

**ESTUDIO DEL CICLO DE VIDA DE *Mycosphaerella fijiensis* EN TRES  
CLONES DE BANANO (*MUSA AAA*) EN TRES REGIONES DE LA ZONA  
BANANERA DEL MAGDALENA**

**HELENA DEL ROSARIO BORNACELLY HORTA  
CÓDIGO: 8006001**

**Trabajo de grado para optar al título de Maestro en Ciencias Agrarias con  
énfasis en Fitomejoramiento**

**DIRIGIDO POR  
CARLOS GERMÁN MUÑOZ I.A. MSc Ph.D**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGROPECUARIA  
PALMIRA  
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**

**STUDY OF CYCLE DE VIDA THE *Mycosphaerella fijiensis* IN THREE CLONES OF BANANA TREE (*MUSA AAA*) IN THREE REGIONS OF ZONA BANANERA OF MAGDALENA**

**Resumen**

La investigación se realizó en dos épocas (Seca y lluviosa), bajo un diseño de completamente al azar con un arreglo factorial, diez repeticiones y 36 tratamientos producto de las combinaciones 2 épocas; 3 localidades; 3 cultivares y 2 tipos de manejo de la Sigatoka negra. Se hicieron registros de las variables de la enfermedad y variables climáticas. Los resultados indicaron que en el sector de La Aguja el ciclo de vida del hongo (CVH) fue más largo, diferenciándose significativamente de los sectores de Sevilla y Orihueca. Esta última presentó el ciclo de vida más corto, el cual pudo estar relacionado con la deficiencia en algunas prácticas fitosanitarias. El Período de Latencia Asexual PLA fue significativamente más largo en época seca que en época de lluvias, con una media de 19.12 y 16.26, Entre las localidades estudiadas, Orihueca presentó el PLA más corto diferenciándose significativamente de las localidades de Sevilla y la Aguja, en donde el hongo inició la producción y liberación de conidias, en su orden, a los 16.57 y 20.22 días después de haber infectado la hoja. En cuanto al manejo de la enfermedad, no se encontraron diferencias significativas entre el aplicar o no fungicidas. En conclusión, en la Zona Bananera del Magdalena el CVH es más largo en época seca que en la lluviosa, debido al manejo inadecuado del riego en verano, que mantiene una permanente mojadura foliar favoreciendo el desarrollo del patógeno, el CVH fue más corto en el cultivar Jaffa y el la localidad de Orihueca.

**Summary**

The investigation was made in two times (Dry and rainy), under a design of completely at random with a factorial adjustment, ten repetitions and 36 treatments product of the combinations 2 times; 3 localities; 3 cultivating and 2 types of handling of the black Sigatoka. Registries became of the variables of the disease and climatic variables. The results indicated that in the sector of La Aguja the service life of the fungus (SLF) was longer, being different itself significantly from the sectors of Sevilla and Orihueca. This last one presented/displayed the shorter service life, which could be related to the deficiency in some fitosanitarias practices. The Period of Latency Asexual PLA was significantly more length at dry time that at time of rains, with an average of 19,12 and 16,26, Between the studied

localities, Orihueca presented/displayed the shortest PLA being different from the localities of Seville and la Aguja significantly, in where the fungus initiated the production and liberation of conidias, in its order, to the 16,57 and 20,22 days after to have infected the leaf. As far as the handling of the disease, were not significant between applying or nonfungicidas differences. In conclusion, in Zona Bananera of the Magdalena the radio-relay end is longer at dry time that in the rainy one, due to the inadequate handling of the irrigation in summer, that maintains a permanent mojadura to foliar favoring the development of the pathogen, the radio-relay end was shorter in cultivating Jaffa and the locality of Orihueca.

### **PALABRAS CLAVES**

Sigatoka negra

Epidemiología

Fungicidas

Cultivares

### **KEY WORDS**

Black Sigatoka

Epidemiology

Fungicidas

Cultivating

**CARLOS GERMÁN MUÑOZ.**

Director

**HELENA DEL ROSARIO BORNACELLY HORTA**

Abril 29 de 1977

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Presidente

---

Jurado

---

Jurado

Santa Marta, 07 de junio de 2009

## **AGRADECIMIENTOS**

La autora desea expresar sus más sinceros agradecimientos a todas las personas y entidades que prestaron de una u otra manera su desinteresada colaboración para que esta investigación llegara a su feliz término.

**CARLOS GERMAN MUÑOZ**, Director de tesis de grado y guía fundamental en la definición de ésta investigación.

**MARIO AUGUSTO GARCÍA DAVILA**, por sus sugerencias y apoyo en todo el desarrollo de la investigación.

**LILIANA HOYOS CARVAJAL y DIOSDADO BAENA**, Asesores principales y docentes de la Universidad Nacional de Colombia, quienes me brindaron su muy valiosa colaboración y estuvieron dispuestos, en todo momento, para organizar, orientar y revisar la metodología y la estadística de la investigación

**ROBERTO HOYOS RUIZ**, Presidente de la Asociación de Bananeros de Colombia

**LUIS HORACIO ECHEVERRI F.** Director regional de Augura en el Magdalena.

**JOHN JAIRO MIRA C.** Director CENIBANANO

**ZEYDER CRUZ I.A.**, Funcionario de Técnicas Baltime de Colombia.

A LA ASOCIACIÓN DE BANANEROS DE COLOMBIA **AUGURA**.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, sede Palmira

A la UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA.

AL Comité Departamental de Sanidad Vegetal (Magdalena).

A los señores **Jorge Romero, Jesús Sanín y Gabriel Mancilla** quienes facilitaron un espacio en sus fincas para la realización de este trabajo.

A mis pupilos **Johan Vasco, Anderson Aguilar, Carlos, Oswaldo y Yaqueline** con quienes conformé el mejor equipo de trabajo.

A todo el equipo técnico y administrativo de Augura: **Eliana Villalobos, Magdalena Fernández, John Jairo Mira, Isabel Ruiz, Adriana Montoya, Lino, Wendy, Natally, Ricardo y Cristian.**

A todas aquellas personas y entidades que de una u otra manera colaboraron para que se llevara a cabo la presente investigación.

## **DEDICO A:**

**DIOS**, Padre porque siempre ha estado a mi lado en cada instante de mi vida, llenándome de amor, humildad, esperanza y fuerzas para luchar por mis sueños y, hoy, gracias a Él, he alcanzado uno de ellos.

A la memoria de mi padre **FEDERICO A. BORNACELLY G. Q.E.P.D.** porque más que mi sueño, ésta era su más grande ilusión. Agradezco a Dios por haberme permitido compartir a tu lado todos los momentos felices y tristes de tu vida. Padre eres y serás por siempre mi más grande razón para luchar por ser la mejor, te amo hoy y siempre.

A mi madre **LUDYS HORTA de BORNACELLY**, quien con su amor, ternura, apoyo y comprensión se convirtió en mi mejor amiga y guía. Madre, por lo que significas en mi vida, le pido a Dios que nos de vida para compartirla juntas y para hacerte la madre más feliz del mundo. Te Amo.

A mi Hija **MARÍA JOSÉ BOLAÑO BORNACELLY**, porque con tu llegada me cambiaste el mundo, llenándome de alegría y de razones para nunca desfallecer, te amo mi angelita.

A mi esposo **JAMES BOLAÑO GONZÁLEZ**, por tu paciencia y comprensión en todos aquellos momentos en los que perdía las esperanzas y que con solo una sonrisa me invitabas a continuar luchando. Te amo.

A mi hermana **ANA CECILIA BORNACELLY HORTA** y mis sobrinos **JEAN PIERRE Y SOREN STEVEN**, los angelitos que alegran mi vida y que quiero mucho.

A mi Maestra, amiga y madrina **BETTY NOBMBAN**, porque con tu sabiduría y ternura me enseñaste los valores que todo profesional y, ante todo, que toda persona debe tener para ser exitoso en las diferentes etapas de la vida. No me alcanzará la vida para agradecerte todo lo que hiciste por mí y por mi familia.

A **Lulu** quien se convirtió en mi mano derecha y cubrió los espacios en mi hogar que muchas veces dejé para realizar este sueño.

A la memoria de mi abuela **ANA GAMARRA** y de mis tíos **Pastora Bornacelly** y **Carlos Horta**.

A mis compañeros y amigos Liliana Cortina, Yovany Rodríguez, Sara Pérez y Diomara Suarez con quienes compartí momentos inolvidables.

**HELENA**



## TABLA DE CONTENIDO

<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	11
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	12
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	13
<b>RESUMEN</b> .....	14
<b>SUMMARY</b> .....	<b>16</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	18
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	20
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	20
<b>1. ANTECEDENTES</b> .....	21
1.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE BANANO.....	21
1.2 CARACTERÍSTICAS GENOTÍPICAS Y FENOTÍPICAS DE LOS BANANOS	21
1.3 ETIOLOGÍA DE LA SIGATOKA NEGRA .....	23
1.4 SINTOMATOLOGÍA DE LA SIGATOKA NEGRA .....	24
1.5 CICLO DE LA ENFERMEDAD.....	26
1.6 IMPORTANCIA DE LA ENFERMEDAD.....	32
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>34</b>
2.1 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ESTUDIO.....	34
2.1.1 Localidades experimentales:.....	34
2.2 ESTABLECIMIENTO DEL ENSAYO .....	36
2.3 DISEÑO METODOLÓGICO .....	38

2.4 MEDICIÓN DE LAS VARIABLES DE ANÁLISIS.....	39
2.4.1 Variables climáticas .....	41
2.4.2 Variables de la enfermedad .....	42
2.5 ANÁLISIS Y PROCESAMIENTOS ESTADÍSTICOS. ....	45
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>46</b>
3.1 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS. 46	
3.2 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE LA ENFERMEDAD.....	50
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>62</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>68</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. Promedios del número de días desde la emisión de la hoja hasta los estadios de desarrollo de la sigatoka 1, 2 y 5 en dos genotipos de musáceas, en sevilla, zona bananera del Magdalena.....	30
TABLA 2. Promedios semanales de las temperaturas mínimas y máximas registradas en dos épocas en las regiones de la aguja, orihueca y sevilla. ....	49
TABLA 3. Análisis de varianza del tiempo de expresión de los síntomas de la sigatoka negra .....	51
TABLA 4. Comparación de medias del tiempo de aparición de los diferentes estadios de desarrollo de <i>Mycosphaerella fijiensis</i> , en dos épocas .....	52
TABLA 5. Comparación de medias del tiempo de aparición de los diferentes estadios de desarrollo de <i>Mycosphaerella fijiensis</i> , en tres subregiones de la zona bananera del magdalena.	53
TABLA 6. Comparación de medias del tiempo de aparición de los diferentes estadios de desarrollo de <i>Mycosphaerella fijiensis</i> , en tres cultivares de banano. ....	54
TABLA 7. Comparación de medias del tiempo de aparición de los diferentes estadios de desarrollo de <i>Mycosphaerella fijiensis</i> , bajo la aplicación de fungicidas y a libre exposición de la enfermedad.....	56
TABLA 8. Comportamiento de la interacción de los diferentes estadios de desarrollo de <i>mycosphaerella fijiensis</i> , entre el manejo de la enfermedad y las localidades.....	57
TABLA 9. Comportamiento de la interacción de los diferentes estadios de desarrollo de <i>mycosphaerella fijiensis</i> , entre épocas y las localidades. ....	59
TABLA 10. Comportamiento de la interacción de los diferentes estadios de desarrollo de <i>mycosphaerella fijiensis</i> , entre épocas y las localidades. ....	60
TABLA 11.comportamiento de la interacción de los estadios 5 y 6 de desarrollo de <i>mycosphaerella fijiensis</i> , entre épocas y los cultivares. ....	61

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ciclo de vida de <i>Mycosphaerella fijiensis</i> Morelet, agente causal de la Sigatoka Negra del banano. ....	27
Figura 2. Diseño de campo de la investigación utilizado en tres localidades de la Zona Bananera del Magdalena .....	37
Figura 3. Diseño de campo utilizado en la investigación en la época seca y en la de lluvia. ....	40
Figura 4. Supervisión de la cobertura del fungicida en las plantillas expuestas al producto. a. en hoja directamente y b. con láminas hidrosensibles.....	41
Figura 5. Diferentes estados de desarrollo de la candela, según brun .....	43
Figura 6. Diferentes estadios de desarrollo de los síntomas de La Sigatoka Negra.....	43
Figura 7. Medición de variables de análisis en campo. A. Evaluación de la presencia de los estadios de desarrollo de la enfermedad B. Identificación De Hojas Seleccionadas para las evaluaciones. ....	44
Figura 8. Acumulado semanal de la precipitación, registrada en el año 2008 en las regiones de la Aguja, Orihueca y Sevilla, Zona Bananera del Magdalena.....	47
Figura 9. Promedios semanales de la temperatura media registrados en el 2008 en las tres regiones de estudio. ....	48
Figura 10. Estado sanitario de la hoja 3 de cada cultivar A. Gran Enano. B. Williams C. Jaffa.....	54

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A: Historial de pluviosidad del 2000 al 2006 de los tres sectores de evaluación.....	71
ANEXO B: Fungicidas y número de ciclos aplicados en las tres zonas evaluación.....	72

## RESUMEN

La **Sigatoka Negra**, causada por el hongo **Mycosphaerella fijiensis** es considerada como la más seria amenaza para la producción del cultivo de banano por sus efectos altamente destructivos sobre el follaje de las plantas y las graves consecuencias que esto tiene para la cantidad y calidad de la fruta. En la zona bananera del Magdalena se ha venido observando con gran preocupación, el crecimiento constante en los niveles de severidad y agresividad con que la Sigatoka Negra afecta los cultivos de esta región, situación que se evidencia con el incremento en el número de aspersiones con fungicidas, las cuales pasaron de 13 ciclos en el año 1992 a 27 en el año 2008, con un fuerte impacto negativo para la economía de toda la región.

Ante esta grave situación, el Comité Departamental de Sanidad Vegetal del Departamento del Magdalena, liderado por el AUGURA, recomendó adelantar el estudio de la Epidemiología de la Sigatoka Negra, bajo las condiciones de esta zona bananera. Atendiendo esa recomendación, se programó la presente investigación con el Objetivo General de conocer el ciclo de vida del hongo *Mycosphaerella fijiensis*, Morelet en tres cultivares de Musáceas bajo diferentes regiones de la zona de bananera del Magdalena y, con los objetivos específicos de: 1. Evaluar los estados de desarrollo de la Sigatoka negra en los tres genotipo de bananos estudiados, en tres subregiones de la Zona Bananera del Magdalena. 2. Determinar el período de incubación de *M. fijiensis* en tres cultivares de musáceas en tres subregiones de la Zona Bananera del Magdalena. 3. Establecer el período de latencia asexual y sexual de *M. fijiensis* en tres genotipos de musáceas en tres subregiones de la Zona Bananera del Magdalena.

La investigación se realizó en dos épocas (Seca y lluviosa) y se programó bajo un diseño de completamente al azar con un arreglo factorial, diez repeticiones y 36 tratamientos producto de las combinaciones 2 épocas; 3 localidades; 3 cultivares y 2

tipos de manejo de la Sigatoka negra. Con una frecuencia de día por medio se hicieron registros de las variables de la enfermedad y, semanalmente las variables climáticas.

Los resultados de esta investigación indican que en la Zona Bananera del Magdalena el ciclo de vida del patógeno es más largo en época seca que en la lluviosa, debido al manejo inadecuado del riego en verano, que mantiene una permanente mojadura foliar favoreciendo el desarrollo del patógeno. El sector de La Aguja presentó los promedios más bajos en la expresión del período de incubación, período de latencia y ciclo de vida del patógeno, diferenciándose significativamente de los sectores de Sevilla y Orihueca. Esta última localidad se caracterizó por presentar el ciclo de vida más corto, el cual puede estar relacionado con la deficiencia en algunas prácticas de cultivo.

Los períodos de incubación en época seca fueron muy semejantes entre las subregiones de Orihueca y Sevilla, siendo de 12.94 y 12.64 días respectivamente; en el sector de La Aguja fue de 20.82 días, señalando que por condiciones climáticas de baja pluviosidad es una zona donde la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad es más lento en comparación con las otras dos zonas evaluadas. En época húmeda estadísticamente las zonas de La Aguja y Orihueca tuvieron un comportamiento similar en cuanto a la manifestación del estadio 1, estos se presentaron 11.71 días y 12.07 días después de la inoculación respectivamente, la zona de Sevilla presentó un período de incubación de 9.54 días.

Los períodos de latencia para el inóculo asexual que se presentaron en época seca, evidencia que el hongo se comportó de manera homogénea en los sectores de Orihueca y Sevilla, siendo estos de 17.72 y 15.22 días en promedio respectivamente; en la zona de La Aguja a los 27.10 días se manifestó el estadio 2. Para la época húmeda no hubo diferencias significativas del estadio 2, encontrando que el comportamiento fue semejante en las tres zonas de evaluación, con valores de 17.05 días para La aguja, 15.34 días para Orihueca y de 17.12 días para Sevilla.

## SUMMARY

The Sigatoka Negra, caused by the fungus *Mycosphaerella fijiensis* is considered as the most serious threat for the production of the culture of banana tree by its highly destructive effects on the foliage of the plants and the serious consequences that this has for the amount and quality of the fruit. In the bananera zone of the Magdalena one has come observing with great preoccupation, the constant growth in the severity levels and aggressiveness whereupon the Sigatoka Negra affects the cultures of this region, situation that is demonstrated with the increase in the number of aspersions with fungicidas, which happened of 13 cycles in 1992 to 27 in 2008, with a fort negative impact for the economy of all the region.

Before this serious situation, the Departmental Committee of Vegetal Health of the Department of the Magdalena, led by AUGURA, recommended to advance the study of the Epidemiología of the Sigatoka Negra, under the conditions of this bananera zone. Taking care of that recommendation, the present investigation with the General mission was programmed to know the service life of the *Mycosphaerella fungus fijiensis*, Morelet in three you will cultivate of Musáceas under different regions from the zone of bananera of the Magdalena and, with the specific objectives of: 1. To evaluate the states of development of the black Sigatoka in the three genotype of studied banana trees, in three subregions of Zona Bananera of the Magdalena. 2. To determine the period of incubation of *M. fijiensis* in three you will cultivate of musáceas in three subregions of Zona Bananera of the Magdalena. 3. To establish the period of asexual and sexual latency of *M. fijiensis* in three genotypes of musáceas in three subregions of Zona Bananera of the Magdalena.

The investigation was made in two times (Dry and rainy) and was programmed under a design of completely at random with a factorial adjustment, ten repetitions and 36 treatments product of the combinations 2 times; 3 localities; 3 you will cultivate and 2 types of handling of the black Sigatoka. Of a frequency by day by means registries took control of the variables of the disease and, weekly the climatic variables. The



results of this investigation indicate that in Zona Bananera of the Magdalena the service life of the pathogen is longer at dry time than in the rainy one, due to the inadequate handling of the irrigation in summer, that maintains a permanent *mojadura* to foliar favoring the development of the pathogen. The sector of the Needle presented/displayed the lowest averages in the expression of the period of incubation, period of latency and service life of the pathogen, being different itself significantly from the sectors of Seville and Orihueca. This last locality was characterized to present/display the shorter service life, which can be related to the deficiency in some practices of culture.

The periods of incubation at dry time were very similar between the subregions of Orihueca and Sevilla, being of 12,94 and 12,64 days respectively; in the sector of the Needle he was of 20,82 days, indicating that by climatic conditions of low rainfall it is a zone where the appearance of the first symptoms of the disease is slower in comparison with the other two evaluated zones. At humid time statistically the zones of Aguja and Orihueca had a similar behavior as far as the manifestation of stage 1, these appeared 11,71 days and 12,07 days after the inoculation respectively, the zone of Sevilla presented/displayed a period of incubation of 9,54 days. The periods of latency for I inoculate asexual that appeared at dry time, evidence that the fungus behaved of homogenous way in the sectors of Orihueca and Sevilla, being these of 17,72 and 15,22 days in average respectively; in the zone of the Needle to the 27,10 days stage 2 was pronounced. For the humid time there were no significant differences of stage 2, finding that the behavior was similar in the three zones of evaluation, with values of 17,05 days for the needle, 15,34 days for Orihueca and of 17,12 days for Sevilla.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el banano, es considerado uno de los cultivos comerciales de mayor trascendencia socio-económica debido a que, por un lado, sus frutos constituyen un alimento básico para millones de personas tanto de las regiones productoras como de las regiones importadoras, con un consumo per cápita aproximado a 1kg por día (Sierra, 1993). Por otro lado, constituye una fuente generadora de altos ingresos económicos en los países en donde es cultivado y comercializado, convirtiéndose en una excelente ayuda para mejorar las condiciones sociales de las regiones dedicadas a su producción, a través de la generación de un alto número de empleos directos e indirectos que se requieren para cumplir con todas las acciones propias del mundo bananero (Pinedo, 1999).

En Colombia, la producción de banano para exportación está concentrada, en primer lugar, en el Departamento de Antioquia, en la región de Urabá con cerca de 32.500 hectáreas cultivadas, en segundo lugar, en el Departamento del Magdalena, con unas 11.833 hectáreas y, en tercer lugar, en el Departamento de la Guajira con 276 hectáreas, aproximadamente. Estas tres zonas suman 44.609 hectáreas en las cuales se producen, anualmente, 100 millones de cajas de 18.14 kg destinadas a la exportación, con un valor en los mercados externos del orden de los US\$676 millones de dólares, generando en el país, alrededor de 22.700 empleos directos y 70.000 empleos indirectos (Augura, 2009).

Las plantaciones comerciales de banano están sometidas al efecto de una serie de problemas fitosanitarios entre los cuales se destaca la **Sigatoka Negra**, enfermedad

causada por el hongo de la clase Ascomycetes **Mycosphaerella fijiensis**, Morelet, la cual se caracteriza por los daños directos que ocasiona en el follaje de la planta y por los efectos indirectos sobre la cantidad y calidad de la fruta dando como resultado pérdidas en los rendimientos o, en su defecto, incremento considerable de los costos de producción por el mayor número de ciclos que es necesario aplicar, cada año, para contrarrestar la agresividad del patógeno (Belalcázar *et al.*, 1991; Lehmann, 1984.; Maciel *et al.*, 1998; Mayorga, 1994. y Patiño y Mejía, 1999).

Históricamente, la **Sigatoka Negra** se ha caracterizado por el efecto devastador con que se ha venido manifestando sobre muchos cultivos, hasta llegar a ser considerada como la más seria amenaza para la producción mundial de banano a la cual se le atribuyen pérdidas del 30, 50 y hasta 80% de los rendimientos (Inibap, 2002).

Como resultado de su alta agresividad, la **Sigatoka Negra** se ha convertido en un problema de gran preocupación para los cultivadores y para la seguridad alimentaria en muchas regiones del mundo por lo cual, hoy en día, es un componente de primer orden de la mayoría de proyectos agenciados por la Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, INIBAP y por la Red de Investigación y Desarrollo del Plátano y el Banano para la América Latina y el Caribe, MUSALAC (Inibap, 2002). Los objetivos propuestos por estas instituciones están enmarcados hacia el mejoramiento e introducción de nuevas variedades, identificación de fuentes de resistencia, desarrollo de estrategias para combatir la enfermedad y su agente causal y el entrenamiento para el manejo más adecuado de la **Sigatoka Negra**.

En la zona bananera del Magdalena se viene observando, con gran preocupación, el aumento constante en la agresividad de **Mycosphaerella fijiensis**, por lo que día a día resulta más difícil controlar la enfermedad. Tal situación se pone de manifiesto por el incremento anual en el número de aspersiones y así se ve que, en promedio, se hicieron 13 ciclos en el año de 1992; 14 en 1993; 15 en 1994; 16 en 1995; 17 en

1996; 18 en 1997; 20 en 1998; 22 en 1999; 23 en el 2000; 25 en el 2001, 24 en el 2002, 25 en el 2005, 26 en el 2006 y 2007 y 27 en el 2008<sup>1</sup>, aumentando significativamente los costos de producción si se tiene en consideración que, en esta región, un ciclo de aplicación de fungicidas tiene un costo total aproximado de 700 a 900 US\$/ha/año, representando el 13.8% de los costos totales de producción del cultivo y el 46% de los costos de agroquímicos (Chica, *et al.*, 2004).

## **OBJETIVO GENERAL**

Conocer el ciclo de vida del hongo *Mycosphaerella fijiensis*, Morelet en tres cultivares de Musáceas bajo diferentes regiones de la zona de bananera del Magdalena.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ❖ Evaluar los estados de desarrollo de la Sigatoka negra en los tres genotipos de bananos estudiados, en tres subregiones de la Zona Bananera del Magdalena.
- ❖ Determinar el período de incubación de *M. fijiensis* en tres cultivares de musáceas en tres subregiones de la Zona Bananera del Magdalena.
- ❖ Establecer el período de latencia asexual y sexual de *M. fijiensis* en tres genotipos de musáceas en tres subregiones de la Zona Bananera del Magdalena.

---

<sup>1</sup> Hernández A. I.A ICA Seccional Magdalena. Comunicación personal

# 1. ANTECEDENTES

## 1.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE BANANO

Se afirma que de las frutas cultivadas por el hombre, el **banano** es la más antigua y que los cultivares explotados, actualmente, han sido el resultado de la hibridación de dos especies principales del género Musa, correspondientes a Musa acuminata y Musa balbisiana las cuales han aportado los genomas A y B respectivamente. El principal centro de diversidad de Musa acuminata en estado diploide es el área de Malaya que comprende Assam, Birmania, Siam, Indochina y Filipinas. Los ejemplares silvestres de Musa balbisiana se encuentran junto a los de Musa acuminata en la India Peninsular y en Ghats Occidental (Rekha, 2001).

## 1.2 CARACTERÍSTICAS GENOTÍPICAS Y FENOTÍPICAS DE LOS BANANOS

Los bananos que se siembran comercialmente son estériles y sin semillas; por consiguiente, una forma de producir nuevas variedades consiste en seleccionar hijos excepcionales en el campo para luego propagarlos vegetativamente hasta obtener un clon o, en caso de que exista un mutante y este sea muy especial, se podría obtener un nuevo cultivar. El banano es genéticamente inestable y tiene tendencia a generar numerosas mutaciones, aun que, la mayoría de ellas, tiene un efecto muy leve sobre el fenotipo y, por lo general, ni siquiera se detectan, salvo en que ellas sean muy notorias. Normalmente los mutantes detectados tienen características indeseables y

se evidencian por sus racimos pequeños de baja calidad, siendo cosechados por el agricultor tan pronto los observa (Kibbuz, 1998).

El banano Giant Cavendish o Gran Enano conocido como también híbrido Williams, está desplazando con mucha fuerza, a nivel mundial, a los clones Robusta y Dwarf por sus mejores características de cultivo, su alta producción y por el tipo y calidad de los frutos que produce; aunque ellos son más cortos y curvos que los del con robusta y maduran lenta e irregularmente por lo que requieren un manejo muy cuidadoso. Las plantas de este cultivar son semi enanas, con seudotallos gruesos y vigorosos, amplio sistema foliar y un sistema de raíces profundo que les confiere mayor resistencia al volcamiento bajo condiciones de fuertes vientos. Tiene como inconveniente su alta susceptibilidad a la sigatoka negra y a los nemátodos (Sierra, 1993).

Entre las variedades que se siembran con fines de exportación, el clon Williams, originario de Australia, ocupa el segundo lugar después del clon Gran Enano. Por obtener un seudotallo de mediano a alto es muy susceptible a vientos. Sus hojas son ligeramente erguidas lo que se traduce en una menor tasa fotosintética en comparación con el clon Gran Enano pero, al mismo tiempo, esto le confiere cierta capacidad para defenderse contra enfermedades que ocasionan manchas foliares. Muchos productores prefieren este cultivar por su excelente capacidad para adaptarse a condiciones adversas, especialmente, las aguas y suelos de baja calidad y a las temperaturas bajas (Kibbuz, 1998).

El banano Robusta o Valery conocido comúnmente como poyo o Giant Cavendish desplazó al Gros Michel, principalmente, por su relativa resistencia al mal de panamá a pesar de ser susceptible a la Sigatoka negra (Sierra, 1993); sin embargo, inconvenientes como la maduración lenta el fruto y la susceptibilidad al volcamiento, han llevado a los productores a ensayar con un clon recién introducido al país

conocido como Jaffa, el cual se caracteriza por ser muy productivos, llegando a llenar dos cajas por racimo, es decir, con ratio de 2. Este clon se obtuvo mediante una selección clonal de Williams y al cual no se le han realizado mayores estudios, solo la empresa TECBACO –Técnicas Baltimé de Colombia o DOLE le han realizado seguimientos a la producción y al número de plantas por hectárea (Cruz, 2008)<sup>2</sup>.

Actualmente en la zona bananera del Magdalena se están manejando los clones de Gran enano, Williams, Valery y Jiafa en proporciones de 20%, 30%, 15 y 35%, respectivamente (Cruz, 2008).

### 1.3 ETIOLOGÍA DE LA SIGATOKA NEGRA

El agente causal de la Sigatoka Negra Mycosphaerella fijiensis Morelet, con su estado imperfecto correspondiente a la especie Paracercospora fijiensis (Morelet) Deighton, renombrado recientemente como Pseudocercospora fijiensis (Morelet) Deighton, es un hongo de la clase Ascomycetes, orden Dothideales familia Dothideaceae. (Belalcázar et al, 1991, 253); (Marín et al, 2003, 211); (Patiño y Mejía, 1999, 10); (Ploetz et al, 1994, 7); (UPEB, 1992, 33). Este hongo se reproduce y disemina a través de dos clases de esporas de tamaño microscópico conocidas como **ascosporas** y **conidios** las cuales constituyen el inóculo del patógeno (Merchán, 2000).

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

---

<sup>2</sup> Cruz Zeider I.A. Comercializadora internacional TECBACO

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).

#### **1.4 SINTOMATOLOGÍA DE LA SIGATOKA NEGRA**

Como resultado de la acción patogénica de Mycosphaerella fijiensis en las hojas de las plantas afectadas se manifiesta una serie de síntomas que van desde puntos y rayas hasta manchas necróticas, pasando por diferentes estados, los cuales han sido descritos por Fouré (Fouré, 1991), de la siguiente manera:

**ESTADO 1.** En este estado se puede apreciar el primer síntoma visible de la enfermedad el cual se distingue por la presencia de pequeñas decoloraciones o por puntos con menos de un milímetro de longitud, de color café rojizo más conocida como pizca. Este síntoma no es visible al trasluz y solo se puede observar por el envés de la hoja.

**ESTADO 2.** Las pizcas aumentan de tamaño en sentido longitudinal paralelas a la venación, formando estrías de 2 a 3 mm de longitud, de color café rojizo visibles primero en el envés y luego en el haz.

**ESTADO 3.** Se distingue por la presencia de estrías o rayas con un tamaño mínimo de 5 mm, pudiendo alcanzar hasta 2 a 3 cm de largo. Las estrías conservan el color rojizo por el envés y toman color negro por el haz.

**ESTADO 4.** Se caracteriza por la presencia de manchas elípticas u ovals que toman



un color café por el envés y negro por el haz.

**ESTADO 5.** En este estado la mancha elíptica es totalmente negra en ambas caras de la hoja, aparece rodeada por un halo amarillo y presenta una “depresión” en el centro del tejido.

**ESTADO 6.** La mancha está totalmente desarrollada; el área central hundida es de color gris y un borde de color café oscuro o negro forma un anillo bien definido alrededor de la mancha. Además, aparece un halo de color amarillo brillante alrededor de la lesión. Aun cuando la hoja esté muerta, la mancha persiste y el anillo oscuro que rodea la mancha también se mantiene bastante definido.

La Sigatoka Negra ataca solamente las hojas en donde produce una gran cantidad de manchas que coalescen rápidamente, causando necrosis y muerte de toda el área foliar. De esta manera, disminuye la actividad fotosintética afectando el normal crecimiento y productividad de las plantas y trayendo, como consecuencia, la maduración prematura de los racimos lo que se constituye en la mayor causa de pérdidas ligadas al ataque de esta enfermedad (Merchán, 2000, citado por Bornacelly y Bolaño, 2003).

Una vez el patógeno ha penetrado al hospedero, a través de los estomas, inicia el proceso de colonización intercelular e intracelular hasta formar conidióforos de *Pseudocercospora fijiensis*, que emergen por el envés de las hojas desde el primer estadio de la enfermedad hasta el desarrollo completo de la lesión (Belalcázar, 1991).

## 1.5 CICLO DE LA ENFERMEDAD

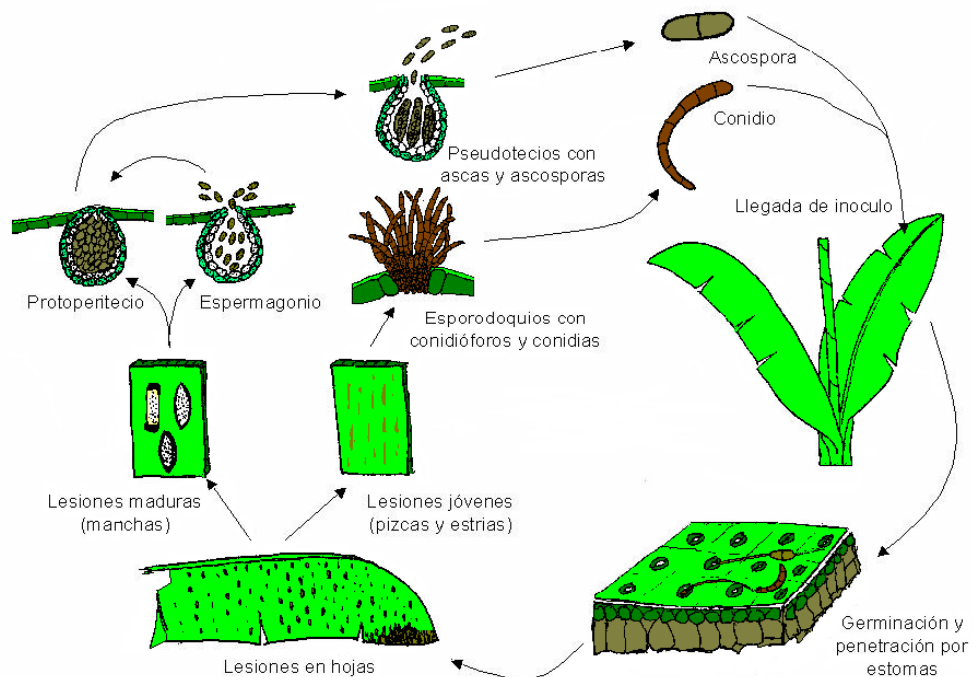
La sigatoka negra es considerada una enfermedad policíclica por la característica que tiene el hongo de reproducirse repetitivamente durante el curso de la epidemia, es decir, por presentar una secuencia sin fin de infección, colonización, esporulación y dispersión y, además, porque en él existe una infección ramificada dado que produce dos tipos de esporas diferentes aunque ellas no ocurran, necesariamente, en forma alterna o equitativa (Belalcazar, 1991; Patiño y Mejía, 1991, citados por Consuegra y Lorenzo, 2003)

Como se ilustra en la figura 1, 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 (Belalcázar et al, 1991; Merchán, 2000; Patiño y Mejía, 1999; Ploetz et al, 1994; Sierra, 1993).

Las ascosporas o esporas de origen sexual se desarrollan en el interior de cuerpos fructíferos conocidos como ascócarpos o pseudotecios y se desprenden de la lesiones en estadio 5 y 6, según la escala de Fouré, como lo muestra la figura 2 aparte A, Mientras que Las conidias o esporas de origen asexual se producen sobre los conidióforos y se desprenden desde el estadio 2 hasta el 6, según la escala de Fouré. Las conidias se desprenden del conidióforo, por acción de agentes ambientales como

el agua y el viento (AUGURA - Ceníbanano, 2007; Merchán, 2000 citado por Aislant y Gámez, 2004).

**Figura 1.** Ciclo de vida de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, agente causal de la Sigatoka negra del banano.



Fuente: Manejo sustentable de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano: Conocimiento del patosistema, prácticas culturales y control químico.

Se ha observado que bajo condiciones óptimas en la región bananera de Urabá el período de incubación, definido como el tiempo que transcurre entre la penetración y la aparición de la primera pizca o primer síntoma de la enfermedad, puede llegar a ser de 17 días en el cultivo de banano y los primeros conidios se pueden formar a los 28 días (Merchán, 2000; Patiño y Mejía, 1999). El período de latencia asexual para Sigatoka Negra, está definido como el tiempo que transcurre entre la penetración del

inóculo y la emisión de conidias, es decir, cuando se observa estado 5 según la escala de Fouré y el período de latencia sexual es considerado como el tiempo que transcurre entre la penetración del inóculo y la formación de las primeras manchas del estado 5 según Fouré, momento en el que comienza la producción de pseudotecios y se inicia la liberación o expulsión de las ascosporas (Hoyos, *et al.*, 2006). En banano, el ciclo total de la enfermedad puede tomar de 23 a 70 días; sin embargo, lo normal es que se cumpla en un lapso de 35 a 50 días después de la infección (Sierra, 1993).

La duración del ciclo de la enfermedad está estrechamente ligado a las condiciones ambientales, a la variabilidad del patógeno y al estado fisiológico y grado de nutrición de la planta; sin embargo, la virulencia del patógeno unida a la concentración de ascosporas y de conidios son determinantes tanto para la intensidad de la infección como para la evolución de cada uno de los estados de la enfermedad (Patiño, 2002).

La Sigatoka Negra se caracteriza por presentar, durante el año, diferentes grados de severidad lo que está en función de las condiciones ambientales, pudiendo alcanzar niveles epidémicos que ocasionan graves daños sobre las plantas y pérdidas sobre el rendimiento e incluso llegar a causar la muerte de las plantas afectadas (Patiño, 2002).

Algunas investigaciones realizadas para estudiar el efecto de las condiciones ambientales sobre el desarrollo de la Sigatoka Negra revelan que, en épocas de invierno, el ciclo de la enfermedad se acorta, alcanzando niveles epidémicos que ocasionan daños muy severos al follaje y pérdidas considerables sobre el rendimiento anual (Patiño y Mejía, 1999). De igual forma se ha encontrado que, en épocas secas, el ciclo de la enfermedad se alarga notablemente; en consecuencia, se registran los menores niveles de severidad y de daños a la producción (Patiño, 2002).

En Urabá, la curva de severidad muestra una relación directa con los niveles de precipitación, mostrando en las primeras semanas del año niveles relativamente altos de infección, como resultado de las altas infecciones que ocurrieron a finales del año, posteriormente con el descenso en las lluvias cae el nivel de severidad hasta el inicio de las lluvias en abril, momento a partir del cual se incrementa la severidad casi en forma progresiva hasta las últimas semanas, producto del incremento también progresivo de la precipitación (Chica *et al.*, 2004). Los modelos de infección han determinado que el progresivo desarrollo de la infección, puede llegar a causar pérdidas de hasta el 100% del área foliar sana (Chica *et al.*, 2004).

A diferencia con la zona bananera en Urabá, el comportamiento de la Sigatoka negra en la zona bananera del Magdalena, presenta una tendencia a ser constante, producto de los niveles de humedad en las plantaciones, aportados tanto por el régimen de lluvias como la aplicación de riego durante los períodos secos del año (Consuegra y Lorenzo, 2004).

En Urabá, bajo condiciones de libre exposición de la enfermedad en gran enano, se encontró que el período de incubación (PI) en época de lluvia es en promedio de 15, 13 y 12 días en las zonas norte, centro y sur, respectivamente, mientras que en época seca el período se alarga presentando promedios de 35, 30 y 24 días. En cuanto al período de latencia asexual (PLA) se encontraron promedios de 39, 37 y 27 días en época de lluvia, mientras que en época seca se presentaron promedios de 21, 16, y 17 días, respectivamente y, el período de latencia sexual (PLS) fue de 69, 72 y 49 días en época de lluvia y de 49, 35 y 39 días en época seca (Hoyos, *et al.*, 2006).

Al comparar el comportamiento del ciclo del patógeno bajo la aplicación de fungicidas y a libre exposición de la enfermedad, se encontró que la aplicación de químicos,

independientemente de su forma de acción, lleva a que se prolongue la duración de los estadios de desarrollo de la infección; de tal manera que, el PI fue de 13.1 días para el tratamiento con fungicidas, mientras que para el de sin fungicidas fue de 13.6 días, el PLA fue de 16.4 y 18.3 días, respectivamente y, el PLS de 35.5 y 39.4 días (Augura, 2007).

Según Consuegra y Lorenzo (2004), en Sevilla, a libre exposición de la enfermedad, no se presentaron diferencias significativas en los dos ciclos de evaluación entre los clones William y Gran enano para el período de incubación (PI) y período de latencia sexual y asexual, como se resume en la tabla 1 (Consuegra y Lorenzo, 2004).

**Tabla 1.** Promedios del número de días desde la emisión de la hoja hasta los estadios de desarrollo de la Sigatoka 1, 2 y 5 en dos genotipos de Musáceas, en Sevilla, Zona Bananera del Magdalena.

Ciclo	Genotipo	E1	E2	E5
1	William	25,6 a	30,0 a	50,5 a
	Gran Enano	24,1 a	30,0 a	47,0 a
2	William	20,6 a	24,3 a	36,6 a
	Gran Enano	20,6 a	24,0 a	35,2 a

E1: Período de incubación

E2: Período de latencia asexual

E3: Período de latencia sexual

En Sevilla, Zona Bananera del Magdalena, los estados de desarrollo de la Sigatoka para el clon gran enano son de 20, 24, 30, 34, 35 y 38 días en los estados 1, 2, 3, 4, 5 y 6 respectivamente, es decir que el ciclo del patógeno es de 38 días en promedio. En lo que se refiere al clon de William, los estados de desarrollo son en promedio de 20,

24, 30, 33, 36 y 39 días en los estados 1, 2, 3, 4, 5 y 6 respectivamente (Consuegra y Lorenzo, 2004).

Aislant y Gámez (2003) aseguran que la sigatoka negra en el clon gran enano en fincas comerciales de Sevilla, Río Frío y La Aguja (consideradas de alta, mediana y baja presión de la sigatoka), presenta un período de incubación relativamente corto y muy similar, con promedios de 28.64 días, 29.04 días y 27.92 días, respectivamente; por lo contrario, el período de latencia es variable entre regiones. En Sevilla el PLA se de 35.51 días, mientras que en Río Frío es de 36.76 días y en La aguja de 33.6 días y el PLS es de 86.96, 119.25 y 88.64 días en Sevilla, Río Frío y la Aguja, respectivamente (Aislant y Gámez, 2003)

Las diferencias en el ciclo de vida del hongo en las diferentes regiones de zona de Urabá, tienen implicaciones en el control y por ende en costos de producción, dado que es necesario realizar un número mayor de aplicaciones de fungicidas en regiones y épocas donde el ciclo de vida es mas corto. En cuanto a la zona bananera del Magdalena, se conoce empíricamente que existen tres regiones de incidencia alta, media y baja de la sigatoka; sin embargo, los resultados obtenidos en gran enano en el trabajo realizado por Aislant y Gámez, contradicen lo esperado bajo estas condiciones, dado que la región de la Aguja la sigatoka negra se comportó más agresiva, por lo que se asume que tanto los factores edáfico-climáticos como el manejo fitosanitario de las plantaciones, influyen sobre el comportamiento del hongo (Aislant y Gámez, 2003).

Al igual que en la zona de Urabá, en la zona del Magdalena, las épocas con mayores pérdidas de fruta, corresponden a los primeros meses del año, en los cuales a pesar de presentarse menores niveles de precipitación, la cantidad de inóculo acumulado de los últimos meses del año, sumado a las condiciones de alto estrés por verano que

enfrentan las plantaciones en los primeros meses, predisponen a la planta de banano a madurar tempranamente la fruta; esto acompañado de una disminución en el ritmo de emisión foliar y de la reducción de área fotosintética efectiva, ocasionada por problemas de rasgado de hojas por fuertes vientos, como sucede en Urabá. Posteriormente con la entrada de las lluvias aumenta el ritmo de emisión foliar e inician los programas de aplicaciones de fungicidas sistémicos, los cuales poseen mejor eficacia en el control de la enfermedad que los protectantes utilizados en la época seca (Chica *et al.*, 2004).

## **1.6 IMPORTANCIA DE LA ENFERMEDAD**

La Sigatoka Negra al igual que las especies silvestres de plantas pertenecientes al genero Musa y al banano cultivado, tuvo su origen en el Sureste de Asia y/o en el Sur del Pacífico. En 1913 ocasionó la primera gran epidemia en Fiji, principalmente en la Isla de Viti Levu en el valle de Sigatoka de donde derivó su nombre y fue identificada, en 1963, en el mismo distrito de Sigatoka (Patiño y Mejía, 1999). En Colombia, la sigatoka negra tuvo su primer registro en la región bananera de Urabá en 1981 y, en 1987, en el distrito de Sevilla en la zona bananera del Magdalena (Chica, 1999).

La Sigatoka Negra es la enfermedad que amenaza más seriamente a la industria bananera a nivel mundial; es mucho más virulenta que la Sigatoka Amarilla y su control es considerablemente más difícil. En los países productores de banano, su incidencia exige considerables recursos para financiar los gastos que se generan por concepto de la compra de fungicidas y de toda la infraestructura que se requiere para su aplicación. La inversión que se hace en las medidas de su control supera unas cuatro veces a la de la Sigatoka Amarilla y, con frecuencia, se requieren 33 o más aplicaciones por año para lograr contrarrestar sus efectos destructivos. Por otra parte, el programa de aplicación de fungicidas para controlar a la Sigatoka Negra, es un procedimiento repetitivo y sin fin con tendencia permanente al aumento y con graves



repercusiones para el negocio bananero (Hernández y Ordosgoitti, 1996).

En la zona bananera del Magdalena cada vez es más grave la situación con que se plantea la Sigatoka Negra, generando un clima de incertidumbre para los propietarios de las 11.300 hectáreas sembradas actualmente con banano, en esta región. La situación se evidencia con el incremento en el número de aspersiones, las cuales pasaron de 13 ciclos en promedio en el año de 1992 a 26 y más ciclos en el año 2000. Se ha estimado que el costo anual para el control químico de la Sigatoka Negra en esta zona, está en el orden de los 1.000 a 1.200 dólares por hectárea con graves efectos económicos para la rentabilidad de la industria bananera del Magdalena (Pinedo, 1999).

En estimativos realizados por CENIBANANO en el año 2006, en el manejo de la Sigatoka negra se invierten cerca de \$32.000 millones de pesos en productos químicos en las zonas bananeras de Colombia. Por otra parte, en la zona bananera del Magdalena en estimativos realizados en el año 2001 los costos por caja de 18.14 kilogramos son de 0.56 dólares (Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, 2001) lo que hace insostenible el cultivo para los bananeros del sector, más aun considerando la actual devaluación del dólar en el país.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en dos épocas: una seca comprendida entre enero y abril de 2008 y otra húmeda entre junio y septiembre del mismo año.

### 2.1 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ESTUDIO

Este estudio se realizó en tres diferentes localidades del municipio Zona Bananera del Magdalena, ubicadas en los corregimientos de Sevilla, Orihueca y La Aguja, catalogadas como regiones de presión alta, media y baja de la enfermedad, respectivamente. La zona bananera del Magdalena se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas de 74° 07' Longitud Oeste y 11° 01' Latitud Norte. Se caracteriza por presentar un régimen bimodal de lluvias; en promedio la temperatura oscila entre 28 y 30 °C; la humedad relativa promedio es del 83% y una altura media sobre el nivel del mar 16 metros (Diccionario geográfico de Colombia Vol. 2, 1984; Sierra, 1993; citado por Aislant y Gámez, 2004).

#### 2.1.1 Localidades experimentales:

- Corregimiento de Sevilla: Es considerado como una zona de alta presión de la Sigatoka negra, teniendo en cuenta que tiene registros de precipitaciones de 1.200 a 1.600mm por año y un promedio anual de temperatura de 27 a 29°C, condiciones que favorecen el desarrollo del patógeno. En esta zona se seleccionó la finca Mary Lucy que comercializa la fruta con C.I. BANACOL y está ubicada geográficamente en la coordenadas 10° 45' 70"

Norte y 74° 07' 9.93" Oeste. Según la clasificación enunciada por Holdrige esta zona esta catalogada como bosque seco tropical (Bs-T) ubicada a una altura de 20 m.s.n.m, con temperaturas promedio anual entre 27 a 29 °C, humedad relativa de 82%, evaporación de 1500 mm por año y una precipitación anual de 1.371,7 mm (IGAC, 1984 citado por Bornacelly y Bolaño, 2003).

✚ Corregimiento de Orihueca: En esta localidad considerada como de media incidencia de la Sigatoka negra, se seleccionó la finca La Trinidad, quien exporta con la C.I. UNIBAN y se encuentra ubicada en las coordenadas de 10° 50' 29.95" Norte y 74° 10 ' 20.75" Oeste. Según la clasificación enunciada por Holdrige esta zona esta catalogada como bosque seco tropical (Bs-T), con temperaturas promedio anual entre 27 a 29 °C, con un período de lluvia bimodal con una humedad relativa promedio 85% (IGAC, 1984 citado por Consuegra y Lorenzo, 2004).

✚ Corregimiento de La Aguja: En este sector se seleccionó como representante del la zona de menor presión de la enfermedad a la finca Julia Carolina, que comercializa la fruta con la C.I. BANACOL y que está ubicada en las coordenadas 10° 57' 17.79" Norte y 74° 11' 3.81" Oeste. con temperatura media de 29°C, una humedad relativa promedio de 85%, con un período de lluvia bimodal.

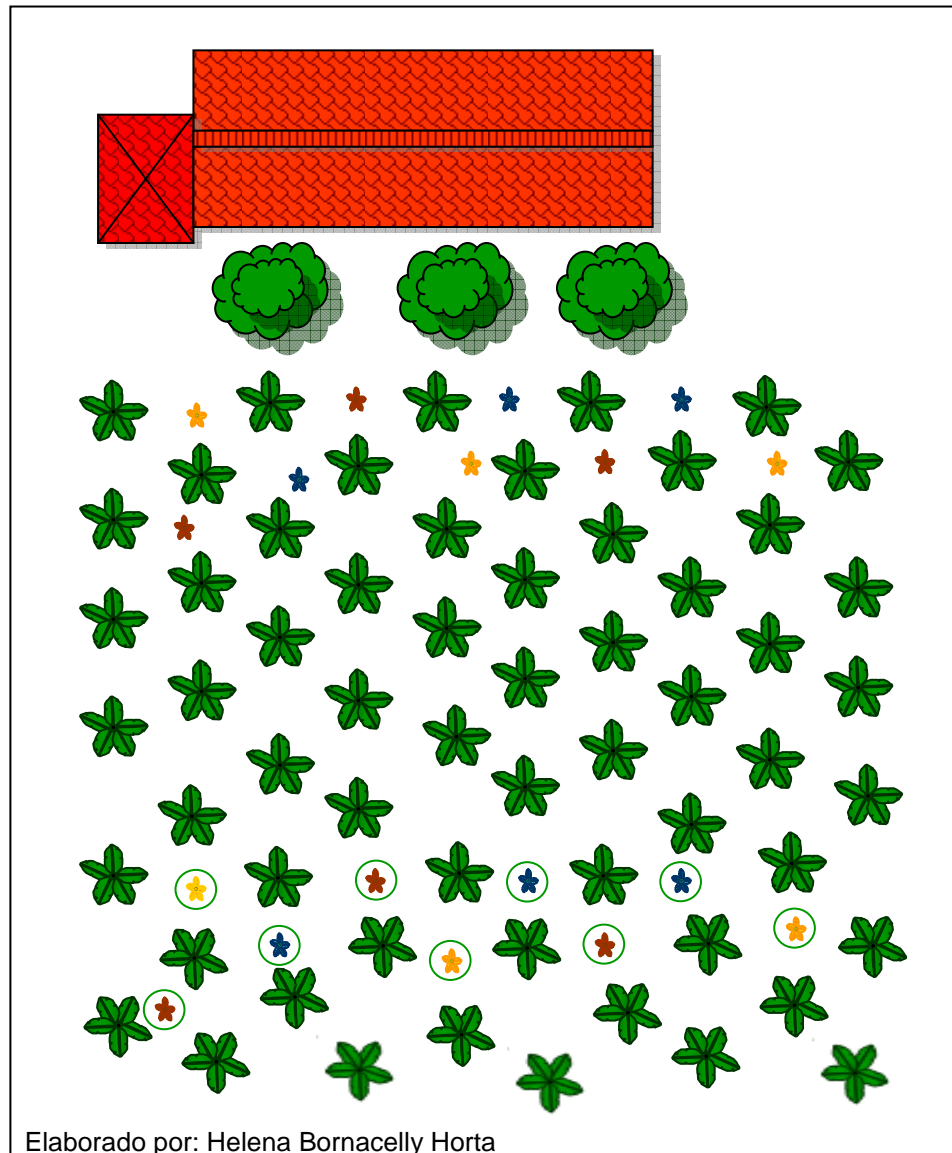
## 2.2 ESTABLECIMIENTO DEL ENSAYO







Las evaluaciones se realizaron para, la época seca, entre la semana 3 y 23 del 2008 época seca y, para la época húmeda entre las semanas 25 y 42 del mismo año. Ambas épocas se seleccionaron teniendo como base el historial de pluviosidad de los últimos 6 años, tanto de la zona de muestreo como de las fincas seleccionadas, registrado en el anexo A.

En cada fase se utilizaron 180 plántulas de banano provenientes de propagación “in-Vitro”, distribuidas en grupos de 60 unidades por finca; 20 del cultivar Gran Enano, 20 de Williams y 20 de Jaffa. . Con el fin de evitar los posibles efectos de suelo sobre el comportamiento del patógeno, el sustrato de las plantas se homogenizó y durante el ensayo se les aplicó Cloruro de Potasio (KCl), Difosfato de Amonio (DAP) y Urea en las dosis y frecuencias recomendadas técnicamente para el cultivo de banano.

Como se ilustra en la figura 2, todas las plántulas se ubicaron aleatoriamente dentro de la plantación de las fincas de tal manera que quedaban expuestas al inóculo de la enfermedad y, 10 de cada cultivar, expuestos al fungicida que era aplicado por la comercializadora de cada finca. Las restantes 10 plantas de cada cultivar se ubicaron cerca de la empacadora para que permitiera el fácil resguardo de los fungicidas, un día antes de cada aplicación.

**Figura 2.** Diseño de campo de la investigación utilizado en tres localidades de la zona bananera del Magdalena



- |   |                          |   |                        |   |                     |
|---|--------------------------|---|------------------------|---|---------------------|
|  | Gran enano Sin fungicida |  | Williams sin fungicida |  | Jaffa sin fungicida |
|  | Gran enano Con fungicida |  | Williams con fungicida |  | Jaffa con fungicida |

## 2.3 DISEÑO METODOLÓGICO

La investigación se realizó bajo un diseño factorial con un arreglo en completamente al azar con 10 repeticiones y 36 tratamientos que corresponden a la combinación factorial de: 2 épocas x 3 zonas x 3 cultivares x 2 condiciones de manejo de la enfermedad. De acuerdo con esto, la distribución en campo se realizó de la siguiente manera:

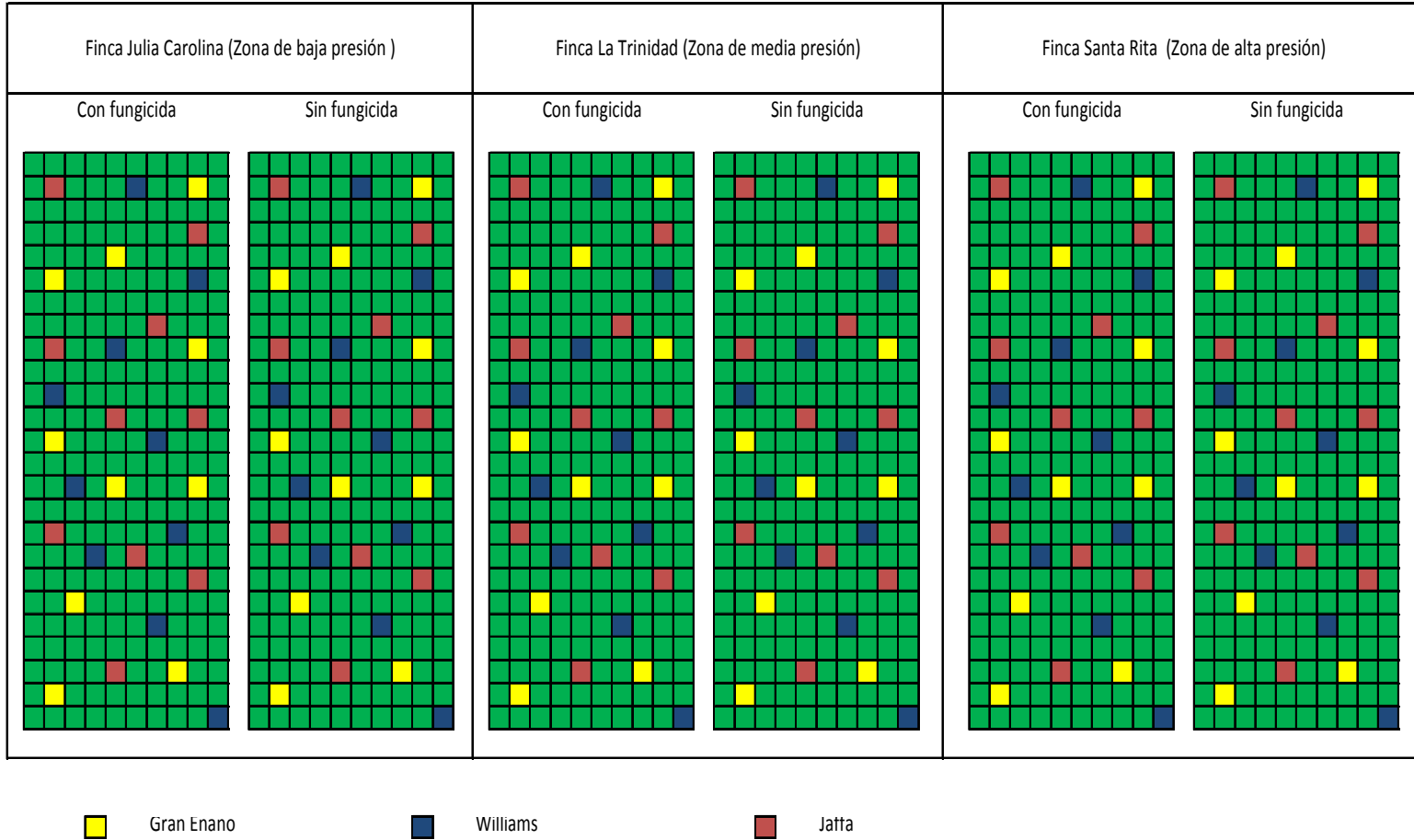
- **Factor 1: Época**
  - Nivel 1: Seca
  - Nivel 2: Húmeda
  
- **Factor 2: Localidades**
  - Nivel 1: Sevilla
  - Nivel 2: Orihuela
  - Nivel 3: Aguja
  
- **Factor 3: Cultivares**
  - Nivel 1: Gran Enano
  - Nivel 2: William
  - Nivel 3: Jiafa
  
- **Factor 4: Exposición del hongo**
  - Nivel 1: Con aplicación de fungicidas
  - Nivel 2: A libre exposición de la enfermedad (Sin fungicidas)

## **2.4 MEDICIÓN DE LAS VARIABLES DE ANÁLISIS.**

Las tres sub-zonas fueron evaluadas por la autora de la tesis, un estudiante de ingeniería agronómica y un tecnólogo del SENA previamente capacitados, a los que, además, se les supervisaba continuamente. A cada integrante del grupo de trabajo se le asignó una subregión a evaluar, con formatos previamente establecidos para la recolección de datos.

Utilizando la metodología de plantas trampas, descrito por Mobambo; et al; 1994 y Alvarado; et al., 2002, modificadas por Hoyos et al., 2006, se realizaron las evaluaciones, de tal forma que, en cada época y paralelamente en cada finca, se dispusieron al azar 60 plántulas dentro del cultivo de banano, de las cuales 20 eran del cultivar Gran enano, 20 de Williams y 20 de Jaffa. De cada cultivar se tomaron 10 plantas para evaluar el ciclo de vida de la Sigatoka negra a libre exposición de la enfermedad; es decir, sin fungicidas. Para ello se ubicaron cerca a la empacadora de las fincas y un día antes de las aplicaciones se resguardaban. Pasadas 3 horas después de la fumigación, cuando se asumía que la nube de aspersion había desaparecido, se reubicaban las plántulas conservando la posición que tenían antes de retirarlas del campo. Las restantes 10 plantas de cada cultivar estuvieron en campo permanentemente, expuestas a la acción de los fungicidas, que fueron aplicados aéreamente en dosis y frecuencia establecidas por las comercializadoras, según sus criterios técnicos. El diseño de campo de campo de la investigación aparece consignado en la figura 3.

**Figura 3.** Diseño de campo utilizado en la investigación en la época seca y en la de lluvia.





En el Anexo B, se encuentra el registro de los fungicidas y el número de ciclos aplicados en cada finca. Con el objetivo de verificar que la fumigación era efectiva para las plántulas expuestas al químico, se hizo un reconocimiento visual de la cobertura de la fumigación y, en algunas ocasiones antes de la fumigación se colocó papel oleó e hidrosensible sobre algunas plántulas, como se observa en la figura 4.

**Figura 4.** Supervisión de la cobertura del fungicida en las plantillas expuestas al producto. A. En hoja directamente y B. Con láminas hidrosensibles.



Foto: Helena Bornacelly Horta

Durante el desarrollo de la investigación se estudiaron diferentes variables relacionadas con el clima y con la enfermedad objeto de evaluación.

### 2.4.1 Variables climáticas

Las variables climáticas que se registraron en cada región fueron la precipitación temperatura máxima y mínima; la primera se tomó directamente, en los pluviómetros que disponían cada finca y la temperatura, en las estaciones

meteorológicas pertenecientes a las fincas Neerlandia, Teresa y Don Pedro, ubicadas a pocos kilómetros de las fincas seleccionadas en los corregimientos de La Aguja, Orihueca y Sevilla, respectivamente.

#### **2.4.2 Variables de la enfermedad**

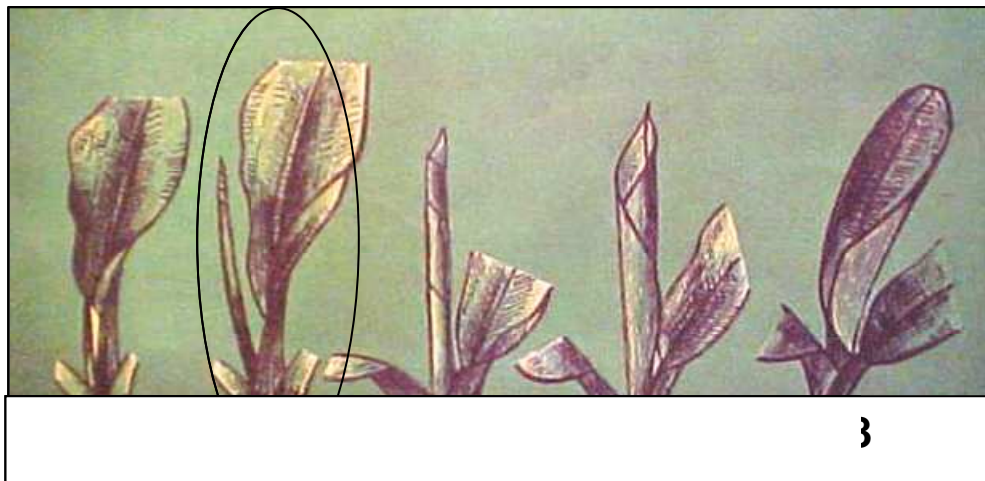
Estas variables se evaluaron día por medio desde la emisión de la hoja número 2, considerando como hoja uno aquella que alcanzaba un ancho mayor o igual a 10cm de ancho.

#### **Estados de desarrollo de la enfermedad en cada hoja (E1 a E6):**

En todas las plantas, se seleccionó y marcó con una cinta plástica las cinco hojas candela, emitidas consecutivamente, que se encontraban en estado 2, de acuerdo con la escala decimal de 0 a 8 establecida por Brun, ilustrada en la Figura 5. Estas hojas se evaluaron cada día por medio durante su vida útil, para determinar la presencia y duración de los síntomas de la enfermedad, estados 1 a 6 en la escala de Fouré (Gauhl, 1992), ilustrada en la figura 6. Para cumplir con este propósito en el formulario respectivo se anotó el síntoma encontrado en cada hoja seleccionada.

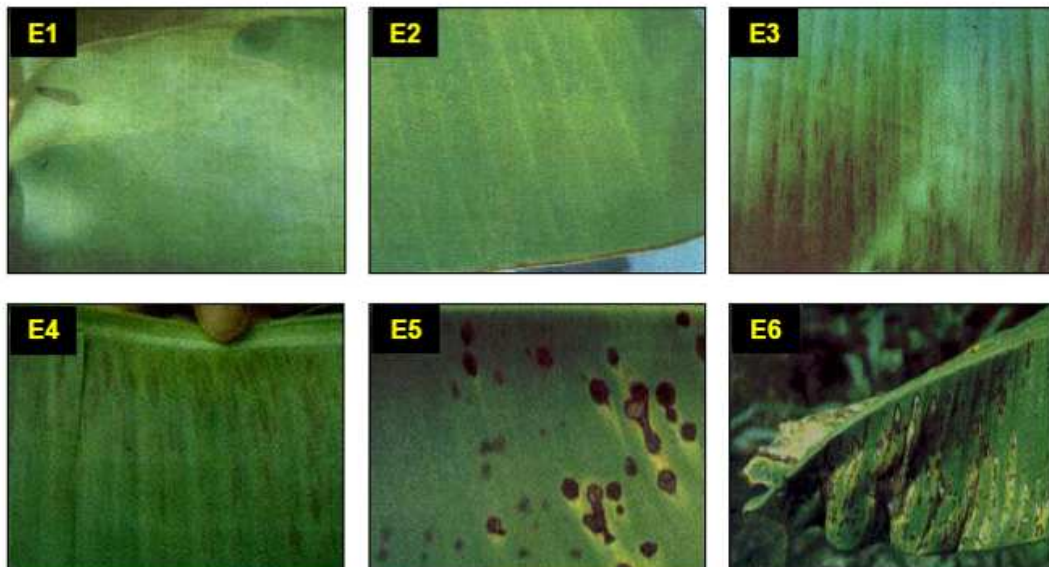
Para registrar la presencia de la Sigatoka negra se observaba primero el tercio superior izquierdo de la hoja y luego se revisaba el área restante buscando siempre el estado más avanzado, según se observa en la Figura 7.

**Figura 5.** Diferentes estados de desarrollo de la candela, según Brun



Fuente: Orjeda G. en: "Evaluación de la resistencia de los bananos a las enfermedades de Sigatoka y Marchitamiento causado por Fusarium."

**Figura 6.** Diferentes estadios de desarrollo de los síntomas de la Sigatoka Negra



Fuente: Berau E., Marín D y Guzman J. El Sistema de Preaviso para el combate de la Sigatoka Negra en Banano y Platano, 1992.

**Figura 7.** Medición de variables de Análisis en campo. A. Evaluación de la presencia de los estadios de desarrollo de la enfermedad B. Identificación de hojas seleccionadas para las evaluaciones.



Utilizando la anterior metodología se determinó la duración en días del período de incubación, el período de latencia asexual, el período de latencia sexual y la duración del ciclo del patógeno. Para tener mayor claridad al respecto, se define a continuación cada uno de los parámetros mencionados:

**Período de incubación:** Está definido como el tiempo comprendido desde la infección de la hoja, es decir desde su emisión, hasta la manifestación de los primeros síntomas, determinado como estadio 1 de la enfermedad (Fouré, 1982 citado por Hoyos et al., 2006).

**Período de latencia asexual:** Considerado como el tiempo comprendido desde la infección de la hoja, hasta la liberación de conidias, es decir, la manifestación del estadio 2 de la enfermedad (Fouré, 1982 citado por Hoyos et al., 2006.)

**Período de latencia sexual:** tiempo comprendido desde la llegada del inóculo hasta la liberación de las Ascóporas; es decir, hasta la aparición del estadio 5 (Fouré, 1982 citado por Hoyos et al., 2006).

## **2.5 ANÁLISIS Y PROCESAMIENTOS ESTADÍSTICOS.**

Finalizado el trabajo de campo se recopiló toda la información, se ordenó y digitó bajo el programa Excel, hasta efectuar los análisis correspondientes aplicando el Software estadístico Statistical Analysis System SAS, para Windows, Versión 6.12.

Los análisis se realizaron se analizaron siguiendo el arreglo factorial de completamente al azar, complementado por pruebas de comparación múltiple de Duncan al 1% y al 5%.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS.**

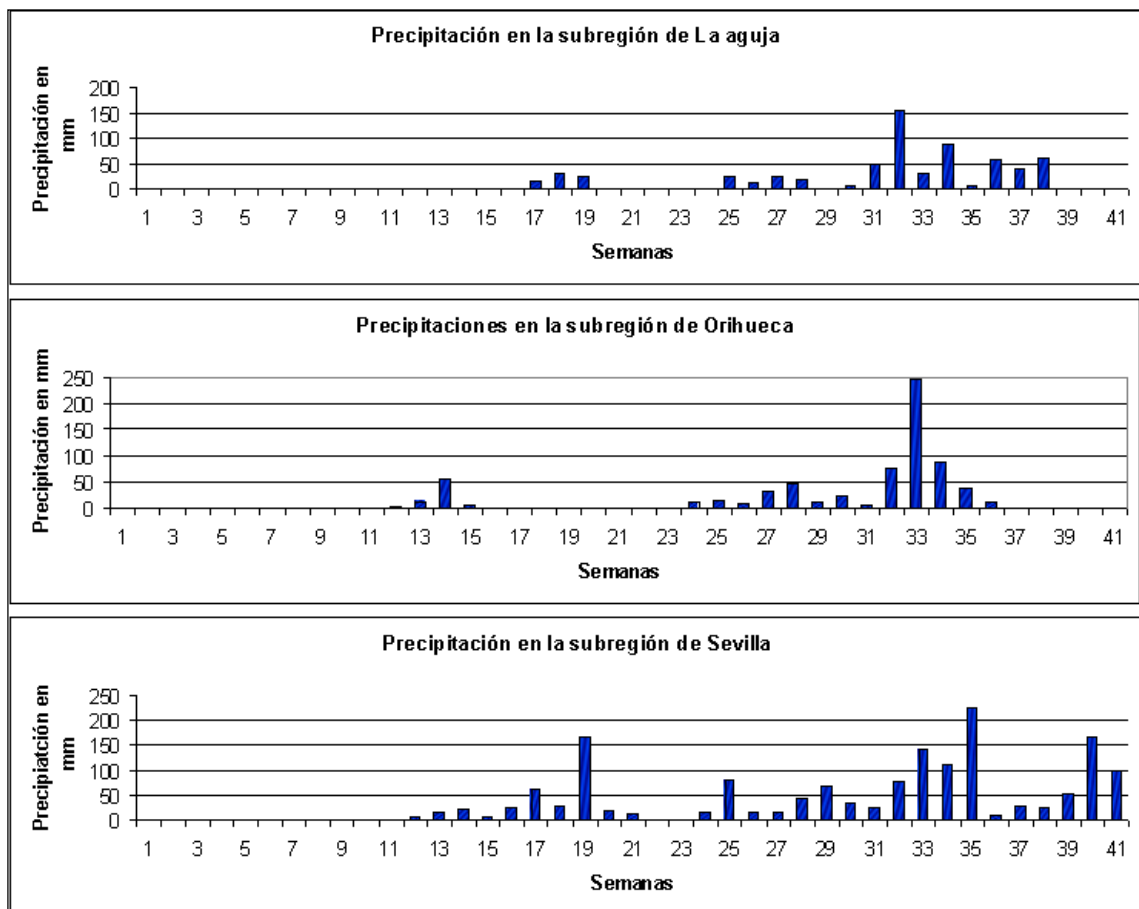
En la figura 8 se ilustra el valor acumulado por semana de la precipitación, registrada durante las dos épocas de evaluación, en las tres fincas de estudio. Se puede observar que el período seco en La Aguja fue más largo, seguido del de Orihueca con una duración de 24 y 23 semanas, respectivamente; mientras que en Sevilla éste período fue de 11 semanas. En cuanto al período de lluvias, se observa que en la Aguja estuvo comprendido en la semana 25 hasta la 38 con un pico en la semana 32 y un acumulado de 626mm.; mientras que en Orihueca estuvo entre las semanas 24 y 36, es decir que duró una semana menos en comparación con la aguja; sin embargo, el acumulado en ésta época fue de 677mm., con un pico en la semana 33 con 250mm. En Sevilla, con un acumulado de 1.561mm, fue la región con el período de lluvias más largo, el cual estuvo entre las semanas 12 y 41, con picos en las semanas 19, 33, 35 y 40.

Como se observa en la figura 9 la temperatura media de las tres regiones en estudio presentó una tendencia similar; sin embargo vale la pena resaltar que durante las dos épocas los promedios más altos los presentó La Aguja, seguido por Sevilla y Orihueca, con 28, 27 y 26 °C, respectivamente.

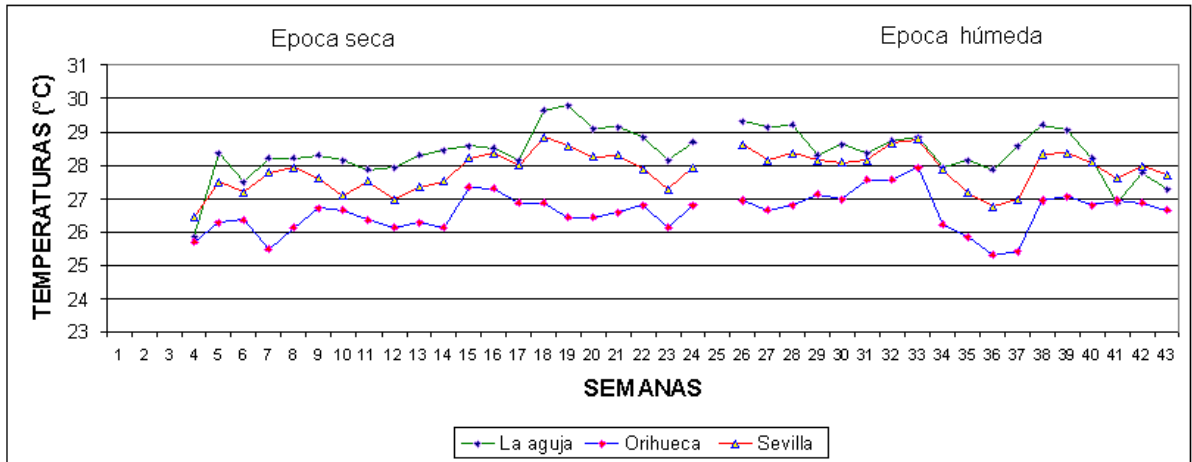
Al comparar el comportamiento de la precipitación y la temperatura en cada una de las regiones se evidencia que la región de Sevilla por sus altas precipitaciones y altas temperaturas tiene las condiciones más óptimas para el desarrollo del patógeno, seguida por la región de Orihueca; mientras que la Aguja por su condición de bajas

precipitaciones y altas temperaturas se convierte en un ambiente menos favorable para el desarrollo de la Sigatoka negra, lo cual concuerda con la clasificación establecida por los jefes de sanidad de las comercializadoras, en donde señalan las regiones de la Aguja, Orihueca y Sevilla como las zonas de baja, mediana y alta presión de la Sigatoka negra. De igual forma concuerda con lo establecido por Belcazar et al, 1991; Merchán, 2000; Patiño y Mejía, 1999 y Sierra, 1993, quienes aseguran que bajo condiciones de temperaturas de 26 a 28°C y mojadura foliar son las condiciones adecuadas para la germinación y penetración del inóculo

**Figura 8.** Acumulado semanal de la precipitación, registrada en el año 2008 en las regiones de La Aguja, Orihueca y Sevilla, zona bananera del Magdalena



**Figura 9.** Promedios semanales de la temperatura media registrados en el 2008 en las tres regiones de estudio.



En la tabla 2 se observa que en la época seca la temperatura mínima de La Aguja, Orihueca y Sevilla osciló entre 18,9 - 23,6°C; 17,3 - 19,6°C y 20,0 - 22,0°C; respectivamente; en tanto que en la época de lluvia osciló entre 21,1-22,9 °C; 17,3 – 21,3 y 19,6 – 22,6; respectivamente. En cuanto a la temperatura máxima se observa que en la época seca los niveles más altos se presentaron en la semana 7 en La Aguja y en la semana 15 en Orihueca y Sevilla, con promedios de 36,3°C; 36,1°C y 36,1°C, respectivamente; mientras que en la época de lluvias se presentaron en la semana 27 en La Aguja, 29 en Orihueca y 25 en Sevilla, con promedios en su orden de 36,7 °C, 34,6 °C y 35,4°C.



**Tabla 2.** Promedios semanales de las temperaturas mínimas y máximas registradas en dos épocas en las regiones de La Aguja, Orihueca y Sevilla.

SEMANAS	ÉPOCA SECA						SEMANAS	ÉPOCA HÚMEDA					
	TEMPERATURA MINIMA °C			TEMPERATURA MÁXIMA °C				TEMPERATURA MINIMA °C			TEMPERATURA MÁXIMA °C		
	La aguja	Orihueca	Sevilla	La aguja	Orihueca	Sevilla		La aguja	Orihueca	Sevilla	La aguja	Orihueca	Sevilla
3	18,9	18,1	20	32,9	33,3	32,8	25	22,8	19,4	21,9	35,8	34,4	35,4
4	21,1	18,6	20,9	35,6	34	34,1	26	22	19,1	21,3	36,3	34,1	35
5	19,9	18,7	20,5	35,1	34	33,9	27	21,7	19,4	21,4	36,7	34,1	35,3
6	20,1	17,3	20,4	36,3	33,7	35,1	28	22,7	20,1	22	33,9	34,1	34,4
7	20,1	18,9	21	36,3	33,4	34,9	29	22,9	19,4	21,4	34,4	34,6	34,7
8	21,1	19,4	21,3	35,4	34	33,9	30	21,1	21,1	21,4	35,6	34	34,9
9	21,1	19,4	21,3	35,1	33,9	32,9	31	21,8	21	22	35,7	34,1	35,3
10	20,7	18,7	20,8	35	34	34,2	32	23	21,3	22,6	34,7	34,6	35
11	20,9	18,7	20	35	33,6	34	33	21,1	18,7	21	34,7	33,7	34,7
12	20,6	19	20,2	36	33,6	34,4	34	21,1	18,4	20,1	35,1	33,3	34,2
13	21,1	19	20,3	35,7	33,3	34,8	35	21,3	17,3	19,6	34,4	33,3	33,9
14	21,3	18,9	20,5	35,9	35,9	36	36	22,4	17,3	20	34,7	33,6	34
15	21,4	18,6	20,6	35,6	36,1	36,1	37	22,6	19,6	21,5	35,9	34,3	35,1
16	22,1	19,6	21,2	34,1	34,1	34,8	38	22,6	20,1	21,7	35,6	34	35
17	23	19,4	22	36,3	34,3	35,7	39	22	19,6	21,4	34,4	34	34,7
18	23,6	19	21,9	36	33,9	35,2	40	22,9	19,7	21,7	30,9	34,1	33,5
19	22,8	18,7	21,5	35,3	34,1	35	41	21,7	19,3	21,3	33,9	34,4	34,6
20	22,1	19	21,2	36,1	34,1	35,3	42	21,3	19,6	21,2	33,3	33,7	34,2
21	22	19	20,9	35,7	34,6	35	Prom.	22,1	19,5	21,3	34,8	34	34,7
22	21,7	18,3	20,5	34,6	34	34							
23	21,6	19,3	20,8	35,9	34,3	35							
Prom.	21,3	18,8	20,8	35,4	34,1	34,6							

### 3.2 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE LA ENFERMEDAD.

Como se observa en la tabla 3 el tiempo transcurrido entre la infección de la hoja hasta que se presentaron cada uno de los estadios de la Sigatoka negra estuvo relacionado con la época del año, la zona o localidad de la evaluación, el cultivar al que pertenece el hospedante y, con la interacción de las épocas por las zonas y la zona por el tipo de manejo de la enfermedad, presentando en cada caso diferencias altamente significativas. De igual forma se observa que solo se presentaron diferencias significativas entre los tipos de manejo de la enfermedad en el tiempo de expresión del estadio 3 y estadio 4.

De acuerdo con la tabla 4, el período de incubación (E1) y el período de latencia asexual (E2) fue más largo en época seca que en la lluviosa, diferenciándose significativamente; señalando que la aparición de éstos síntomas guardan una relación directa con la precipitación, resultados que se asemejan a los obtenidos por Hoyos *et al* (2006) quien encontró que bajo las condiciones de Urabá la aparición de los síntomas E1 y E2 es más lenta en época seca que en la de lluvia.

Situación contraria se presentó en la aparición de los estadios 4, 5 y 6, pues estos se manifestaron en un período más corto en época seca que en la húmeda, diferenciándose significativamente. Lo anterior indica que el ciclo de vida de la Sigatoka negra en la Zona Bananera del Magdalena es más corto en época seca que en época húmeda, lo cual difiere con lo reportado en Urabá por Patiño y Mejía, 1999, quienes revelan que, en épocas de invierno, el ciclo de la enfermedad se acorta, alcanzando niveles epidémicos que ocasionan daños muy severos al follaje y pérdidas considerables sobre el rendimiento anual mientras que en épocas secas, el ciclo de la enfermedad se alarga notablemente.

**Tabla 3.** Análisis de varianza del tiempo de expresión de los síntomas de la Sigatoka negra

FV	Estados de desarrollo de la Sigatoka negra											
	E1		E2		E3		E4		E5		E6	
	GL	CM	GL	CM	GL	CM	GL	CM	GL	CM	GL	CM
Época	1	1182.11 **	1	545.157 **	1	25.121	1	3.415,349 **	1	565.898 **	1	574.358 **
Zona	2	605.835 **	2	788.329 **	2	1.231.577 **	2	3.594,409 **	2	10.531,846 **	2	9.391,143 **
Época*Zona	2	359.569 **	2	945.315 **	2	4.239.324 **	2	3.895,563 **	2	226.789 **	2	941.382 **
Cultivar	2	79.015 **	2	74.661 **	2	34.412	2	359.766 **	2	1.213,282 **	2	990.733 **
Época*Cultivar	2	1.397	2	2.650	2	22.014	2	67.761	2	522.715 **	2	550.122 **
Zona*Cultivar	4	0.468	4	7.568	4	34.752	4	72.078	4	155.772 **	4	116.611 *
Época*Zona*Cultivar	4	4.587	4	6.325	4	34.660	4	40.640	4	182.759 **	4	149.100 **
Manejo	1	9.391	1	27.235	1	95.755 *	1	104.005 *	1	5.194	1	2.145
Época*Manejo	1	0.636	1	5.796	1	29.580	1	137.977 *	1	457.374 **	1	438.454 **
Zona*Manejo	2	23.704 **	2	31.523 *	2	47.466 *	2	259.298 **	2	456.182 **	2	389.076 **
Cultivar*Manejo	2	2.841	2	1.309	2	3.621	2	14.189	2	12.076	2	22.707
Época+Zona*Manejo	2	9.140	2	10.123	2	28.739	2	50.744	2	131.151 *	2	90.576
Época*Cultivar*Manejo	2	2.628	2	12.508	2	4.269	2	9.913	2	70.718	2	25.810
Época*Zona*Cultivar*Manejo	8	9.998 *	8	13.258	8	25.079	8	38.296	8	86.241 *	8	55.828
<b>Error</b>	262	4.275	260	9.290	253	15.044	240	23.829	234	34.394	229	40.133
<b>TOTAL</b>	297		295		288		275		269		264	

\* Diferencia significativa

\*\* Diferencia altamente significativa

**Tabla 4.** Días desde la emisión de la hoja hasta la expresión de cada uno de los diferentes estadios de desarrollo de la Sigatoka negra, en dos épocas

Época	Estados de desarrollo de la enfermedad					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6
<b>Seca</b>	14,64 a*	19,12 a	27,80 a	37,35 b	57,36 b	64,39 b
<b>Lluviosa</b>	10,54 b	16,26 b	27,20 a	43,96 a	60,18 a	66,9 a

\*Promedios en sentido vertical con letras diferentes se diferencian significativamente

La zona bananera del Magdalena a diferencia de la de Urabá cuenta con una precipitación muy baja, que está alrededor 1371,7mm anuales, distribuidas entre los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre; principalmente, lo que implica que para suplir las necesidades hídricas del cultivo se debe regar. Desafortunadamente el sistema de aspersión que se utiliza tiene un ángulo de riego que humedece las hojas permanentemente y si a esto se le suma el exceso de agua que se aplica por el desconocimiento de los contenidos de humedad en el suelo y la lámina a aplicar, en época seca, cuando se tiene temperaturas de 38°C y humedades de 92%, se convierte en un microclima con todas las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad, incluso mejores que en época de lluvias.

En la tabla 5 se puede observar que la finca Julia Carolina ubicada en el sector de la Aguja, catalogado como una zona de baja presión de la enfermedad, presentó los ciclos más cortos en el período de incubación (E1) con 14,75 días, en el período de latencia asexual (E2) con 20,22 días y en el período de latencia sexual (E5) con 65,74 días, diferenciándose significativamente de las otras dos regiones. Mientras la finca La Trinidad a pesar estar ubicada en una región catalogada como de mediana presión, se comportó como una de alta presión presentando el período de latencia asexual (PLA) y el ciclo de vida del hongo más corto, con 15.54 y 54.19 días respectivamente. Lo anterior contradice lo establecido por Aislant y Gámez, 2003, quienes encontraron en una zona de mediana presión de Sigatoka en el Magdalena, que el período de latencia es de 36.76 días; es decir, un poco más de 21 días de

diferencia; hecho que podría estar relacionado con las altas concentraciones de inóculo disponible en la finca por el deficiente manejo cultural que se hacía de la Sigatoka negra, que se pudo corroborar por el incremento en el número de ciclos de fungicidas aplicados en relación con la finca de alta presión de la enfermedad. En el Anexo B se puede apreciar que en Sevilla y Orihueca se aplicaron el mismo número de moléculas y de ciclos de fumigación para el control de la enfermedad.

**Tabla 5.** Días desde la emisión de la hoja hasta la expresión de cada uno de los diferentes estadios de desarrollo de la Sigatoka negra, en tres localidades de la Zona Bananera del Magdalena.

Localidades	E1	E2	E3	E4	E5	E6
<b>Julia</b>						
<b>Carolina</b>	14,75 a*	20,22 c	31,21 a	47,89 a	65,74 a	72,34 a
<b>Trinidad</b>	11,55 b	15,54 a	26,74 b	37,87 b	46,85 b	54,19 b
<b>Santa Rita</b>	10,34 c	16,58 b	24,08 c	37,30 b	66,05 a	72,74 a

\*Promedios en sentido vertical con letras diferentes se diferencian significativamente

En cuanto al comportamiento del patógeno según el cultivar, se encontró que el Gran Enano con 12.88, 18.34, 63.54 y 69.67 días fue el que presentó el período de incubación PI, PLA, PLS y ciclo de vida más largo, diferenciándose significativamente de los cultivar Williams y Jaffa, como se observa en la tabla 6. En la figura 10 se puede observar la evolución de la enfermedad en la hoja número tres en los diferentes cultivares evaluados; aquí se puede corroborar los resultados presentados en la tabla 6.

**Tabla 6.** Días desde la emisión de la hoja hasta la expresión de cada uno de los diferentes estadios de desarrollo de la Sigatoka negra, en tres cultivares de banano.

Cultivares	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Gran Enano	12,88 a*	18,34 a	28,28 a	44,19 b	63,54 a	69,67 a
Williams	12,54 a	17,48 b	27,24 ab	40,09 b	57,89 b	65,3 b
Jaffa	11,29 b	16,57 c	26,92 b	39,01 a	55,30 c	62,19 c

\*Promedios en sentido vertical con letras diferentes se diferencian significativamente

**Figura 10.** Estado sanitario de la hoja 3 de cada cultivar A. Gran enano. B. Williams C. Jaffa.

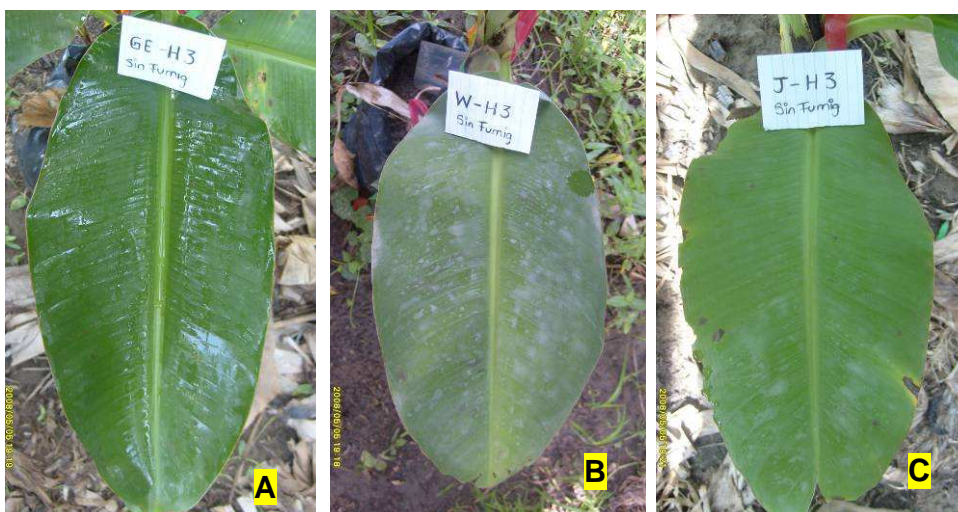


Foto: Helena Bornacelly Horta

De acuerdo con la experiencia que tiene el Ing. Zeider Cruz<sup>3</sup>, investigador de la comercializadora internacional Técnicas Baltime de Colombia, en el manejo del cultivar Jaffa, éste se caracteriza por presentar una alta producción, llegando a tener un radio de 2, es decir, que con un racimo se pueden hacer 2 cajas, lo cual está muy

<sup>3</sup> Cruz Zeider I.A. Comercializadora internacional TECBACO

por encima de la producción de los cultivares sembrados que pueden llegar a tener un ratio de 1.3; sin embargo, han observado que la sigatoka negra se comporta más agresiva en estas plantas que en los cultivares de Gran enano, Williams y Valery, afirmaciones que concuerdan con los resultados obtenidos en esta investigación.

En cuanto al comportamiento del hongo bajo las aplicaciones de fungicidas y a libre exposición de la enfermedad, en la tabla 7 se observa que no se presentaron diferencias significativas en el tiempo de aparición de la mayoría de los estadios de la Sigatoka negra, resultados que concuerdan con los obtenidos en Urabá por Hoyos *et al* 2006, quien no encontró diferencias en el comportamiento del hongo bajo estos mismos criterios. Lo anterior implica que la aplicación de fungicidas independientemente de su forma de acción no alcanza a cubrir toda el área de la lámina foliar en donde podría estar el inóculo del patógeno, quedando este libre de la acción del químico, permitiéndole el desarrollo; sin embargo, vale la pena aclarar que la metodología utilizada para la evaluación del ciclo de vida del patógeno no incluía los grados de severidad de la enfermedad; es decir, que se evaluaba la aparición del síntoma más no la cantidad de éstos en una misma hoja.

Actualmente el sector bananero se encuentra muy preocupado por los resultados del último monitoreo de sensibilidad del 2008 en el que algunas fincas presentaron pérdida de sensibilidad a algunos grupos de fungicidas, dentro de los cuales están algunos de los que se utilizaron las fincas de evaluación. Valdría la pena hacer en un futuro por lo menos dos monitoreos anuales en las tres regiones de estudio para hacerle un seguimiento a la sensibilidad del hongo a los fungicidas.

**Tabla 7.** Días desde la emisión de la hoja hasta la expresión de cada uno de los diferentes estadíos de desarrollo de la Sigatoka negra, bajo la aplicación de fungicidas y a libre exposición de la enfermedad.

<b>Manejo</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>
Con fungicida	12,41 a*	17,77 a	27,96 b	41,35 a	59,00 a	65,42 a
Sin fungicida	12,03 a	17,1 a	26,95 a	40,73 a	58,81 a	66,07 a

\*Promedios en sentido vertical con letras diferentes se diferencian significativamente

En la tabla 3 se pudo observar que los estadíos 2, 4, 5 y 6 presentaban diferencias altamente significativas en la interacción localidades x manejo y, en la tabla 8, se observa que estas interacciones se presentaron de la siguiente manera:

1. La duración del PLA en Sevilla bajo la aplicación de fungicidas es igual a éste período bajo condiciones de libre exposición en Sevilla y Orihueca y, con fungicidas en Orihueca. Mientras que en la Aguja el PLA bajo aplicaciones de fungicidas y a libre exposición se diferenció significativamente del comportamiento del PLA a libre exposición del hongo y con manejo de la enfermedad en las regiones de Sevilla y Orihueca. Lo anterior indica que el comportamiento del hongo no solo está relacionado con las condiciones climáticas típicas de la región en donde esté ubicada una finca o el manejo químico de la enfermedad; sino del tipo de población de *Mychosphaerella* (más o menos agresiva), de la cantidad de inóculo en el predio y las labores culturales que se realicen en cada una de ellas encaminadas en disminuir las fuentes de inóculo y todas las condiciones micro-climáticas que podrían favorecer su desarrollo.



**Tabla 8.** Cuadrados medios de las interacciones de los diferentes estadíos de desarrollo de *Mycosphaerella fijiensis*, entre el manejo de la enfermedad y las localidades.

Interacciones	Sevilla		Orihueca		Aguja		
	Con Fungicidas	Sin Fungicidas	Con Fungicidas	Sin Fungicidas	Con Fungicidas	Sin Fungicidas	
E2	Sevilla	Con Fungicidas	1.834	0.390	2.617 **	6.189 **	7.310 **
	Sevilla	Sin Fungicidas		1.471	0.6150	7.712 **	8.775 **
	Orihueca	Con Fungicidas			2.231 *	6.607 **	7.731 **
	Orihueca	Sin Fungicidas				8.928 **	10.067 **
	Aguja	Con Fungicidas					1.126
	Aguja	Sin Fungicidas					
E4	Sevilla	Con Fungicidas	3.373 **	0.724	18.914	7.901 **	10.669 **
	Sevilla	Sin Fungicidas		4.201 **	1708	11.083 **	13.837 **
	Orihueca	Con Fungicidas			2.740 **	7.486 **	10.369 **
	Orihueca	Sin Fungicidas				10.244 **	13.248 **
	Aguja	Con Fungicidas					2.599 **
	Aguja	Sin Fungicidas					
E5	Sevilla	Con Fungicidas	2.832 **	15709 **	17.456 **	3.755 **	0.100
	Sevilla	Sin Fungicidas		12.289 **	13951 **	0.776	3.003 **
	Orihueca	Con Fungicidas			1.690	12.043 **	16.284 **
	Orihueca	Sin Fungicidas				13.789 **	18.093 **
	Aguja	Con Fungicidas					3.964 **
	Aguja	Sin Fungicidas					
E6	Sevilla	Con Fungicidas	1.935	13018 **	14.211 **	2.864 **	0.664
	Sevilla	Sin Fungicidas		11.111 **	12316 **	0.862	2.732 **
	Orihueca	Con Fungicidas			1.267	10.716 **	14.699 **
	Orihueca	Sin Fungicidas				11.980 **	15.988 **
	Aguja	Con Fungicidas					3.768 **
	Aguja	Sin Fungicidas					

2. A pesar que en el análisis de varianza consignado en la tabla 3 no se reportan diferencias significativas en el manejo de la enfermedad, en las interacciones entre Sevilla con fungicida y Sevilla Sin fungicidas si existe diferencia altamente significativa para la expresión del PLS; es decir que la producción y liberación de ascosporas se podrían ver afectadas por la acción de los fungicidas aplicados.
3. La duración del ciclo del patógeno en Orihueca con y sin fungicidas se diferenció significativamente del que se presentó en Sevilla bajo estas mismas condiciones y, en los tratamientos con fungicida de la Aguja y Sevilla y sin fungicida de la Aguja y Sevilla. Es decir, que la duración del Ciclo de vida el patógeno estuvo influenciado por el manejo que se le dio a la enfermedad y a la ubicación de la finca.

De acuerdo con los resultados de las interacciones entre las épocas y las localidades consignados en la tabla 9, se puede resumir que existe una relación muy estrecha entre la expresión de cada uno de los estadios de desarrollo con las fincas en épocas diferentes, entre época lluviosa y entre época seca con los diferentes predios y entre fincas en la misma época con fincas diferentes. Estos resultados junto con los de la tabla 8 sugieren que en cada predio y en cada época del año se deberá establecer unas estrategias de manejo para reducir inóculo y las condiciones favorables para el desarrollo del patógeno, para cada caso en particular.

En cuanto a la interacción entre época y manejo, en la tabla 10 se observa que la manifestación del estadio 4 existe una relación inversa entre la aplicación de fungicidas en época seca y éste mismo en época húmeda. El PLA fue diferente significativamente entre la época seca con y sin fungicidas con la época húmeda con aplicación de fungicidas y, entre la época húmeda a libre exposición del hongo con las épocas seca y húmeda con fungicida. Por su parte, la duración del ciclo del patógeno en época seca con la aplicación de fungicidas se fue diferente estadísticamente del

tiempo que duró el ciclo en época seca sin fungicidas y en época húmeda con y sin fungicidas.

**Tabla 9.** Cuadrados medios de la interacción de los diferentes estadios de desarrollo de *Mycosphaerella fijiensis*, entre épocas y las localidades.

Interacciones		Seca			Húmeda		
		Sevilla	Orihueca	Aguja	Sevilla	Orihueca	Aguja
E1	Seca	Sevilla	1.784 **	16.898 **	4.842	1.656	1.093
	Húmeda	Orihueca		15.973 **	7.204 **	3.815 **	3.188 **
		Aguja			24.437 **	21.131 **	20.300 **
		Sevilla				3.755 **	4.336 **
		Orihueca					0.639
		Aguja					
E2	Seca	Sevilla	4.746 **	15.992 **	5.993 **	0.038	3.497 **
	Húmeda	Orihueca		11.900 **	0.997	5.489 **	1.656
		Aguja			11.780 **	18.375 **	14.409 **
		Sevilla				70.778 **	2.883 **
		Orihueca					4147 **
		Aguja					
E4	Seca	Sevilla	10.224 **	22.061 **	20.474 **	13.239 **	19.572 **
	Húmeda	Orihueca		12.548 **	10.760 **	2.461 *	9.571 **
		Aguja			1.941	11.069 **	3.469 **
		Sevilla				9.131 **	1.496
		Orihueca					7815 **
		Aguja					
E5	Seca	Sevilla	11.896 **	0.258	3.626 **	13.199 **	3.275 **
	Húmeda	Orihueca		12.242 **	16.430 **	0.5696	16.323 **
		Aguja			4.089 **	13.694 **	3.732 **
		Sevilla				18.206 **	0.443
		Orihueca					18160 **
		Aguja					
E6	Seca	Sevilla	77.108 **	1.514	5.951 **	11.204 **	4.542 **
	Húmeda	Orihueca		9.712 **	14.078 **	3.234 **	13.114 **
		Aguja			4.702 **	13.571 **	3.157 **
		Sevilla				18.019 **	1.765
		Orihueca					17330 **
		Aguja					

**Tabla 10.** Cuadrado medio de la interacción de los diferentes estadios de desarrollo de *Mycosphaerella fijiensis*, entre épocas y las localidades.

Interacciones		Seca		Húmeda	
		Con Fungicidas	Sin Fungicidas	Con Fungicidas	Sin Fungicidas
E4	Seca	Con Fungicidas	0.211	10.145 **	7.228 **
	Seca	Sin Fungicidas		9.632 **	6.778 **
	Húmeda	Con Fungicidas			3.389 **
	Húmeda	Sin Fungicidas			
E5	Seca	Con Fungicidas	2193 *	5.465 **	2.665 **
	Seca	Sin Fungicidas		3.062 **	0.288
	Húmeda	Con Fungicidas			3.013 **
	Húmeda	Sin Fungicidas			
E6	Seca	Con Fungicidas	2423 *	4.968 **	2.952 **
	Seca	Sin Fungicidas		2.421 *	0.340
	Húmeda	Con Fungicidas			2.247 *
	Húmeda	Sin Fungicidas			

En la Tabla 11 se puede observar que la manifestación del PLS y el ciclo completo del patógeno en el cultivar gran enano en época húmeda fue estadísticamente diferente entre el mismo cultivar y la época seca y, con los cultivares Williams y Jaffa en al época húmeda.

**Tabla 11.** Cuadrado medio de la interacción de los estadíos 5 y 6 de desarrollo de *Mycosphaerella fijiensis*, entre épocas y los cultivares.

Interacciones		Seca			Húmeda		
		Gran Enano	Williams	Jaffa	Gran Enano	Williams	Jaffa
E5	Seca	Gran Enano	1.833 *	1.691	6.506 **	0.355	2.818 **
		Williams		0.103	9.161 **	1.686	1.116
		Jaffa			8.765 **	1.525	1.186
	Húmeda	Gran Enano				7.834 **	10.013 **
		Williams					2.792 **
		Jaffa					
E6	Seca	Gran Enano	1.392	1.083	5.961 **	0.651	2.501 *
		Williams		0.296	8.040 **	2.287 *	1.281
		Jaffa			7.489 **	1.905	1.525
	Húmeda	Gran Enano				6.057 **	8.753 **
		Williams					3.441 **
		Jaffa					

## 4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación permitieron derivar las siguientes conclusiones:

1. El ciclo de vida de *Mychosphaerella fijiensis* en la zona bananera del Magdalena es más largo en época de lluvias que en época seca, con 64.39 y 66.9 días; respectivamente.
2. El período de incubación es más largo en época seca que en la lluviosa y más corto en la región de Sevilla (Finca Mary Lucy).
3. El Período de Latencia Asexual y Sexual fue más corto en la región de Orihueca y más largo en La Aguja.
4. En el cultivar Jaffa el ciclo del patógeno fue más corto en relación con los cultivares Williams y Gran Enano, en éste último el ciclo del patógeno fue más largo.
5. Se hace necesario adelantar estudios en los cuales se analice la influencia que tienen las labores sobre el progreso de la Sigatoka negra, primordialmente, las relacionadas con el tipo de riego, suministro de agua, humedad del suelo y eficiencia y oportunidad de la poda fitosanitaria.

## BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN DE BANANEROS DE COLOMBIA. Coyuntura bananera Colombiana 2009. En: Informe de gestión Anual del año 2008. Medellín: AUGURA, 2009. p. 10-15.

ASOCIACION DE BANANEROS DE COLOMBIA y CENTRO DE INVESTIGACIONES EN BANANO. Proyecto especial Sigatoka Negra. En: Boletín informativo. Medellín: AUGURA, 2007. p. 10- 13.

AISLANT, Haroldo y GÁMEZ, Dairo. Influencia de los factores ecofisiológicos sobre el comportamiento de la Sigatoka negra en la zona bananera del Magdalena. Santa Marta. 2004. p. 45- 49. Trabajo de grado (Ingeniero agrónomo). Universidad del Magdalena. Facultad de Ingeniería. Área fitopatología.

AGUIRRE, Marta; CASTAÑO-ZAPATA, Jairo y ZULUAGA, Luis. Método rápido de diagnóstico de *Mycosphaerella musicola* leach y *M. fijiensis* morelet, agentes causante de la sigatoka amarilla y negra. En: Revista Infomusa Vol. 8, N° 2: El autor, 1999. p. 619-623.

BELALCÁZAR, Silvio *et al.* Raya Negra *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. El cultivo de plátano en el trópico. Armenia, Colombia: El autor, 1991. p. 235-277.

BORNACELLY, Helena y BOLAÑO James. Efecto de diferentes labores de manejo sobre el desarrollo de la sigatoka negra del banano en el distrito de Sevilla, zona bananera del Magdalena. Santa Marta. 2003. 311 p. Trabajo de grado (Ingeniero agrónomo). Universidad del Magdalena. Facultad de ingeniería. Área fitopatología.

CARLIER, Jean; DE WAELE, Dirk y ESCALANT, Jean. Evolución global de los bananos al marchitamiento por *Fusarium*, enfermedades foliares causadas por *Mycosphaerella* y Nemátodos. Evaluación de comportamiento. En: Guías Técnicas INIBAP 7. Montpellier: INIBAP, 2003. 57p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Cadena productiva de banano acuerdo regional de competitividad núcleo empresarial costa Atlántica Norte. Santa Marta: El ministerio, 2001. p. 24-27.

CONSUEGRA Gabriel y LORENZO Iván. Comportamiento de la Sigatoka negra en seis genotipos de musáceas en el distrito de Sevilla, zona bananera del Magdalena. Santa Marta. 2004. 400 p. Trabajo de grado (Ingeniero agrónomo). Universidad del Magdalena. Facultad de ingeniería. Área fitopatología.

CHICA Rubén *et al.* Impacto y manejo de la sigatoka negra en el cultivo de banano de exportación en Colombia. En: Congreso de la asociación para la cooperación en investigaciones de bananos en el Caribe y América tropical. (2004: Oaxaca). Memorias del XVI congreso ACORBAT. Oaxaca, México: ACORBAT, 2004. p. 53-62.



FOURÉ, E. Les Cercosporiosis des bananiers et des plantains au Cameroun, *Mycosphaerella fijiensis* et *M. musicola*: amélioration des stratégies de lutte intégrée par des études épidémiologiques et la lutte génétique. Centre Régional Bananiers et Plantains. Cameroun. En: Biological and Integrated Control of Highland Banana and Plantain Pests and Diseases. Gold and Gemmill Ed. Cotonou, Benin. Novembre. 1991. 290 – 304 p.

GAUHL, Friedhelm. Epidemiología y ecología de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*, Morelet) en plátano (*Musa* sp.) en Costa Rica. Unión de Países Exportadores de Banano, UPEB. Panamá. 1992. 114 p.

HERNÁNDEZ y ORDOSGOITTI. Enfermedades fúngicas “Sigatoka Negra”. Disponible en: < URL:[http://: www.Ceniab.gov.ve](http://www.Ceniab.gov.ve).>.1996.

HOYOS, Lilliana; SALAZAR, Eduardo y MIRA, Jhon. Ciclo de vida de *Mycosphaerella fijiensis* en Uraba, Colombia. En: Congreso de la asociación para la cooperación en investigaciones de bananos en el Caribe y América tropical. (2006: Joinville). Memorias del XVII congreso ACORBAT. Joinville, Brasil: ACORBAT, 2006. p. 654-655.

INIBAP, 2002. Networking Banana and Plantain: INIBAP Annual Report 2001. International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Montpellier, France. 2002. p. 40 – 41.

KIBBUTZ, Rosh Hanikra. RAHAN MERISTEM plant propagation & Biotechnology. Israel. Disponible en <URL:[http://: www.raham.co.il](http://www.raham.co.il)>.

LEHMANN, Dazinger. Diseño detallado del estudio epidemiológico de Sigatoka Negra y Amarilla en plátanos y bananos. Informe técnico preliminar. Proyecto FAO TCP / COL / 2305. Lima. Octubre. 1984. 37 p.

MACIEL, Milton J. *et al.* AL sigatoka en Brasil. En: Revista Infomusa Vol. 7, No 1 (jun. 1998); p. 30-31.

MAYORGA, Miguel. Control de la Sigatoka negra, Mycosphaerella fijiensis Morelet, en Zonas Bananeras Colombianas. Fitopatología Colombiana. Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines, ASCOLFI. Vol. 18 No 1 y 2. 1994. 140 p.

MERCHÁN, Víctor M. E. Prevención y manejo de la Sigatoka negra. Boletín Diulgativo. ICA Ed. N°2. Manizales, diciembre 2000. p. 4-11.

MOURICHON, Xavier ; CARLIER, Jean y FOURÉ, Eric. Enfermedades de Sigatoka. En: Enfermedades de *Musa*: Hoja Divulgativa N°8. INIBAP. S.:/ INIBAP, 1997. p. 2-3.

ORJEDA, Gisella. Evaluación de la resistencia de los bananos a las enfermedades de sigatoka negra y marchitamiento por *Fusarium*. Guías Técnicas INIBAP. Instituto internacional de recursos filogenéticos. Roma, Italia. Red internacional para el mejoramiento del banano y plátano. Montpenllier, Francia. 1998. p. 1-43.

PATIÑO, Luis. La resistencia a fungicidas, una Continúa Amenaza al control de la Sigatoka Negra. En: Boletín Técnico CENIBANANO N° 4. Medellín: CENIBANANO, 2003. p. 9-12.

PATIÑO, Luis y MEJÍA, M. Gonzalo. La dinámica climatológica y su relación con el hongo *Mychosphaerella fijiensis*. AUGURA – CENIBANANO. En: Foro Sigatoka negra, situación actual y perspectivas para el año 2000, en la zona bananera del Magdalena. CALIMA. Santa Marta. Octubre. 1999. p. 7.

PINEDO; Roberto. La gestión gremial ante la Sigatoka Negra. ASBAMA. En: Foro Sigatoka Negra, situación actual y perspectivas para el año 2000, Zona Bananera del Magdalena. Santa Marta: el autor, 1999. p. 32.

PLOETZ, Randy C. *et al.* Compendium of tropical fruit diseases. The American Phytopathological Society. A.P.S. Press. St. Paul, Minnesota. U.S.A. 1994. p. 2-22.

REKHA. A. *et al.* Diversidad genética y genómica en banano (especies y cultivares de *Musa*) basada en el análisis D<sup>2</sup> y marcadores RAPD. En: INFOMUSA Vol. 10, N° 2. Diciembre de 2001. p. 29 – 34

SIERRA, Suescún. L. El cultivo del banano. Producción y Comercio. Medellín Colombia. 1993. 679p.

# **ANEXOS**

**Anexo A:** Historial de pluviosidad del 2000 al 2006 de los tres sectores de evaluación

Meses	Régimen pluviométrico La aguja							Régimen pluviométrico de Orihueca							Régimen pluviométrico de Sevilla				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2000	2001	2004	2005	2006
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	25
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4	0	0	0	21	5
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	9
4	0	0	14,5	0	26	0	20	10	0	0	26	64	27	53	0	0	70	32	61
5	0	100	0	0	80	84,9	234	43	95	48	96	122	74	210	42	183	134	85	242
6	0	75	283	58	114,9	171	173	75	63	210	120	160	249	133	149	211	184	286	153
7	0	60	28,5	314	110,4	275	70	111	14	15	311	155	197	71	173	66	178	226	82
8	21	60	42,5	23	66,3	17	70	66	114	81	52	73	78	129	105	88	84	89	148
9	79	45	122,2	113	201	139,9	115,2	159	82	157	109	253	175	146	163	76	290	201	168
10	213	142	119,5	105	202,8	101	60	200	179	159	129	145	218	45	140	276	166	250	51
11	38	337	58	50	101,7	160	149,8	138	236	142	296	294	216	156	171	310	339	248	180
12	108	0	12,6	173	131,1	212,4	76	62	12	50	244	154	226	150	99	0	169	260	172
13	0	0	19	89	0	0	0	0	15	56	70	0	10	17	54	45	0	12	20
Total	459	819	699.8	925	1034.2	1161.2	968	864	810	918	1453	1420	1488	1144	1096	1255	1614	1710	1316

**Anexo B:** Fungicidas y número de ciclos aplicados en las tres zonas evaluación

ZONA	SEMANA	PRODUCTO	I. A*
La Aguja	7	Calixin + Manzate**	Tridemorf
	25	Baycor + Dithane**	Bitertanol
	28	Sico + Dithane	Difenoconazole
	33	Calixin + Dithane	Tridemorf
	37	Opus + Dithane	Epoxiconazol
	43	Opus + Dithane	Epoxiconazol
Orihueca	4	Calixin + Dithane	Tridemorf
	6	Siganex + Dithane	Anilinopyrimidina
	9	Siganex + Dithane	Anilinopyrimidina
	11	Siganex + Dithane	Anilinopyrimidina
	13	Calixin + Dithane	Tridemorf
	15	Baycor + Dithane	Bitertanol
	17	Impulse + Dithane	Spiroketalaminas
	26	Siganex + Dithane	Anilinopyrimidina
	28	Sico + Dithane	Difenoconazole
	30	Calixin + Dithane	Tridemorf
	32	Baycor + Dithane	Bitertanol
	34	Siganex + Dithane	Anilinopyrimidina
	36	Calixin + Dithane	Tridemorf
Sevilla	4	Calixin + Manzate	Tridemorf
	7	Siganex + Manzate	Anilinopyrimidina
	9	Calixin + Manzate	Tridemorf
	11	Calixin + Manzate	Tridemorf
	13	Siganex + Manzate	Anilinopyrimidina
	15	Baycor + Dithane	Bitertanol
	18	Calixin + Dithane	Tridemorf
	25	Calixin + Dithane	Tridemorf
	27	Siganex + Dithane	Anilinopyrimidina
	29	Volley + Dithane	Fenpropimorf
	30	Siganex + Dithane	Anilinopyrimidina
	33	Sico + Dithane	Difenoconazole
	35	Calixin + Dithane	Tridemorf