de los principales problemas fitosanitarios”.

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de:

**Ingeniero Agrónomo**

**Aprobado por:**

---

ING. IGNACIO SOTOMAYOR HERRERA  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

ING. LEONARDO MATUTE MATUTE  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

---

ING. CÉSAR VARAS MAENZA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2017

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por permitirme llegar a este punto de mi vida, a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por abrir sus puertas para formarme como profesional, a sus docentes quienes fueron una fuente de conocimientos los cuales compartieron y me ayudaron para seguir en el camino diario hacia la culminación de mi carrera.

Un especial agradecimiento a la Dra. Carmen Suárez Capello por permitirme ser parte de su selecto grupo de trabajo y compartir su amplia experiencia para el desarrollo de mi proyecto de investigación.

A mí amada compañera de vida la Ing. María José Salmerón Borrero quien estuvo conmigo en los buenos y malos momentos, quien ha sabido sobrellevar mi poca paciencia y me ha dado los empujones para lograr mi objetivo y nunca me ha dejado caer en momentos difíciles y sobre todas las cosas haberme dado su tiempo sacrificando algunas veces sus propios intereses.

Agradezco al Ing. Daniel Vera Avilés quien me ayudó con gran parte del desarrollo de mi proyecto de investigación, destacando su disponibilidad de tiempo, su predisposición, su paciencia, brindándome sus conocimientos y experiencia para así lograr buenos resultados.

A todas esas personas que me ayudaron como los señores: Holger Mora y Willy Fuentes quienes me dieron su ayuda en el trabajo de campo en cierto momento.

Leonardo Alexander Navarrete Carrera

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mi madre Silvia Carrera por haberme dado la vida y haber sido un padre y una madre para mí, por nunca haber descuidado mi vida y estar siempre presente en todo momento dejando a un lado su propio bienestar y haber inculcado en mi los mejores valores que hacen grande a un hombre.

A mi abuelo Moisés quien ha sido un padre para mí y ha demostrado que los abuelos deberían ser eternos.

A mi tía Lorena que ha sido mi segunda madre y me ha brindado toda la ayuda como le ha sido posible y los más sabios consejos para ser una mejor persona.

A mi hija Ariadne para que en mi tenga un ejemplo de dedicación y a quien poder seguirle los pasos, a mi hermana Xiomara para demostrarle que no se necesita un padre presente en nuestras vidas para cumplir nuestros objetivos.

Leonardo Alexander Navarrete Carrera

## RESUMEN

El efecto del manejo cultural de un sistema de mezcla intraespecífica de musáceas sobre la incidencia y severidad de los principales problemas fitosanitarios, se lo realizó con el objetivo de evaluar los principales problemas fitosanitarios en musáceas durante la época de alta presión, en los diferentes arreglos de mezclas intraespecificas, estableciendo la intensidad de los problemas fitosanitarios (Sigatoka negra, Picudo negro y nemátodos) en sistemas de producción con mezclas intraespecificas y determinar el efecto del manejo cultural en la intensidad de los problemas fitosanitarios en plátano con un sistema de mezcla intraespecífica de musáceas.

La investigación se llevó a cabo en la finca experimental “La María” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos. Se utilizó un diseño completamente al azar, compuesto de 4 repeticiones y 16 tratamientos. Se analizó estadísticamente mediante la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para establecer la diferencia estadística entre los tratamientos. Las variables que se tomaron en cuenta fueron incidencia de enfermedad *M. fijiensis*, daños causados por Picudo negro, daños por nematodos y rendimiento.

Con los resultados obtenidos se establecieron las siguientes conclusiones: El uso de la mezcla intraespecífica de musáceas no representa ninguna dificultad al pequeño productor en cuanto al manejo del cultivo, además que no se observó diferencia en su fisiología en los cultivares usados en las mezclas, el efecto de la biodiversidad con el uso de la mezcla intraespecífica de musáceas se observó que redujo los problemas fitosanitarios; en Sigatoka negra la mezcla que más se destacó fue Orito + Limeño, mientras en Picudo negro la mezcla que obtuvo el menor daño fue Gross Michel + Orito, una de las ventajas mediante el uso de mezclas intraespecíficas y que se encuentra muy relacionado con la propuesta de este proyecto de investigación es mantener los cultivares a punto de extinción, ya que no son aprovechados por los pequeños productores como producto debido por su valor económico.

**Palabras claves:** Musáceas, Intraespecíficas, Biodiversidad, Enfermedades.

## SUMMARY

The effect of the cultural management of a system of intraspecific mixture of musaceae on the incidence and severity of the main phytosanitary problems was carried out with the objective of evaluating the main phytosanitary problems in musaceae during the high pressure period, in the different arrangements of Intraspecific mixtures, establishing the intensity of phytosanitary problems (Black Sigatoka, Black Batshop and nematodes) in production systems with intraspecific mixtures and to determine the effect of cultural management on the intensity of banana phytosanitary problems with an intraspecific mixing system of musaceae .

The research was carried out on the experimental farm "La María" owned by Quevedo State Technical University, located in Quevedo Canton, Province of Los Ríos. A completely randomized design, composed of 4 replicates and 16 treatments, was analyzed statistically by the Tukey test ( $p \leq 0.05$ ) to establish the statistical difference between the treatments. The variables that were taken into account were incidence of *M. fijiensis* disease, damages caused by black boll weevil, nematode damage and yield.

With the results the following conclusions were established: The use of intraspecific mixtures of musaceae does not represent any difficulty to the small producer in terms of crop management; in addition, there was no difference in their physiology in the cultivars used in the mixtures, the effect of Biodiversity with the use of intraspecific blends of musaceae was observed to reduce phytosanitary problems; In Black Sigatoka the mixture that most stood out was Orito + Limeño, while in Black Picudo the mixture less damage was Gross Michel + Orito, one of the advantages through the use of intraspecific mixtures and that is very related to the proposal of this project Of research is to keep the cultivars on the verge of extinction, since they are not used by small producers as a product due to their economic value.

**Key words:** Muses, Intraspecific, Biodiversity, Diseases.

## TABLA DE CONTENIDO

Portada.....	i
Declaración de Autoría y Cesión de Derechos.....	ii
Certificación de Culminación del Proyecto de Investigación.....	iii
Reporte de la Herramienta de Prevención de Coincidencia y/o Plagio Académico.....	iv
Certificación de Aprobación por Tribunal de Sustentación.....	v
Agradecimientos.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen.....	viii
Summary.....	ix
Tabla de Contenido.....	x
Índice de Tablas.....	xiii
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Anexos.....	xiv
Código Dublín.....	xv
Introducción.....	1
<b>CAPÍTULO I: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>2</b>
1.1. Problema de Investigación.....	3
1.1.1. Planteamiento del Problema.....	3
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. Objetivo General.....	4
1.2.2. Objetivos Específicos.....	4
1.3. Justificación.....	5
<b>CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>6</b>
2.1. Marco Teórico.....	7
2.1.1. Biodiversidad.....	7
2.1.1.1 Importancia de la biodiversidad intraespecífica.....	8
2.1.1.2. Pérdida de biodiversidad intraespecífica.....	8
2.1.2. Sistemas agrícolas.....	9
2.1.3. Musáceas.....	10
2.1.3.1 Origen y características de las musáceas.....	10

2.1.3.2	Nomenclatura de las musáceas.....	10
2.1.3.3	Importancia y diversidad de las musáceas.....	10
2.1.3.4	Gros Michel .....	11
2.1.3.5	Barraganete .....	12
2.1.3.6	Maqueño.....	12
2.1.3.7	Orito.....	12
2.1.3.8	Limeño.....	13
2.1.4.	Sigatoka negra ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> ).....	13
2.1.4.1.	Historia de la Sigatoka negra ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> ).....	13
2.1.4.2.	Origen y distribución de <i>Mycosphaerella fijiensis</i> .....	14
2.1.4.3.	Taxonomía de la Sigatoka negra .....	14
2.1.4.4.	Ciclo de vida de la Sigatoka negra.....	15
2.1.4.5.	Patogénesis de <i>Mycosphaerella fijiensis</i> .....	16
2.1.4.6.	Patosistema de la Sigatoka negra .....	17
2.1.4.7.	Manejo integrado de la Sigatoka negra .....	17
2.1.4.8.	Cultivares con diferentes niveles de resistencia a Sigatoka negra .....	18
2.1.5.	Nemátodos que afectan a las musáceas.....	19
2.1.5.1.	Nemátodo <i>Radopholus similis</i> .....	19
2.1.5.2.	Nemátodo <i>Meloidogyne spp</i> .....	20
2.1.5.3.	Nemátodo <i>Helicotylenchus multicintus</i> .....	20
2.1.5.4.	Nemátodo <i>Pratylenchus spp</i> .....	21
2.1.6.	Picudo Negro ( <i>Cosmopolites sordidus</i> ) .....	22
2.1.6.1.	Daños producidos por Picudo negro ( <i>Cosmopolites sordidus</i> ) .....	22
2.1.6.2.	Ciclo de vida y daños de <i>Cosmopolites sordidus</i> .....	22
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....		24
3.1.	Localización de la investigación .....	25
3.2.	Características del sitio experimental.....	25
3.3.	Diseño experimental y análisis estadístico.....	25

3.4. Descripción de los tratamientos .....	26
3.5. Manejo del experimento.....	26
3.5.1. Control de malezas.....	26
3.5.2. Deshoje .....	27
3.5.3. Deshije .....	27
3.5.4. Deschante .....	27
3.5.5. Fertilización .....	27
3.6. Variables evaluadas.....	27
3.6.1. Relación equivalente a tierra.....	27
3.6.2. Índice de Infección de la Enfermedad (% IE) .....	28
3.6.3. Severidad de daño causado por Picudo negro (%).....	28
3.6.4. Incidencia de nematodos .....	29
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>30</b>
4.1. Resultados .....	31
4.1.1. Índice de la Sigatoka negra .....	31
4.1.2. Número de galerías producidas por Picudo negro .....	32
4.1.3. Población de Picudo negro.....	34
4.1.4. Numero de raíces dañadas por nematodos .....	35
4.1.5. Relación equivalente a tierra.....	36
4.2. Discusión.....	38
<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>40</b>
5.1 Conclusiones .....	41
5.2 Recomendaciones.....	42
<b>CAPITULO VI: BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>43</b>
6.1. Bibliografía citada.....	44
<b>CAPITULO VII: ANEXOS .....</b>	<b>49</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de varianza del experimento.....	26
Tabla 2. Escala para la evaluación de las lesiones de larvas de picudo negro ( <i>Cosmopolites sordidus</i> ) en el cormo de la planta de banano.....	28
Tabla 3. Incidencia (%) de <i>Mycosphaerella fijiensis</i> de cinco cultivares de <i>Musa spp</i> , en monocultivo.....	31
Tabla 4. Incidencia de la Sigatoka negra en varios niveles de mezclas de cultivares de <i>Musa spp</i> .....	32
Tabla 5. Porcentaje de raíces vivas y dañadas por nemátodos en parcelas en monocultivo..	35
Tabla 6. Número de raíces en parcelas con varios tipos de mezclas de cultivares de <i>Musa spp</i> , con valores de error estándar.....	36
Tabla 7. Índice de relación equivalente a tierra en mezclas de diferentes cultivares de musáceas .....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Número de galerías producidas por Picudo negro en cormos de cinco cultivares de <i>Musa spp</i> , en monocultivo.....	33
Figura 2. Número de galerías provocadas por <i>Cosmolites sordidus</i> en varios niveles de mezclas.....	33
Figura 3. Población de <i>Cosmopolites sordidus</i> en parcelas de monocultivo.....	34
Figura 4. Población de Picudo negro en varios niveles de mezclas con cultivares resistentes.	35

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Escala de Stover para grados de severidad de Sigatoka negra .....	50
Anexo 2. Deschante de planta de <i>Musa spp</i> .....	50
Anexo 3. Deshije.....	51
Anexo 4. Ubicación de trampas .....	51
Anexo 5. Recolección de Picudos.....	52
Anexo 6. Limpieza del corno.....	52
Anexo 7. Evaluación de severidad de ataque de picudo negro con metodo deVilardebo .....	53

## CÓDIGO DUBLIN

<b>Título:</b>	Efecto del manejo cultural de un sistema de mezcla intraespecífica de musáceas sobre la incidencia y severidad de los principales problemas fitosanitarios.
<b>Autor:</b>	Leonardo Alexander Navarrete Carrera
<b>Palabras clave:</b>	Musáceas, Intraespecíficas, Biodiversidad, Enfermedades.
<b>Fecha de publicación</b>	
<b>Editorial:</b>	
<b>Resumen:</b>	<p><b>Resumen.</b> Se evaluó el efecto del manejo cultural de un sistema de mezcla intraespecífica de musáceas sobre la incidencia y severidad de los principales problemas fitosanitarios (<i>Sigatoka negra</i>, <i>Picudo negro</i> y <i>nematodos</i>), durante la época de alta presión.</p> <p>Una de las ventajas mediante el uso de mezclas intraespecíficas y que se encuentra muy relacionado con la propuesta de este proyecto de investigación es mantener los cultivos a punto de extinción, ya que no son aprovechados por los pequeños productores como producto debido por su valor económico.</p>
<b>Descripción:</b>	68 hojas: dimensiones, 29,7 x 21 cm + CD-ROM
<b>URL</b>	

## INTRODUCCIÓN

La explotación de las musáceas es uno de los cultivos más importantes en cantidad producida con 99 millones de toneladas/año y número de hectáreas cultivadas de 9 millones en el mundo (FAO, 2009). La mayoría de esta producción es consumida como un producto de la dieta básica de millones de personas en África, Asia, América Latina y el Caribe. Como producto en sí, ocupa el cuarto lugar en importancia mundial después del arroz, trigo y maíz. Los bananos son comúnmente conocidos por ser uno de los cinco productos principales de exportación a nivel mundial con un valor agregado de más de cinco billones de dólares (\$5.3 billones) de exportación anualmente (AEBE, 2010).

Para las musáceas, la incidencia de problemas fitosanitarios como Sigatoka Negra, Picudo Negro y nematodos, es un problema latente ya que pueden causar una serie de dificultades para el normal desarrollo del cultivo, por atentar su vitalidad y consecuentemente al nivel de rentabilidad que obtienen los productores así como incremento en los costos de producción. Por lo expuesto en el experimento, se trata de racionalizar la información que se deriva de ella, las variables se estudiaron desde dos puntos de vista distintos: por un lado, la situación de la mezcla mismo ya que como se pudo ver en el diseño incluye el monocultivo o un solo cultivar/parcela, hasta la mezcla de los cinco cultivares bajo estudio.

Si tomamos en cuenta que los productores de la zona usan para comercialización solamente de uno o dos cultivares para darles el mejor manejo posible, debido a esto, el productor será renuente a usar las mezclas como se planteó en esta investigación. Por otro lado, estamos interesados primariamente en conocer el comportamiento de los diferentes cultivares cuando están solos (monocultivos) o en diferente nivel de mezcla. Por lo tanto, el análisis trató de cubrir ambos aspectos y los resultados se presentaron teniendo en cuenta esa situación en la medida que sea posible.

La agrobiodiversidad intraespecífica cumple un rol esencial en el desarrollo sostenible, como uno de los pilares fundamentales para alcanzar la sustentabilidad en los agroecosistemas y garantizar la seguridad alimentaria y económica del país y el mundo.

## **CAPÍTULO I**

### **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de Investigación**

### **1.1.1. Planteamiento del Problema**

El bajo conocimiento de los pequeños y medianos productores sobre la utilización de mezclas intraespecíficas de musas ha aumentado la presencia de problemas fitosanitarios causando así un mayor costo para su control, y aumentando la resistencia de estos problemas a la utilización de control químico.

### **Diagnóstico**

Es de conocimiento de gran parte de los actores de proceso productivo de los cultivos en general que el uso excesivo de pesticidas se debe al incremento y a la resistencia que han adquirido las plagas y enfermedades actualmente, estos problemas se deben a que muchos de nuestros agricultores benefician sin darse cuenta a los diferentes problemas fitosanitarios al realizar prácticas monocultivistas que han sido la causa para que muchos problemas se hayan vuelto epidémicos en el ámbito agrícola.

Considerando lo anteriormente expuesto se hace importante el uso no solo de productos sino de prácticas culturales oportunas y acertadas que ayuden a mermar la incidencia de los principales problemas fitosanitarios en los sistemas de producción de musáceas sembradas a manera de mezclas intraespecíficas, ya que de acuerdo a diferentes fuentes literarias, cuando hay diversidad genética dentro de un cultivo, la incidencia de problemas fitosanitarios es menor.

### **Pronóstico**

El mal manejo de las prácticas culturales en un sistema de mezclas podría afectar en tal manera que aumente la susceptibilidad de los cultivares a los problemas fitosanitarios como son Picudo negro, Sigatoka negra y nematodos, causando así pérdidas en la producción.

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

¿Cuál es el efecto del manejo cultural de un sistema de mezcla en la incidencia y severidad de los problemas fitosanitarios en musáceas?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Evaluar los principales problemas fitosanitarios en musáceas durante la época de alta presión, en los diferentes arreglos de mezclas intraespecíficas.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Establecer la intensidad de los problemas fitosanitarios (Sigatoka negra, Picudo negro y nemátodos) en sistemas de producción con mezclas intraespecíficas.
- Determinar el efecto del manejo cultural en la intensidad de los problemas fitosanitarios en plátano con un sistema de mezcla intraespecífica de musáceas.

### **1.3. Justificación**

El presente proyecto de investigación se realizó con el fin de mejorar el manejo de las diferentes musáceas cultivadas actualmente, con miras a disminuir la presencia de problemas fitosanitarios. Tomando en cuenta este aspecto que es de mucha importancia para los agricultores; se cree conveniente que la presente investigación se enfocó en el aspectos relacionados de la mezcla de diferentes Musáceas, y las características que estas poseen, a fin de obtener el objetivo indicado, para de este modo transferir posteriormente los resultados del ensayo a los agricultores a fin de mejorar sus economía al aplicar prácticas culturales de bajo costo y por ende de bajo impacto medioambiental para el control de problemas fitosanitarios, evitando de esta manera el uso indiscriminado y desmedido de pesticidas que pueden causar una serie de efectos secundarios tanto para el cultivo así como al personal que labora en la unidad de producción. Adicionalmente se puede evitar el desarrollo de resistencia por parte de los agentes causales de cada uno de los problemas fitosanitarios a determinados productos que se utilizan comúnmente para su control.

Esta investigación ayudará a los pequeños y medianos productores de musáceas, ya que brinda importante información para llevar un mejor control de los principales problemas fitosanitarios que afectan a los cultivos de Banano y Plátano.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco Teórico**

### **2.1.1. Biodiversidad**

Este término se lo utiliza para referirse a la totalidad de genes, especies y ecosistemas presentes en una región determinada. También se lo puede definir como la variedad y variabilidad de los seres vivos y de los complejos ecológicos que ellos integran (Núñez, González, & Barahona, 2003).

Desde el punto de vista genético en el reino vegetal, la biodiversidad se clasifica en dos: intraespecífica y interespecífica. La biodiversidad intraespecífica se refiere a la diversidad en una misma especie y la biodiversidad interespecífica es la diversidad de especies distintas que comparten en común solo ser del reino vegetal (Núñez, González, & Barahona, 2003). El papel de la agrobiodiversidad intraespecífica para garantizar la soberanía alimentaria es trascendental. A medida que se presentan problemas ambientales, se requieren nuevas variedades de plantas que respondan mejor a estos. Esto será posible en la medida que se posea suficiente diversidad intraespecífica para crear variedades mejoradas, más resistentes a plagas y enfermedades. Gran parte de esta biodiversidad se encuentra aún en sus hábitats de cultivo, contradictoriamente, en los sistemas agrícolas más pobres, que han sabido dar uso a estas especies olvidadas por el mercado (Marcillo, 2012).

La resistencia a los desastres climáticos está estrechamente relacionada con la biodiversidad presente en los sistemas productivos y generando al pequeño productor el uso de policultivos, así como prácticas de conservación de suelo para reducir los daños que sufren los productores por la utilización de monocultivos extensivos. La capacidad de recuperación y resistencia es conocida como resiliencia, principalmente para incrementar la capacidad de los sistemas agrícolas y ampliar la biodiversidad (Salazar, 2013)

El Carmen y La Maná constituyen las zonas musáceas con mayor biodiversidad en Ecuador. Sin embargo, el proceso de posicionamiento en el mercado responde a dos realidades distintas. El Carmen ubicado en la provincia de Manabí, se caracteriza por su excelente calidad de plátano barraganete; su producto tuvo una acogida acelerada por el sector externo, razón por la cual se le conoce como la puerta de oro de Manabí al mundo (Vásconez, 2010).

En cambio, la producción de La Maná (ubicada en las estribaciones de la cordillera de los Andes de la provincia de Cotopaxi), responde a una realidad distinta. Se comenzó produciendo cultivares distintos a los utilizados en El Carmen, Provincia de Manabí como son los cultivares Morado y el Orito. Su vinculación al exterior fue menos acelerada que su contraparte de El Carmen, abasteciendo primero el mercado nacional. Y luego, sus productos tuvieron acogida en el exterior, a tal punto de formar sus propias plazas en el mercado (Bioversity, 2006).

#### **2.1.1.1. Importancia de la biodiversidad intraespecífica**

La biodiversidad intraespecífica es útil para los pequeños productores, ya que permite reducir muchas adversidades presentes y hacer frente a las adversidades futuras. La biodiversidad ayuda a incrementar la resistencia a los problemas fitosanitarios, generando mayor apoyo biológico y así garantizar una mejor producción (Marcillo, 2012).

La particularidad del medioambiente en distintos agroecosistemas, dada por la mezcla de selección natural, requiere de especies agrícolas con características genéticas que se adapten a distintos medioambientes. Para que la producción de un determinado cultivo sea sostenible en el tiempo, la única forma de lograr esto es mediante el mejoramiento de variedades a la misma especie o biodiversidad intraespecífica, ya sean cultivos nativos o variedades adaptadas que poseen los pequeños productores (Marcillo, 2012).

En China se realizó un estudio similar en arroz, en el que se propuso tres pasos para medir el efecto de la biodiversidad intraespecífica en la producción. El primero era buscar índices que midan la biodiversidad dentro del cultivo y que puedan ser aplicadas en los modelos de uso de agroquímicos. El segundo trataba de mostrar la relación entre diversidad varietal y rendimiento, y el tercero propuso proveer la estimulación del impacto de la biodiversidad a la producción (Jarvis *et al*, 2011).

#### **2.1.1.2. Pérdida de biodiversidad intraespecífica**

Las causas de pérdida de la biodiversidad se atribuyen a fallas del mercado local y global. Estas causas se han venido originando por una mala distribución del beneficio económico de la investigación en biotecnología. Por lo tanto, los únicos beneficiarios de la biodiversidad

intraespecífica son los que invirtieron en la investigación, esto se debe a que los pequeños productores o personas dueñas de la biodiversidad, ya que desconocen el potencial que oculta la riqueza biológica.

Mientras sepan darle utilidad a la biodiversidad, esta se conservará, pero en medida que se vayan perdiendo los conocimientos ancestrales y no se halle utilidad a las propiedades principales de cada planta, se generará una erosión genética. El hecho de poseer la tecnología, significa una ventaja ante el que utiliza la biodiversidad, más aún si no se dispone de la tecnología necesaria para el mejoramiento de semillas como es el caso de la agrobiodiversidad (Marcillo, 2012).

### **2.1.2. Sistemas agrícolas**

Es un conjunto de componentes que se encuentran entrelazados de una u otra manera, funcionando como un sistema organizado cuyas actividades se encuentran dentro de un límite establecido, teniendo como principal finalidad lograr un objetivo agrícola determinado en nombre de los beneficiarios. Estos sistemas agrícolas pueden ser monocultivos y mixtos (FAO, 2009).

- **Monocultivos.** Esta práctica consiste en plantar grandes extensiones de tierra con un determinado cultivo de una sola especie, al cual se le aplica los mismos patrones del cultivo, riego, fertilización y recolección; donde se obtiene una producción en grandes cantidades del mismo producto, pero a bajo costo. El crecimiento de la población a nivel mundial requiere suplementar al mercado de productos agrícolas, por lo que sería necesario encontrar métodos que ayuden a obtener una producción a gran escala y al mismo tiempo que sea rentable (FAO, 2009).
- **Policultivos.** Esta práctica consiste en sembrar cultivos en combinaciones de cultivos anuales con otros anuales, anuales con perennes o perennes con perenne, los cereales pueden cultivarse asociado con las leguminosas. Últimamente la investigación a los policultivos ha venido aumentando por muchos beneficios potenciales que este sistema ha venido presentando. Una de las razones principales por la cual los pequeños productores adoptan los policultivos es que se obtiene un mayor rendimiento, además de

aumentar la diversidad de la vegetación y ofrecer al productor opciones útiles para reducir al mínimo la exposición a los agroquímicos (Vandermeer, 1992).

### **2.1.3. Musáceas**

#### **2.1.3.1. Origen y características de las musáceas**

Las musáceas son originarias del sudeste de Asia, cuya explotación con fines comerciales comenzó a darse entre finales del siglo XIX y los inicios del siglo XX; distribuyéndose desde África Occidental hasta Centroamérica y Sudamérica (INIBAP, 2001) .

Las musáceas comestibles son hierbas gigantes, poseen un tallo subterráneo llamado cormo, del cual nace el pseudotallo aéreo formado por vainas envolventes de las hojas y por cuyo centro crece el eje floral. Del cormo brotan yemas laterales donde se formarán unas nuevas plantas denominadas hijos. El hijo de espada producirá flores una vez que la planta madre haya producido su racimo y el hijo de agua es aquel que se elimina del cultivo, el mismo que se caracteriza por presentar hojas cortas y anchas (Devourad, 2001).

#### **2.1.3.2. Nomenclatura de las musáceas**

Las características semejantes a la *Musa acuminata* se la denomina con la letra (A) y la *Musa balbisiana* con la letra (B). Todos los plátanos consumidos en Ecuador son triploides AAB o ABB. El Barraganete y el Dominico pertenecen al grupo AAB, el Gross Michel y Maqueño verde pertenecen al grupo AAA; Otra musácea muy apetecida es el Orito el cual es un diploide AA, sin embargo aunque todas la especies son de la misma familia muestran diferencias en su fenología y genotipo, estas se derivan en los distintos niveles de resistencia a problemas sanitarios (Vázquez, Romero, & Figueroa, 2005).

#### **2.1.3.3. Importancia y diversidad de las musáceas**

Millones de familias dedicadas a la agricultura de las regiones subtropicales y tropicales del mundo producen plátanos y bananos, sea como monocultivos intensivos o asociado. La

producción mundial de las musáceas es de aproximadamente 100 millones de toneladas (López, 2011).

Las exportaciones de musáceas en el Ecuador han evolucionado en los últimos años. Alcanzando una tasa de crecimiento en el periodo 2008-2009 de 16,4 % y 28,8 % en su orden, en el año 2010 las exportaciones llegaron a más de 5 millones de toneladas (López, 2011).

La producción nacional en el año 2013 fue de 604, 134 Tm, siendo la provincia de Manabí donde se concentró el 38 % de dicha producción de musáceas. El corazón de la actividad platanera es el cantón El Carmen y sus áreas aledañas que abarcan una extensión de 50 376 hectáreas, destinándose el 95% de la producción de dicha superficie para la exportación, mientras que el excedente tiene como miras el consumo interno (PROECUADOR, 2015).

Un mayor uso de cultivares locales, ayudaría al pequeño productor a reducir la dependencia de los monocultivos para favorecer en el control de plagas y enfermedades en el cultivo y que reduzca la necesidad del uso de agroinsumos con el fin de potencializar cultivares locales que son muy apetecidas en el mercado interno y externo, además que poseen características tolerantes a problemas sanitarios como es el caso del Orito y Gros Michel (Vélez, 2011).

Una breve descripción de los cultivares con potencial que son utilizados en mezclas intraespecífica por parte del pequeño productor.

#### **2.1.3.4. Gros Michel**

Este cultivar es triploide AAA, grande y robusto, cuyo pseudotallo alcanza una longitud entre 6 a 8 metros, con una coloración verde claro y en ciertas partes presenta una tonalidad rosa pálido. Su peciolo presenta manchas de color marrón oscuro, los racimos son alargados de forma cilíndrica con promedio entre 10 a 14 manos (Fernandez, 2006). Los frutos se muestran erectos pues su curva se encuentra en el pedúnculo y parte basal del fruto. Su ápice tiene forma de cuello de botella, la maduración de este cultivar es regular y homogénea su sabor es delicioso y su textura es delicada por lo que se denomina su conocido nombre de “Guineo de Seda” (López, 2011).

Este cultivar constituyó la base de las grandes exportaciones en el mundo, fue reemplazado por el banano de tipo Cavendish resistente ya que presentó una alta susceptibilidad a la

enfermedad denominada “**Mal de Panamá**” causada por la raza 1 del hongo *Fusarium oxysporum* (López, 2011). De igual manera (Páez, 2012) indica que presenta susceptibilidad a Sigatoka negra.

#### **2.1.3.5. Barraganete**

Es un triploide AAB, producto de la hibridación de *M. acuminata* y *M. balbisiana*. La planta de barraganete es de ciclo anual, llegando a emitir hasta 40 hojas en su etapa vegetativa, su pseudotallo es alto llegando a alcanzar una longitud de 3 a 4 metros, presenta una coloración verde clara y no presenta tonalidades rojizas en los bordes de las vainas foliares. El racimo presenta menor número de manos y frutos que otras musáceas, su primera mano tiene doble hilera de frutos (Marcillo, 2012). Este cultivar presenta susceptibilidad a problemas fitosanitarios (Vélez, 2011).

#### **2.1.3.6. Maqueño**

El plátano maqueño es un triploide AAA, se caracteriza por poseer una regular vigorosidad. El pseudotallo puede llegar a alcanzar una longitud de hasta 5 metros. Las hojas se clasifican como de tamaño mediano, con peciolo largos y medianamente cerrados; el racimo es más grande y pesado, en buenas condiciones de fertilización y de humedad del suelo, puede llegar a superar las 100 libras, Los frutos son de poca longitud pero muy gruesos. Este cultivar se comporta medianamente resistente a problemas fitosanitarios (Cedeño, 2010).

#### **2.1.3.7. Orito**

Es un diploide AA, muy poco vigoroso llegando a alcanzar una longitud de hasta 4 metros. Su pseudotallo presenta una coloración amarillo verdoso con abundantes manchas castañas oscuras. Las hojas son angostas, erectas y brillosas. Su pulpa es amarilla, suave y muy dulce con mucho aroma, puede soportar la acción del viento por su eficiente sistema radicular. Los racimos son pequeño, con gran número de dedos, cortos, gruesos y rectos. Sus frutos maduran rápido y su característico sabor dulce se debe al genoma *M. acuminata*. El ciclo de siembra-cosecha varía de entre 8,4 a 9,7 meses (Cedeño, 2015).

### **2.1.3.8. Limeño**

Este cultivar probablemente sea un triploide (AAB), su pseudotallo puede alcanzar una altura de hasta 4,5 metros, con una coloración rojiza. Las hojas tienen una tonalidad verde en el haz y rojiza en el envés. El racimo tiene un parecido al cultivar Orito con la diferencia que sus manos son más separadas y sus dedos son largos (Cedeño, 2010). Este cultivar presenta resistencia a Sigatoka negra (Páez, 2012).

### **2.1.4. Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*)**

Esta enfermedad es considerada como una de las principales amenazas en las musáceas a nivel mundial. Ya que genera mayores pérdidas económicas debido a la reducción de la capacidad fotosintética de las plantas y provocando la disminución de los cultivos y la calidad del fruto (Muñoz, 2015). Bajo condiciones óptimas de temperatura y humedad relativa, el periodo de incubación en plátano es de 29 días (Belalcazar, Toro, & Jaramillo, 1991). La Sigatoka negra es altamente destructiva en los principales cultivares de Musas, llegando a provocar pérdidas en el rendimiento hasta un 50 y 100% y así afectar la economía del pequeño productor. (Augura, 2013).

#### **2.1.4.1. Historia de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*)**

Esta enfermedad fue descubierta en Fiji en el año 1963, convirtiéndose en una seria amenaza para la producción de plátanos y bananos (Guzmán, Orosco - Santos, & Pérez, 2013). La primera aparición de la Sigatoka negra en Latinoamérica fue en Honduras en el año 1972, detectándose la enfermedad en Ecuador en el año 1987 en las haciendas Timbre y Victoria. Esta enfermedad se encuentra distribuida en todo el territorio hasta en pequeñas áreas de las Islas Galápagos (Hasing, 2007).

La Sigatoka negra es una de las enfermedades más serias que afecta al cultivo de musáceas. La característica de mayor virulencia de la enfermedad, es por su alta capacidad de esporulación de su agente causal, ciclos reproductivos cortos y elevada severidad sobre el tejido afectado que son las hojas (Hernandez, Portillo, Navarro, Rodríguez, & Velazco, 2006).

#### 2.1.4.2. Origen y distribución de *Mycosphaerella fijiensis*

La sigatoka negra se observó por primera vez en las plantaciones en las islas de Fiji a 100 Km del Valle de Sigatoka, donde la enfermedad tomo su nombre. La Sigatoka negra se encuentra presente en todo el mundo en áreas con clima tropical o subtropical húmedo. Esta enfermedad se desarrolla rápidamente donde la humedad y lluvias son altas, con una temperatura por debajo de los 20° C (Guzmán, Orosco - Santos, & Pérez, 2013).

Los estudios en las diferentes zonas de *M. fijiensis*, sólo o en combinación con *M. musicola*, han sugerido que el centro de origen de las especies está en el área de las Islas de Salomón. Esta área es conocida como el lugar de origen de diferentes plátanos silvestres que podrían expresar muchas similitudes genéticas con tipos de bananos y plátanos. Luego de su detección en Honduras, se ha propagado hacia otras zonas productoras de plátanos y bananos en el continente, debido a las características epidemiológicas de la enfermedad y a la continuidad de áreas de cultivos de musáceas entre los países afectados. Es así como en 1975 se observa en Belice, luego en Guatemala en 1977, posteriormente en 1979 se presentó en Costa Rica, Nicaragua y El Salvador, en 1980 se detecta en México y en 1981 en Panamá (Betancourt, 2000).

#### 2.1.4.3. Taxonomía de la Sigatoka negra

<b>Reino</b>	Fungi
<b>División</b>	Eumycota
<b>Subdivisión</b>	Ascomycotina
<b>Clase</b>	Ascomycetes
<b>Orden</b>	Dothideales
<b>Familia</b>	Dophideaceae
<b>Género</b>	Mycosphaerella
<b>Especie</b>	fijiensis

**Fuente:** (Crous, Braun, & Groenewald, 2007)

La sigatoka negra se propaga a través de dos fases: sexual y asexual:

- **Fase sexual:** En esta fase el patógeno 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 ostiolo. Internamente se encuentran las ascas (especie de sacos) numerosas y bitunicadas con 8 ascosporas hialinas, uniseptadas, bicelulares, fusiformes (alargadas) y ligeramente constreñidas a nivel de las septas y de dimensiones 12.5 a 16.5 micras de largo por 2.5 a 3.8 de ancho (Betancourt, 2000).
- **Fase asexual:** Es cuando la enfermedad tiene la capacidad de acoplarse con células irregulares llamadas estromas, con una coloración marrón. En consecuencia, se forman 2 a 8 conidióforos en fascículos cilíndricos en el perímetro de la mancha, teniendo un promedio de 4 a 5 septas. El tamaño varía entre 24,5 micras de largo y de 3 a 4 micras de ancho (Betancourt, Moreira, & Sabero, 1998).

#### **2.1.4.4. Ciclo de vida de la Sigatoka negra**

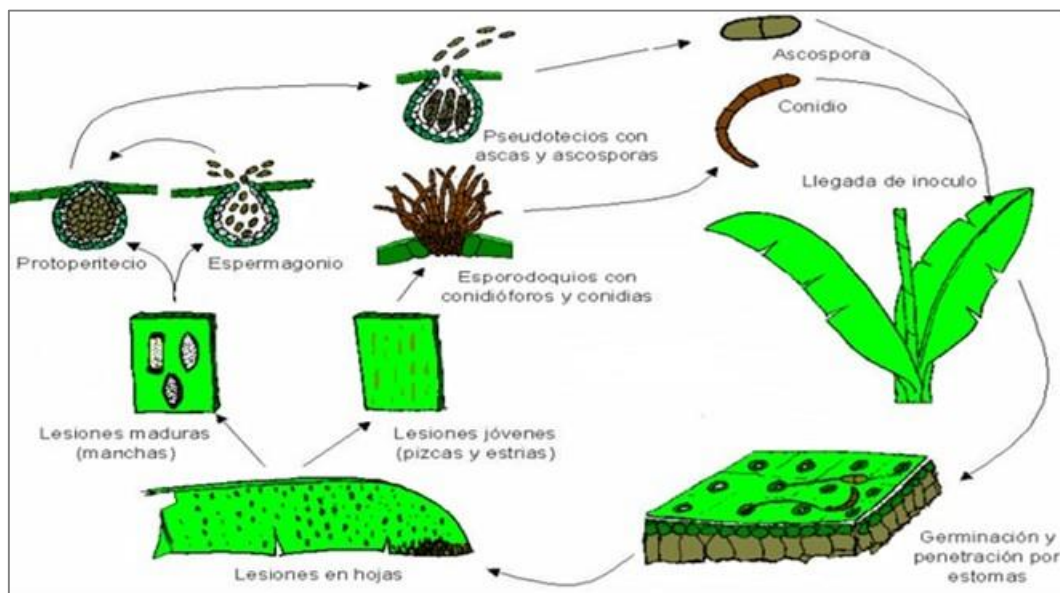
Es una enfermedad policíclica por la característica que tiene el hongo de reproducirse repetitivamente durante el curso de la epidemia, esto quiere decir que presenta una secuencia sin fin de infección, colonización, esporulación y dispersión. Este ciclo se encuentra favorecido directamente por la variedad del cultivo, el manejo agronómico y las condiciones climáticas (Belalcazar, Toro, & Jaramillo, 1991).

Es evidente que la agresividad del patógeno es favorecida por las condiciones climáticas, principalmente en zonas que mantienen una precipitación mayor a los 1400 mm anuales, con una temperatura entre 23 y 28 ° C y una humedad relativa superior a los 80 % (Álvarez, Pantoja, Ceballos, & Gañán, 2013).

La Sigatoka negra se inicia con la deposición de las esporas, ya sean ascosporas o conidios, sobre las hojas libres de la enfermedad o sobre las ya afectadas. Los procesos de germinación y penetración del inóculo solo ocurren cuando hay condiciones favorables con humedad relativa de 90 a 100%, temperaturas de 26 a 28°C y, sobre todo, presencia de agua libre sobre

las hojas. Bajo tales condiciones, las esporas germinan en un período de 2 a 6 horas, formando tubos germinativos que se extienden y ramifican en busca de los estomas. De este modo, se inicia el proceso de penetración que tarda de 2 a 3 días si las condiciones de humedad relativa, temperatura y humedad foliar son las adecuadas (Belalcazar, Toro, & Jaramillo, 1991).

Las ascosporas o esporas de origen sexual se desarrollan en el interior de cuerpos fructíferos conocidos como ascócarpos y se desprenden de las lesiones en estadio 5 y 6 mientras que los conidios o esporas de origen asexual se producen sobre los conidióforos y se desprenden desde el estadio 2 y 5 manifestándose en grandes cantidades en el envés de la hoja (Álvarez, Pantoja, Ceballos, & Gañán, 2013).



**Figura 1** Ciclo de vida del hongo *Mycosphaerella fijiensis* en musáceas (Bornacelly, 2009) citado por (Moreira, 2014)

#### 2.1.4.5. Patogénesis de *Mycosphaerella fijiensis*

Las esporas depositadas en las hojas germinan, si las condiciones climáticas son favorables, un tubo germinativo se penetra por los estomas, para posteriormente ramificarse y colonizar varias células produciendo el primer síntoma que se caracteriza por ser una pequeña pizca, seguida de las manchas y necrosis (Betancourt, 2000).

Los síntomas en las hojas incluyen lesiones necróticas, llegando a tener un incipiente halo amarillo. Muchas manchas maduras provocan extensas áreas de coloración amarillenta, lo que sugiere que el hongo produce toxinas que intervienen en el patosistema.

Esto ha sido comprobado mediante trabajos “in vitro” en diferentes cultivares de bananos. Uno de estos componentes tóxicos es el hongo *M. fijiensis*, el cual altera el metabolismo de las metioninas produciéndose etileno que influye en la maduración irregular de frutos cuando los hay o racimos raquíuticos por ausencia de hojas fotosintéticamente activas como para mantener el llenado y maduración de los racimos (Betancourt, 2000).

#### **2.1.4.6. Patosistema de la Sigatoka negra**

El patosistema de los cultivos de musáceas está compuesto de cuatro componentes: hospedero, patógeno, clima, hombre:

- **Hospedero.** El hospedero económicamente importante son las musáceas, llegando a producir daños dependiendo de su grupo genómico.
- **Patógeno.** El agente causal presenta en su ciclo dos fases, la sexual que es la *M. fijiensis* y la asexual que es la *P. fijiensis*.
- **Clima.** Este es un factor importante al ser un regulador de los procesos biológicos del patógeno y hospedero.
- **Hombre.** Este último es muy importante ya que él toma la decisión del uso de determinado cultivar, además del manejo que le realizará y el método de control que utilizara para *M. fijiensis* (Orozco, Pérez, Manzo, Farías, & Da Silva, 2008).

#### **2.1.4.7. Manejo integrado de la Sigatoka negra**

El manejo integrado de enfermedades se define como una herramienta sustentable para el combate de patógenos, mediante la combinación de métodos químicos, culturales, físicos y biológicos que minimicen los riesgos económicos, de salud y ambientales (Hollier, 2004).

El manejo integrado de Sigatoka negra contempla el uso de diferentes métodos de control apoyado por el conocimiento del cultivar/variedad de banano o plátano (susceptibilidad a la enfermedad, fenología, interacción con el patógeno, órganos afectados y edad de las plantas); del patógeno/enfermedad (especie del hongo, tipo de reproducción, estructura genética, diseminación, fuente de inóculo, sobrevivencia, período de incubación y ciclo de la enfermedad) y clima (cantidad y distribución de la precipitación, temperatura, rocío, radiación solar, nubosidad y humedad relativa) (Orozco-Santos & Orozco-Romero, 2006). Las prácticas de cultivo están orientadas a reducir las condiciones favorables para el establecimiento y desarrollo del patógeno, inducir el vigor de las plantas, establecer barreras físicas y/o eliminar fuentes de inóculo dentro de la plantación (Moorman, 2004).

En el caso del patosistema banano/plátano-Sigatoka negra, el control cultural es una parte fundamental en el manejo de la enfermedad. Se han sugerido numerosas prácticas de cultivo dentro de un programa de manejo integrado de la enfermedad, como es el caso de la remoción de hojas afectadas o porciones de éstas; la aplicación de urea y desecantes para acelerar su descomposición, así como la eliminación rápida de plantas cosechadas. Adicionalmente, otros componentes del manejo agronómico del cultivo ayudan a reducir las condiciones favorables (humedad) para el desarrollo de la Sigatoka negra e incrementar el vigor de las plantas: manejo de la densidad de plantación, deshije, sistemas de drenaje, métodos de riego, control de malezas, fertilización química, fertilización biológica (micorrizas y bacterias del género *Azospirillum*), control de plagas y nematodos (Orozco, Pérez, Manzo, Farías, & Da Silva, 2008).

Una práctica alternativa es el “minicomposteo”, que consiste en colocar la hojarasca en pequeños montones para su rápida degradación, lo cual permite reducir el inóculo e incorporar nutrientes al suelo. Además, es importante monitorear periódicamente la plantación para conocer el comportamiento de la enfermedad (incidencia, severidad y/o estado evolutivo) y obtener información que auxilie en la toma de decisiones (Orozco, Pérez, Manzo, Farías, & Da Silva, 2008).

#### **2.1.4.8. Cultivares con diferentes niveles de resistencia a Sigatoka negra**

Las variedades cultivadas son en general susceptibles a *M. fijiensis*, sin embargo sí presentan diversos niveles, lo que permite clasificarlos por esta característica. Cedeño (2010) realizó

un estudio de algunos de los cultivares de *Musas spp* más comunes en manos de productores, y los calificó en función de sus niveles de resistencia y susceptibilidad. Entre las variedades susceptibles se encuentran el Gross Michel (AAA), Filipino (AAA), Williams (AAA), Barraganete (AAB); como medianamente resistentes, Dominico Hartón (AAB), Maqueño Verde (AAA), Dominico (AAB), Dominico Gigante (AAB) y como resistentes al Orito (AA) y Limeño (AAB).

### **2.1.5. Nemátodos que afectan a las musáceas**

Los nemátodos de mayor importancia para Musas son: Nematodo espiral (*Helicotylenchus multicinctus*), Nematodo barrenador (*Radopholus similis*), Nematodo lesionador (*Pratylenchus spp*), y Nematodo agallador (*Meloidogyne spp*) (Pico & Guadamud, 2004).

#### **2.1.5.1. Nemátodo *Radopholus similis***

El *Radopholus similis* es uno de los principales nemátodos en las musáceas, provocando el volcamiento de las unidades de producción. Este nematodo puede causar pérdidas en la producción hasta un 50% en condiciones extremas y suelo erosionados puede alcanzar hasta un 75 % (Araya, 2003).

Es un nematodo endoparásito migratorio que completa su ciclo de vida en 20-25 días en los tejidos de la raíz y el rizoma de los plátanos y banano. Pasa por 4 estadios juveniles antes de llegar a adulto; el estado juvenil 1 se desarrolla dentro del huevo y después de 8 a 10 días emerge el estado juvenil 2, los estados juveniles 2, 3 y 4 mudan su cutícula hasta llegar a su estado adulto. Las hembras juveniles y adultas son infectivos, tienen formas móviles que pueden dejar la raíz en casos de condiciones adversas y llegar al suelo para parasitar raíces sanas. Esta especie tiene un dimorfismo sexual pronunciado, los machos tienen un estilete atrofiado y se consideran no-parasíticos. La penetración de los nemátodos ocurre de preferencia cerca al ápice radical, pero *R. similis* puede invadir cualquier porción de la raíz. Los machos son más pequeños que las hembras, llegando a medir entre 0,50 y 0,70 mm, con un estilete de aproximadamente 13 a 14 µm de longitud, mientras las hembras pueden llegar a medir entre 0,50 a 0,88 mm y puede desarrollar un estilete de aproximadamente 16 a 21 µm de largo (Guzmán O. , 2011).

El ataque lo realiza principalmente en tejidos frescos, provocando lesiones fácilmente identificables, debido a que los tejidos de las raíces pierden su color blanquecino e incoloro tornándose un color rojo oscuro, posteriormente violeta rojizo y terminando de un color negro. La necrosis de la raíz y del rizoma se incrementa por la acción de otros organismos del suelo como hongos y bacterias, siendo los más comunes *Cylindrocarpon musae*, *Acremonium stromaticum* y *Fusarium spp.* La destrucción de los tejidos de la raíz y del rizoma limita la absorción de agua y nutrientes lo cual resulta en la reducción del desarrollo y crecimiento de la planta, clorosis de las hojas, racimos pequeños y volcamiento (Guzmán O. , 2011).

Este nematodo se dispersa principalmente por aguas en escorrentías o mediante sistemas de riego, algo potencialmente grave para el pequeño productor tratar de combatir a *R. similis*. Otro medio de diseminación es por medio del material de siembra, suelos infectados, herramientas y maquinarias. Se dice que este nematodo se introdujo en el cultivar Gross Michel y luego infecto a otros cultivares (Guzmán O. , 2011).

#### **2.1.5.2. Nemátodo *Meloidogyne spp***

Este nematodo es una plaga de gran importancia económica, especialmente en regiones subtropicales y tropicales. En musáceas no es considerado un patógeno grave, a diferencia de otros cultivos que provoca mayores pérdidas económicas como son las hortalizas, leguminosas y frutales. Por lo general los productores no detectan el problema antes de la siembra y cuando lo identifican en su afán de salvar parte de la producción se ven obligados a utilizar nematicidas, productos peligrosos y de alto costo.

El umbral de este nematodo se sitúa en 30.000 nematodos sobre 100 g de raíces. Está ampliamente diseminado en el mundo. Los síntomas de este nematodo son similares a otros, afectando principalmente al sistema radicular, que consecuentemente provoca una reducción en la absorción de nutrientes y agua (Pico & Guadamud, 2004).

#### **2.1.5.3. Nemátodo *Helicotylenchus multicinctus***

Biológicamente y dependiendo del hospedante, el hábito alimenticio de *Helicotylenchus multicinctus*, se caracteriza generalmente como ectoparásito, lo que implica, que el nematodo

es un parásito que vive en la superficie externa de su hospedante, aunque algunas especies pueden comportarse como semiendoparásitos (semi=mitad y endo=interior), es decir, que la parte del cuerpo se encuentra en el interior del tejido cortical de la raíz. Después del *R. similis* este nematodo es más el diseminado en los cultivos de *Musa spp* (Guzmán - Piedrahita, 2010).

Este nematodo produce lesiones pequeñas longitudinales, entre 3 y 10 cm, que generalmente no profundizan al parénquima cortical; son de color castaño rojizo a negro (Araya, 2003). Además afecta el crecimiento y funciones normales de las raíces. Se observan síntomas de hojas coriáceas, las hojas nuevas muestran coloración amarillenta, mientras que las hojas viejas muestran un color amarillo anaranjado. Posteriormente, cuando el ataque aumenta se nota una decoloración de todo el follaje y los racimos son pequeños y de menor peso. Cuando el ataque es muy severo se produce la caída de las plantas (Bustamante, 2000).

Las pérdidas producidas por este nematodo pueden alcanzar hasta el 100%, según el cultivo y textura de suelo. El efecto es gradual y acumulativo, llegando a debilitar la unidad de producción, produciendo pérdida de vigor y longevidad. Según como se encuentre las condiciones de las plantaciones, los tres o cuatro ciclos siguientes los racimos que se producen no llegan a satisfacer los requerimientos para la exportación (Guzmán - Piedrahita, 2010).

#### **2.1.5.4. Nemátodo *Pratylenchus spp.***

Este nematodo es un endoparásito migratorio que coloniza los tejidos del córtex de la raíz y el rizoma del banano y plátano. Su infección manifiesta sintomatología similar a la producida por *R. similis* (Bridge, Fogain, & Speijer, 1997). Produce lesiones y ruptura de las raíces, llegando a penetrar en ciertas ocasiones en el cormo. Los síntomas que se manifiestan en la parte aérea, se caracterizan por la reducción del tamaño y amarillamiento de las hojas, provocando que las plantas se tornen débiles y su fácil volcamiento (Pico & Guadamud, 2004).

## **2.1.6. Picudo Negro (*Cosmopolites sordidus*).**

### **2.1.6.1. Daños producidos por Picudo negro.**

La mayoría de los cultivos de musáceas están expuestos a una plaga muy seria que afecta su normal desarrollo, provocando limitaciones en su producción y productividad. Los pequeños y medianos productores han venido enfrentando este grave problema que compromete la vida útil de la plantación. El principal daño del *C. sordidus* es en estado larval ocasionando en el cormo de la planta. Esta plaga produce una disminución en las plantaciones en un 10%, las pérdidas en la producción pueden llegar hasta un 90% de la cosecha debido al deterioro de las plantaciones y volcamiento de las plantas (Armendáriz, Landázuri, & Ulloa, 2014).

### **2.1.6.2. Ciclo de vida y daños de *Cosmopolites sordidus*.**

Los adultos miden entre 10 a 15 mm de longitud, son de color negro, con fuertes élitros y un pico pronunciado, debido a ello el nombre de Picudo negro. El adulto al inicio es marrón rojizo, pero con frecuencia se vuelve uniformemente negro. Cuando se deseca tiene aspecto grisáceo (Tazán, 2003). La hembra abre un agujero en el cormo y deposita sus huevos individuales, teniendo la capacidad de producir de 10 a 120 huevos (Armendáriz, Landázuri, & Ulloa, 2014).

El picudo negro puede sobrevivir sin alimentarse varios meses, vive libremente en el suelo, en la base de la planta o asociado con los residuos del cultivo. Tiene actividad nocturna y es susceptible a la desecación, solo una pequeña parte de los adultos pueden moverse a una distancia mayor a 25 metros en un periodo de 6 meses, vuelan raramente y si diseminación es a través de material infestado (Gold & Messiaen, 2000).

Los huevos del Picudo negro se incuban en 5 a 7 días, dependiendo si las condiciones son favorables. Las larvas pasan por cinco estadios y a medida que crecen, aumentan el tamaño de la galería en las cepas. El estado larval dura de 22 a 120 días y depende de las condiciones climáticas, de la variedad de la planta hospedera y de la edad del cormo. En estado de prepupa vive de 2 a 3 días y la pupa de 7 a 10 días (Gold & Messiaen, 2000).

El *C. sordidus* es atraído especialmente por los rizomas recién cortados, ataca en cualquier estado de desarrollo de la planta, provocando pérdida de emergencia del cultivo, amarillamiento y enanismo de las plantas. En plantaciones establecidas produce galerías en el cormo, provocando la pudrición, amarillamiento, reducción del vigor y el posterior volcamiento, además de provocar disminución en el rendimiento debido a la muerte de las plantas (Vélez, 2011).

## **CAPÍTULO III**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización de la investigación

La presente investigación se realizó en un cultivo establecido por una mezcla de musáceas en terreno de la finca experimental “La María”, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7.5 de la vía Quevedo – Mocache, provincia de Los Ríos, entre las coordenadas 01° 05' 11.89" Latitud Sur y 79° 30' 1.82" longitud oeste.

### 3.2. Características del sitio experimental

El clima de la zona es tropical húmedo, la temperatura media anual es de 24.8 °C, precipitación promedio anual de 1988.2 mm (Chavez, 2015), 84% de humedad relativa, heliofanía promedio anual de 894 horas.

### 3.3. Diseño experimental y análisis estadístico

Para el establecimiento del ensayo se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con 16 tratamientos en 4 repeticiones. Se consideró como unidad experimental parcelas con 16 plantas por cada uno, dentro de la cual se evaluaron las 4 plantas centrales.

Todas las variables evaluadas se sometieron al análisis de varianza y se utilizó la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para establecer la diferencia estadística entre los tratamientos. El correspondiente procesamiento estadístico se lo realizó utilizando el paquete estadístico INFOSTAT.

En la tabla 1 se indica el análisis de varianza del experimento.

**Tabla 1.** Análisis de varianza del experimento

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamientos	15
Repeticiones	3
Error	45
Total	63

### **3.4. Descripción de los tratamientos**

Los datos se registraron en un ensayo de 4 años de edad donde se compararon parcelas de mezclas y monocultivo, los cultivares utilizados en la presente investigación fueron: Gros Michel, Barraganete, Orito, Limeño y Maqueño verde, como se muestran a continuación:

**T<sub>1</sub>:** Limeño + Barraganete

**T<sub>2</sub>:** Limeño + Orito

**T<sub>3</sub>:** Limeño + Gros Michel

**T<sub>4</sub>:** Barraganete + Orito

**T<sub>5</sub>:** Barraganete + Gros Michel

**T<sub>6</sub>:** Orito + Gros Michel

**T<sub>7</sub>:** Limeño

**T<sub>8</sub>:** Barraganete

**T<sub>9</sub>:** Orito

**T<sub>10</sub>:** Gros Michel

**T<sub>11</sub>:** Limeño + Barraganete + Gros Michel + Orito

**T<sub>12</sub>:** Limeño + Maqueño

**T<sub>13</sub>:** Maqueño + Orito

**T<sub>14</sub>:** Maqueño

**T<sub>15</sub>:** Maqueño + Barraganete

**T<sub>16</sub>:** Gros Michel + Barraganete + Orito + Maqueño + Limeño

### **3.5. Manejo del experimento**

El manejo agronómico del lote experimental consistió en la realización de controles de malezas, y problemas fitosanitarios (manejo integrado de plagas y enfermedades) y todas las labores que requeridas por el cultivo.

#### **3.5.1. Control de malezas**

Se realizó el control de malezas de manera manual y en ciertos casos en forma mecánica utilizando motoguadañas con la finalidad de mantener el cultivo limpio de malas hierbas.

### **3.5.2. Deshoje**

Se eliminó todas las hojas dobladas y las hojas erectas que tuvieran más del 50% del tejido necrótico muerto, causado por la Sigatoka Negra, labor se la realizó cada ocho días.

### **3.5.3. Deshije**

Al igual que el deshoje, esta actividad se realizó en periodos mensuales, tomando en cuenta la relación madre e hijo y nieto.

### **3.5.4. Deschante**

Esta labor se realizó al mismo tiempo que el deshoje ya que esto permitió mantener la sanidad del cultivo, evitando así que sirva de hospedero para insectos principalmente hormigas y cochinillas, siendo estas últimas, vectores del BSV (Banana Streak Virus).

### **3.5.5. Fertilización**

Se realizaron dos fertilizaciones durante todo el ciclo aplicando Fertibanano en dosis de 150 Kg/ha, el mismo que contiene N-P-K-MgO-S en porcentajes de 18, 6, 28, 2,2%, respectivamente.

## **3.6. Variables evaluadas**

### **3.6.1. Relación equivalente a tierra**

Este índice determina la eficiencia del uso de los recursos tierra, en el caso del uso de monocultivo o asociación de musáceas. Con los valores del rendimiento se calculó el índice de eficiencia de la asociación (**RET**) (Quiróz & Marín, 2003), sumando los rendimientos de cada cultivar usando la siguiente formula. **RET**= (RCA/RCM) + (RCA/RCM).

### 3.6.2. Índice de Infección de la Enfermedad (% IE)

El cálculo del índice de la enfermedad se realizó utilizando la fórmula propuesta por Townsend y Heuberger (1943) modificada, citados por (Reyes, 1995) cómo se describe a continuación:

$$\text{Índice de la enfermedad (I.E. \%)} = \frac{\sum(a*b)}{K*N} * 100$$

Dónde:

a= Valores numéricos de la categoría de daño (escala de 0 – 6). Anexo 1

b= Número de hojas afectadas por cada categoría de daño.

N= Número total de hojas evaluadas.

K= Número máximo de la escala (K=6).

### 3.6.3. Severidad de daño causado por Picudo negro (%)

Esta determinación se realizó mediante el uso del coeficiente de infestación en el momento de la cosecha de la planta; Una vez cortado el racimo, se desenterró el cormo o rizoma y se aplicó la escala propuesta por Vilardebo citado por (Vélez, 2011). Esta escala consiste en hacer un corte transversal al rizoma y contar el número de galerías ocasionadas por las larvas en segmentos o cuadrantes de él. Dicha escala asigna valores que van de 0 a 100, como se indica en la cuadro 2.

**Tabla 2.** Escala para la evaluación de las lesiones de larvas de picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en el cormo de la planta de banano (Vilardebo, 1973)

Grado	Descripción
0	cormo sin galerías
5	presencia de trazas de galerías
10	infestación intermedia entre 5 y 20 galerías
20	galerías en aproximadamente un cuarto de la cepa
40	galerías en la mitad de la cepa
60	galerías sobre tres cuartos de la cepa
100	galerías sobre toda la totalidad de la cepa

#### **3.6.4. Incidencia de nematodos**

Para determinar la incidencia de nematodos se procedió a tomar muestras de los 20 primeros cm de raíces, al pie de una planta recién florecida.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. Resultados

### 4.1.1. Índice de la Sigatoka negra

En el cuadro 3 se pueden observar los valores obtenidos respecto a la incidencia de la enfermedad en cinco cultivares de musas en monocultivo.

Se puede apreciar que el cultivar Barraganete fue el más susceptible con un promedio de infección del 30,31 %. Los máximos niveles de tolerancia los mostraron los cultivares Limeño y Orito con 10,38 y 10,91%, en su orden.

**Tabla 3.** Incidencia (%) de Sigatoka negra en cinco cultivares de *Musa spp*, en monocultivo

Monocultivos	Época Lluviosa	Época Seca	Promedio
Barraganete	31,99 a	28,62 a	30,31
Gros Michel	25,20 b	15,74 b	20,47
Maqueño	20,92 c	12,57 c	16,75
Limeño	12,63 d	8,13 cd	10,38
Orito	11,80 d	10,01 d	10,91
CV (%)	6,86	7,86	

En la Tabla 4 se puede observar que todas las mezclas mostraron tolerancia al ataque de *M. fijiensis* incluso las mezclas de cuatro y cinco cultivares (con un equivalente al 50 y 40% de cultivares resistentes). Los máximos niveles de tolerancia lo mostró la mezcla de los dos cultivares resistentes Orito +Limeño, mientras la mezcla Barraganete + Gros Michel presentó el mayor índice de infección.

Cabe destacar de las mezclas es que a pesar de que *M. fijiensis* se disemina por el aire, las mezclas con cultivares resistentes Orito y Limeño, se disminuyó la enfermedad más del 50%, hecho a considerar en planes de manejo. El uso del cultivar Limeño presenta ventaja al presentar una altura similar al del cultivar Barraganete susceptible, por lo que se asume que el rol principal es actuar como barrera.

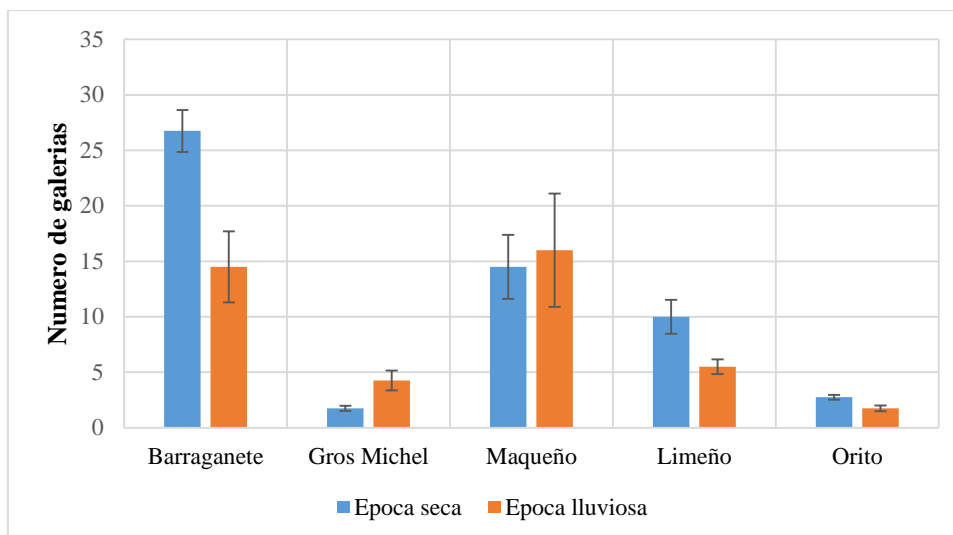
**Tabla 4.** Incidencia de la Sigatoka negra en varios niveles de mezclas de cultivares de *Musa spp*

Mezclas	Época Lluviosa	Época Seca	Promedio
B+G	21,31 a	12,42 a	16,87
B+M	18,68 ab	10,78 ab	14,73
B+L	16,30 bc	11,88 a	14,09
B+O	16,35 bc	11,47 ab	13,91
G+O	15,96 bc	9,94 ab	12,95
O+L	11,01 d	10,63 ab	10,82
O+M	13,86 cd	10,26 ab	12,06
G+L	16,18 bc	9,78 ab	12,98
M+L	15,49 bc	9,61 ab	12,55
O+B+G+M	14,58 c	8,50 b	11,54
G+B+O+L+M	15,29 c	9,77 ab	12,53
CV (%)	8,20	8,16	

#### 4.1.2. Número de galerías producidas por Picudo negro

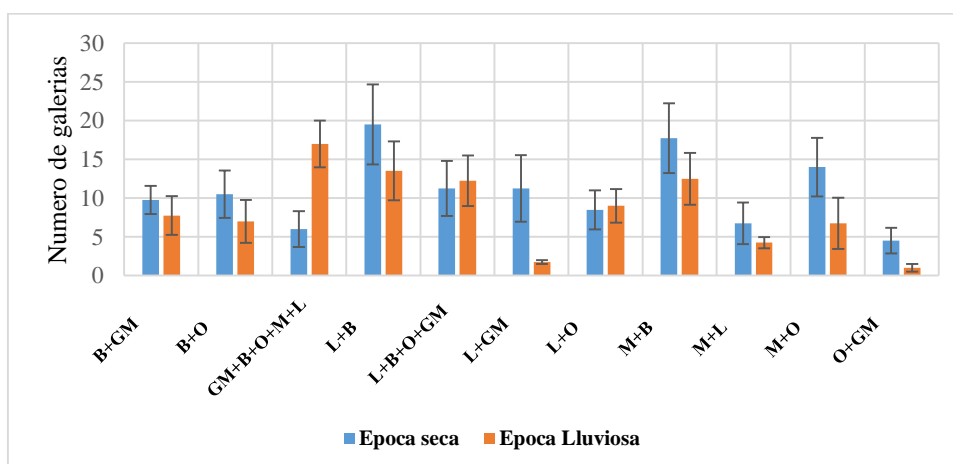
En la figura 1, se puede apreciar que en la época seca el cultivar Barraganete presenta el mayor número galerías producidas por Picudo negro con 26,75 perforaciones, a diferencia de los demás cultivares que presentaron rangos entre 14,50 y 2,75 galerías. El cultivar Gros Michel mostro menor daño producido por *C. sordidus*. En la época lluviosa el cultivar Maqueño presentó el mayor número de perforaciones, mientras que los demás cultivares mostraron rangos entre 14,50 y 4,25 perforaciones y el cultivar Orito presentó 1,75 galerías provocadas por Picudo negro.

Se puede observar claramente que el insecto tiene una cierta preferencia a los cultivares Barraganete y Maqueño ya que mostraron más afectaciones en cuanto al número de galerías.



**Figura 1.** Número de galerías producidas por Picudo negro en cormos de cinco cultivares de *Musa spp*, en monocultivo

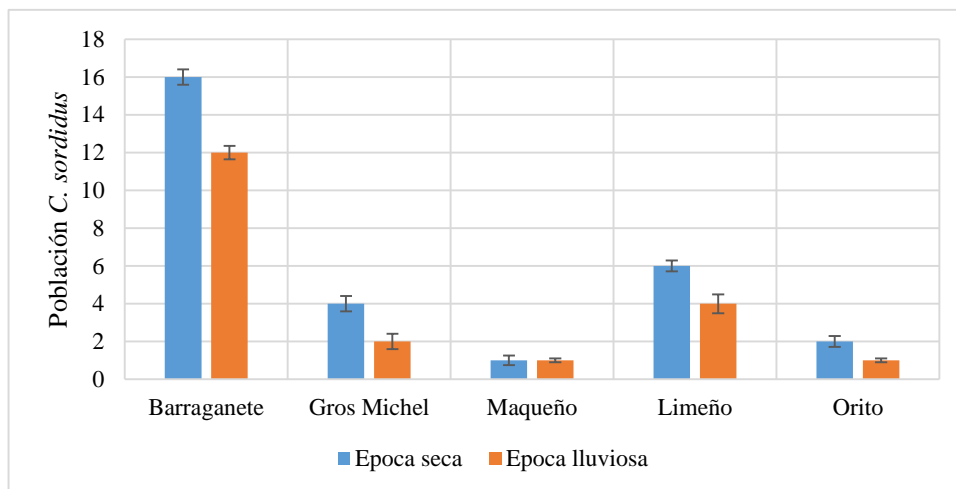
En la figura 2, se puede observar que en la época seca que las mezclas Limeño + Barraganete y Maqueño + Barraganete evidenciaron el mayor número de galerías provocadas por el insecto en el cormo con 19,50 y 17,75 perforaciones, en su orden. Las demás mezclas que presentaron rangos entre 14,00 y 6,00 perforaciones, destacándose la mezcla con los dos cultivares resistentes como es el caso del Orito y Gros Michel que mostró el menor número de galerías con 4,50 perforaciones. En la época lluviosa la mezcla de cinco cultivares presentó mayor afectación con 17,00 perforaciones, mientras las demás mezclas presentaron rangos entre 13,50 y 1,75 perforaciones, destacándose la mezcla Orito + Gross Michel con 1 perforación.



**Figura 2.** Número de galerías provocadas por *Cosmopolites sordidus* en varios niveles de mezclas

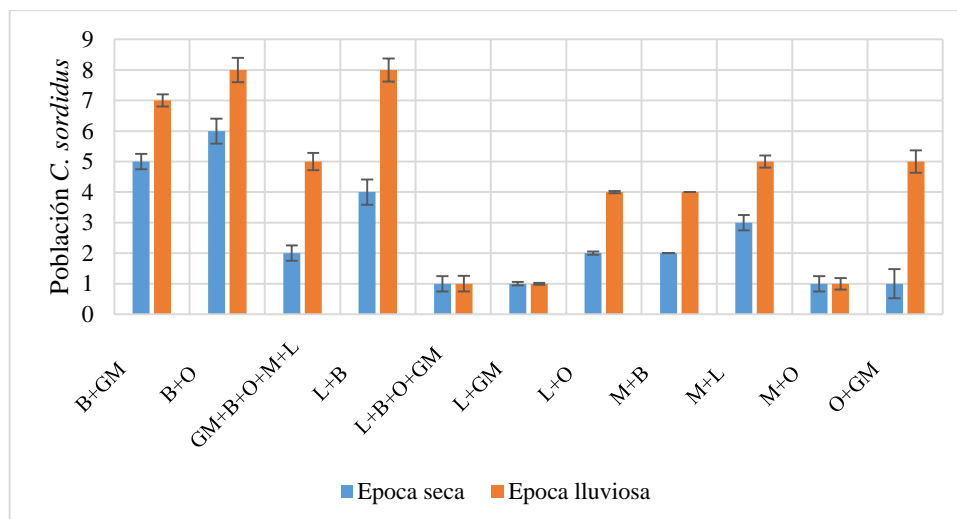
### 4.1.3. Población de Picudo negro

En la figura 3, se muestra la cantidad de picudo encontrados en las parcelas en monocultivo durante la época seca, donde se aprecia que la mayor presencia del *C. sordidus* fue en el cultivar Barraganete con 16,00 insectos, mientras que los otros cultivares en estudio presentaron rangos entre 6,00 y 2,00 picudos y el cultivar Maqueño mostró la presencia de solo 1 insecto. En la época lluviosa no hubo mucha diferencia ya que el Barraganete muestra la mayor presencia y los cultivar es Maqueño y Orito la menor cantidad del insecto.



**Figura 3.** Población de *Cosmopolites sordidus* en parcelas de monocultivo

En la figura 4, se puede apreciar que la mayor población de Picudo negro en la época seca se presentó en la mezcla Barraganete + Orito con 6,00 picudos, en comparación con las otras mezclas que alcanzaron rangos entre 5,00 y 2,00 insectos, mientras las mezclas Limeño + Barraganete + Orito + Gross Michel, Limeño + Gross Michel, Maqueño + Orito y Gros Michel + Orito, mostraron la menor presencia con apenas 1 picudo. En la época lluviosa las mezclas Barraganete + Orito y Limeño + Barraganete, presentaron la mayor población con 8,00 insectos, a diferencia de las demás mezclas que alcanzaron rangos entre 7,00 y 4,00 picudos, siendo nuevamente las mezclas Limeño + Barraganete + Orito + Gros Michel, Limeño + Orito y Maqueño + Orito las que mostraron menor presencia con apenas 1 picudo en esta época.



**Figura 4.** Población de Picudo negro en varios niveles de mezclas con cultivares resistentes

#### 4.1.4. Numero de raíces dañadas por nematodos

La Tabla 5 presenta el porcentaje de raíces vivas afectadas por nemátodos en los monocultivos, donde se destaca el cultivar Barraganete con el más alto número de raíces vivas (42,05), al otro extremo del rango aparece el cultivar Orito con 8,45 de raíces vivas. El cultivar comercial obtuvo la mayor cantidad de raíces dañadas con 38,20, a diferencia de los otros que presentaron rangos entre 20,95 y 12,20, mientras el cultivar Barraganete se destacó al presentar el menor número de raíces dañadas. El mayor número de raíces totales las obtuvo el cultivar comercial con 58,45, mientras en Barraganete alcanzó el mayor porcentaje de raíces vivas.

**Tabla 5.** Porcentaje de raíces vivas y dañadas por nemátodos en parcelas en monocultivo

Monocultivos	Raíces vivas		Raíces dañadas		Raíces totales		% Raíces vivas	
Barraganete	42,05	±23,35	10,15	±0,15	52,20	±23,50	75,78	±10,62
Gros Michel	22,40	±1,20	12,20	±4,40	34,60	±3,20	65,62	±9,54
Maqueño	16,55	±5,15	20,95	±7,75	37,50	±2,60	45,31	±16,88
Limeño	22,95	±4,25	11,15	±9,15	34,10	±13,40	73,80	±16,54
Orito	8,45	±1,25	20,25	±2,45	28,70	±3,70	29,37	±0,57
Comercial	20,25	±7,55	38,20	±7,40	58,45	±14,95	33,54	±4,34

En la tabla 6, se muestra el número de raíces vivas y dañadas en cada una de las mezclas en estudio. La mezcla Barraganete + Maqueño se destacó presentando mayor número de raíces vivas con 35,20, mientras la mezcla Orito + Limeño presentó el menor número de raíces vivas con 15,05. La mezcla Orito + Maqueño obtuvo el mayor número de raíces dañadas por nemátodos con 13,10, destacándose las mezclas Barraganete + Maqueño y Gros Michel + Limeño, al presentar menor número de raíces dañadas por nemátodos con 8,25. La mezcla de cinco cultivares alcanzó el mayor número de raíces totales con 46,66, mientras la mezcla Barraganete + Maqueño presentó el mayor porcentaje de raíces vivas con 80,09%.

**Tabla 6.** Número de raíces en parcelas con varios tipos de mezclas de cultivares de *Musa spp*, con valores de error estándar

Mezclas	Raíces vivas		Raíces dañadas		Raíces totales		% raíces vivas	
B+GM	29,00	±11,20	11,00	±0,80	40,00	±12,00	70,44	±6,87
B+M	35,20	±13,50	8,25	±1,95	43,45	±15,45	80,09	±2,59
B+L	21,25	±0,15	12,20	±2,00	33,45	±1,85	63,75	±3,98
B+O	18,05	±10,75	10,30	±8,10	28,35	±2,65	60,65	±12,25
GM+O	19,50	±1,70	12,10	±0,50	31,60	±2,20	61,63	±1,09
O+L	15,05	±7,75	9,40	±0,80	24,45	±8,55	57,50	±11,59
O+M	30,50	±10,00	13,10	±1,40	43,60	±11,40	68,65	±4,99
GM+L	27,45	±9,65	8,25	±1,95	35,70	±7,70	74,53	±10,96
M+L	34,35	±8,55	8,50	±1,90	42,85	±6,65	78,97	±7,70
O+B+GM+M	29,36	±19,34	11,75	±4,45	41,11	±14,89	62,59	±14,37
GM+B+O+L+M	33,76	±13,26	12,90	±2,90	46,66	±10,36	69,47	±13,00

#### 4.1.5. Relación equivalente a tierra

La Relación Equivalente a Tierra (RET) presentó valores a favor de las mezclas, esto significa que, aun cuando el pequeño productor no presente problemas en su monocultivo, el tener diferentes cultivares presenta ventajas, tanto en el aspecto económico y en la parte del manejo de plagas y enfermedades indicado en párrafos anteriores.

En este caso la tabla 7, nos muestra el índice de la Relación Equivalente a Tierra (RET) de la mezcla Orito + Barraganete presentó 2,27 unidades de superficie, señalando que se requeriría el 127 % más de terreno sembrado en monocultivo para igualar la productividad

de esta mezcla. Seguido muy de cerca por la mezcla de cuatro cultivares que cuyo índice RET indicó que se necesitaría el 118 % se superficie adicional establecido en monocultivo. Las demás mezclas alcanzaron rangos entre 83 a 111%, la mezcla Maqueño + Barraganete fue menos beneficiada ya que presentó un valor mínimo del 72% que se necesitaría de superficie extra en monocultivo para igualar el rendimiento de la mezcla.

**Tabla 7.** Índice de relación equivalente a tierra en mezclas de diferentes cultivares de musáceas

<b>Mezclas</b>	<b>Barraganete</b>	<b>Limeño</b>	<b>Total</b>
B+L	1,15	0,7	1,86
	LIMEÑO	ORITO	
L+O	1,1	0,99	2,09
	GROS MICHEL	LIMEÑO	
GM+L	0,87	0,96	1,83
	ORITO	BARRAGANETE	
O+B	1,2	1,08	2,27
	BARRAGANETE	GROS MICHEL	
B+GM	1,03	0,89	1,91
	GROS MICHEL	ORITO	
GM+O	1,07	0,99	2,07
	O+GM+L	BARRAGANETE	
(O+GM+L)+B	1,07	1,11	2,18
	MAQUEÑO	LIMEÑO	
M+L	0,74	1,2	1,93
	ORITO	MAQUEÑO	
O+M	1,01	0,91	1,91
	MAQUEÑO	BARRAGANETE	
M+B	0,74	0,98	1,72
	BARRAGANETE	GM+O+M+L	
B+(GM+O+M+L)	1,14	0,98	2,11

## 4.2. Discusión

Los principios que se le ha venido aplicando al manejo integrado de plagas son conocidos y realizados desde el siglo pasado. De la misma manera, mucho se ha comentado sobre la conveniencia de conservar la agrobiodiversidad y sus efectos en los agrosistemas. Sin embargo, el productor se enfoca en lo económico y comienza a especializar sus fincas para ofrecer al consumidor el producto que se presenta con mayor demanda en el mercado, cayendo fácilmente en el monocultivo con todas sus consecuencias. Uno de las mayores objeciones del pequeño productor es la dificultad a la hora de realizar el manejo a sus fincas, a mayor diversidad, mayores serán las complicaciones de manejo.

El proyecto Bioversity International, a través del proyecto “*Mejorando la productividad y resiliencia de los pobres rurales incentivando el uso de diversidad varietal en sus cultivos para combatir plagas y enfermedades- Fase II*” enfoca precisamente este problema.

En este sentido, los resultados obtenidos por (Verdesoto, 2016) quien evaluó mezclas de cultivares de *Musa spp* para minimizar la severidad de la Sigatoka negra, consiguiendo que la mezcla de los cultivares resistentes Orito y Limeño presenten el menor índice de infección y resultados similares para las mezclas de 4 y 5 cultivares. En la presente investigación se coincide con tal aseveración, pues la mezcla con menor índice de infección fue Orito + Limeño con un promedio de 10,82 %. Cabe indicar que a pesar de que esta enfermedad se disemina por el aire, el uso de los dos cultivares resistentes presentan una ventaja para que actúen como barrera frente a otros cultivares susceptibles.

Otro de los principales problemas que afecta a las musáceas es el Picudo negro, en la presente investigación ratifica otros resultados previos obtenidos por (Vélez, 2011) y (Verdesoto, 2016) indicando que el cultivar Barraganete presentó mayor número de perforaciones en la parcela de monocultivo, observó que el Picudo negro presenta una cierta preferencia por otros cultivares como es el caso del Maqueño y Limeño, tanto en la época seca como en la lluviosa.

Una de las situaciones interesantes en la presente investigación es que todas las mezclas fueron tolerantes al ataque de Picudo negro especialmente la de los dos cultivares resistentes como el Orito y Gros Michel, mientras en las mezclas con cultivares susceptibles el daño

fue mayor como es el caso del Limeño + Barraganete. Aparentemente, el cultivar Orito ejerce algún tipo de repelencia, ya que la población es tan baja que los daños en término de número de galerías son de apenas 4,50 perforaciones en la época seca y 1 en la lluviosa. Otro cultivar a destacar es el Gros Michel, que en las mezclas presentó un promedio menor de 11 galerías en cualquier tipo de mezcla.

(Vélez, 2011), caracterizó al cultivar Barraganete como susceptible, al Maqueño como medianamente resistente y al Orito como resistente, por lo que se podría concordar con la presente investigación debido a que la mayor presencia del Picudo negro se localizó en el cultivar de Barraganete tanto en mezcla y evidenciando su mayor presencia en el monocultivo. Se apareció una cierta preferencia del *C. sordidus* al cultivar de plátano Maqueño y Limeño ya se en mezcla o monocultivo.

Los resultados presentados en esta investigación, tienen concordancia con lo manifestado por (Jarvis et al, 2011) , en relación al uso de mezclas de diferentes especies cultivadas a nivel mundial, los resultados han sido muy buenos, especialmente al contribuir a un manejo ecológico y sostenible de plagas y enfermedades, con beneficios para el pequeño productor, ya que le garantiza una mayor producción y calidad de sus productos.

Según (Verdesoto, 2016), cualquier mezcla mediante la relación equivalente a tierra (RET) es más eficiente que el monocultivo refiriéndose a la producción y al ingreso. En la presente investigación los resultados coinciden con dicha aseveración, al determinar que la eficiencia de los recursos tierra en mezclas de musáceas, se indica que los monocultivos necesitan terreno adicional para igualar el rendimiento total de las mezclas.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones

- El manejo de mezclas como sistema de producción ayudó a minimizar la severidad de los problemas fitosanitario en la época de alta presión.
- Se observó que la mezcla que mejor resultado tuvo sobre la incidencia de Sigatoka negra fue Limeño + Orito con 10.82%.
- El uso de mezclas intraespecíficas de musáceas ayudó a restar la presencia de Picudo negro en la época seca, las mezclas que más se destacaron sobre la población del insecto fueron Limeño + Barraganete + Orito + Gros Michel, Limeño + Gros Michel, Maqueño + Orito y Gros Michel+Orito que mostraron menor presencia con apenas 1 picudo.
- En la época de alta presión las mezclas que tuvieron la menor población de picudo fueron Limeño + Barraganete + Orito + Gros Michel, Limeño + Orito y Maqueño + Orito con 1 picudo al igual que en la época seca.
- El sistema de mezcla minimizó el daño de raíces causado por nematodos, siendo el tratamiento Barraganete + Maqueño el mejor mostrando el 80.09 % de raíces vivas siendo el mayor porcentaje a diferencia de los demás tratamientos que tienen un rango entre 70.44 % Barraganete + Gros Michel y el 57.50 % Orito + Limeño.

## 5.2 Recomendaciones

- Utilizar las mezclas con cultivares como el Orito y Limeño que presentaron niveles de resistencia a Sigatoka negra de 10.91% y 10.38%. Gros Michel y Orito para minimizar el daño de Picudo negro que presentó la menor población con 1 insecto, para reducir la incidencia y severidad de los principales problemas fitosanitarios mencionados.
- Aplicar un buen manejo cultural, este ayuda a reducir la incidencia y severidad de problemas como la Sigatoka negra y Picudo negro.
- Una de las ventajas mediante el uso de mezclas intraespecíficas y que se encuentra muy relacionado con la propuesta de este proyecto de investigación es mantener los cultivares a punto de extinción, ya que no son aprovechados por los pequeños productores como producto debido por su valor económico.
- Continuar con esta investigación de mezclas intraespecíficas de musáceas, para establecer las condiciones más propicias para los pequeños y medianos productores, además de determinar si en nuevas generaciones presentan algún cambio en su tolerancia y susceptibilidad.

## **CAPÍTULO VI**

### **BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Bibliografía citada

- AEBE. (2010). Asociación de exportadores de banano del Ecuador. . La industria bananera Ecuatoriana. Guayaquil, Ecuador. 18 p.
- Álvarez, E., Pantoja, A., Ceballos, G., & Gañán, I. (2013). La sigatoka negra en platano y banano. Recuperado el 21 de marzo de 2015, de <http://www.fao.org/docrep/019/as089s/as089s.pdf>
- Araya, M. (2003). Situación actual del manejo de nematodos en banano (Musa AAA) y plátano (Musa AAB) en el trópico americano. INIBAP, 79-102 p.
- Armendáriz, I., Landázuri, P., & Ulloa, S. (2014). Buenas prácticas para el control del picudo del plátano, cosmopolites Sordidus, en Ecuador.
- AUGURA. (2013). Asociación de bananeros de Colombia. Sigatoka negra. Colombia. Obtenido de [http://www.augura.com.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=23&Itemid=39](http://www.augura.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=39).
- Belalcazar, C., Toro, J., & Jaramillo, R. (1991). El cultivo de platano en el tropico. Armenia. (Nº 50). Talleres graficos de impresora Feriva. 376 p.
- Betancourt. (2000). La Sigatoka negra del banano y platano. Sistema de preaviso biologico. Obtenido de [http://www.infoagro.net/shared/docs/a3/4Sigatoka\\_negra.pdf](http://www.infoagro.net/shared/docs/a3/4Sigatoka_negra.pdf)
- Betancourt, G., Moreira, G., & Sabero, L. (1998). La “Sigatoka Negra” del banano y plátano. Prevención y control de enfermedades prioritarias en sanidad vegetal. . Quito.
- Bioversity. (2006). Conservación y uso de la biodiversidad genética cultivada para control de plagas en apoyo a la agricultura sostenible. CAP Ecuador. Un proyecto de investigación y desarrollo para el uso de la agrobiodiversidad a favor del bienestar rural. Agencia de ejecución nacional: INIAP. Agencia de implementación BIOVERSITY. Quito, Ecuador.
- Bornacelly, H. (2009). Estudio del ciclo de vida de *Mycosphaerella fijiensis* en tres clones de banano (Musa AAA) en tres regiones de la zona bananera del Magdalena. Tesis M.Sc. Palmira , Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 70 p.
- Bridge, J., Fogain, R., & Speijer, P. (1997). Nematodo lesionador de los bananos. Hoja divulgativa Nº 2. Obtenido de [https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/user\\_upload/online\\_library/publications/pdfs/698\\_ES.pdf](https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/user_upload/online_library/publications/pdfs/698_ES.pdf)
- Bustamante, M. (2000). Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de banano y plátano. Recomendaciones para el técnico y productor. El Zamorano, Honduras.

- Cedeño. (2010). Evaluación del comportamiento de doce cultivares de *Musa* spp. Inoculados con *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. Agente causal de la Sigatoka negra. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal de Manabí. Manabí, Ecuador.
- Cedeño. (2015). Micropopagación de banano orito (*Musa acuminata* AA) a partir de meristemas florales. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil. Daule, Ecuador. 112 p.
- Chavez, S. (2015). Cálculo de la evapotranspiración mediante tres métodos y determinación de las necesidades de riego en los cultivos de pepino y pimiento en la finca "La María". Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal De Quevedo . Los Rios, Ecuador.
- Crous, P., Braun, U., & Groenewald, J. (2007). *Mycosphaerella* is polyphyletic. *Studies in Mycology*, 1-32.
- Devourad. (2001). " Taxonomía de los bananos". INIBAP, Francia. 105 p.
- FAO. (2009). Sistemas de producción agropecuaria y pobreza: [www.fao.org](http://www.fao.org). Obtenido de FAO web site: [http://www.fao.org/farmingsystems/LAC\\_leg\\_es.htm](http://www.fao.org/farmingsystems/LAC_leg_es.htm)
- Fernandez, A. (2006). El cultivo de banano en el Ecuador. En *Cultivo, Plagas y enfermedades* (Segunda ed., pág. 292). Machala, Ecuador: GRAFIRAM.
- Gold, C., & Messiaen, S. (2000). El Picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus*. *Boletín divulgativo Plagas de Musa* N°4., 4 p.
- Guzmán - Piedrahita, O. (2010). Importancia de los nematodos espiral, *Helicotylenchus multincinctus* en banano y plátano. Obtenido de [http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia19\(2\)\\_3.pdf](http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia19(2)_3.pdf)
- Guzmán, M., Orosco - Santos, M., & Pérez, L. (2013). Las enfermedades Sigatoka de las hojas del banano: dispersión, impacto y evolución de las estrategias de manejo en América latina y el Caribe. *Acorbad*, 20 p.
- Guzmán, O. (2011). El nemátodo barrenador (*Radopholus similis*) del banano y plátano. *SciELO*, 17 p.
- Hasing, F. (2007). Impacto de las aplicaciones de un mineral Bio-activo sobre parámetros agronómicos y fitosanitarios en plantas de Banano del grupo Cavendish, variedad Williams a nivel de laboratorio e invernadero. Tesis Ingeniero Agropecuario. Escuela Politécnica del Litoral., 144 p. Guayaquil, Ecuador.
- Hernandez, Y., Portillo, F., Navarro, M., Rodríguez, M., & Velasco, J. (2006). Densidad estomatocítica en materiales de plátanos (*Musa* AAB, AAAB y ABB) susceptibles y resistentes a Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*, Morelet). Universidad Nacional Experimental Sur del Lago (UNESUR). Obtenido de

<http://www.produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/12202/12190>

- Hollier, C. (2004). Integrated pest management. In: Trigiano RN, Windham MT, Windham AS (Eds.) Plant Pathology. Concepts, and laboratory excercises. CRC Press, 337-344.
- INIBAP. (2001). Musalogue: a catalogue of Musa germplasm. Diversity in the genus Musa. CIRAD. Montpellier, France. 49 p.
- Jarvis et al. (2011). Manejo de la agrobiodiversidad en los ecosistemas agricolas. Roma: Bioversity International. 338-356 p.
- López, J. (2011). Comportamiento de diez cultivares de *Musa spp*, frente al ataque de *Radopholus similis*. Tesis Ingeniero Agronomo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. 79 p.
- Marcillo, J. (Mayo de 2012). Contribución económica de la biodiversidad de *Musa spp* a la sostenibilidad de la producción agricola a nivel del pequeño productor. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. 187 p. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4627/1/CD-4257.pdf>
- Moorman, G. (2004). Cultural control of plant diseases. In: Trigiano RN, Windham MT, Windham AS (Eds.) Plant Pathology. Concepts, and laboratory excercises. Florida, USA. 313-318 p.
- Moreira, C. (01 de Abril de 2014). Efecto de la diversidad intraespecifica en el cultivo de musáceas como medida de control de sus problemas fitosanitarios. Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Técnica Estatl de Quevedo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- Muñoz, F. (2015). Fungicidas del grupo de las aminas para el control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano (*Musa AAA*). . Tesis Ingeniero Agropecuario Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- Núñez, I., González, E., & Barahona, A. (2003). La biodiversidad: Historia y contexto de un concepto. Revista interciencia., Volumen 28.(Numero 007.), 387-393 p.
- Orozco, M., Pérez, O., Manzo, G., Farías, J., & Da Silva, W. (2008). Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y platanos. 8 p.
- Orozco-Santos, M., & Orozco-Romero, J. (2006). Manejo sustentable de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano: conocimiento del patosistema, practicas culturales y control quimico. . Memorias de la XVII Reunión ACORBAT. Brasil. 100-116 p.
- Páez, P. (2012). Caracterización Morfo-Agronómica de doce cultivares de musáceas *Musa spp* y evaluación de la resistencia a la enfermedad Sigatoka Negra (*Mycosphaerella*

- fijiensis*). La Mana - Cotopaxi. Tesis Ingeniero Agronomo. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Pico, J., & Guadamud, N. (2004). Manejo de los principales problemas fitosanitarios en el cultivo del Plátano. Tesis Ingeniero Agronomo. Universidad Técnica Estatal de Manabí. Manabí, Ecuador.
- PROEcuador. (2015). Instituto de promoción de exportaciones e inversiones. Obtenido de [http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2015/06/PROEC\\_AS2015\\_PLATANO1.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2015/06/PROEC_AS2015_PLATANO1.pdf)
- Quiróz, A., & Marín, D. (2003). Rendimiento en granos y eficiencia de una asociación Maíz (*Zea mays*) y Quichoncho (*Cajanus cajan*). Bioagro, 121-128 p.
- Reyes, W. (1995). Comportamiento agronómico y grado de resistencia y/o susceptibilidad al ataque de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis Morelet*) en cultivares introducidos de banano y plátano. Tesis. Ing. Agr. Universidad Técnica de Babahoyo.
- Riofrío, J. (2003). El Manejo Post Cosecha del Banano y Plátano. Administración del control de calidad en productos hortifrutícolas., Tomo III. Guayaquil, Ecuador: (ed.) Producción gráfica C.A.S. Comunicación y Asesoría Social. .
- Salazar, A. (2013). Propuesta metodológica de medición de la resiliencia agroecológica en sistemas socio- ecológicos. Agroecología. Universidad de Antioquia, 85 -91 p.
- Tazán, L. (2003). El cultivo de plátanos en el Ecuador. Guayaquil, Ecuador. 72p.
- Vaca, D., & Calvache, M. (2008). Evaluación de varios niveles de fertilización en apicación edáfica y en fertiriego en el cultivo de plátano (*Musa AAB Simmonds*). El Carmen, Manabí in XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Quito, Ecuador. 10 p.
- Vandermeer, j. (1992). The Ecology of Intercropping. Cambridge University Press. Cambridge.
- Vásquez, A. (2010). Los Límites de la División Política Administrativa y su Incidencia en el Desarrollo Socioeconómico Local. Caso el Carmen. Tesis Para obtener el título de Maestría en Políticas Públicas con mención en Políticas Sociales. FLACSO. Quito, Ecuador. 128 p.
- Vázquez, R., Romero, A., & Figueroa, J. (2005). Paquete tecnológico para el cultivo de plátano. Gobierno del Estado de Colima(Nº 001), Colima. 72 p.
- Vélez, M. (2011). Reacción de diez cultivares de *Musa spp.* al ataque de picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) durante el primer año de establecimiento. Tesis Ing Agropecuario. Escuela Politécnica del Ejército "ESPE". Santo Domingo, Ecuador. 68 p.

- Verdesoto, R. (2016). Manejo de mezclas de cultivares de *Musas* spp para minimizar la severidad de sigatoka negra en plátano en la zona de El Carmen, Manabi Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Técnica Estatal De Quevedo. Los Rios, Ecuador. 84 p.
- Vilardebo, A. (1973). El coeficiente de infestación: Criterio de evaluación del grado de ataque al bananal por *Cosmopolites sordidus* Germar, el picudo negro del banano. *Fruits* 28(6): 471-426 pp.

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

**Anexo 1.** Escala de Stover para grados de severidad de Sigatoka negra

---

<b>Grado de severidad</b>	<b>Descripción de la severidad</b>
0	Sin síntomas
1	<1% de área foliar afectada y/o hasta 10 estrías
2	1-5% de área foliar afectada
3	6-15% de área foliar afectada
4	16-33% de área foliar afectada
5	34-50% de área foliar afectada
6	>50% de área foliar afectada

---



**Anexo 2.** Deschante de planta de *Musa spp.*



**Anexo 3.** Deshije



**Anexo 4.** Ubicación de trampas



**Anexo 5.** Recolección de Picudos



**Anexo 6.** Limpieza del corno



**Anexo 7.** Evaluación de severidad de ataque de Picudo negro con método de Vilardebo.