



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“El deshoje fitosanitario como alternativa para reducir la incidencia y severidad de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en banano”.

AUTOR:

Nelida Katherine Borja Peña

ASESOR:

Ing. Agr. Joffre León Paredes, MBA.

Babahoyo- Los Ríos- Ecuador

2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“El deshoje fitosanitario como alternativa para reducir la incidencia y severidad de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en banano”.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Rosa Guillén Mora

PRESIDENTE

Ing. Agr. Yary Ruiz Parrales

VOCAL PRINCIPAL

Ing. Agr. Dario Dueñas Alvarado

VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nelida Katherine Borja Peña

Declaro que:

El trabajo de investigación “El deshoje fitosanitario como alternativa para reducir la incidencia y severidad de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en banano” ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan en al pie de la paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y enlace científico de esta investigación.

Nelida Katherine Borja Peña

1206177097

DEDICATORIA

Quiero iniciar dedicando este trabajo a **Dios** quien se encuentra conmigo en cada paso que doy, por cada una de sus bendiciones, por siempre darle fuerzas a mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi vida a personas que han sido mi soporte y compañía durante todo mi periodo de estudio.

A mi **madre, abuela, y padre** quienes con sus palabras de alientos y esfuerzo impartido supieron darme esas palabras de aliento que no me dejaban decaer, para que siguiera adelante perseverando y alcanzando mis ideales.

A mi **amado esposo** que con su apoyo me ayudo a alcanzar la meta propuesta a través de sus consejos, de su amor, y paciencia y por creer en mi capacidad, aunque los momentos difíciles estuvieron presentes siempre estuvo ahí para darme ese ánimo que necesitaba aunque a veces decaía.

A mis **Hijos** por ser el detonante de mi felicidad esfuerzo y ganas de buscar lo mejor para ellos.

A mis **hermanos** y a toda **mi familia** porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma siempre me acompañan.

También quiero dedicar esta tesis a mis **amigos incondicionales** por su amistad y hermandad en esta etapa nueva en mi vida.

A mis **maestros** quienes se convirtieron en amigos y fueron un pilar fundamental para mi aprendizaje. A mi director de tesis, quien con sus conocimientos y su gran trayectoria, ha logrado en mí culminar de mis estudios con éxito.

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a Dios por su infinita bondad, por darme salud, fortaleza, responsabilidad y sabiduría.

Un agradecimiento especial a cada una de las personas que formaron parte de este camino recorrido.

A mis padres Jorge y Ángela quienes supieron guiarme por el camino del bien, especialmente a mi **madre** quien con sus esfuerzos pudo darme los estudios hasta donde sus posibilidades le permitieron.

A Geovanny mi **Esposo** por ser una parte muy importante de mi vida por el apoyo recibido desde el día que lo conocí por ser más de lo que esperaba.

A mi **abuelita** Argentina quien desde muy pequeña me enseñó el valor de la vida, le agradezco por esas enseñanzas.

A mis **tíos** de quienes he aprendido mucho, y de quienes siempre encuentro un apoyo incondicional.

A mi **hermano** Jorge y hermanas Jessenia, Lourdes e Ingrid por su cariño, comprensión y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento, los amo mucho.

Un profundo agradecimiento a mis **amigas** Roxana, Wendy, María José, Carolina, como a mis amigos Engels y Eder por apoyarme cuando más los necesite, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias, siempre los llevo en mi corazón.

Le agradezco la confianza, apoyo y dedicación de tiempo a mis **profesores**: de la Universidad Técnica de Babahoyo - Facultad de Ciencias Agropecuaria por haber compartido sus conocimientos y sobre todo su amistad.

Gracias Ing. Agr. Joffre León Paredes, por creer en mí, y haberme brindado la oportunidad de desarrollar mi tesis profesional y por todo el apoyo para culminar con mi trabajo de titulación.

INDICE

PORTADA	i
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE	vi
RESUMEN.....	viii
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos	3
II. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	4
III. PREGUNTAS ORIENTADAS PARA EL ANÁLISIS DEL PROBLEMA	5
IV. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
4.1 Importancia económica del cultivo de banano.....	6
4.2 Alternativas para el control de la sigatoka negra <i>Mycosphaerella fijiensis</i>	7
4.2.1 El deshoje	7
4.2.2 Poda y cirugía como control fitosanitaria.....	8
4.3 Sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i> Morelet.).....	10
4.3.1 Epidemiología:.....	11
4.3.2 Desarrollo de la Enfermedad:.....	11
4.3.3 Biología del patógeno.....	12
4.3.4 Ciclo de vida del hongo <i>Mycosphaerella fijiensis</i>	14
4.3.5 Agente Causal:.....	14
4.3.6 Reproducción sexual.....	14
4.3.7 Reproducción asexual.....	15
4.3.8 Síntomas	15
4.4 Sigatoka Amarilla (<i>Mycosphaerella musicola</i>).....	16
4.4.1 Síntomas	16
4.5 Diferencia entre sigatoka negra <i>Mycosphaerella fijiensis</i> y sigatoka amarilla <i>Mycosphaerella musicola</i>	17
V. METODOLOGÍA.....	18

VI.	SITUACIONES DETECTADAS	19
VII.	SOLUCIONES PLANTEADAS	20
VIII.	CONCLUSIONES	21
IX.	RECOMENDACIONES	22
X.	BIBLIOGRAFÍA	23
XI.	ANEXOS	26

El deshoje fitosanitario como alternativa para reducir la incidencia y severidad de la sigatoka negra en banano

Nelida Borja ¹

¹FACIAG. www.utb.edu.ec

RESUMEN

En este trabajo se presenta aspectos técnicos acerca de las alternativas para el control de la sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* en el cultivo de banano destacándose así las labores culturales como lo son el deshoje, la poda y la cirugía fitosanitarias labores que se utilizan para evitar la incidencia y severidad de la enfermedad, las mismas que tienen como finalidad la eliminación total o parcial del tejido infectado por la enfermedad mediante la utilización de una herramienta especializada llamada podón. Además se ha podido recopilar información básica acerca de la importancia económica del cultivo de banano en el Ecuador, así como también se seleccionó información de la enfermedad sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* M conociendo un poco más a fondo como se reproduce dentro de la planta y cuáles son los síntomas que presenta para poderla identificar evitando que se disemine y afecte al total de la plantación de banano, además se da a conocer acerca de la sigatoka amarilla *Mycosphaerella musicola* para evitar confusiones entre las dos.

Palabras clave: Deshoje. Incidencia. Severidad. Sigatoka.

SUMMARY

This paper presents technical aspects about the alternatives for the control of the *Mycosphaerella fijiensis* M black sigatoka in the cultivation of bananas, highlighting the cultural tasks such as leaf removal, pruning and phytosanitary surgery, which are used to avoid the incidence and severity of the disease, which are aimed at the total or partial elimination of tissue infected by the disease through the use of a specialized tool called podón. It has also been possible to compile basic information about the economic importance of banana cultivation in Ecuador, as well as information about the black sigatoka disease *Mycosphaerella fijiensis* M, by knowing a little more about how it reproduces inside the plant and which are the symptoms that it presents to be able to identify it avoiding that it spreads and affects the total of the plantation of banana, in addition it is made known about the yellow sigatoka *Mycosphaerella musicola* to avoid confusions between the two.

Keywords: Defoliation. Incidence. Severity. Sigatoka.

I. INTRODUCCION

El banano (*Musa acuminata*), es una fruta que se cultiva en regiones tropicales del Ecuador y del mundo, constituyéndose en una de las principales fuentes de divisas de nuestro país y factor fundamental para las economías de muchos países en desarrollo, es considerado un alimento básico de la población y es la fruta fresca más exportada del mundo en cuanto a volumen y valor. (Arias P, *et al*, 2004, pág. 1)

Las exportaciones mundiales de bananos, alcanzan los 18,1 millones de Toneladas en 2017¹. Ecuador se mantiene como el principal exportador de banano en el mundo, el 30% de la oferta mundial de banano proviene de Ecuador, representando el 15% del total de las exportaciones y es el segundo rubro de mayor exportación del país dada la demanda de consumidores de los mercados más exigentes, y el hecho de formar parte de la dieta diaria de millones de personas. (El productor, 2017)

Las provincias de mayor representación en el cultivo de banano a nivel nacional son El Oro, Los Ríos y Guayas. El Oro cuenta con la mayor cantidad de hectáreas cultivadas, y del total producido de 5'705.285 toneladas, es la que mejor producción obtuvo con 2'594000 t/Año, lo que representa el 43,27% de la producción total; la sigue Los Ríos con un rendimiento de 1'729220 t/Año, lo que significa el 28,84%; Guayas con una producción 1'388460 t/Año y representa el 23,16% del total de toneladas métricas producidas, las demás provincias cuentan con una participación del 4,74%².

La sigatoka negra causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet es la enfermedad más destructiva y de mayor importancia en el cultivo de banano llegando a producir pérdidas importantes entre el 40 y 50 % de reducción en el peso del racimo y en condiciones inadecuadas de manejo de la plantación hasta un 100% de pérdidas

¹ FAO, Roma, 2018 "Situación del mercado del banano Resultados preliminares relativos a 2017" Novedades en el comercio de bananos. Resultados preliminares relativos a 2017, *Pag. 3*, <http://www.fao.org>, 19 de octubre del 2018.

² Garcia M, Juca F, Juca O, ESTUDIO DE LOS ESLABONES DE LA CADENA DE LABOR DEL BANANO EN LA PROVINCIA DE EL ORO, revista científica de la universidad de Cienfuegos ISSN: 2218-3620, volumen 8, número 3, septiembre 2016, <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v8n3/rus06316.pdf>, 19 de octubre del 2018.

en la producción por cuanto se afecta fruta, trayendo consecuencia la maduración prematura en el campo o durante el transporte a los diversos lugares de destino.

Si bien es cierto que el manejo más efectivo de la enfermedad es mediante la utilización de variadas moléculas químicas que son utilizadas solas o en mezclas (cocteles), o como protectantes o sistémicas, estas actividades deben ser complementadas con prácticas culturales.

Entre las que se destacan los deshojes, poda y cirugía fitosanitarios, que tienen como finalidad extirpar la hoja entera o parte de ella, dependiendo del grado de afectación de la enfermedad, con lo que se logra reducir significativamente la incidencia y la severidad de la enfermedad, pues se está eliminando los focos de infección en donde habita el hongo *M. fijiensis* no permitiendo su desarrollo e impidiendo su desarrollo y reproducción e impidiendo el avance severo de la enfermedad, labor que complementada con un programa eficiente de aplicación de fungicidas, controlada esta epifitía que tanto daño y gasto ha causado a las plantaciones bananeras a nivel.

Estas labores de deshojes, generalmente las realizan todos los productores bananeros una vez por semana, algunos hasta dos, con lo cual han logrado aumentar la vida verde de la planta y por ende mayor calidad y durabilidad de la fruta para soportar el duro trayecto a los países de destino, ya sea en Norte América, Europa o Asia.

Por lo que es muy importante conocer a fondo las alternativas acerca del deshoje fitosanitario y así buscar opciones que ayuden a reducir la incidencia y severidad que existe de la sigatoka negra en el cultivo de banano.

1.1 Objetivo general

Conocer los beneficios que brindan las labores de deshoje como alternativa para reducir la incidencia y severidad de la enfermedad de la sigatoka negra.

1.2 Objetivos específicos

- Determinar cómo influye la realización de los deshojes fitosanitarios en el cultivo de banano para el control del hongo *Mycosphaerella fijiensis* M.
- Identificar las podas fitosanitarias realizadas para el manejo de la enfermedad.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) es considerada la enfermedad más importante que afecta la producción comercial de bananos y plátanos (*Musa* spp.) en casi todas las regiones productoras del mundo (Stover, 1980) citado por Marín et al., 2003).

Las zonas más afectadas por la sigatoka negra se caracterizan por tener una precipitación mayor a 1.400 mm anuales, humedad relativa mayor al 80% y temperatura promedio entre 23 a 28 °C. La enfermedad es más agresiva en épocas lluviosas, debido a la presencia continua de una lámina de agua sobre las hojas, que favorece los procesos de liberación e infección de las esporas. (Álvarez et al., 2013).

Esta enfermedad ha ocasionado graves pérdidas en la producción comercial del cultivo de banano y ha modificado el manejo de las plantaciones, primordialmente en los programas de control químico. Tiene como efecto un incremento en los costos de producción del cultivo. Actualmente, el combate de la sigatoka negra en bananos depende principalmente de la aplicación continua de fungicidas (Marín & Romero, 1992; Orozco-Santos, 1998; (Marín et al. 2003).

Trae como consecuencia la pérdida de sensibilidad de *M. fijiensis* a diversos grupos químicos, contaminación al medio ambiente y restos de químicos en los frutos. (Barrera et al , 2016)

Cuando no existe un programa de manejo integrado de la enfermedad es imposible mantener una producción comercial de bananos de alta calidad. (Orozco-Santos, M., Orozco-Romero, J., 2006)

III. PREGUNTAS ORIENTADAS PARA EL ANÁLISIS DEL PROBLEMA

¿Cómo Influye el deshoje fitosanitario como alternativa para reducir la incidencia y severidad de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en banano?

¿Qué estrategias se utilizan para el manejo de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en banano?

¿Qué otras labores culturales se emplea para manejo de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en el cultivo de banano?

IV. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

4.1 Importancia económica del cultivo de banano.

Ecuador es un país privilegiado y reconocido internacionalmente como el primer exportador bananero en el mundo, destacándose por la calidad de su fruta.

Debido a nuestra privilegiada posición geográfica, nuestros cultivos reúnen todas las condiciones naturales requeridas para producir banano de la más alta calidad. Nuestros primeros embarques fueron realizados hace ya varios años atrás y desde ese tiempo nuestro banano se distinguió por su excelente calidad, impecable presentación y exquisito sabor. Tan solo durante la primera temporada de operaciones se exportaron 1'979889 cajas de banano tipo 22 XU, y desde entonces las cifras han ido aumentando vertiginosamente, manteniendo la alta calidad como constante en cada entrega. (Cooperación PALMAR, 2015.)

La exportación bananera representa el 2% del PIB general y aproximadamente el 35% del PIB agrícola. En el año 2013, las inversiones en el área de producción e industria relacionada (bienes y servicios necesarios para la producción de banano) así como los procesos actuales de exportación de esta fruta generan trabajo para más de un millón de familias ecuatorianas. Esto benefició a más de 2,5 millones de personas (aproximadamente el 6% de la población total de Ecuador) en nueve provincias que dependen en gran medida de la industria bananera. Este sector representa un eje central para la actividad económica, generando mayores ingresos y proporcionando más oportunidades de empleo en comparación con otros sectores productivos no petroleros del país. (Ministerio de Comercio Exterior, 2017.)

El 78% de los productores de banano del país son de pequeñas empresas, y si se suma a los medianos (>30 ≤100 hectáreas) se alcanza el 95.6%. En este sentido, la producción del banano en el país gira principalmente en el ámbito de la economía familiar y la Economía Popular y Solidaria (EPS), lo que le convierte en un sector que coadyuva a la generación de empleo y la reducción de la pobreza rural. (Ministerio de Comercio Exterior, 2017.)

4.2 Alternativas para el control de la sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis*

Después de sufrir una infección por el hongo, una práctica importante para reducir o eliminar la principal fuente de inóculo consiste en realizar un deshoje o poda de sanidad.

El objetivo es eliminar las láminas foliares infectadas y con ello eliminar los propágulos del hongo, de esta manera se reduce la esporulación del hongo. Además, se recomienda que las hojas cortadas se acomoden en el centro de las hileras de la plantación o bien en montones y proceder con un proceso de composteo. La poda de saneamiento se puede realizar cada una a cuatro semanas, y la frecuencia depende de la zona productora, cultivar, clima y severidad de la infección. (INTAGRI, 2018).

4.2.1 El deshoje

El deshoje, consiste en la poda de las hojas a ras del pseudotallo. Las hojas a podar son aquellas dobladas aun cuando estén verdes; hojas amarillas o completamente afectadas por la enfermedad. (Hernan J, 2011).

Con el fin de obtener una mejor exposición de los racimos a la luz, el aire y el calor. Para mantener una superficie asimiladora adecuada se deben dejar entre 8 y 9 hojas por planta. (Pozo D, 2009)

(Palencia *et al* , 2019) considera que el deshoje consiste en la eliminación de las hojas secas y las verdes dobladas y afectadas por sigatoka, para evitar el desarrollo y agresividad del mismo. Ello permite la libre circulación del viento, al igual que la penetración de los rayos solares que van a favorecer el crecimiento y desarrollo de las futuras generaciones y contrarrestar el ataque de plagas y enfermedades.

El corte debe realizarse lo más cerca posible de la base de la hoja. Si en parte de una hoja joven y sana interfiere un racimo puede eliminarse esa parte rasgándola o cortándola, dejando el resto para que cumpla su función (Infoagro, s.f).

El propósito de esta práctica es eliminar de manera total el tejido afectado de las plantas y junto con éste los propágulos del hongo. Las hojas enfermas dejadas en la planta presentan el período más elevado de producción y descarga de ascosporas de

M. fijiensis, las cuales pueden sobrevivir y ser liberadas por más de 20 semanas (Gauhl, 1992). El deshoje aumenta la eficiencia de la aplicación de fungicidas y ayuda a reducir el efecto de maduración temprana. (Chillet, M., *et al*, 2013).

Las cantidades más elevadas de esporulación ocurren en los primeros quince días después de la necrosis del tejido foliar; sin embargo las lesiones de sigatoka negra continúan contribuyendo a la producción de inóculo hasta después de 30 días de haberse cortado y depositado la hojarasca en el suelo (Villalta & Guzmán, 2005). Este comportamiento de la enfermedad hace necesario que el manejo del tejido foliar afectado tenga que ser sumamente estricto durante los períodos lluviosos. (Orozco-Santos *et al*, 2002).

El corte total de las hojas depende del grado de severidad en las mismas. Si el grado de infección es mayor al 50%, se debe eliminar toda la hoja. Además, se sugiere acomodar las hojas cortadas en el centro de las hileras de plantas, o bien en montones. En ocasiones, los hijos pueden mostrar infecciones fuertes de sigatoka negra, por lo que se recomienda también cortar estas hojas. (Orozco-Santos, 1998).

El deshoje fitosanitario debe realizarse con una periodicidad de cuatro semanas durante la época seca y cada dos semanas en la época de lluvias. En este cultivar se ha demostrado que únicamente con la práctica de deshoje, la sigatoka negra se puede mantener en niveles de infección bajos. Bajo estas condiciones, con la práctica de deshoje es factible producir fruta de calidad para el mercado interno. (Merchan & Chavarriaga, 1994)

4.2.2 Poda y cirugía como control fitosanitaria

Dependiendo del ciclo vegetativo de la planta procederemos a contar el número de hojas mediante el conteo, que es de arriba hacia abajo, contaremos de forma par o impar. La poda consiste en un corte transversal recto, eliminando en la punta de la tercera hoja, un pedazo equivalente al 16% de la longitud, aproximadamente 20 cm.

Es importante tener siempre en cuenta que la hoja No. 3 es aquella que queda en la punta de la planta, debajo de la hoja más pálida. Tanto la poda temprana como la

cirugía, son labores semanales debido a que las plantas están brotando en períodos de 7 hasta los 10 días acorde con el clima; y la sigatoka destruye una hoja en 7 días (Hernan, 2011).

Pozo D, 2019 indica que la razón de la poda temprana es que se ha descubierto que las esporas del hongo de la sigatoka, germinan en primera instancia dentro de la “hoja cigarro”, por razones de humedad y condiciones propicias y el ciclo vital de reproducción del hongo se toma cerca de 28 días, de manera tal que antes de que empiece a reproducirse, con la poda, el pedazo infectado cae al suelo donde sus posibilidades de reproducción se minimizan.

No es conveniente eliminar las hojas verdes que aún no han doblado; se deben despuntar las hojas afectadas por enfermedades foliares como sigatoka negra, eliminando las partes manchadas o secas, el corte se debe hacer de abajo hacia arriba. Al realizar esta práctica, la herramienta se debe desinfectar al pasar de una planta a otra. (Palencia G, Gómez R, & Martín, J. , 2019).

Este mismo autor explica que La cirugía consiste en el corte localizado sobre la hoja, en la parte afectada por la enfermedad, tratando de conservar la mayor área foliar en buen estado. Para las labores de poda y cirugía, se recomienda la utilización de una herramienta especializada llamada podón, fabricada para estas labores. Para comodidad y rendimiento del operario, se debe instalar dicha herramienta en un tubo de aluminio de 1 1/2" con una longitud suficiente para alcanzar las hojas más altas del cultivo.

Las hojas representan la única fuente de inóculo de la enfermedad, por lo que el manejo de éstas es importante para disminuir la esporulación del patógeno a través del tiempo. El propósito de esta práctica es eliminar de manera total o parcial el tejido afectado de las plantas y junto con éste los propágulos del hongo. (Orozco-Santos *et al.*, 2008)

La práctica denominada “poda temprana” se enmarca dentro del manejo cultural para la enfermedad, la misma que tiene una acción preventiva en el control de la misma. (Peñaranda, *et al*, 2006 citado por Pozo, 2009).

Esta práctica tiene como objetivo interrumpir el ciclo de vida del agente causal, eliminando de las hojas jóvenes los estadios 1, 2 y 3 de la enfermedad evitando que el hongo produzca estructuras reproductivas sexuales, asexuales y la generación de procesos de reinfección Fouré, (Pérez y Patiño, (2005) (citado por Pozo, 2009).

Esta labor se realiza semanal o quincenalmente tanto en plantas adultas no florecidas como en los hijos de sucesión; el corte del ápice es recto sin rasgaduras ni desfleques a la hoja (Martínez, *et al*, 2006) (como se citó en Pozo, 2009).

Se recomienda si la hoja está afectada en su totalidad o en más del 50%, caso contrario haga cirugía, es decir, remueva fragmentos de las hojas afectadas con estados 3 a 6, cada 15 días en época de lluvias y 20 a 30 días en épocas secas. Las hojas deben ser trozadas para acelerar su degradación en el suelo. Manejo de malezas, plagas, nematodos Fito parásitos y otras enfermedades del cultivo (Álvarez *et al*, 2013).

4.3 Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet.)

La sigatoka negra, es una enfermedad de tipo foliar económicamente más importante en Latinoamérica y el Caribe, Esta enfermedad destruye el área foliar disminuyendo la capacidad fotosintética de la planta conllevando a una prematura maduración de los frutos, se encuentra distribuida en la mayoría de las regiones bananeras en el mundo, fue reportado por primera vez en febrero de 1963 en el valle de sigatoka de la isla de VitiLevu en Fidji situada al sudeste Asiático. (Jones, 2000).

La primera aparición en el continente Americano de esta enfermedad fue reportada en Honduras en año de 1972 mezclada con sigatoka amarilla. (Stover, 1980)

A partir de entonces se encuentra diseminada en toda América y el Caribe: Belice en 1975; Guatemala, el Salvador, Costa Rica, Nicaragua en 1977; en Panamá en 1980; Colombia 1981; Ecuador en. 1986, Venezuela y Cuba en 1991 Jamaica y Perú en 1994; República Dominicana 1996; Bolivia 1997 y Brasil 1998 En 1999 se detectó en Estados Unidos en condiciones de invernadero en la Florida, Estados Unidos y Haití en el 2000. (Mourichon *et al*, 1987).

La enfermedad es producida por un hongo que provoca estrías negras en las hojas del banano, lo que conlleva a una pérdida en su capacidad de fotosíntesis que, a su vez, acelera el proceso de maduración de la fruta y la invalida para la exportación. La sigatoka negra, una plaga endémica del banano, está presente en las 280.000 hectáreas de plantación ecuatoriana en las provincias de Guayas, El Oro, Los Ríos y Esmeraldas. (El Telégrafo , 2018)

4.3.1 Epidemiología:

La sigatoka es una enfermedad policíclica, en donde las conidias y las ascosporas cumplen la función de diseminar la enfermedad con una secuencia sin fin de inoculación, infección, colonización, esporulación, dispersión y nuevas infecciones. (Bornacelly, 2009)

Las conidias cumplen un rol muy importante en la prevalencia de la enfermedad durante períodos de baja precipitación, las ascosporas son consideradas más importantes en la dispersión de la enfermedad a distancias mayores por efecto del viento y responsables de la introducción de la enfermedad a nuevas áreas. (Batallas, 2015) Citado por Guahl y Stover, 1994 - 1980).

Para (Batallas, 2015) “Las ascosporas se producen en cuerpos fructíferos denominados pseudotecios, en lesiones maduras, generalmente en las hojas más viejas, por lo cual estas hojas necesitan ser removidas del cultivo, tanto las conidias como las ascosporas infectan la hoja vía estomática por lo cual son más abundantes en la parte abaxial”.

4.3.2 Desarrollo de la Enfermedad:

Según describe (Marin *et al*, 2008) para la infección de estomas adyacentes las hifas se desarrollan a manera de red por la superficie foliar produciendo ramificaciones, por lo cual es infectada toda la hoja en la etapa final mostrando un crecimiento epifítico, la producción de conidias se observa en mayor número en la etapa antes de floración los síntomas de la enfermedad, pueden desarrollarle por completo desde los 50 a 115 días.

Las ascosporas y las conidias son diseminadas por el viento y las lluvias, la mayor infección es originada por las ascosporas, las que al adherirse a la lámina foliar en condiciones de humedad y a temperaturas favorables, germinan y emiten un tubo germinativo que penetra al interior de la hoja vía los estomas, una vez al interior se desarrollan gracias a la sustancias nutritivas que circulan internamente en la lámina foliar, el mal aparece en forma de puntos a lo largo de la margen izquierda de la hoja, luego estos puntos se repiten en la punta de esta para enseguida aparecer en el lado derecho, hasta llegar al ápice. (Rimache, 2008).

4.3.3 Biología del patógeno

Este hongo se reproduce y disemina a través de dos clases de esporas de tamaño microscópico conocidas como ascosporas y conidias las cuales constituyen el inóculo del patógeno. Las ascosporas o esporas de origen sexual se encuentran dentro de las ascas las cuales, a su vez, se producen en el interior de los pseudotecios o pseudoperitecios que aparecen como puntos negros sobre las manchas cenizas, especialmente, en hojas que están parcial o totalmente necróticas. Los conidios o esporas de origen asexual se producen en las primeras lesiones de la enfermedad, es decir, cuando aparecen los puntos o pizcas y las rayas, principalmente, en el envés de la hoja. Merchán (2000) citado por (Bornacelly, 2009).

(Bennett, R., & Arneson, P, 2003) explican que el hongo *Mycosphaerella fijiensis* produce conidióforos en grupos pequeños y no en grupos grandes (esporodóquios) como *M. musicola*. También *M. fijiensis* tiene cicatrices en la base de las conidias y en los puntos de unión de los conidióforos. *Mycosphaerella fijiensis* produce la mayoría de sus conidias (esporas asexuales) y las estructuras que producen las esporas masculinas (espermogonios) en el lado basal de la hoja.

La sigatoka es causada por el hongo Ascomycete *Mycosphaerella fijiensis* Morelet (anamorfo, *Pseudocercospora fijiensis*) y constituye el principal problema fitopatológico en estos cultivos. Como enfermedad policíclica, el patógeno (*M. fijiensis*) se reproduce en forma asexual y sexual. La reproducción asexual se presenta en lesiones jóvenes de la enfermedad (estrías 2 y 3 y el primer estadio de mancha). Los

conidios aparecen en conidióforos sencillos que emergen por los estomas, principalmente por la superficie abaxial de las hojas. Los conidios se dispersan por el salpique de la lluvia y se asocian con la diseminación de la enfermedad a corta distancia (CropLife, s.f.).

Este mismo autor manifiesta que La fase sexual, de mayor importancia en el desarrollo de la enfermedad, se produce en las lesiones maduras, en estructuras denominadas peritecios o pseudotecios, en cuyo interior se encuentran las ascas que contienen las ascosporas, las cuales son liberadas al ambiente en períodos de alta humedad para ser dispersadas hasta largas distancias por las corrientes de aire.

En la sigatoka negra los conidios tienen cicatriz en la zona donde se desprenden del conidióforo, son de color hialino a oliváceo, con 1-10 septas, tiene mayor cantidad de conidios en estadíos 2 y 3, ausencia de esporodoquio, los conidióforos simples que salen individuales o en grupos de 2 a 6 y son septados, se encuentran en el envés de la hoja (Borges R, s.f.)

El ciclo de vida de *Mycosphaerella fijiensis* 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 mojadura foliar son las adecuadas (Borges R, s.f.)

Las esporas depositadas germinan, si las condiciones de humedad son buenas, emitiendo un tubo germinativo que penetra por los estomas de las hojas, para luego ramificarse y colonizar varias células vecinas, produciendo el síntoma característico de pizca y posteriormente la mancha necrosis. (Orozco, 1998 citado por (Borges R, s.f.)).

4.3.4 Ciclo de vida del hongo *Mycosphaerella fijiensis*.

Las ascosporas o esporas de origen sexual se encuentran dentro de las ascas las cuales, a su vez, se producen en el interior de los seudotecios o seudoperitecios que aparecen como puntos negros sobre las manchas cenizas, especialmente, en hojas que están parcial o totalmente necróticas. Los conidios o esporas de origen asexual se producen en las primeras lesiones de la enfermedad, es decir, cuando aparecen los puntos o pizcas y las rayas, principalmente, en el envés de la hoja (Merchan, V, 2000).

4.3.5 Agente Causal:

El agente causal de la sigatoka negra es el hongo Ascomycete que se reproduce en forma sexual y asexual durante su ciclo de vida, *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, (fase sexual) o *Paracercospora fijiensis* Morelet (fase asexual). Durante la fase asexual correspondiente al género *Paracercospora* se presenta en el desarrollo de las primeras lesiones de esta enfermedad las cuales son descritas como pizcas o estrías, en esta fase se observa la presencia de conidióforos emergiendo de los estomas a la superficie de las hojas, terminado la fase de reproducción de los conidióforos, se inicia la fase sexual de la enfermedad sobre el primer estado de la mancha con la producción de ascosporas en estructuras llamadas peritecios, los cuales se forman sobre la superficie del estado más avanzado. (Marin *et al*, 2008)

Es considerada la enfermedad más importante que afecta la producción comercial de banano y plátano en la mayoría de las regiones productoras del mundo (Marín *et al.*, 2003), debido a que causa altas pérdidas económicas como resultado de la disminución en el rendimiento del cultivo y la calidad del fruto (Arzanlou *et al* 2007)

4.3.6 Reproducción sexual.

La fase sexual ocurre en las lesiones maduras, con la producción de ascosporas. Estas son responsables de la infección a largas distancias, al ser liberadas al ambiente en períodos de alta humedad y ser dispersadas por el viento. (FAO, s.f.).

Para producir la forma sexual el hongo inicialmente desarrolla muchos espermogonios en la superficie inferior de la hoja al colapsar las lesiones. El espermogonio es oscuro,

un poco errumpente, y de forma piriforme. En condiciones húmedas estas estructuras pueden producir grandes cantidades de células de reproducción masculina (espermatias). Las espermatias son diminutas y cilíndricas y van a fertilizar las hifas hembras vecinas llamadas tricóginas. (Bennett, R., & Arneson, P, 2003).

(Bennett, R., & Arneson, P, 2003) refieren que al efectuarse la fertilización, los pseudotecios se forman dentro de las lesiones maduras con los ostiolos emergiendo de los tejidos. Las ascas, estructuras oblongas o en forma de mazo tienen dos paredes (son bitunicadas) y contienen ocho esporas sexuales (ascosporas) que están alineadas de dos en dos. Las pseudoparafisas o elementos estériles están ausentes del pseudotecio. Las ascosporas son hialinas y poseen una septa. Una célula de la espora puede ser un poco más ancha que la otra célula, y la espora puede ser un poco estrecha en la septa.

4.3.7 Reproducción asexual.

La forma asexual (anamorfa) se llama *Pseudocercospora fijiensis*. Las conidias se originan individualmente y apicalmente en el conidióforo. Las esporas son de color pálido a un ligero olivo-carmelitoso, estas son lisas, largas y tienen tres o más septas. Las conidias germinan durante períodos de alta humedad relativa (92 – 100% humedad relativa) e infectan a la hoja a través de los estomas, usualmente en la superficie inferior. Bajo condiciones de alta humedad, las hifas pueden emerger por los estomas y crecer a lo largo de la superficie de la hoja y penetrar por otros estomas, así agrandando las lesiones. Los conidióforos emergen por los estomas, y algunas veces sobre errumpentes masas compactas de micelio (estromas). Los estromas también pueden desarrollarse sobre espermogonios jóvenes. (Bennett, R., & Arneson, P, 2003).

4.3.8 Síntomas

Los primeros síntomas se presentan en las hojas a modo de puntos de color marrón, oscuro rojizo con un diámetro aproximado de 0,25mm los que, al unirse conforme avanza la enfermedad, aumenta de tamaño por la muerte de los tejidos foliares, tornándose de color marrón negro. El mal afecta severamente el área fotosintética con

el consecuente debilitamiento de la planta y si está en la etapa de fructuación, los racimos de frutos no alcanzan el valor comercial, el hongo se reproduce sexualmente mediante su fase escógena y asexualmente por conidias. (Batallas, 2015).

Los síntomas iniciales de la sigatoka negra están determinados por el patrón de infección en el desarrollo en la hoja, el desarrollo de una hoja de banano es constante y expandido en forma de embudo, de donde nuevos tejidos son expuestos a la infección del hongo, que por medio del viento y el agua se dispersa. La infección causada por las esporas generalmente germinan dentro de 2 a 3 horas cuando caen sobre superficies húmedas, una vez infectado se encuentra establecido la esporodoquia que son los grupos de conidióforos alineados dentro del estoma de la hoja infectada, el cual se desarrolla en la cavidad sub estomática de donde una o más hifas de *Mycosphaerella fijiensis* emergen del estoma en el envés de la hoja. (Marin *et al*, 2008)

En las plantas adultas el ataque severo de la sigatoka negra es inconfundible, las manchas de color café y la gran cantidad de rayas que pueden llegar a cubrir toda el área foliar se nota en forma descendente en las hojas y son más notorios desde la tercera hoja más joven abierta; estas lesiones son más abundantes y notorias en el envés de la hoja (Alarcó J, Jimenez Y, 2012).

4.4 Sigatoka Amarilla (*Mycosphaerella musicola*)

La enfermedad origina la muerte de grandes áreas de la superficie foliar, resultando afectada en algunos casos la hoja entera. El área fotosintética es reducida drásticamente y en casos severos los frutos no maduran totalmente. Los frutos tienen una madurez prematura ya sea antes o después del corte de separación del racimo. (Rimache, 2008)

4.4.1 Síntomas

Los síntomas de la sigatoka amarilla se muestran en manchas pequeñas o rayas amarillas, que empiezan a salir en las hojas en sentido paralelo de las venas de las mismas y son visibles a trasluz. Las esporas de este hongo (ascosporas y conidias)

germinan en la superficie del limbo y el micelio penetra por una abertura estomática, que luego de tres a siete días el color se nota visible para luego tomar un color rojizo hasta marrón. En esta fase las rayas de la sigatoka sobre pasan los 12 milímetros de largo comenzando a ser perjudiciales para el cultivo, continuamente se forma un doblez negro y un centro gris que terminan por morir, luego estas infecciones se unen entre si y pasa a ser severa produciendo grandes áreas necróticas que cubren el total de las hojas. (Jones, 2000).

4.5 Diferencia entre sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* y sigatoka amarilla *Mycosphaerella musicola*

Los síntomas de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) son a veces poco distinguibles de la sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*), particularmente en los grados de necrosis avanzada que son muy parecidos. Se notan diferencias en los primeros estadios (1 a 4) (Institut Technique Tropica, s.f).

En estado avanzado los síntomas de las especies pueden confundirse y el estado sexual en la forma de ascosporas no presenta mucha variación. Las especies sólo pueden diferenciarse por la morfología de los anamorfos, o sea las características de los conidióforos y las conidias. Las conidias de *Paracercospora fijiensis* son más largas que las de *Pseudocercospora musae* y tienen un hilum en la parte basal. Los conidióforos de *Paracercospora fijiensis* poseen cicatrices que están ausentes en los conidióforos de *Pseudocercospora musae*. (Polanco, T , 2008).

V. METODOLOGÍA

El siguiente trabajo de investigación documental fue realizado en función de la colecta, ordenamiento y revisión de investigaciones, realizadas en banano, en temas relacionados con la enfermedad sigatoka negra, de manera especial aquella información que hable acerca del deshoje.

La recolección de información permitió extraer resultados de trabajos escritos y publicaciones en línea. Para efecto de la realización del trabajo, se tomaron acciones de orden específico para establecer un adecuado formato de citación del documento, estos fueron:

- Revisión de la literatura
- Adopción de una perspectiva o enfoque teórico
- Elaboración del documento.

La técnica de investigación, que se utilizó según la problemática es la siguiente:

- **Técnicas Bibliográficas**

Mediante esta técnica observaremos los proyectos, tesis, artículos científicos, revistas que se han realizado con el fin de conocer a fondo acerca del tema propuesto, para beneficio de los futuros lectores.

VI. SITUACIONES DETECTADAS

Luego de realizar el estudio de la sigatoka negra se detectó lo siguiente:

- Las condiciones climáticas favorecen el desarrollo de la infección en la plantación del banano permitiendo así la liberación del inoculo dentro de la hoja provocando la muerte de los tejidos foliares.
- La pérdida de la capacidad fotosintética de la hoja causada por la enfermedad de la sigatoka negra, acelera el proceso de maduración de la fruta invalidándola para la exportación.
- La sigatoka negra producida por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, es considerada hasta el momento, la enfermedad foliar de mayor importancia que afecta a los cultivos de banano a nivel mundial, provocando pérdidas en utilidad de hasta el 100%.

VII. SOLUCIONES PLANTEADAS

- La eliminación de las hojas secas y verdes dobladas afectadas por la enfermedad, evita el desarrollo y la agresividad del inoculo, permitiendo así la circulación del viento y la penetración de los rayos solares, contrarrestando el ataque de la sigatoka.
- Se debe realizar podas tempranas de las hojas con el fin de interrumpir el ciclo de vida del agente causal de la enfermedad.
- Realizar el deshoje fitosanitaria eliminando las láminas foliares infectadas reduciendo así, la esporulación del hongo.

VIII. CONCLUSIONES

- La investigación presenta información detallada de la importancia de identificar el agente causal de la enfermedad sigatoka negra la misma que afecta una gran población de banano en los sistemas productivos del Ecuador.
- Mantener un control de la enfermedad sigatoka permite conservar una cantidad suficiente de hojas que se mantienen hasta la cosecha del racimo, ya que algunas de ellas condicionan el crecimiento de las frutas. Un área foliar reducida por la enfermedad altera el funcionamiento de la planta, induciendo a la pérdida de rendimiento y de calidad del fruto (fundamentalmente problemas de maduración).
- Los métodos que se utilizan para erradicar la sigatoka negra son los mismos que los de la sigatoka amarilla: prácticas culturales (preventivas y curativas) y además del control químico.
- El deshoje puede ser la alternativa más eficaz para mantener la severidad de la enfermedad sigatoka negra en un estado que garantice la producción efectiva del cultivo.

IX. RECOMENDACIONES

- Se debe realizar el deshoje con una periodicidad de cuatro semanas durante la época seca y cada dos semanas en la época de lluvias.
- La utilización de herramientas especializadas como el podón nos ayuda a las labores del deshoje.
- Es necesario remover fragmentos de las hojas afectadas mediante la cirugía cada 15 días en época de lluvias y 20 a 30 días en épocas secas.
- Dejar entre 8 y 9 hojas por plantas para mantener una superficie asimiladora adecuada y un buen desarrollo del racimo para la cosecha.
- Las hojas afectadas eliminadas se deben ubicar en el suelo con el envés expuesto hacia los rayos solares para evitar la propagación de la enfermedad, acelerar su degradación y proceder con un proceso de composteo.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Alarcó J, Jimenez Y. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de plátano (Musa spp)*. Bogota.
- Álvarez E, Pantoja A, Gañán, L, & Ceballos, G. (2013). *La sigatoka negra en plátano y banano*. Obtenido de [Ebook] (p. 1). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. : Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/019/as089s/as089s.pdf>
- Arias P, Dankers C, Liu, P, & Pilkauskas P. . (2004). *La economía mundial del banano 1985-2002*. Roma: Fao.
- Arzanlou, M., Abeln, E., Kema, G., Waalwijk, C., Carlier, J., & Vries, I. (2007). *Molecular Diagnostics for the sigatoka Disease Complex of Banana*. Obtenido de <https://doi.org/10.1094/PHYTO-97-9-1112>
- Barrera J, Barraza A, Campo R . (2016). Efecto del sombrero sobre la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en cultivo de plátano CV HARTÓN (Musa AAB SIMMONDS. *U.D.C.A Act. & Div. Cient.* , 317-323.
- Batallas. (2015). "Caracterización morfológica de hongos fitopatógenos en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca* L.) sector Los Laureles, cantón La Maná, Cotopaxi 2015.". *Tesis de grado* . Latacunga, Ecuador.
- Bennett, R., & Arneson, P. (2003). *Ascomycetes/Imperfect Fungi sigatoka negra bananeros y plátaneros*. Obtenido <https://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/ascomycetes/Pages/BlackSigatokaEspañol.aspx>
- Borges R. (s.f.). *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, *sigatoka negra*. Obtenido de INSAI: 35. Borges, R. (s.f.). *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, *sigatoka negra*. INSAI. Disponible en: <http://www.insai.gob.ve/wp-content/uploads/2016/09/Ficha-T%C3%A9cnica-Sigatoka-Negra-Final.pdf>
- Bornacelly. (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 de Maestría. *Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuaria*, 23-24.
- Chillet, M., Castelan, F. P., Abadie, C., Hubert, O., y de Bellaire, L. D. L. (2013). Necrotic leaf removal, a key component of integrated management of

Mycosphaerella leaf spot diseases to improve the quality of banana: the case of Sigatoka disease. Fr. *Fruits*(68(4)), 271-277.

Corporación PALMAR. (2015.). *Producción de Banano*. Recuperado el 2019, de Retrieved from <http://www.palmar.com.ec/index.php/produccion-de-banano>

El productor. (2017). *Producción nacional de banano*. Obtenido de Retrieved from: <http://elproductor.com/estadisticas-agropecuarias/produccion-nacional-de-banano/>

El Telégrafo . (2018). *Ecuatoriano nominado al Nobel por su alternativa no contaminante contra la sigatoka*. Obtenido de Retrieved from <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/angel-llerena-ecuatoriano-nominacion-nobel-ozono-sigatoka>

FAO. (s.f.). *La sigatoka negra, una enfermedad a ser combatida en las plantaciones bananeras*. Obtenido de Proyecto UNJP/DOM/013/SPAPrograma Conjunto para el Fortalecimiento de la Cadena de Valor del Banano Mediante el Crecimiento de Mercados Inclusivos: <http://www.fao.org/3/a-au910s.pdf>

Gilces, D. E. (Julio de 2017). *Journal of Science and Research*. Obtenido de <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/277>

Hernan J. (2011). *Deshoje, cirugía y poda temprana en plátano y banano*. Obtenido de Retrieved from <https://cultivodeplatano.com/2011/06/22/deshoje-cirurgia-y-poda-temprana-en-platano-y-banano/>

Infoagro. (s.f). *El cultivo del platano*. Obtenido de Agricultura: Retrieved from http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/platano.htm

Institut Technique Tropica. (s.f). *Manejo de las sigatokas del banano*. Obtenido de http://www.it2.fr/wp-content/uploads/2014/11/DOC_IT2_2014-Fiche-manuel-BGM-n1-Cercosporioses_ESP_BD1.pdf

INTAGRI. (2018). *Manejo de la Sigatoka Negra en Banano*. Obtenido de INTAGRI, (48), 7: Retrieved from <https://www.intagri.com/index.php/articulos/frutales/manejo-de-la-sigatoka-negra-en-banano>

Jones, D. (2000). *Introducción al banano y enfermedades del banano*. Reino Unido: CAB Internacional.

Marín H, Romero R, Guzmán M, & Sutton T. (2003). *Black Sigatoka: An Increasing Threat to Banana Cultivation. Plant Disease*. Obtenido de Available at: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS.2003.87.3.208> [Acc

- Merchan, V. (2000). Prevención y manejo de la Sigatoka negra. *ICA*, (2), 4- 11. .
- Ministerio de Comercio Exterior. (2017.). *Informe sector bananero Ecuatoriano*. Quito.
- Mourichon X, Peter D, Zapater M. . (1987). *Efecto de la sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis)*. HIDALGO.
- Orozco-Santos, M., Orozco-Romero, J. (2006). Manejo sustentable de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano: conocimiento del patosistema, prácticas culturales y control químico. *Memorias de la XVII Reunión ACORBAT* . Brasil: Joinville, SC,.
- Palencia G, Gómez R, & Martín,J. . (2019). *Manejo sostenible del cultivo del plátano* . Obtenido de [Ebook]. Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA).: Retrieved from <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/Culti>
- Polanco, T . (2008). *Patógenos asociados a las musáceas en la República Dominicana*. Santo Domingo: Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).
- Pozo D. (2009). *EFFECTO DE LA PODA TEMPRANA Y LA APLICACIÓN DE UN BIOESTIMULANTE EN EL CULTIVO DE BANANO (Musa acuminata AAA), SOBRE LA INCIDENCIA DE LA SIGATOKA NEGRA (Mycosphaerella fijiensis M.)* . Obtenido de (Tesis de pregrado). ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO.
- Prieto, J. P. (s.f.). Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/52-212-2-PB.pdf
- Rimache. (2008). *Cultivo de plátano y banano*. Miraflores (Perú): Macro.
- Stover. (1980). *Plant Regeneration and Genetic Variability*. Indra Vasil.

XI. ANEXOS

Tabla 1 *Distribución de productores de banano por hectáreas*

Distribución por tamaño de hectáreas	Hectáreas sembradas	Número de Productores
0-30 (pequeños)	35.685	3.480
>30 ≤100 (medianos)	57.486	800
100 o más (grandes)	69.063	193
TOTAL	162.236	4.473

Fuente: Catastro Bananero/MAGAP

El deshoje



Selección de la hoja a eliminar



Corte limpio sin pestañas



Eliminar hojas enfermas (deshoje fitosanitario)

Figura 1: practica de deshoje

Poda y cirugía como control fitosanitario

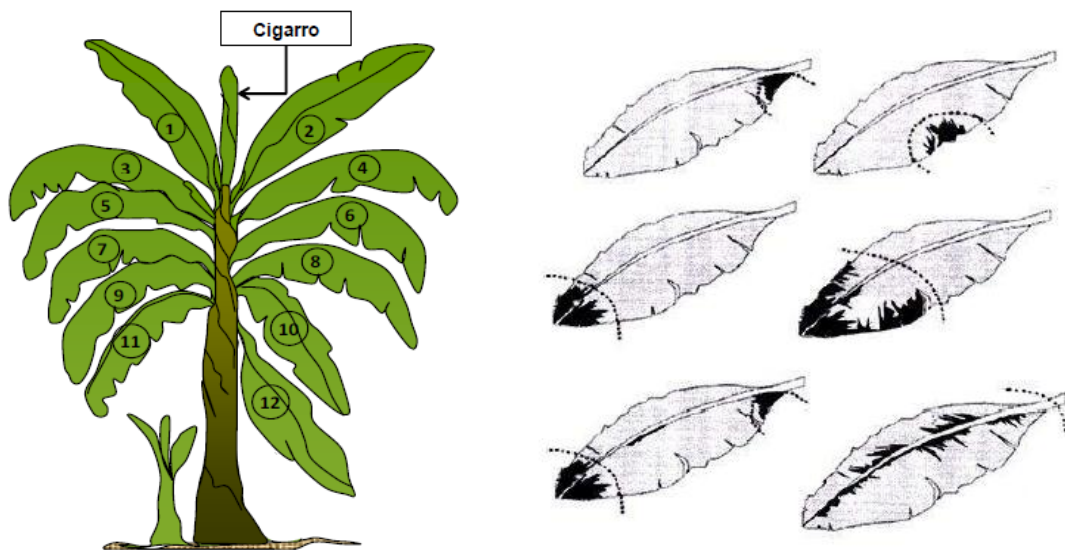


Figura 2 y 3: Conteo de hojas para poda fitosanitaria (Yangali y Calle, 2014)

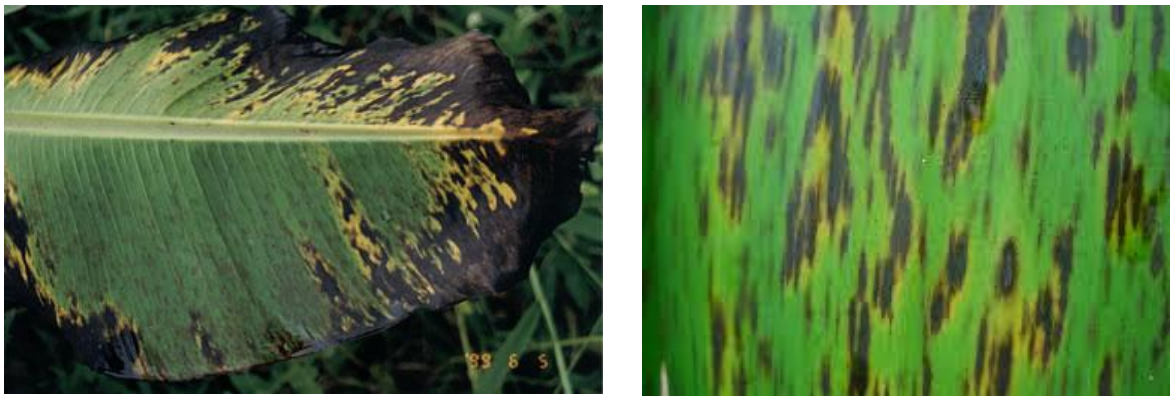


Figura 4: hoja con sigatoka negra (IT2 (2014))



Figura 5: Plantación con sigatoka negra (IT2 (2014))



Figura 6: Ciclo del patológico de la sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* M. (Álvarez et al, 2013)

Ciclo de vida del hongo *Mycosphaerella fijiensis*.

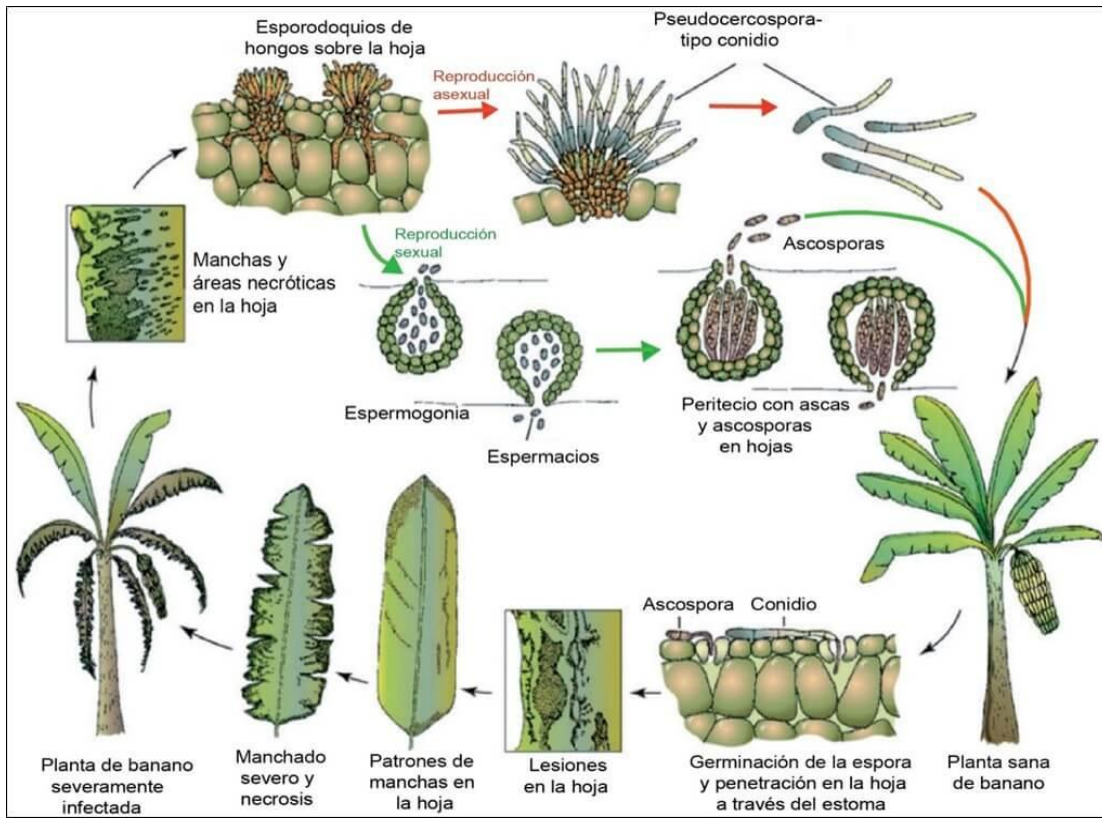


Figura 7: Reproducción sexual y asexual de la sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* (INTAGRI, 2018).

Reproducción sexual

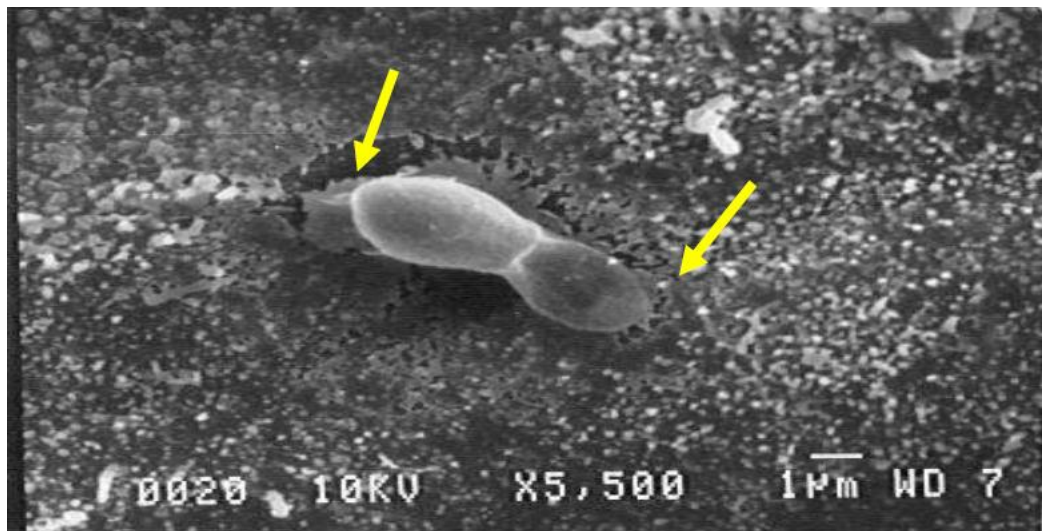


Figura 8: Ascospora sobre la hoja (Yangali y Calle, 2014)

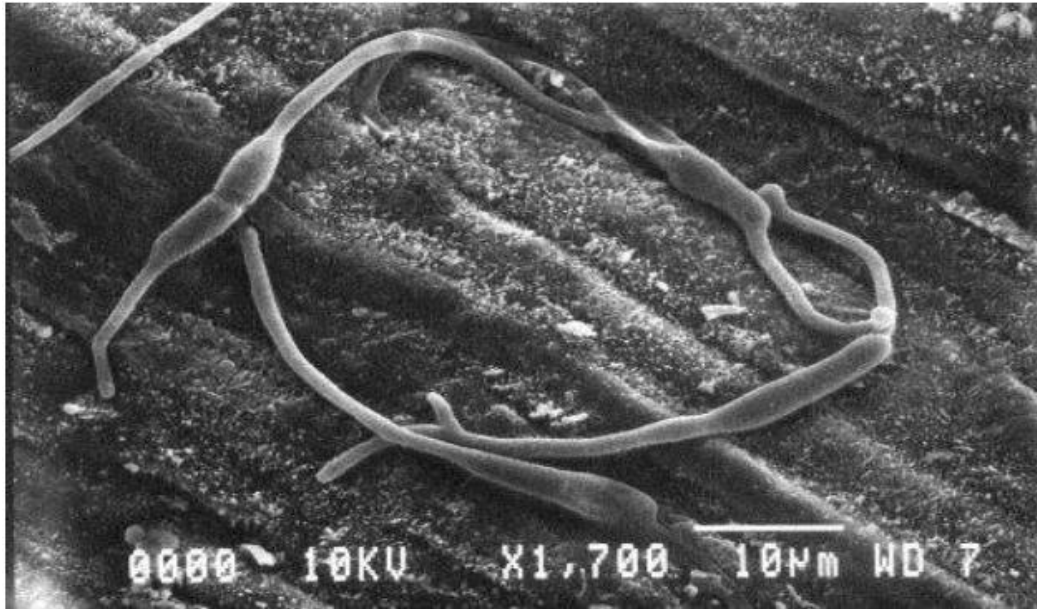


Figura 9: Germinación de la ascospora (Yangali y Calle, 2014)

Reproducción asexual.

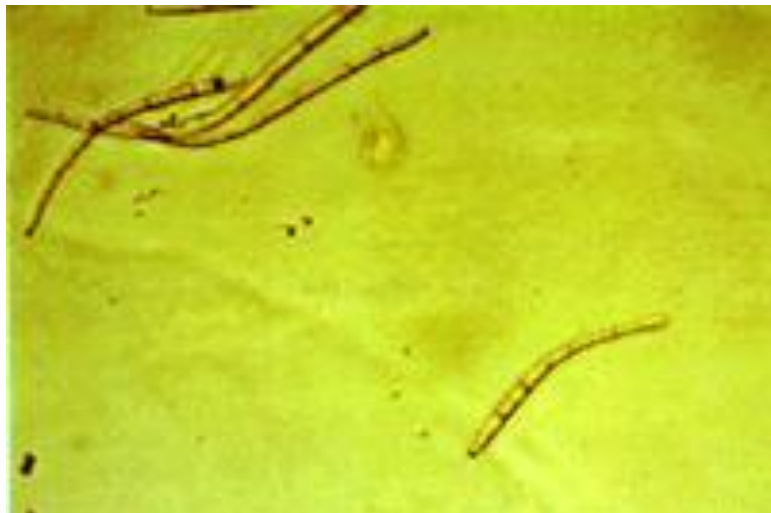
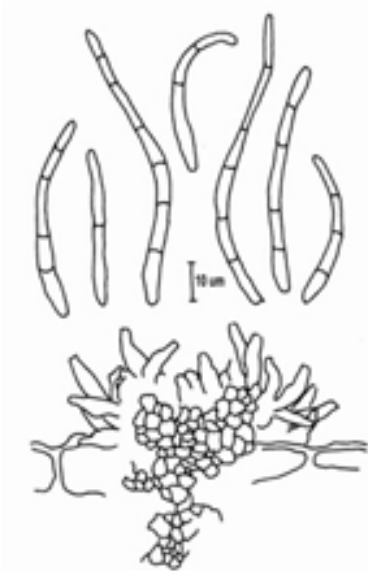


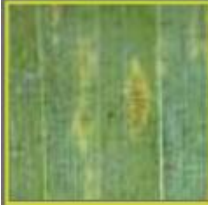

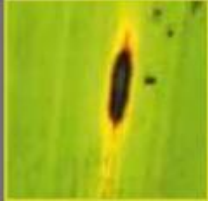






Figura 10 y 11. Conidias de *Pseudocercospora fijiensis*. (Bennett y Arneson, 2003)

Tabla 2 Diferencia entre sigatoka amarilla *Mycosphaerella musicola* y sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* escala de Fouré

Sigatoka amarilla Haz de la hoja		Sigatoka negra Envés de la hoja	
pequeño punto amarillo o raya de color verde claro que aparece en el haz de las hojas	Difícil de observar	Se observan puntos de color amarillo claro en el envés de la hoja.	Difícil de observar
Los puntos se estiran en rayas amarillas de 3-4 mm; etapa óptima para el tratamiento.		Se observan rayas de color café rojizo en el envés de la hoja principalmente.	
Las rayas se extienden transformándose en manchas, el centro toma un color rojizo.		Las rayas se estiran y se extienden.	
La mancha llega a su tamaño final (12-15 mm por 2-5 mm) y está rodeada por una zona amarilla. El centro es de color café oscuro u negro.		Rayas anchas café oscuro, redondas o elípticas.	
La zona central de la mancha se seca y adquiere un color grisáceo bordeado de negro y rodeado por un halo amarillo. La lesión se llama necrosis. A esta etapa aparecen las ascosporas que serán diseminadas por el viento.		Las lesiones se vuelven negras y rodeadas por un halo de color amarillo.	
Ausente.		El centro de la mancha se seca. Esta bordado de negro y rodeado de amarillo	

FUENTE: (Institut Technique Tropical, s.f.)