

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**



**“EXPERIENCIAS EN EL MANEJO DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*),  
EN EL AREA DE ENTRE RIOS, PUERTO BARRIOS”**

**PEDRO NAVICHOC CALITO**

**GUATEMALA, AGOSTO DE 2006**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

**TESIS DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

**POR**

**PEDRO NAVICHOC CALITO**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRICOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADO**

**GUATEMALA, AGOSTO DE 2006**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**RECTOR**

**Licenciado Carlos Estuardo Gálvez Barrios**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

<b>DECANO</b>	<b>Dr. Ariel Abderramán Ortiz López</b>
<b>VOCAL PRIMERO</b>	<b>Ing. Agr. Alfredo Iztep Manuel</b>
<b>VOCAL SEGUNDO</b>	<b>Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria</b>
<b>VOCAL TERCERO</b>	<b>Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila</b>
<b>VOCAL CUARTO</b>	<b>Bachiller Douglas Antonio Castillo Álvarez</b>
<b>VOCAL QUINTO</b>	<b>P. Agr. José Mauricio Franco Rosales</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes</b>

Guatemala, Agosto de 2006

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos miembros

De manera muy atenta y de acuerdo con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración, el documento:

**TESIS DE GRADUACIÓN**

**Realizada en finca Chinook, de la Aldea Entre Ríos municipio de Puerto Barrios, Izabal.**

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el presente llene los requisitos necesarios para su aprobación, me suscribo,

Respetuosamente

A handwritten signature in black ink, enclosed in a hand-drawn oval. The signature is cursive and appears to read 'Pedro Navichoc Calito'.

Pedro Navichoc Calito

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS:** Por ser la Guía Divina de nuestros pasos.

**MIS PADRES:** Pedro y Sara, por darme la vida y su apoyo en todos los triunfos alcanzados.

**MI ESPOSA:** Erika, por su incondicional apoyo y paciencia.

**MIS HIJOS:** Pedro Luis, Erika Paola y María Gabriela, por ser la fuente de energía que me mantiene luchando.

**MIS HERMANOS:** Mil gracias hermanos, con especial dedicación a Fredy que Dios lo tenga en su gloria.

**MI FAMILIA:** Con mucho cariño.

**MIS AMIGOS:** A todos mis amigos que a lo largo de este tiempo he conocido y compartido.

**TRABAJO DE GRADUACION QUE DEDICO**

**A:**

**GUATEMALA**

**COMPAÑÍA BANANERA INDEPENDIENTE GUATEMALTECA**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**INSTITUTO TÉCNICO DE AGRICULTURA**

**ESCUELA NACIONAL REPÚBLICA DE BOLIVIA**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

**Ing. Agr. Fredy Hernández Ola, por su asesoría profesional y esmero en la ejecución del presente trabajo.**

**Ing. Agr. Arturo Fernando Cortéz Vanegas por su apoyo incondicional.**

**Ing. Agr. Mynor Yuri Gutiérrez por su apoyo profesional.**

**P. Agr. Rudy Navichoc Calito**

**Agr. Juan David Vásquez Torres.**

**A todo el personal de Cobigua que de una u otro forma contribuyeron en la realización de este trabajo especialmente a los departamentos de Sigatoka, Servicios Técnicos y Centro de Información.**

## INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
Índice de figuras.....	iv
Índice de cuadros.....	v
Resumen.....	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 General.....	3
2.2 Específicos.....	3
3. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA.....	4
3.1 Vainas o bases foliares.....	5
3.2 Pseudopecíolo.....	5
3.3 Lámina foliar.....	6
4. AREA DE ORIGEN Y DETERMINACIÓN DE LA SIGATOKA NEGRA.....	6
4.1 Importancia económica de la enfermedad.....	8
5. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL AGENTE CAUSAL.....	8
5.1 Reproducción del patógeno.....	9
5.2 Peritecios.....	9
5.3 Espermatogonios.....	10
5.4 Conidióforos.....	11
6. SINTOMATOLOGÍA.....	13
6.1 Síntomas en plantilla o siembra nueva.....	13
6.2 Síntomas en plantas adultas.....	13
6.3 Patrones de infección.....	14
7. ETAPAS DE LA INFECCIÓN.....	15
7.1 Inoculación.....	15
7.2 Germinación.....	15
7.3 Penetración.....	16
7.4 Colonización.....	16
7.5 Reproducción.....	16
7.6 Liberación.....	16
7.7 Dispersión.....	16
8. INÓCULO: INFLUENCIAS CLIMATOLÓGICAS SOBRE SU PRODUCCIÓN Y PROPAGACIÓN.....	18
9. CICLO DE VIDA DEL HONGO.....	19
10. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA ENFERMEDAD.....	21
10.1 Estimación del área foliar.....	22
10.2 Grados de severidad.....	22
10.3 total de hojas.....	23
10.4 Grados 0.3.....	24
10.5 Grado 4 + 5.....	25
10.6 Índice de infección.....	26
10.7 YLWS.....	27
10.8 YLS.....	28
10.9 Porcentaje de plantas con YLS menor de 8.....	39
10.10 Porcentaje de plantas con menos de 8 hojas en grado 0 -3.....	30



10.11 Suma bruta .....	30
<b>11. TÉCNICAS UTILIZADAS POR LA COMPAÑÍA COBIGUA EN EL MANEJO Y CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA .....</b>	<b>32</b>
11.1 Manejo de la Sigatoka negra .....	32
11.2 Control químico .....	33
11.2.1 Generalidades .....	33
11.2.2 Productos utilizados en el control químico .....	34
a. Protectantes .....	34
b. Sistémicos .....	35
c. Aceites y emulsificantes .....	35
11.3 Fórmula y dosificación de los productos utilizados actualmente en aspersiones aéreas .....	36
11.3.1 Programas, días, ciclos y factores condicionantes .....	36
11.4 Metodología de preparación de la mezcla .....	36
11.4.1 Protectantes .....	36
11.4.2 Sistémicos .....	37
11.5 Calibración del caudal de aspersión .....	37
11.5.1 Cálculo del caudal .....	37
11.5.2 Recomendaciones importantes .....	38
14.6 Aspersiones aéreas óptimas de fungicidas en el control de Sigatoka .....	39
14.6.1 Altura del avión .....	39
14.6.2 Velocidad del avión .....	39
14.6.3 Temperatura del medio ambiente .....	39
14.6.4 Velocidad del viento .....	40
14.6.5 Precipitación pluvial .....	40
11.7 Condiciones climatológicas necesarias para realizar aspersiones aéreas de fungicidas .....	40
11.7.1 Condiciones climatológicas .....	40
11.7.2 Humedad relativa del aire .....	41
11.7.3 Temperatura del aire .....	42
11.7.4 Viento .....	42
11.7.5 Estabilidad del aire .....	43
11.8 Aplicación práctica y comercial de fungicidas en el campo .....	43
11.8.1 Recuperación y distribución del producto aplicado .....	43
11.9. Sensibilidad .....	50
11.9.1 Manejo de resistencia de fungicidas .....	52
11.9.2 Toma de muestras de Sigatoka negra .....	52
11.10 Mancha de la fruta por aspersiones aéreas .....	54
11.10.1 Severidad del Specklin del fruto .....	54
11.11 Control cultural .....	56
11.11.1 Drenaje .....	56
11.11.2 Deshoje .....	58
11.11.2.1 Deshoje (sanidad) y/o despeje .....	59
11.11.2.2 Deshoje de Sigatoka .....	59
11.11.2.3 Deshoje en plantas no paridas .....	61

11.11.2.4 deshoje en plantas paridas.....	61
11.11.2.5 Criterio para determinar la hoja dañada que debe cortarse.....	61
11.12 Control de malezas .....	62
11.12.1 Control de malezas en plantilla.....	62
11.12.2 Control de malezas en plantación establecida.....	63
11.12.3 regulación de población y su distribución.....	63
11.13 Precorte.....	63
11.14 Destalle.....	64
11.15 Fertilización .....	65
12. NUEVA TENOLOGÍA IMPLEMENTADA POR LA COMPAÑÍA COBIGUA, PARA EL CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA.....	66
12.1 Inclusión de nuevas tecnologías.....	66
12.1.1 Proceso de mejoramiento de bandereo .....	66
12.1.2 Proceso de mejoramiento de equipo de aspersión .....	67
12.1.3 Evaluación de la calidad de aplicación.....	67
12.1.4 Inclusión de la válvula variable inteligente .....	67
12.1.5 Freno eléctrico en bomba centrífuga.....	68
13. EXPERIENCIAS VIVIDAS EN EL MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA, EN EL ÁREA NORTE DE GUATEMALA .....	68
13.1 Manejo de sensibilidad.....	68
13.2 Cirugía de área foliar con daños.....	68
13.3 Manejo del programa de aspersiones.....	69
13.4 Precorte de fruta con alta incidencia de Sigatoka.....	69
13.5 Manejo de la red de drenaje .....	69
14 PLANTILLA DE CONTEO DE ESPORAS .....	69
15. BIBLIOGRAFÍA.....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Posición de las hojas en forma espiral.....	4
Figura 2. Distribución actual de la Sigatoka amarilla y negra .....	7
Figura 3. Estructura de un peritecio.....	10
Figura 4. Estructura de un espermatogonio liberando espermacias.....	10
Figura 5. Estructura de un esporodoquio y conidias .....	11
Figura 6: Método de dispersión de conidios y ascosporas .....	12
Figura 7. Síntomas de Sigatoka negra en plantilla.....	13
Figura 8. Síntomas de Sigatoka negra en plantación adulta .....	14
Figura 9. Etapas de la infección.....	17
Figura 10. Ciclo del hongo <i>Mycosphaerella fijiensis</i> .....	19
Figura 11. Comparativo esporas años 2004-2005 finca Chinook .....	21
Figura 12. Porcentaje del área con daño de una hoja con Sigatoka.....	22
Figura 13. Ejemplo como determinar el porcentaje máximo del área foliar con Síntomas en los grados 1, 2, 3 y 4.....	23
Figura 14. Total de hojas a los 70 días.....	23
Figura 15. Plantas recién paridas grado 0+3 .....	24
Figura 16. Grado 3, daño en una hoja de banano.....	25
Figura 17. Plantas recién paridas 4+5.....	25
Figura 18. Grado 4, en una hoja de banano.....	26
Figura 19. Índice de infección .....	27
Figura 20. Plantas recién paridas YLWS.....	28
Figura 21. Plantas recién paridas YLS .....	29
Figura 22. % de plantas recién paridas YLWS <8 .....	29
Figura 23. % de plantas grados 0-3 < 8.....	30
Figura 24. SB en plantas recién paridas.....	31
Figura 25 Promedio de lluvia (mm) años 2004-2005 a nivel de división cobigua....	40
Figura 26. Humedad Relativa diaria (%).....	41
Figura 27. Temperatura en °F del año 2005, división Cobigua .....	42
Figura 28. Altura del avión en una aplicación en banano .....	45
Figura 29. Ancho de vuelo en una aplicación aérea .....	48
Figura 30. Gráfica de una aspersion aérea contra Sigatoka .....	50
Figura 31. Sensibilidad de Tilt a 0.001 ppm años 2001-2005.....	51
Figura 32. Toma de muestras de tejido necrótico .....	53
Figura 33. infección en masa .....	53
Figura 34. Grados de Specklin o pecas y evaluación .....	55
Figura 35. Specklin químico en el fruto.....	56
Figura 36. Sangría de la red de drenaje en banano.....	57
Figura 37. Canal secundario .....	58
Figura 38. Deshoje de Sigatoka.....	60
Figura 39. Deshoje de Sigatoka en plantas paridas .....	61
Figura 40. Control de malezas .....	63
Figura 41. Fertilización .....	66

**ÍNDICE DE CUADROS****CUADRO****PÁGINA**

Cuadro 1: Diferencias entre Ascosporas y conidias de <i>Mycosphaerella</i> .....	11
Cuadro 2: Porcentaje de recuperación de los productos asperjados.....	44

**“EXPERIENCIAS EN EL MANEJO DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), EN EL AREA DE ENTRE RIOS, PUERTO BARRIOS”**

**RESUMEN**

La Compañía Bananera Independiente guatemalteca (COBIGUA), cosecha anualmente más de 5,500,000 racimos de banano, que le permite dar empleo a familias del área de Izabal. La exportación de banano es muy importante para Guatemala por el ingreso de divisas que representa y como fuente de empleo.

Como todo cultivo también el banano ha sido afectado por innumerables plagas y enfermedades. De todas las enfermedades que atacan a la planta de banano, es la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Monelet) la de mayor importancia económica por los daños que causa.

Esta enfermedad es originaria del archipiélago de Fiji en el pacífico sur, descubriéndose en América Latina en 1969 y en Guatemala se reportó oficialmente en 1979.

La compañía Cobigua, constantemente a implementado nuevas tecnologías para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Monelet) con lo que se ha podido mantener controlada la incidencia. Para el manejo de la enfermedad se utilizan diferentes métodos de control: El control Químico y el control cultural.

El control Químico se realiza a través de aspersiones aéreas de fungicidas en las plantaciones. Cabe mencionar que el momento oportuno, con una cobertura óptima del producto y la cantidad necesaria, juegan un papel fundamental para el control de la enfermedad.

Además para las aplicaciones aéreas, en el cultivo del banano, se debe tomar en cuenta, la calidad de la mezcla, las condiciones del medio ambiente (lluvia, temperatura, viento, etc.), condiciones del avión (altura de vuelo, velocidad de vuelo, caudal, tamaño de gota, etc.) y además de la incidencia de la enfermedad. El control químico se considera el más efectivo, pero también el más caro, ya que requiere de equipo avanzado como el uso de GPS en el avión para realizar la fumigación.

El desarrollo desmedido de la enfermedad se ve favorecido por ciclos de aplicaciones inadecuadas, fungicidas y formulaciones no adecuadas y deficiencia en las técnicas de aplicación que resultan en una pobre cobertura y sumado a esto, deficiencias en el control cultural.

El **control cultural**, está dado por el manejo de la plantación y son prácticas que al no llevarlas a cabo en forma adecuada, pueden crear condiciones favorables para el desarrollo de la Sigatoka, se debe poner mucha atención sobre el **drenaje**. El objetivo principal de la red de drenaje es evacuar o sacar toda el agua del área de cultivo para brindarle a las plantaciones bananeras mejores condiciones de desarrollo, con esto se evitan estancamientos y posteriores pudriciones de la semilla, así como proveer de oxígeno a las raíces de las plantas de banano, además al existir mal drenaje la humedad ambiental se mantiene más alta, y esto contribuye a una mayor esporulación y germinación de esporas de Sigatoka, que luego penetran en las hojas e inician el daño típico de la enfermedad.

**Control de malezas:** Es de suma importancia mantener un buen control de malezas dentro de la finca, las malezas ayudan a mantener un ambiente de mayor humedad y con esto coadyuvan a favorecer el desarrollo de la enfermedad. **Precorte:** El precorte es una actividad que se realiza en áreas con infecciones altas de Sigatoka, este proceso consiste en cortar antes del tiempo normal de cosecha los racimos de plantas que con altas infecciones de Sigatoka lo cual permite reducir el número de racimos perdidos por esta causa. Hay que asegurar que las plantas tengan como mínimo 6 hojas funcionales. **Destalle:** En áreas con altas infecciones o fuera de control, es muy importante destallar o botar las plantas incluyendo los racimos que poseen menos de 6 hojas funcionales, es decir que aunque la planta tenga mas de 6 hojas pero exista una alta infección, es necesario hacer esta práctica y evitar con esto infectar otras áreas que presenten menos o ninguna infección. **Fertilización** Los programas de fertilización dentro de la finca, realizados correctamente en cuanto a métodos de aplicación, dosificaciones y cumplimiento de programas es de suma importancia aunque indirectamente, en el control cultural integrado de la enfermedad. Plantas mejor alimentadas poseen más resistencia a la enfermedad, que plantas raquíticas y mal nutridas,

Dentro de la nueva tecnología implementada por la compañía Cobigua para el control de Sigatoka, se tiene: El cambio de aplicaciones con Bandereo, ahora aplicaciones con el sistema GPS. El proceso de mejoramiento de equipo de aspersion La evaluación de calidad de aplicación, la inclusión de la válvula variable inteligente y la inclusión del freno eléctrico en la bomba centrífuga.

## 1. INTRODUCCION

El banano es una planta herbácea monocotiledónea originaria del sureste de Asia. El cultivo es afectado por factores bióticos y abióticos. Siendo la Sigatoka negra, causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, la de mayor importancia económica. Esta enfermedad es originaria del archipiélago de Fiji en el Pacífico Sur, descubriéndose en América latina en 1969. Esta enfermedad impacta por el costo de control de la misma, por provocar pérdida de fruta, y maduración fuera de control de la fruta en el mercado.

El agente causal, *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, de la clase Ascomycota tiene tres cuerpos fructíferos: Peritecio, espermogonio y conidioforo, produciendo ascosporas y conidias las cuales tienen que caer sobre la hoja candela, hoja 1 u hoja 2 de la planta para iniciar la infección.

Para medir el nivel de infección de la enfermedad se utilizan los parámetros: **cantidad de hojas** (Es muy importante conocer el total de hojas que poseen las plantas evaluadas, para determinar en que número de hojas se encuentra la enfermedad y su intensidad), **YLWS** (Youngest leaf with symptoms. Promedio de la hoja más joven con síntomas visibles desde el suelo), **YLS** (Younges leaf spotted. Promedio de la hoja más joven con más de 10 manchas con centro grisáceo, lo cual es el último estado de desarrollo de la Sigatoka negra), **SB** (suma bruta. Viene de las observaciones del estado más desarrollado del síntoma presente y de la densidad de esos síntomas en la hoja no. 3 de plantas recién paridas), **Grado 0.3** (es el valor promedio de hojas por planta con un grado de severidad entre 0 y 3, es decir, con menos del 15% del área foliar afectada, tomando en cuenta el área cubierta por todo tipo de síntoma). **Grado 4+5** (Este valor es el promedio de hojas por planta con un grado de severidad de 4 ó 5, es decir, con más del 15% del área foliar afectada), y el **ii** (índice de infección es un promedio ponderado tomando en cuenta la severidad del ataque de la Sigatoka negra en todas las hojas evaluadas).

En el manejo de la enfermedad se utilizan diferentes métodos de control. El control químico en el que se utiliza productos que se dividen en protectantes y sistémicos. Los protectantes actúan al entrar en contacto con el hongo y no producen resistencia, mientras los sistémicos producen cepas resistentes del hongo. Se hacen tres muestreos de

sensibilidad al año para vigilar el comportamiento de los productos utilizados, modificando las dosis y en casos extremos el descarte de productos por tener reducida la sensibilidad. También está el control cultural, donde se llevan a cabo las prácticas de manejo del cultivo como el deshoje, control de malezas, drenaje, población y fertilización entre otras, esto ayuda a reducir el inóculo dentro de la finca así como a reducir las condiciones de microclima para el desarrollo de la enfermedad.

La aplicación de los productos se hace vía aérea, teniéndose que precisar el clima, como también las condiciones del avión y el equipo para que exista una buena aplicación, ya que el costo de una fumigación aérea es alto.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

- Recopilar las experiencias vividas en el manejo de la Sigatoka negra, en el área norte de Guatemala.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Documentar los últimos avances tecnológicos en el control de Sigatoka.
- Documentar las técnicas utilizadas por la compañía Cobigua en el manejo de la Sigatoka Negra.

### 3. MORFOLOGIA DE LA PLANTA

Planta herbácea perenne de 2-9 mt. de altura, posee un tallo verdadero subterráneo que produce yemas, con rizomas cortos, se reproduce por medio de brotes que crecen cerca de la planta madre, las hojas nuevas, se originan del cormo y crecen constantemente a través del centro del pseudotallo con sus láminas fuertemente enrolladas. Las hojas constan de una base o vaina foliar, pseudopetiolos y lamina y están distribuidas en forma de espiral, el patrón filotáxico varía en los diferentes clones y especies. Las largas bases foliares se traslapan y forman un pseudotallo robusto, a través del cual crece la inflorescencia terminal. La lámina foliar está arrollada en la yema



FIGURA 1. Posición de las hojas en forma de espiral.

### 3.1 Vainas o bases foliares

Las bases foliares son largas; sin lígulas y forman vainas envolventes que se traslapan a lo largo formando el pseudotallo. Los márgenes opuestos de cada base no se yuxtaponen. Las externas que fueron las primeras en originarse, son rechazadas y se desprenden debido a que el desarrollo de nuevas hojas en el interior del pseudotallo producen un aumento de volumen. El pseudotallo ofrece a la planta apoyo y la capacidad de almacenar reservas amiláceas e hídricas; por otra parte permite a la planta alcanzar mayor altura y elevar el nivel de las láminas foliares que captan la luz solar. En una planta adulta puede medir 5 m de altura y 40 cm. de diámetro según el clon. Su estructura es resistente y puede soportar el peso de las láminas foliares y de su inflorescencia que llega hasta 75 kg.

La vaina foliar es de una epidermis glabra en ambas superficies y se adelgaza hacia los costados. Tiene numerosos espacios aeríferos que se prolongan hasta la vena media de la lámina foliar y están atravesados por finos diafragmas perpendiculares a intervalos regulares, que forman espacios de 600 a 800 mm<sup>3</sup> en la zona media de la vaina, que pueden contribuir al intercambio de gases o contener reservas de oxígeno (Simmonds, 1973).

### 3.2 Pseudopeciolo

El pseudopeciolo en el extremo superior o distal de la vaina foliar se estrecha y se adelgaza hacia el limbo o lámina foliar. La cara cóncava (abaxial) de la vaina se hace más pronunciada y se abarquilla por crecimiento de los bordes, constituyendo un verdadero canal conductor de agua. Cada vaina es más larga que la anterior por lo que los pecíolos están regularmente escalonados. La separación entre los pecíolos se denomina en forma equivocada entrenudos. Las distancias entre los falsos entrenudos pueden mostrar el índice de desarrollo de las plantas. Entrenudos cortos muestran que no hay correlación entre el crecimiento de la planta y el sistema foliar por problemas nutricionales; entrenudos largos indican que las plantas son de crecimiento activo, sincronizado, vigorosas y bien nutridas (Champion 1978).

### 3.3 Lámina foliar

La lámina foliar es dorsoventral y glabra. Externamente, el limbo se observa como una lámina delgada, muy verde en su cara superior y más glauca en la inferior. Está surcada por una nervadura estriada formada por las venas mayores que resaltan en la cara adaxial y están espaciadas de 5 a 10 mm. se extienden de la vena media hasta el margen casi perpendicular al eje, hay otras venas menores no tan definidas. La cutícula es irregular y varía en los diferentes clones. La epidermis tiene células con las paredes externas más gruesas que las internas. Cuando la lámina foliar inicia su desarrollo el limbo derecho envuelve al izquierdo. La lámina foliar en expansión, o candela, realiza su desarrollo dentro del canal mismo, estrechándose en la concavidad de la vena central.

Una planta de banano emite generalmente de 25 a 38 hojas, con una frecuencia de emisión de una hoja por cada 7 a 10 días en condiciones favorables (Simmonds, 1973).

## 4. AREA DE ORIGEN Y DISEMINACIÓN DE LA SIGATOKA NEGRA

Se reporta por primera vez en el año 1963, en la isla Viti Levu, archipiélago de Fiji, Pacífico Sur, reemplazando a la sigatoka amarilla y constituyéndose en la más seria enfermedad del follaje en las regiones del Pacífico, sureste de Asia y Filipinas. Seguidamente se ha registrado su presencia en el conjunto del Pacífico (estrecho de Torres y península del Cabo York en Australia, Papua Nueva Guinea, Islas Salomón, Vanuatu, Nueva Caledonia, Isla Norfolk, Estados Federados de Micronesia, Tonga, Samoa Occidental, Isla Niue, Islas Cook, Tahití y Hawaii). También se ha observado en Asia (Bután, Taiwán, sur de China incluida la isla de Hainan, Vietnam, Filipinas, Malasia occidental y Sumatra en Indonesia).

En América latina, la Sigatoka negra se descubrió por primera vez en 1969, se señala la presencia de manchas color negro en las hojas de banano y plátano en Honduras, y en 1972 se realiza el reporte oficial de esta enfermedad. A partir de allí, comienza su diseminación. En 1977 aparece en Belice y Guatemala, en 1979 en Nicaragua, en 1980 en

Costa Rica y México, en 1982 en Panamá, entre 1985 y 1986 en Colombia, en 1987 en Ecuador y en 1991 en Venezuela. En África, esta afección se documentó por vez primera en Zambia en 1973 y en Gabón en 1978. Luego se extendió a lo largo de la costa occidental hacia Camerún, Nigeria, Benin, Togo y Ghana. Presente igualmente en la República Democrática del Congo (ex Zaire), alcanzando Burundi, Ruanda, el oeste de Tanzania, Uganda, Kenia y la República Centroafricana. Hacia 1978, se introdujo en la Isla de Bemba, y desde allí se propagó a Zanzíbar y a las zonas costeras de Kenia y de Tanzania. Actualmente, se encuentra también en Malawi y en las Comoras. La distribución actual es sin duda subestimada.

Desde su aparición en Honduras, donde se observó un severo ataque en el plátano cuerno, que normalmente no requería de aplicaciones de fungicidas para el control de la sigatoka amarilla, ha originado un clima de incertidumbre en los productores de banano en Guatemala.

Debido a la importancia económica que representa el cultivo de banano en Guatemala, la dispersión de la sigatoka negra, puede constituirse en un desastre de consecuencias impredecibles, ya que el alto costo de los sistemas de manejo, hacen que el negocio del banano sea cada vez más difícil de sostener, la dificultad que existe para su control se ve más acentuada, sumado al desconocimiento que puede existir con relación a la vulnerabilidad del patógeno ante algunos fungicidas.



FIGURA 2. Distribución actual de la Sigatoka amarilla y negra

#### 4.1 Importancia económica de la enfermedad

Existen tres aspectos económicos relacionados con la Sigatoka Negra:

- El costo del manejo. En los últimos años, las empresas comercializadoras de banano han gastado alrededor de \$ 1,000 a \$ 1,300 por hectárea año para el control de la enfermedad. Este gasto es específicamente en compra de agroquímicos y pago de aviones para la aplicación.
- Pérdida de fruta debido al fracaso en el control. Cuando se pierde el control de la enfermedad y la plantación se queda sin follaje, la fruta es cortada y botada. Existen años donde la pérdida de fruta han sobrepasado el medio millón de racimos por año. Cada año hay rebrotes de la enfermedad que en cierto momento ocasionan gran cantidad de pérdida de fruta. Además existe un desperdicio virtual por pérdida de peso al precortar fruta con incidencia de Sigatoka Negra, que se estima en 1 kg por racimo, (cobigua cosecha más de 5,500,000 racimos con peso promedio de 23.5 kg por racimo).
- Rechazo de fruta madura en el mercado, reclamos y clientes insatisfechos debido a la maduración prematura de la fruta madura.

#### 5. CLASIFICACION TAXONÓMICA DEL AGENTE CAUSAL

El agente causal es un hongo que pertenece a la siguiente clasificación taxonómica:

REINO	Fungi
CLASE	Ascomycota
ORDEN	Dothideales
FAMILIA	Mycosphaerellaceae
GENERO	Mycosphaerella
ESPECIE	Mycosphaerella fijiensis
VARIEDAD	difformis

## 5.1 Reproducción del patógeno

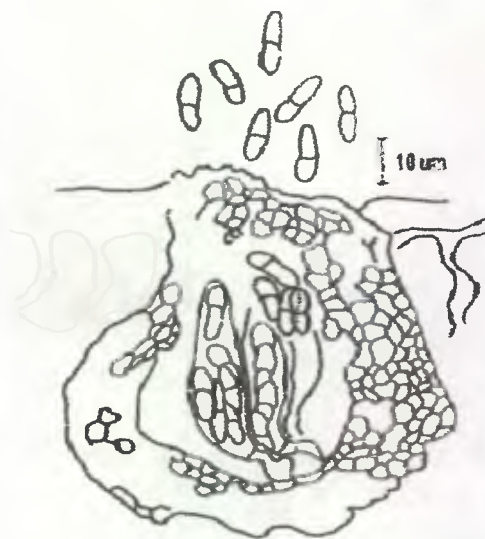
El período entre la infección y la formación de manchas, depende de la resistencia o susceptibilidad del cultivar, la intensidad de la infección y las condiciones del medio ambiente.

El área o sitio de la infección es la parte de la planta donde caen las esporas y desde donde pueden invadir la hoja. Las conidias son formadas primero en lesiones de la hoja y esparcidas sobre la misma planta o plantas adyacentes, son llevadas por el viento o el agua a partir de los conidióforos. La germinación ocurre en presencia de agua y la hoja es penetrada a través de los estomas. No todas las hojas o áreas de las hojas son susceptibles a la infección. Se ha descubierto que casi todas las infecciones ocurren en la candela o en la primera hoja abierta. Generalmente ocurre muy poca infección en la superficie superior de la hoja. Por lo tanto, las ascosporas y conidias para que produzcan infección en la hoja deben caer o ser llevada a la superficie inferior de la candela o la primera hoja abierta.

Los hongos del género *Mycosphaerella* producen tres cuerpos fructíferos y estos son: Peritecio, espermogonia y conidióforo o esporodoquio (conidióforos agrupados). Estas estructuras las produce el *Mycosphaerella* en una cámara bajo el estoma o poro respiratorio de la hoja. En la superficie inferior de la hoja existen aproximadamente cuatro veces más la cantidad de estomas que en la superior. En otras palabras, se producen más estructuras de reproducción en la superficie inferior que en la superior.

## 5.2 Peritecios

Estos son los órganos sexuales femeninos del hongo, tienen forma de pera con paredes celulares gruesas de color marrón oscuro y un cuello que emerge a través del estoma de la hoja. En la parte superior del cuello existe un agujero por el cual son expelidos del peritecio las ascosporas producidas en pequeños sacos o ascos. Las ascosporas tienen dos células incoloras. Cada peritecio forma alrededor de 150 ascosporas, y estas son expelidas del peritecio cuando han madurado y la hoja se humedece ya con rocío denso o con lluvia (5).



**FIGURA 3. Estructura de un Peritecio**

### 5.3 Espermatogonios

Estas son las células masculinas del hongo, también tienen forma de pera. Esta estructura produce centenares de espermacias incoloras. Al madurar fluyen suavemente hacia la superficie de la hoja en el rocío o con la lluvia.

De esta manera las espermacias son llevadas hacia el peritecio joven (Protoperitecio) en donde se unen a las estructuras periteciales y son fertilizadas. Las espermacias por sí solas no infectan las hojas (5).



**FIGURA 4. Estructura de un espermatogonio liberando espermacias.**



## 5.4 Conidióforos

Estos se presentan como filamentos o masas de filamentos fungales que emergen a través del estoma de las hojas. Los conidios o conidias, se reproducen solo cuando existe saturación de humedad relativa en el medio ambiente. Su disseminación es a través de salpicaduras de las gotas de lluvia o rocío. Estas estructuras son de la fase asexual (5).

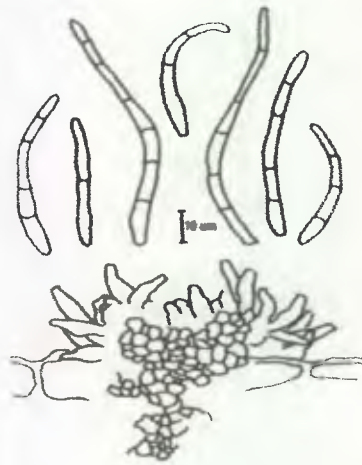


FIGURA 5. Estructura de un esporodocio y conidias.

Cuadro 1. Diferencias entre Ascosporas y Conidias de *Mycosphaerella musicola*

CONIDIAS	ASCOSPORAS
Producidas periódicamente con rocío presente	Producidas periódicamente con presencia de lluvia
Producidas en ausencia de lluvia (con rocío)	Producidas dependiendo de la lluvia
Liberadas por rocío y lluvia.	Liberadas principalmente por lluvia
Diseminación por agua	Diseminación por viento
Infección sobre toda la hoja con tendencias hacia la base	Infección mayormente hacia el ápice de la hoja
Sobrevive tres a cuatro semanas sobre la superficie de la hoja	Sobrevive ocho semanas en los peritecios
Puede sostener o incrementar la enfermedad durante la época seca	Poca o ninguna infección durante la época seca

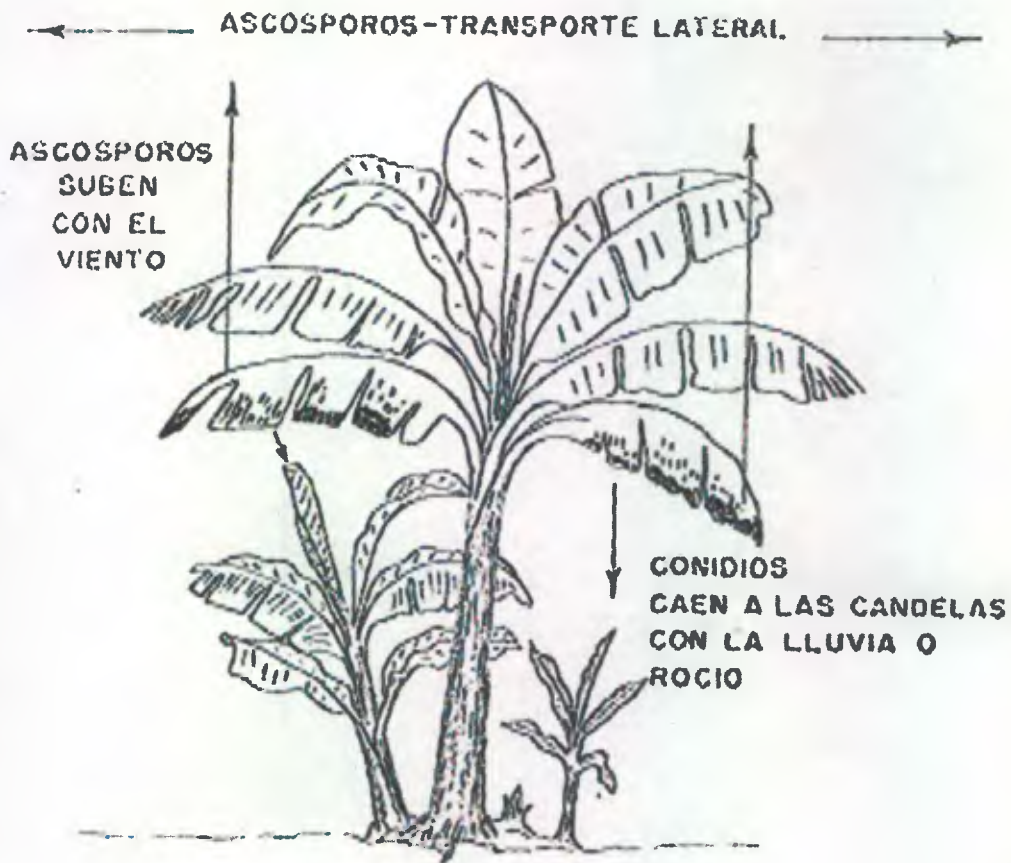


FIGURA 6. Método de dispersión de conidios y ascosporas

## 6. SINTOMATOLOGÍA

### 6.1 Síntomas en plantilla o siembra nueva

Los síntomas consisten en manchas redondas de 1 a 2 mm las cuales presentan al inicio una coloración marrón oscuro, tornándose luego a un color café oscuro. Es más corriente encontrarlas en las hojas inferiores. En incidencias altas pueden encontrarse manchas de color negro con halos cloróticos que luego coalescen para al final quemar por completo la lámina foliar

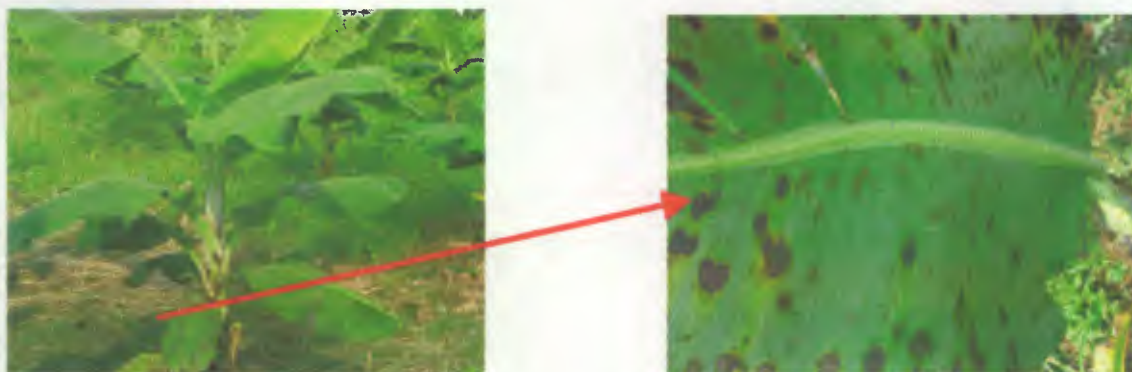


FIGURA 7. Síntomas de Sigatoka negra en plantilla.

### 6.2 Síntomas en plantas adultas

En plantas adultas y sus hijos, los primeros síntomas se presentan en el envés del limbo y del lado izquierdo de la misma, debido a que es el primer lado del área foliar que va desarrollando la hoja que va emergiendo (hoja candela), se presenta en forma de manchas longitudinales de color marrón oscuro de 1 a 2 mm de largo, las cuales se van alargando y se hacen cada vez más visibles y fáciles de identificar (pizcas), estas se encuentran paralelas a las venas laterales de las hojas. Estas manchas o pizcas van aumentando de tamaño formando lesiones necróticas con halos amarillos y centro gris claro. Las lesiones pueden coalescer y destruir grandes áreas de tejido foliar, acarreado una reducción del rendimiento y una maduración prematura de los frutos. La Sigatoka negra reviste más gravedad que la

Sigatoka amarilla, puesto que sus síntomas se manifiestan en hojas más jóvenes (lo cual se debe generalmente a una mayor abundancia del inóculo) y por lo tanto ocasiona daños más importantes en los tejidos.



**FIGURA 8. Síntomas de Sigatoka negra en plantación adulta.**

### 6.3 Patrones de infección

A menudo las infecciones causadas por conidias y ascosporas muestran diferentes sitios de infección dando como resultado que la fuente de infección puede ser establecida, principalmente de ascosporas o conidias. Las ascosporas generalmente infectan el ápice y los bordes de la candela sin abrir o poco después que esta ha empezado a abrirse. Esto da como resultado el llamado patrón de Mancha de la punta o ápice de la Hoja. En contraste las conidias son llevadas por el rocío y lluvia hasta la base de la candela sin abrir. Esto da como resultado los llamados patrones de "Manchas de Líneas" y "Manchas Basales".

En plantaciones limpias generalmente se notan los síntomas de ascosporas (en las puntas y bordes de las hojas) en el primer ataque de infección. Estos se derivan de pequeñas áreas de infección localizadas o de bananos en áreas abandonadas y sin ningún tratamiento. Las ascosporas se depositan con frecuencia en las orillas del cultivo ya que es allí donde se recibe el mayor impacto de corriente de aire que las dispersa. Las orillas hacen las veces de colador; por consiguiente las corrientes de aire que arrastran las ascosporas de

áreas que están abandonadas y no reciben ningún tratamiento o manejo dentro de la plantación, llevan una menor dosis de inóculo.

Es por esto, que muchas orillas de fincas, caminos, canales, etc., son las primeras en infectarse y con mayor virulencia. Cuando se comienzan a infectar esporádicamente las orillas es señal que puede llegar un brote, por lo que deben vigilarse las plantaciones con mayor cuidado. Los brotes subsiguientes muestran además síntomas de infecciones de conidias derivadas de las manchas del ataque inicial. Las infecciones que aparecen en las primeras lluvias después de un verano largo, provienen de conidias de cultivos cuyas infecciones viejas no se eliminaron totalmente durante el verano. Por lo tanto, es importante empezar el invierno libre de infección y fumigar desde los primeros aguaceros en la División que para la fumigación durante el verano.

Las áreas que están abandonadas sin cultivar y no reciben ningún tratamiento o manejo son propensas a ataques de sigatoka. Además son indicadores sensitivos y rápidos de cambios a condiciones ambientales favorables al desarrollo de la enfermedad que los bananos de cultivo. Es por esto, que fuertes brotes de nuevas infecciones en estas áreas indican que las plantaciones deben vigilarse cuidadosamente.

## **7. ETAPAS DE LA INFECCION**

### **7.1 Inoculación**

Este es el primer paso de la infección y se lleva acabo en el momento en que las ascosporas o bien las conidias caen sobre las hojas de las plantas.

### **7.2 Germinación**

Teniendo el hongo el sustrato adecuado, condiciones climáticas favorables (Temperatura, Humedad, etc.), este inicia su fase de germinación o sea que es en este momento en donde inicia su contacto directo con la lamina foliar.

### **7.3 Penetración**

Una vez que el hongo ha formado sus haustorios, por procesos químicos o bien por medio de los estomas ingresa a la planta.

### **7.4 Colonización**

Luego de ingresado el hongo inicia su fase de colonización y crecimiento, mediante la reproducción de su material genético.

### **7.5 Reproducción**

Ya en contacto con las células de la hoja inicia su proceso de reproducción o sea la formación de peritecios no fertilizados y espermagonios, luego los espermagonios al obtener condiciones favorables expelen espermacias las cuales fertilizan los protoperitecios y conforman las ascosporas.

### **7.6 Liberación**

Una vez maduro el peritecio, al iniciar las condiciones ambientales favorables, como la temperatura y sobre todo la humedad, los peritecios se abren y expelen las ascosporas o bien en la fase asexual los esporodoquios liberan conidias.

### **7.7 Dispersión**

Dependiendo del tipo de estructuras así es determinada su dispersión, por ejemplo las ascosporas son diseminadas por el viento y el agua; en cambio las conidias solamente se dispersan por medio de la salpicadura de gotas de lluvia.

En total las etapas de la infección del hongo se cumplen en 45 días y la fase de inoculación y reproducción se llevan a cabo en 21 días, a este período se le llama incubación.

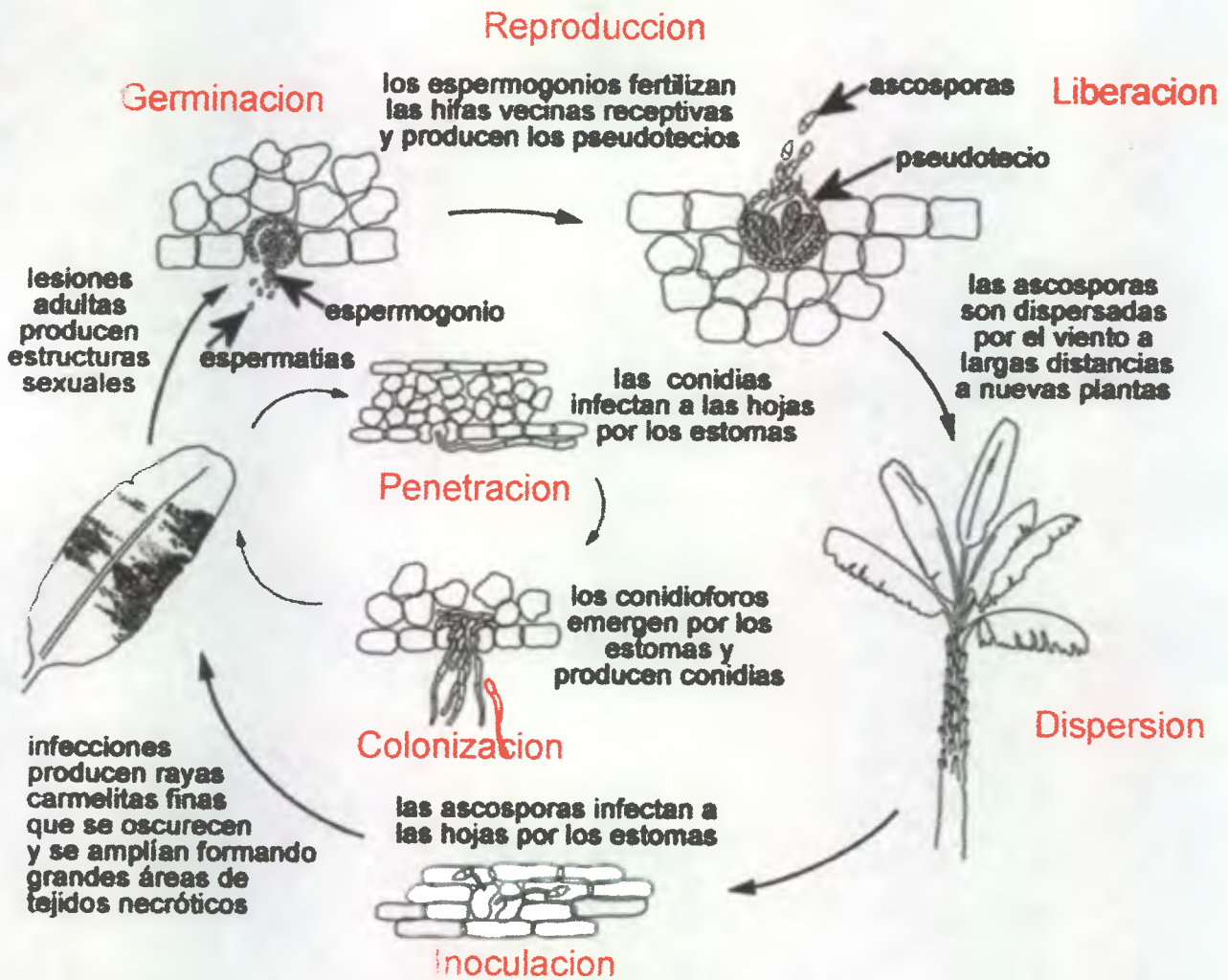


FIGURA 9. Etapas de la infecci3n.

## **8. INÓCULO: INFLUENCIAS CLIMATOLÓGICAS SOBRE SU PRODUCCIÓN Y PROPAGACIÓN**

Inóculo es el número total disponible de ascosporas y conidias para causar manchas en un área de cultivo. Las plantas en áreas que están abandonadas y no reciben ningún tratamiento o manejo próximos a los cultivos también son importantes fuentes de inóculo. Entre más inóculo o esporas existan, mas manchas se desarrollaran. La producción de inóculo depende de los siguientes factores:

- La época del año asociada al estado del tiempo (lluvioso o seco)
- La cantidad de manchas ya existentes en el cultivo o en áreas que están abandonadas adyacentes.
- Medidas de control usadas

Para que haya máxima producción de ascosporas es necesaria la lluvia para que la espermacia pueda fertilizar el peritecio, siendo también necesaria para la expulsión de las ascosporas maduras. Por lo tanto, la producción de ascosporas es más abundante durante los periodos lluviosos del año. La temperatura también reduce la producción de ascosporas cuando es inferior a 70° F (21°C). Los periodos prolongados de temperaturas bajas registra que el inóculo de ascosporas es más importante en la época de julio a noviembre. Las conidias también se producen durante las épocas de lluviosas. Al contrario de las ascosporas, también se producen sin necesidad de lluvia. Las conidias pueden ser producidas cada noche durante todo el año siempre y cuando hayan diez o mas horas de rocío y/o lluvia sobre las hojas y que la temperatura sea mayor de 70°F (21°C). Las ascosporas son expelidas de los sacos o ascos en los peritecios pudiendo ser llevadas por el viento a largas distancias. La mayoría de las ascosporas acarreadas por el viento caen a pocos centenares de metros del punto de expulsión (a menudo a orillas de los cultivos); sin embargo, algunas son llevadas a varias millas de distancia. Las ascosporas llevadas por el viento contrastan con las conidias en que éstas dependen del agua en movimiento para trasladarse solamente a las plantas jóvenes debajo de la capa superior de follaje y a plantas adyacentes. Por lo tanto, las conidias no pueden infectar a larga distancia siendo principalmente responsables del mantenimiento de infección localizada, especialmente con la ausencia de lluvia



## 9. CICLO DE VIDA DEL HONGO



FIGURA 10. Ciclo del hongo *Mycosphaerella fijiensis*

Dentro del ciclo de vida del patógeno causante de la Sigatoka negra, existen dos fases de utilísima importancia para que se tomen medidas de control y las cuales deben ser tomadas en el momento oportuno, estas son la Inoculación y la Reproducción, no obstante lo anterior es muy importante conocer todo el ciclo de vida de la enfermedad.

Para determinar la esporulación y dispersión se posee la Trampa de Esporas, que es un instrumento que atrapa las ascosporas que se dispersan en el medio ambiente.

Este aparato se compone de las siguientes partes:

- a. Trampa
- b. Succionador de esporas
- c. Veleta
- d. Disco y cinta autoadhesiva de atrape
- e. Cuerda
- f. Motor para determinar las revoluciones.

Este aparato funciona de la siguiente forma:

Una vez instalado en el lugar determinado, en el disco se coloca cinta autoadhesiva, luego se vuelve a colocar el disco en su posición y se le da cuerda al mecanismo. La cuerda tiene una duración de siete días. Una vez que el aparato esta listo, la veleta va dirigiendo el succionador a distintos puntos de acuerdo a la dirección del viento; este succiona todas las esporas que se encuentran en el medio ambiente, en función del valor que el cono forma dentro.

Cada 24 horas se recoge el pedazo de cinta autoadhesiva correspondiente al día y se observa en el microscopio.

La plancha sobre la cual se coloca la cinta autoadhesiva impregnado de esporas es teñida con una solución llamada prueba de Rosa de Bengala y luego colocado en un portaobjetos, esta solución se deja secar alrededor de ocho horas y luego se realizan las lecturas de esporas/ cm.

La platina del microscopio posee una escala adherida, dividida en 24 espacios, cada sección de estas equivale a una hora. Por cada sección se observan 10 campos, si en estos diez se encuentran más de 50 esporas/cm, estas esporas se multiplican por un factor de 20.01, lo que equivale a 1,000 esporas, arriba de este parámetro el nivel se considera crítico y se hace necesario la aplicación de productos más fuertes como son los sistémicos, si las esporas no llegan a 1,000 el nivel esta por debajo de lo crítico y se estarán haciendo aplicaciones con fungicidas protectantes.

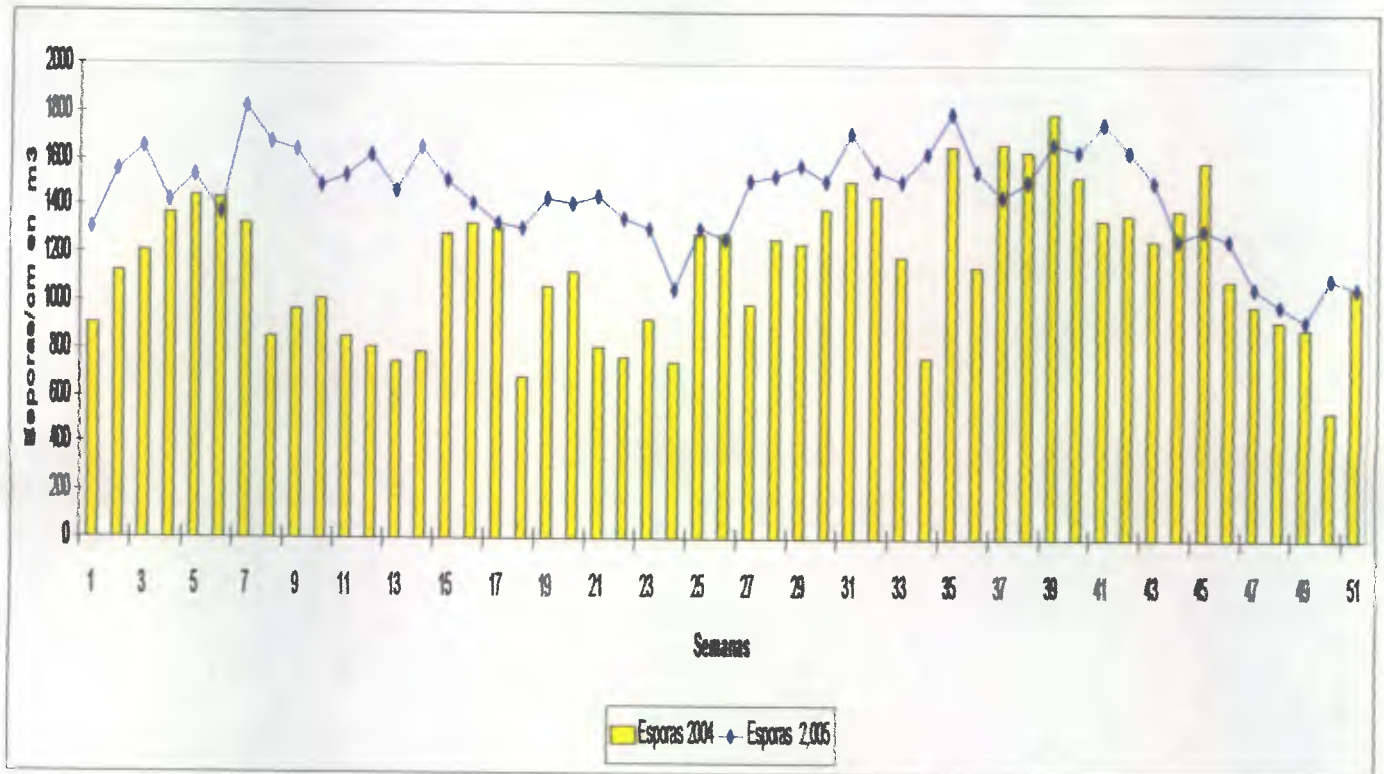


FIGURA 11. Comparativo esporas años 2004 – 2005 finca Chinook..

## 10. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA ENFERMEDAD

Existen 7 métodos de evaluación de la enfermedad (Grado 0.3, Grado 4+5, ii (índice de infección), YLWS, YLS, % Pla. YLWS < 8, Pla. G0-3 < 8 y SB suma bruta), pero para realizar estas evaluaciones se debe considerar también la estimación del área de la hoja, los grados de severidad y el total de hojas, todo esto se describe a continuación

### 10.1 Estimación del área foliar

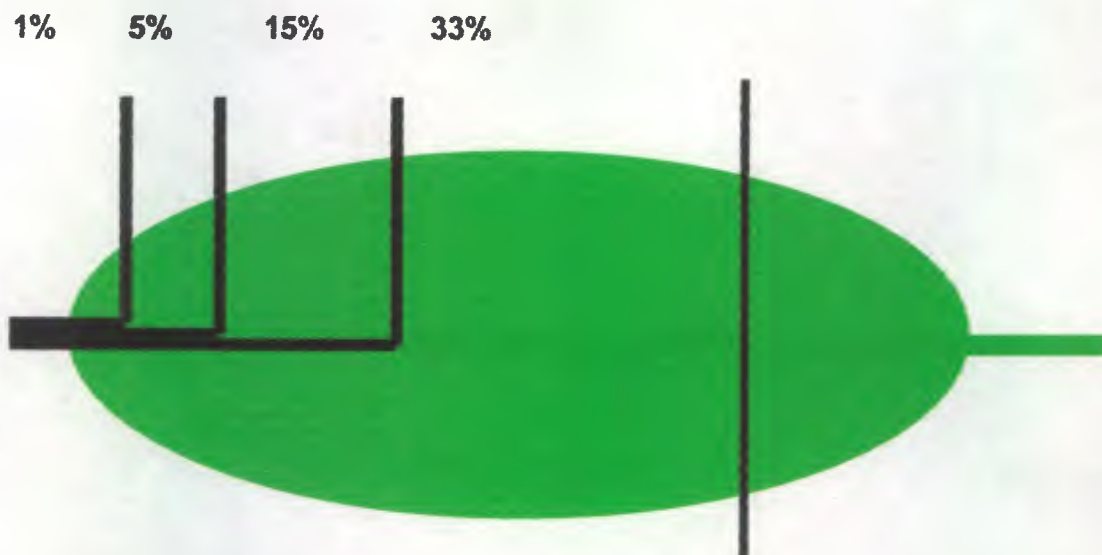


FIGURA 12. Porcentaje del área con daño en una hoja con sigatoka

### 10.2 Grados de severidad (área foliar afectada)

Dentro del ciclo de la enfermedad hay momentos en los cuales existen altas y bajas presiones del inóculo. Estas variaciones como se ha venido mencionando son debidas a condiciones favorables o desfavorables de humedad, temperatura y precipitación.

Existe un método de muestreo que permite observar el grado en que se encuentra dicha enfermedad el cual se describe como Grados de severidad (4).

Grado 0 = sin síntomas (visibles desde el suelo)

Grado 1 = menos del 1% (solamente estrías y/o hasta 10 manchas con centro grisáceo).

Grado 2 = 1– 5 % (o más de 10 manchas con centro grisáceo)

Grado 3 = 6 – 15%

Grado 4 = 16 – 33%

Grado 5 = 33 – 100%

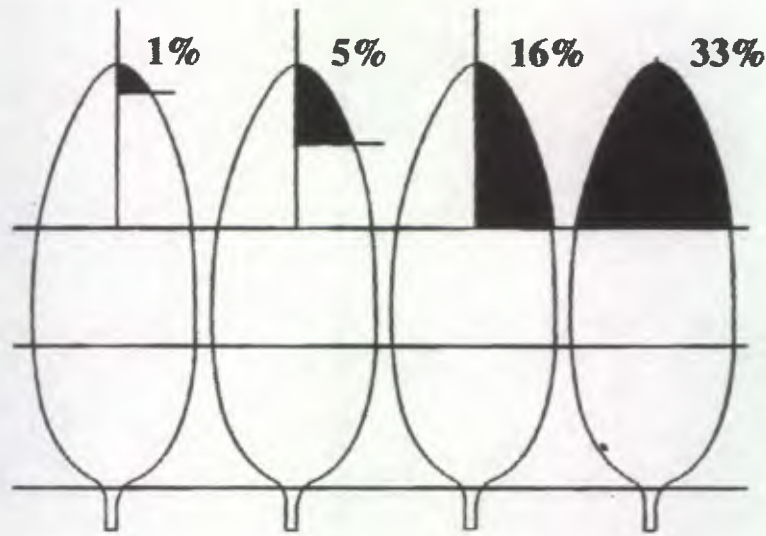


FIGURA 13. Ejemplo como determinar el porcentaje máximo del área foliar con síntomas en los grados 1, 2, 3 y 4.

### 10.3 Total de hojas

Es muy importante conocer el total de hojas que poseen las plantas evaluadas, para determinar en que numero de hoja se encuentra la enfermedad y su intensidad. Las hojas se cuentan en forma de dos espirales (hojas pares e impares), mientras más alto es el número de hojas es mejor para que la cosecha de la fruta no corra riesgo de perderse.

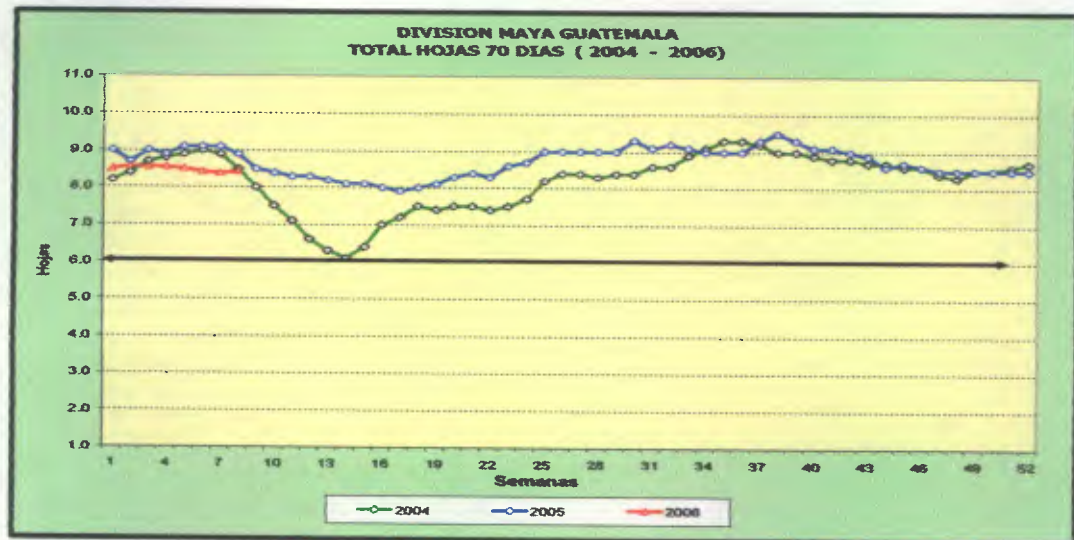


FIGURA 14. Total de hojas a 70 días.

#### 10.4 GRADO 0.3.

El grado 0.3, es el valor promedio de hojas por planta con un grado de severidad entre 0 y 3, es decir, con menos del 15% del área foliar afectada, tomando en cuenta el área cubierta por todo tipo de síntoma. En el caso ideal, el grado 0...3 es el mismo como el total de hojas que significa que no hay hojas con mas del 15% del área foliar afectada. Si se separan las curvas de Grado 0.3 es comparable, pero no idéntico, con lo que se evaluaba antes como total de hojas funcionales.

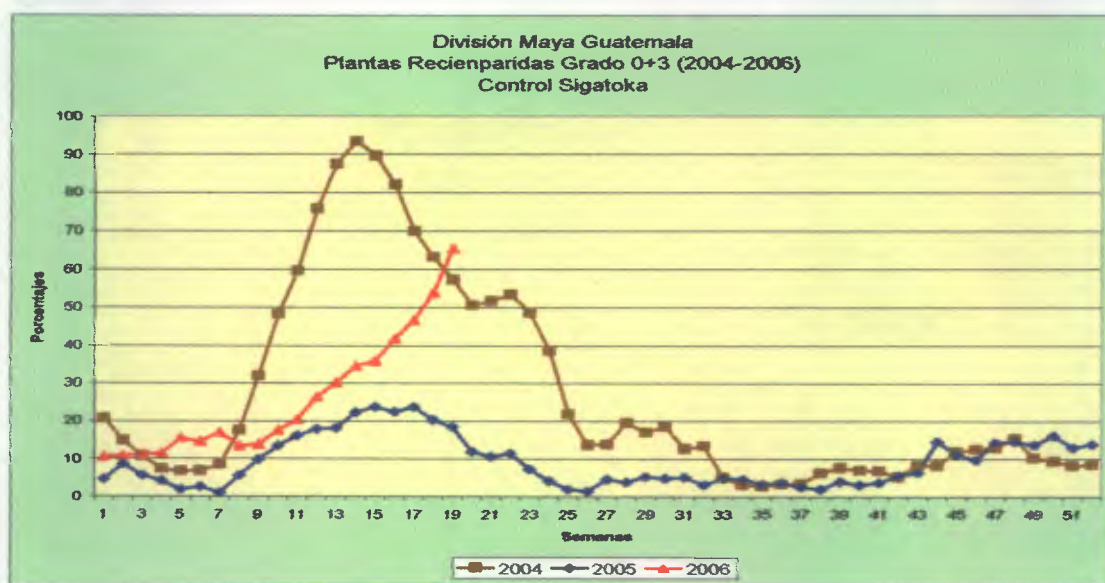


FIGURA 15. Plantas recién paridas Grado 0+3.



FIGURA 16. Grado 3, daño en una hoja de banano

### 10.5 Grado 4+5

Este valor es el promedio de hojas por planta con un grado de severidad de 4 ó 5, es decir, con más del 15% del área foliar afectada. El Grado 4+5 indica que hay hojas con mayor grado de infección. Como esta infección es avanzada y los fungicidas no son muy eficaces sobre ellas, normalmente las labores culturales del deshoje y cirugía con las medidas apropiadas.

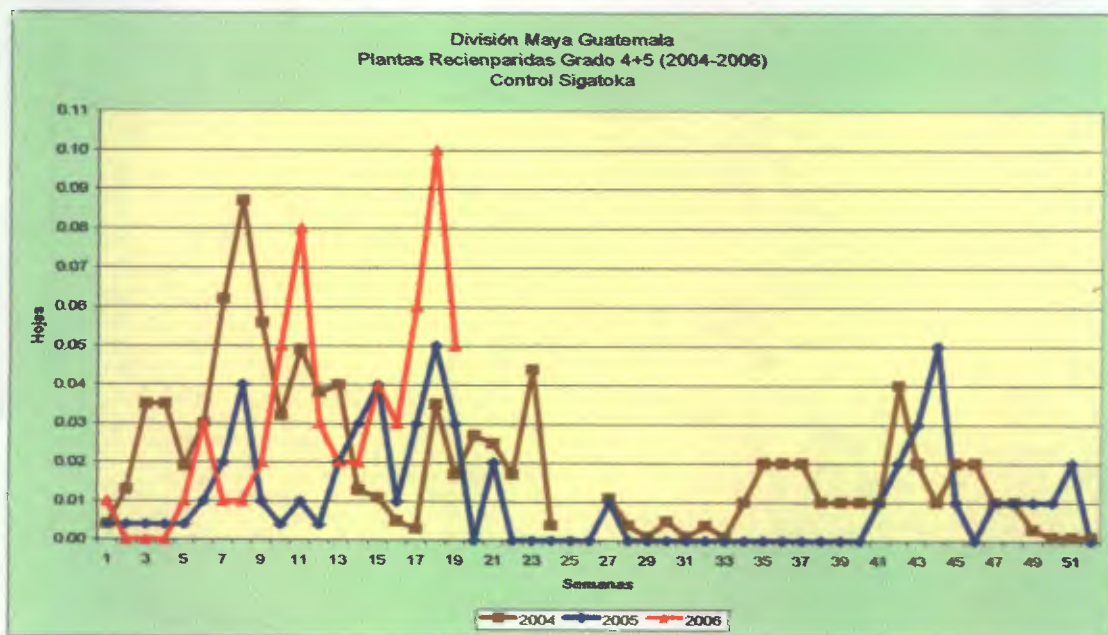


FIGURA 17. Plantas recién paridas 4+5



**FIGURA 18. Grado 4, daño en una hoja de banano**

### **10.6 índice de infección (ii)**

El ii es un promedio ponderado tomando en cuenta la severidad del ataque de la Sigatoka negra en todas las hojas evaluadas. El ii da un solo valor indicando la magnitud del daño al follaje, en una escala de 0 a 1. En plantas recién paridas, un valor menor de 0.10 se considera como bajo, entre 0.10 y 0.15 como intermedio, y arriba de 0.15 como alto. No obstante, en la interpretación del ii es importante considerar también la tendencia de la curva. Hay que tomar medidas cuando el ii sube por dos semanas seguidas. El ii refleja la infección avanzada de la Sigatoka negra, es decir, el ii sube cuando hay más hojas con grado 4 y 5 o bien cuando hay síntomas en hojas más jóvenes. Aquí ayuda bastante la labor cultural del deshoje y cirugía.



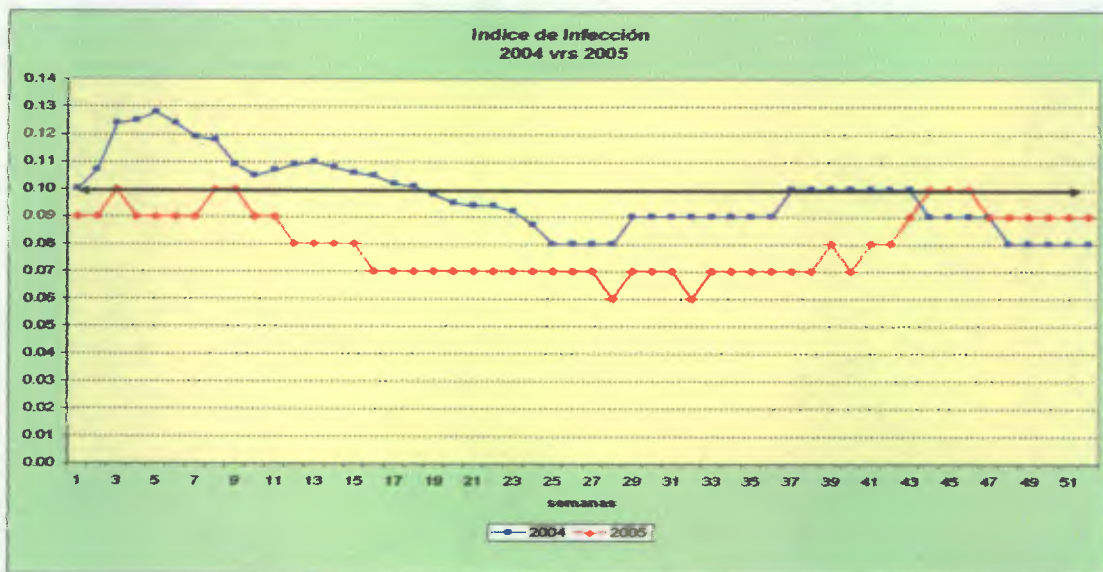
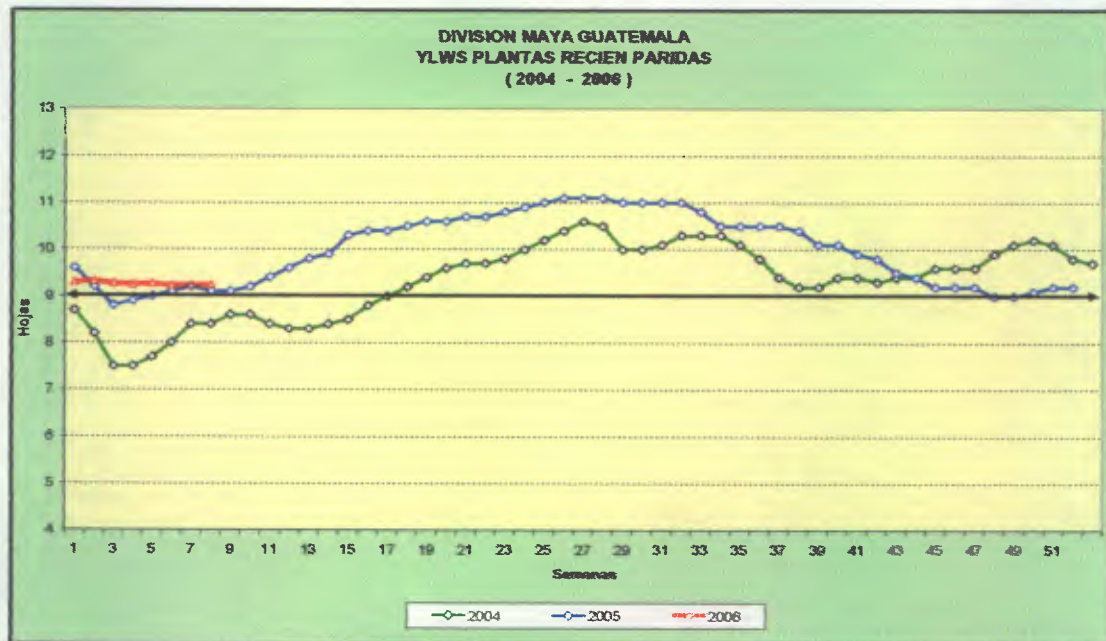


FIGURA 19. Índice de infección.

### 10.7 YLWS

Youngest leaf with symptoms (promedio de la hoja más joven con síntomas). Esta es la hoja más joven con síntomas visibles desde el suelo. Normalmente son estrías del estado 2 y 3 que se pueden identificar desde el suelo y se estima a través de conteos visuales realizados por personal capacitado para este tipo de estimaciones. El YLWS nos indica la calidad del control en hojas jóvenes y del avance de la Sigatoka negra, porque el YLWS se toma también en las edades de 49 y 70 días



**FIGURA 20. YLWS plantas recién paridas.**

## 10.8 YLS

Youngest leaf spotted (promedio de la hoja más joven con síntomas). Es el promedio de la hoja más joven con más de 10 manchas con centro grisáceo, lo cual es el último estado de desarrollo de la Sigatoka negra y la estimación al igual que en YLWS lo realiza personal capacitado por conteos visuales.. En el estado de mancha con centro grisáceo el hongo produce las ascosporas. El YLS nos da información como se controla la Sigatoka negra, en hojas ya de mayor edad. La diferencia entre el YLS y el YLWS nos indica la velocidad del desarrollo de síntomas al estado final.

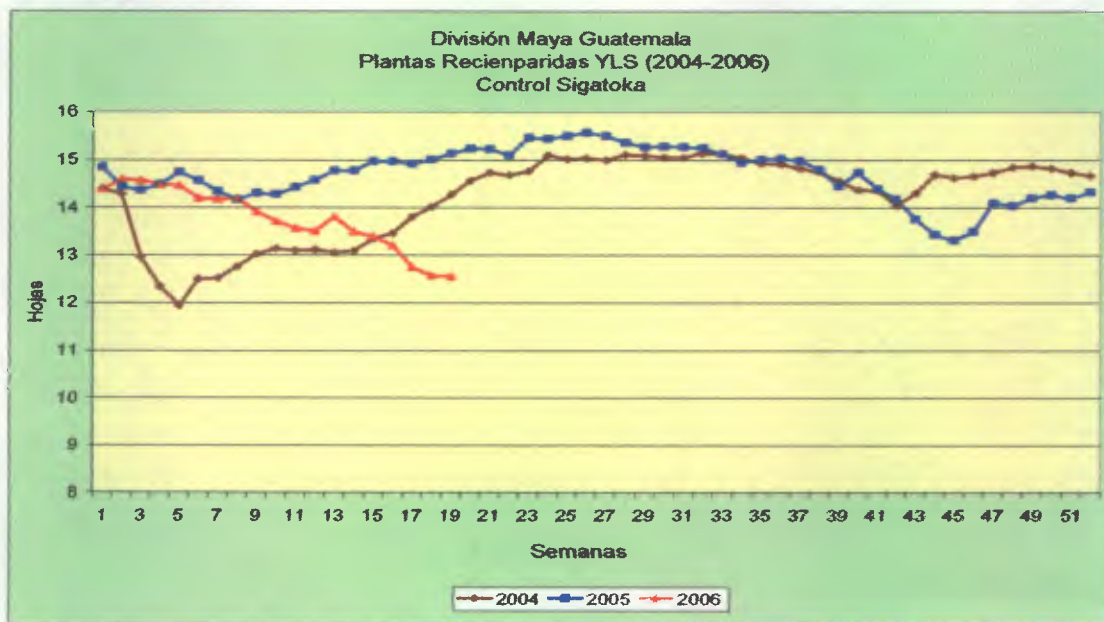


FIGURA 21. Plantas recién paridas YLS..

### 10.9 Porcentaje de plantas con un YLWS menor de 8 (% Pla. YLWS < 8)

Es un indicador temprano de cambios negativos del YLWS. Varias semanas antes que el YLWS baja a niveles críticos, el %pla. YLWS<8 son muy importantes para definir acciones preventivas a tiempo.

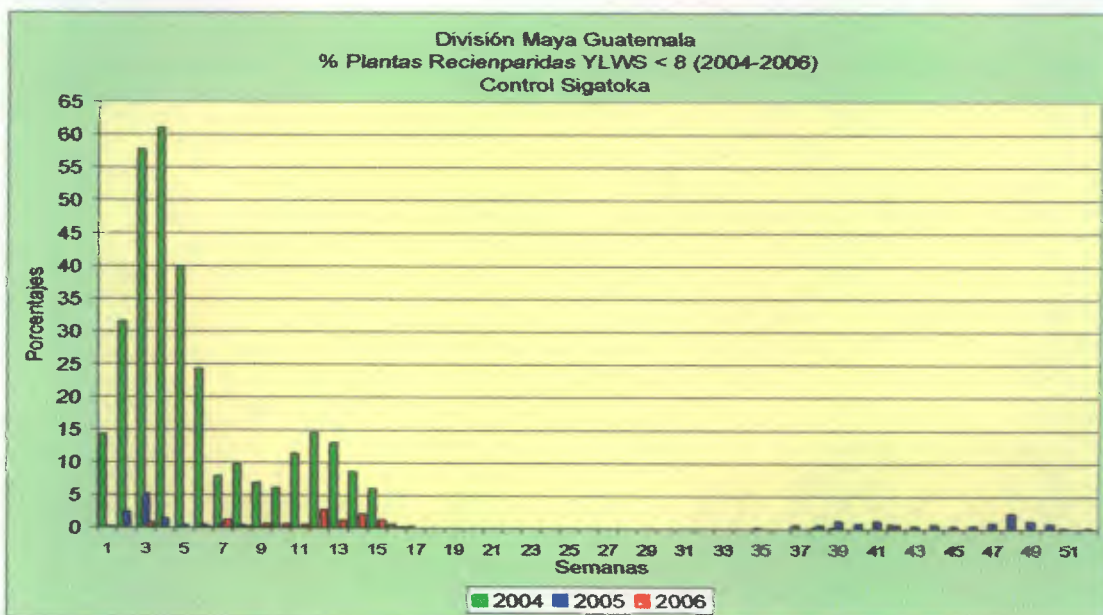


FIGURA 22. % plantas recién paridas YLWS <8

### 10.10 Porcentaje de plantas con menos de 8 hojas en grado 0-3 (G0-3<8)

Porcentaje de plantas con menos de 8 hojas en grados 0 a 3. Parecido al valor anterior, el porcentaje de plantas con menos de 8 hojas en grados 0 a 3 (con menos del 15% del área foliar afectada), es un indicador temprano de tendencias críticas del Gra 0.....3. Varias semanas antes que el Gra. 0.....3. baja a niveles críticos, el %pla. G0-3 < 8, va a subir e indicar esta tendencia negativa del Gra. 0.....3. Tanto como con la variable anterior. Las tendencias del % pla. G0-3<8 son muy importantes para definir acciones preventivas a tiempo.

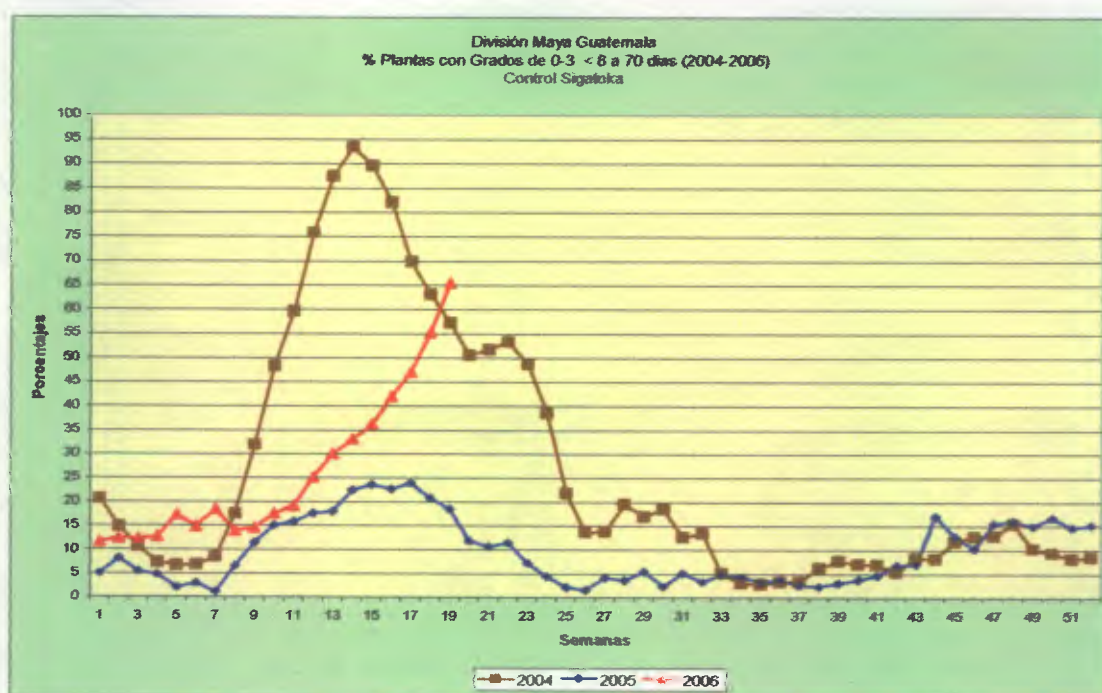


FIGURA 23. % de plantas grados 0 – 3 < 8.

### 10.11 Suma bruta (SB)

La SB viene de las observaciones del estado más desarrollado del síntoma presente y de la densidad de esos síntomas en la hoja no. 3 de plantas recién paridas. El programa da un valor numérico (peso) a cada estado del síntoma y calcula la SB. La SB refleja el desarrollo de la Sigatoka negra en una fase temprana y permite ver el desarrollo de nuevas infecciones de la Sigatoka negra varias semanas más temprano que con todos los otros

parámetros. También permite evaluar si el último tratamiento de fungicida aplicado trabajó, o no está dando un buen control. La SB puede oscilar entre 0 y 140. Se considera un valor por debajo de 50 como buen control. No obstante, la tendencia de la curva es más importante que el valor absoluto de la SB. Si la SB sigue subiendo tres semanas seguidas entrando a niveles críticos, hay que revisar el programa de aplicación de fungicidas, pues es un indicador de que hay un alto potencial para tener una fuerte infección.

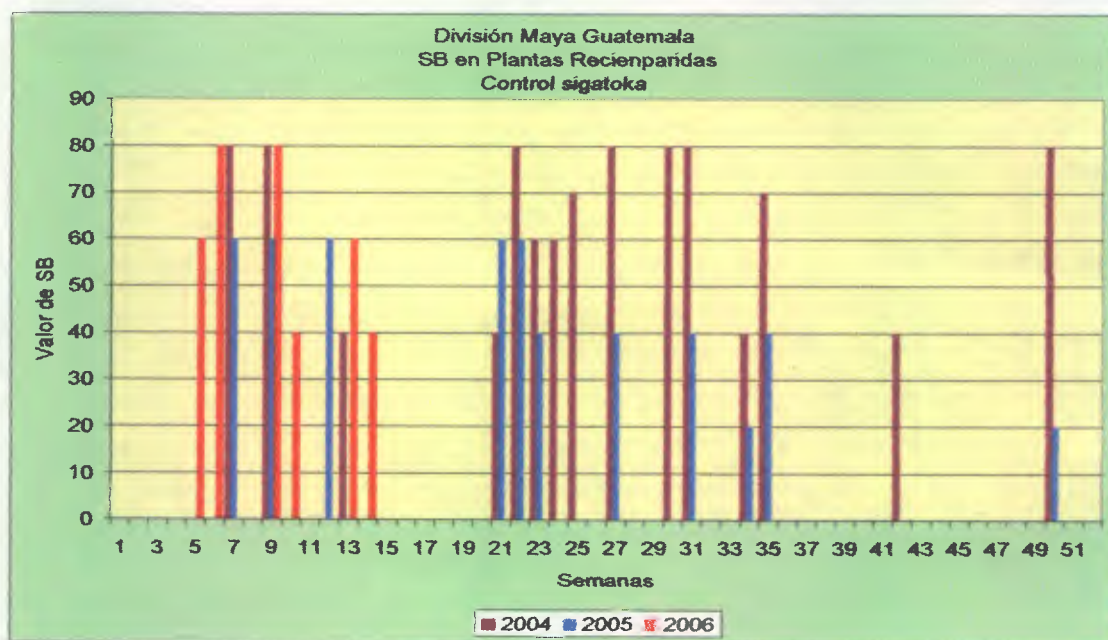


FIGURA 24. SB en plantas recién paridas.

## **11. TÉCNICAS UTILIZADAS POR LA COMPAÑÍA COBIGUA EN EL MANEJO Y CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA**

### **11.1 Manejo de la Sigatoka negra**

Para el control de la Sigatoka existen varias clases de fungicidas sistémicos muy activos: los inhibidores de esterol, morfolinas, strobilurinas. Desafortunadamente la alta actividad de dosis bajas de los productos sistémicos y la inhibición en un solo sitio del hongo es asociada con problemas de resistencia. Por ejemplo: los Benzimidazoles, benomilo y carbendacim, inhiben la división celular, atacando un solo sitio en el hongo, por eso son productos que ya han generado problemas de resistencia y están fuera de los programas de control. Los inhibidores de esterol son productos que actualmente se están utilizando intensamente en banano y en ciertas áreas han generado algunos problemas de sensibilidad del hongo. El control químico de los patógenos que afectan al banano, especialmente de *Mycosphaerella* se está volviendo más complejo y costoso.

Sin la presión de selección de aspersiones de triazoles, Strobilurinas, morfolinas, las esporas resistentes disminuyen en la población, porque no compiten eficientemente con las razas silvestres susceptibles.

Actualmente las estrategias recomendadas consisten en utilizar programas integrados con fungicidas de modo de acción en un solo sitio (Benlate, Baycor, Sico, Bankit), de multi sitio, fungicidas protectantes (mancozeb, clorotalonil) y el aceite que es fungistático. Como los inhibidores de lugares múltiples posiblemente no van a seleccionar resistencia, su uso en programa de combinación y de rotación, o ambos, con inhibidores en un sólo sitio, en la actualidad es practica común para demorar la aparición de poblaciones resistentes.

## 11.2 Control químico

### 11.2.1 Generalidades

El control químico de la Sigatoka negra, se realiza a través de aspersiones aéreas de fungicidas en las plantaciones, en función de los factores que se han venido acotando anteriormente. Es muy importante mencionar que el momento oportuno con una cobertura óptima del producto y la cantidad necesaria, juegan un papel fundamental para el control de la enfermedad.

Además de los anteriores factores, para las aplicaciones aéreas, en el cultivo del banano, se debe tomar en cuenta, la calidad de la mezcla, las condiciones del medio ambiente (lluvia, temperatura, viento, etc.), condiciones del avión (altura de vuelo, velocidad de vuelo, caudal, tamaño de gota, etc.) y además de la incidencia de la enfermedad.

El desarrollo desmedido de la enfermedad se ve favorecido por ciclos de aplicaciones inadecuadas, fungicidas y formulaciones no adecuadas y deficiencia en las técnicas de aplicación que resultan en una pobre cobertura y sumado a esto, deficiencias en el control cultural.

El control químico se considera el más efectivo, pero también el más caro, ya que el costo tiene un valor aproximado por aplicación de \$ 1100/Ha. Ya que requiere de equipo avanzado como el uso de GPS en el avión para realizar la fumigación.

De acuerdo a los muestreos realizados en el campo (YLS, YLWS, etc.) se pueden tomar decisiones de que productos químicos se pueden utilizar de acuerdo a la severidad de la enfermedad.

En la época de Invierno sistémicos o curativos:

- a. Triazoles (Baycor, Sico, Tilt, Indar, Folicur)
- b. Morfolinas (Calixin)
- c. Strobilurinas (Tega, Bankit)
- d. Benzimidazoles (Benlate, Sigma)

Estos productos penetran en la hoja. La dosis utilizada va desde 0.4 a 0.5 lts/ha. Por lo general estos productos deben de mezclarse con Aceites (Sprytex, Orchex, dosis de 7 a 9 lts/ha) más Emulsificantes (NP7, LS 100, dosis de 0.75 a 1 %).

En general la dosis de mezcla tanto de sistémicos como protectantes es de 18 a 23 lts/ha o 4.76 a 6.08 gl/ha respectivamente.

La mezcla de los productos sistémicos, lleva el orden siguiente:

- Aceite
- NP7
- Agitación por 5 minutos
- Agua al 50%
- Reposo 5 minutos hasta hacer emulsión
- Producto químico
- minutos de agitación
- Agua al 50%
- Protectante.

#### 11.2.2 Productos utilizados en el control químico

Generalmente en los programas de fumigación, los productos químicos que se utilizan van de acuerdo a la época del año: verano e invierno; donde se utilizan dos grupos de fungicidas, sistémicos y protectantes.

##### a. Protectantes

Estos fungicidas se utilizan generalmente en verano y tienen como objetivo básico, proteger la hoja más joven para evitar la germinación de esporas (ascosporas y conidias) y su penetración en la hoja.

- Mancozeb (Manzate, Dithane, Vondozeb)
- Clorotalonil (Bravo 500 y 700 y Daconil)



Estos permanecen sobre la superficie de la hoja la dosis utilizada van desde 1 a 3 lts/ha.

#### **b. Sistémicos**

Son varios los fungicidas sistémicos que a la fecha se aplican en ésta división, los cuales son mezclados con aceite y emulsificantes. La razón de mezclarlos con aceite es que éste último tiene la cualidad de penetrar dentro del tejido foliar. Los sistémicos pueden ser aplicados en verano o invierno, en verano dependiendo de la severidad del daño causado por la enfermedad y es importante el hacer notar que la dosificación de aceite deberá bajarse hasta el último nivel permitido, para evitar daños en las plantaciones.

El objetivo de los productos sistémicos es retener la intensidad y tenacidad de la enfermedad.

- Triazoles (Baycor, Sico, Tilt, Indar, Folicur)
- Formolinas (Calixin)
- Strobilurinas (Tega, Bankit)
- Benzimidazoles (Benlate)

Estos productos penetran en la hoja. La dosis utilizada va desde 0.4 a 0.5 lts/ha con mezclas con Aceites (Sprytex, Orchex, dosis de 7 a 9 lts/ha) más Emulsificantes (NP7, LS 100, dosis de 0.75 a 1 %).

En general la dosis de mezcla tanto de sistémicos como protectantes es de 18 a 23 lts/ha o 4.76 a 6.08 gl/ha respectivamente.

#### **c. Aceites y emulsificantes**

El aceite como ya se menciona ayuda a los productos sistémicos a penetrar en el tejido vegetal. Pero también tiene la cualidad de actuar como terapéutico.

El emulsificante que mantiene la tensión superficial del producto más el agua con el aceite.

### **11.3 Fórmula y dosificación de los productos utilizados actualmente en las aspersiones aéreas**

#### **11.3.1 Programas días ciclos y factores condicionantes**

La preparación de los programas de días ciclo para la aplicación de fungicidas protectantes o sistémicos, esté en función de diferentes variables de las cuales se describirán algunas a continuación: Llevar a cabo en forma correcta y eficiente los diferentes métodos de muestreo que, a la fecha, se realizan en ésta división, con el objetivo de poseer datos consistentes que reflejen realmente la dinámica de incidencia de la enfermedad en cada finca inspeccionada.

Es de suma importancia que se realicen caminamientos largos, dentro de la finca, para observar distintos factores que pudiesen influenciar una presión más fuerte de la enfermedad. Llevar un buen control sobre los factores climáticos, dentro de la finca, tales como precipitación, temperatura, humedad relativa, entre otros. Poseer un buen control basándose en los muestreos de campo y la trampa de esporas, determinar en que momento existe esporulación y dispersión del hongo, ya que cuando el tiempo es favorable para el desarrollo del patógeno, la infección aumenta a niveles peligrosos que exigen el uso de entreciclos cortos y por lo regular formulaciones más costosas, es muy importante siempre considerar el número de días desde el último ciclo, fórmula utilizada en ciclos anteriores, eficacia de la cobertura de los ciclos anteriores, época del año y estado del tiempo, poseer el historial de incidencia de la enfermedad en años anteriores, etc.

### **11.4 Metodología utilizada en la preparación de la mezcla**

#### **11.4.1 Protectantes**

- Verter la cantidad de agua necesaria
- Verter el producto.
- Nivelar con agua la capacidad del tanque o hasta el nivel de la cantidad a usar.
- Agitar constantemente desde que se le agrega el producto al agua, hasta que esté listo para cargar en el avión.

- Cuando se utiliza aceite, la metodología de preparación de la mezcla es la misma que la de los productos sistémicos que se describirá a continuación.
- Si se observa formación de espuma se deberá aplicar un antiespumante.

#### 11.4.2 Sistémicos

- Verter la cantidad determinada de aceite al tanque de mezcla
- Verter la cantidad determinada de emulsificante y agitar por 5 a 10 minutos.
- Verter la cantidad de producto y agitar por 5 a 10 minutos.
- Añadir la cantidad determinada de agua agitar por 5 a 10 minutos.
- Agitar hasta que el producto es transferido al avión.

#### 11.5 Calibración del caudal de aspersión

La cobertura, es decir, un óptimo número de gotas por  $\text{cm}^2$  sobre el blanco, la uniformidad adecuada de esta cobertura, el tamaño de las gotas, una buena recuperación del producto aplicado, la elección de las boquillas adecuadas y elegir el correcto ancho de vuelo son su traslado óptimo. Todo lo anterior requiere de otro factor de igual importancia imperativa: la cuidadosa y correcta Calibración del Caudal que expresamos en  $\text{lt}/\text{min}$  (1).

Solamente una calibración correcta da la garantía de aplicar la dosis adecuada en el campo.

#### 11.2.3 Cálculo del caudal

Los siguientes factores tenemos que tener en cuenta:

$r$  = ancho de vuelo = distancia entre dos ejes de vuelo en m.

$d$  = velocidad del avión durante la aplicación en MPH, kph, kts

$a$  = volumen de aplicación en  $\text{l}/\text{ha}$

La formula para calcular el caudal es la siguiente:

$$\text{Caudal} = f \text{ (l/min)} = \frac{r \quad d \quad a}{\text{Factor de conversión}}$$

Caudal = f (l/min) = ancho de vuelo x velocidad de vuelo x volumen de aplicación

MPH 373

kph 600

kts 324

Definición de los volúmenes de aplicación:

Alto Volumen = AV = 50 l/ha y más

Bajo Volumen = BV = 20 – 50 l/ha

Ultra Bajo Volumen = UBV = hasta 5 l/h

(Aplicación con formulaciones especiales y sin agua).

### 11.5.2 Recomendaciones Importantes

Las aplicaciones, sobre todo las de caldos acuosos, se deben evitar entre las 10 a.m. y las 4 p.m., porque casi en todas las zonas donde se realizan con regularidad aplicaciones aéreas, sobre todo en los trópicos, hay demasiado calor y/o viento durante estas horas.

Si en la mañana hay una inversión meteorológica, los pilotos de los aviones son los primeros que la observan, entrando después de una vuelta, en la nube de aspersión de la pasada anterior. Si esto ocurre, hay que suspender la aplicación inmediatamente. Las gotas no pueden penetrar la capa de aire frío y denso de la inversión, quedando suspendidas en el aire, donde se evaporan o son desplazadas con los primeros movimientos del aire, llegando a lugares donde no se requiere aplicar.

Siempre se deben de aplicar gotas lo más grandes posible, pues son las gotas grandes las que llevan el volumen de la aplicación al campo. Para los fungicidas se utilizan ángulos de ataque de 135° y 90° y para mejorar la cobertura, se puede cambiar la orientación de las boquillas, por ejemplo cambiando de 135° a 90°, aumenta la cobertura hasta en un 35%, pero hay que tener cuidado porque disminuye la cobertura del producto aplicado por la producción de gotas más pequeñas.

El ancho de la barra de aplicación no es idéntico a la envergadura total del avión. La barra efectiva debe estar entre 70% y 80% de la envergadura total, según avión. Si se asperja dentro de la zona del vórtice, se pierde fácilmente hasta un 30% del producto aplicado, además sufre mucho la uniformidad de la aplicación.

### **11.6 Aspersiones aéreas óptimas de fungicidas en el control de la Sigatoka**

Para realizar aspersiones aéreas de fungicidas debemos tomar en cuenta varios factores, que en su integración influyen en una buena o mala aplicación. Entre otros se debe, tomar en cuenta la preparación de una buena mezcla, cobertura del producto, altura de vuelo del avión, temperatura del medio ambiente, velocidad del viento, velocidad del avión, tamaño de la gota, tipos de avión, etc.

A continuación se describen los factores de mayor influencia en las aspersiones aéreas, que utilizados en forma adecuada aseguran una buena operación:

#### **11.6.1 Altura del avión**

La altura de vuelo de los aviones debe de ser a 40 pies con base en esta se obtiene un ancho de aplicación (SWATH WIDTH), de 24 metros (80 pies), para verificar esta altura se utiliza un Clinómetro.

#### **11.6.2 Velocidad del avión**

Es necesario que la velocidad del avión no sobrepase los 188 kilómetros por hora para obtener una mejor cobertura (1).

#### **11.6.3 Temperatura del medio ambiente**

La temperatura deberá ser de 83 grados F. (28 grados C), como máximo, para evitar que a temperaturas más altas se evapore el producto aplicado, antes de caer sobre la plantación, asimismo la temperatura hace que el ángulo de las hojas se cierre, con lo que no hay buena cobertura (1).

### 11.6.4 Velocidad del viento

Es necesario no realizar aplicaciones cuando la velocidad del viento sobrepase las 2 millas/hora, ya que esto puede ocasionar que la cortina del producto se corra y se obtenga una mala cobertura.

### 11.6.5 Precipitación pluvial

Si durante la operación iniciara la lluvia, ésta se deberá cancelar. Es necesario que no haya lluvia por lo menos 2 horas después de haber aplicado un sistémico y por lo menos 8 horas, en el caso de un protectante, ya que los productos podrían lavarse.

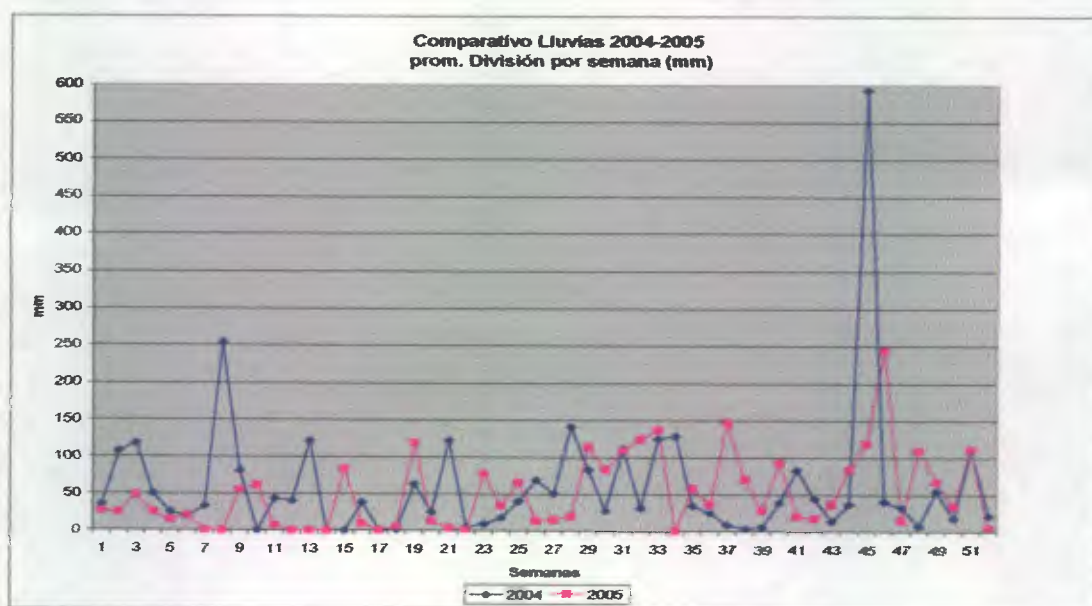


FIGURA 25. Promedio de Lluvia de los años 2004 – 2005 (Mm.) a nivel de División Cobigua

## 11.7 Condiciones climatológicas necesarias para realizar aspersiones aéreas de los fungicidas

### 11.7.1 Condiciones climatológicas

Es de suma importancia observar las condiciones climatológicas durante, y después de una aplicación en el campo. Son factores muy decisivos para el éxito o el fracaso de una aplicación, ya que tiene una influencia directa, positiva o negativa, sobre la uniformidad de la aplicación (CV) y la cobertura del producto (%) aplicado.

Los factores que más se tienen que observar son:

### 11.7.2 Humedad Relativa del aire (HR)

Es un factor limitante para las aplicaciones de caldos acuosos. Si la HR baja a 60% o menos, la pérdida del caldo por evaporación es muy alta.

Aplicaciones de fungicidas a UBV con formulaciones adecuadas, no son afectadas por una HR baja, ya que los solventes de estas formulaciones no se evaporan a la intemperie. Se recomienda las aplicaciones acuosas con una HR del 70% o más.

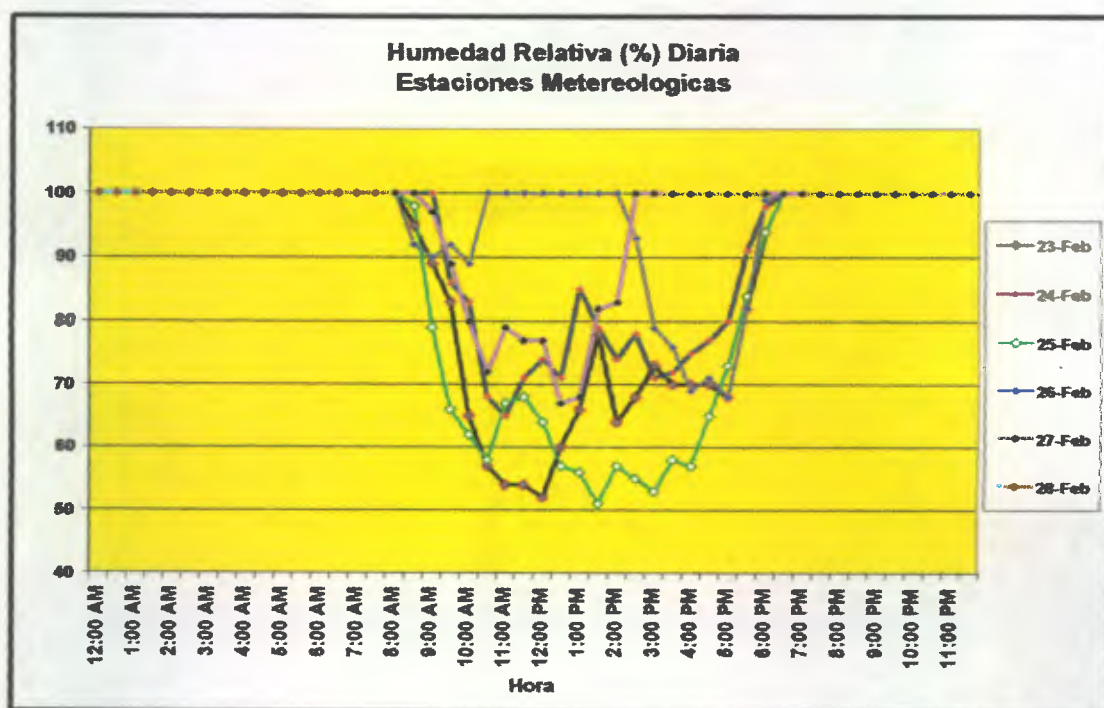


FIGURA 26. Humedad Relativa diaria (%)

### 11.7.3 Temperatura del aire (°C)

Temperaturas elevadas mayores a 30°C también aceleran la evaporación. De caldos acuosos. Además, temperaturas elevadas forman térmicas, es decir, vientos ascendentes que impiden que gotas menores se depositen en los cultivos. Es un factor que también afecta negativamente las aplicaciones a UVB. Además, puede ocurrir que el cultivo sea quemado por el efecto de lupa. Se recomienda aumentar el volumen de aplicación si la temperatura del aire es mayor que 30°C., aunque este es un factor económico a considerar.

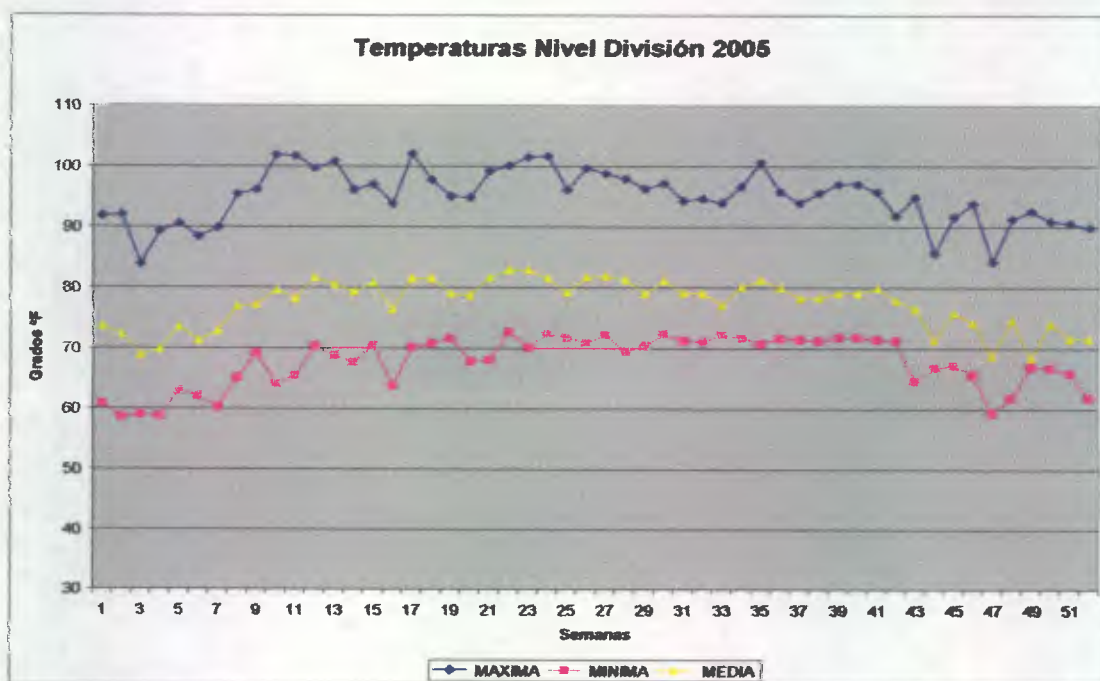


FIGURA 27. Temperatura en °F del año 2005 División Cobigua

### 11.7.4 Viento

Los vientos fuertes derivan la nube de aspersión fuera del lugar apropiado. Además las gotas quedan demasiado tiempo expuestas en el aire y se pueden evaporar. Esto ocurre con vientos fuertes mayores de 5 m/s.

Generalmente se opina que la calma es la mejor condición para efectuar aplicaciones aéreas, lo cual es un error. La mejor condición para realizar aplicaciones aéreas, es con vientos moderados de 2 - 3 m/s. Los vientos no son solamente horizontales, también forman



turbulencia hacia arriba y hacia abajo, más con el roce sobre el cultivo o el suelo, esto se aprovecha para penetrar las gotas de la aspersion dentro del dosel del cultivo.

#### **11.7.5 Estabilidad del aire**

Es el cambio de la temperatura según la altura, lo que determina si las condiciones meteorológicas son: neutrales, turbulentas o de inversión. Las condiciones ideales para la aplicación aérea son las condiciones neutrales, movimientos livianos de aire, buena cobertura, vientos moderados de 1 a 3 m/s y buena distribución. Las condiciones turbulentas son movimientos fuertes del aire (resultado del calentamiento del suelo por la insolación), cobertura mediocre, vientos fuertes de 5 m/s y más, y distribución mediocre sobre el blanco. Las condiciones no ideales para efectuar aplicaciones aéreas son aquellas condiciones de inversión, o sea, cero viento, cobertura totalmente inaceptable. Si estas fueran las condiciones, hay que evitar las aplicaciones, ya que la nube de aspersion se queda flotando en el aire y no se deposita debidamente sobre el cultivo.

### **11.8 Aplicación práctica y comercial de fungicidas en el campo**

#### **11.8.1 Recuperación y distribución del producto aplicado**

Para obtener un control óptimo en el campo es de especial importancia lograr que la cobertura de la aspersion sobre las plantas sea buena. A esto se le denomina volumen recuperado.

De hecho, nunca llega al cultivo toda la aspersion que se hace desde el avión, pero se tiene que velar por recubrir la mayor parte posible. Se expresa la cobertura del producto aplicado en porcentaje (%).

Volumen recuperado:

$$\% \text{ de recuperaci3n} = \frac{\text{Volumen recuperado}}{\text{Volumen aplicado por el avi3n}} \times 100$$

Cuadro2. % de recuperación de los productos que se asperjan desde el avión

PRODUCTOS	% DE RECUPERACION
Insecticidas	70 – 80
Fungicidas	80 – 90
Herbicidas	80 – 90

En los años 60, empresas dedicadas a la protección de cultivos desarrollaron un sistema para medir la recuperación del producto en el campo (1).

La cobertura o recuperación y la distribución del producto siempre están influenciadas por los siguientes factores:

- a) Vórtice
- b) Altura de vuelo
- c) Posición y tipo de boquillas o atomizadores en el avión
- d) Volumen de aplicación
- e) Tamaño y densidad de las gotas (DMV)
- f) Condiciones meteorológicas
- g) Ancho de vuelo
- h) Precisión de vuelo

**a) Vórtice**

La turbulencia hacia arriba provocada por las puntas de las alas en el aire es conocida como vórtice. Anteriormente esto se tomaba poco en cuenta y ciertos aviones traían barras de aplicación que sobrepasaban las puntas de las alas. Hoy en día, la mayoría de los aviones están equipados con barras de aspersión que no cubren más que el 70 – 80 % de la envergadura total de las alas. Si el caldo está asperjado dentro de la zona del ala que produce el vórtice, fácilmente se pierde hasta un 30% del producto asperjado; la aspersión es levantada hacia arriba en forma de remolino, lo que produce no sólo una baja cobertura por mayor evaporación, sino también una cobertura poco uniforme. Para reducir el vórtice, hay que cerrar las mismas boquillas, una por una, en los extremos de la barra. Los vuelos de control indicaran si hay que cerrar más boquillas.

### b ) Altura de vuelo

Volar alto favorece la deriva de las gotas, lo que resulta en un gasto de dinero y en contaminación de medio ambiente. Volar bajo produce el franjoneo y con ello, una cobertura no uniforme del objetivo con las gotas, esto resulta porque no hay tiempo para que las dos nubes de aspersión que se producen por debajo de cada ala, se unifiquen debidamente en el centro ni deja tiempo en el extremo del ala para producir un traslape adecuado. Además, el rebote del aire contra el cultivo o el suelo produce fácilmente un vórtice, aunque se hayan cerrado debidamente las boquillas colocadas mas afuera.



**FIGURA 28. Altura del avión en una aplicación en banano**

### c) Posición y tipo de boquillas o atomizadores en el avión

Asperjando caldos con base de agua:

- Las boquillas de Abanico Plano producen gotas más grandes
- Las boquillas de Cono Hueco producen gotas más finas

Asperjando caldos más viscosos (por ejemplo, a base de aceite y/u otros solventes):

- La boquilla de Abanico Plano produce gotas más finas
- La boquilla de Cono Hueco produce gotas más grandes, ya que la alta viscosidad del caldo no deja ejercer su función al cuerpo de turbulencia de la boquilla.

Gotas grandes no penetran bien dentro de un cultivo; gotas más finas si penetran. Este hecho se aprovecha usando las boquillas de:

- Abanico Plano para herbicidas
- Cono Hueco para insecticidas y fungicidas.

Hay diferentes ángulos de salidas con diferentes deflectores:

- 30° = gotas grandes
- 57° = gotas medianas
- 90° = gotas pequeñas.

#### d) Volumen de aplicación

El volumen de aplicación (l/ha) o la cantidad de caldo que se quiere aplicar al cultivo tiene mucha influencia sobre varios aspectos:

Entre menos volumen, más área se puede cubrir con una carga, lo que resulta en:

- menos vuelos, menos aterrizajes y despegues
- menos tiempo para carga y carreteo
- menos tiempo para preparar las mezclas.

El volumen de aplicación también depende de los productos que se utilizan, en las aplicaciones de fungicidas sistémicos y de contacto hay diferencias. Los sistémicos necesitan una cobertura menos densa que los de contacto. Esto quiere decir que los fungicidas de contacto tienen que ser aplicados con un mayor volumen que los sistémicos.

Para reducir volúmenes mayores de 40 l/h y más se recomienda utilizar todas las boquillas. Disminuyendo de 40 a 30 l/ha se cierra cada cuarta boquilla y disminuyendo de 30 a 20 l/ha se cierra cada segunda boquilla. Siempre se empieza en los extremos de la barra de aspersión, pequeñas irregularidades en el centro, cerca del fuselaje no tiene importancia y no se recomienda el uso de boquillas por debajo del fuselaje.

**e) Tamaño y densidad de las gotas (DMV)**

Para realizar aplicaciones con la mayor cobertura posible del producto y una mínima contaminación del medio ambiente, siempre hay que aplicar con las gotas más grandes posibles.

Modificando el Angulo de la salida del caudal de las boquillas CP, para los fungicidas es de 30° a 57°. Hay que tener en cuenta que esta boquilla CP se usa sobre todo en aviones grandes con velocidades mayores de 130 MPH y hasta 165 MPH. A estas velocidades de avance, la fricción del aire sobre las boquillas es mayor y habrá que vigilar mucho en el campo que las gotas que se generan no sean demasiado pequeñas. Por esto se recomienda usarlas sobre todo con los ángulos de salida más reducidos, es decir, los ángulos de 0° a 30° (1).

**f) Condiciones meteorológicas**

Estas fueron descritas en el punto anterior.

**g) Ancho de vuelo**

El ancho de faja se refiere a la distancia de cero depósito de un lado de la cortina de aspersión a cero depósito del otro lado de la misma cortina de aspersión. La distribución a lo ancho de la faja disminuye en los dos bordes, y se corrige con el traslape adecuado, realizando los vuelos con el correcto ancho de vuelo, que es la distancia entre dos ejes de vuelos consecutivos, y es siempre menos ancho que la faja.

El ancho de vuelo depende: (1)

- del tipo de avión
- del tipo de aspersión, es decir, del producto que se aplica
- de la altura de vuelo.

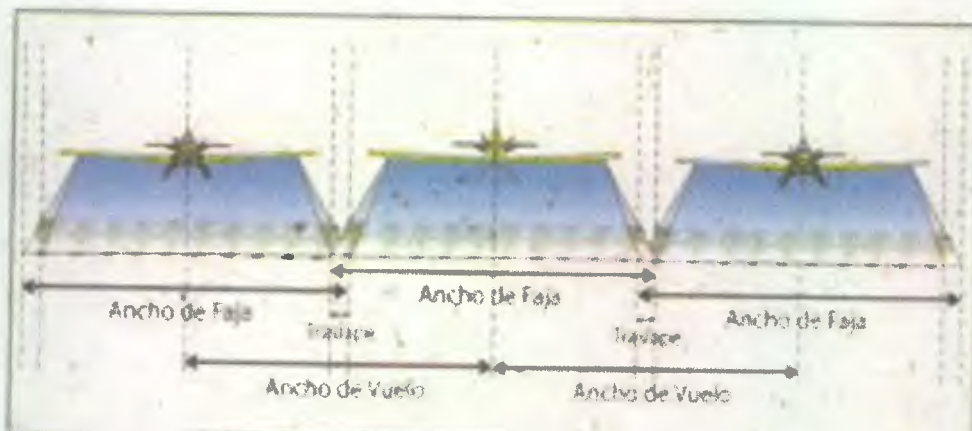


FIGURA 29. Ancho de vuelo en una aplicación aérea

#### h) Precisión de vuelo

Anteriormente se trabajaba con sistemas que no eran muy precisos, pero eran adecuados para el tratamiento de áreas muy grandes, muy a menudo para aplicaciones a UBV. Más adelante se afinaron los sistemas y llegaron a ser más precisos. Se empezó a usar el sistema del "Automatic Flagmen", para establecer este sistema en un área, había que construir una buena cantidad de torres que emitían ondas, estas ondas eran recibidas por el avión que estaba equipado adecuadamente. El piloto tenía enfrente una instalación de luces que le dirigían a una distancia preestablecida y que correspondía al ancho de vuelo establecido (1).

Hoy día se trabaja con sistemas electrónicos. El más conocido y usado es el GPS = Global Position System. Este sistema trabaja actualmente con hasta 12 satélites, necesita la señal de 3 satélites como mínimo para poder volar con precisión. El avión debe de estar debidamente equipado, recibe las señales directamente de los satélites y guía al piloto sobre cualquier área a tratar, el piloto establece primero una línea de referencia y después puede volar a una distancia preestablecida, equivalente al ancho de vuelo escogido, tanto a la derecha como a la izquierda de esta línea de referencia, tantas veces como lo necesite y con una precisión de 20 cm. de desviación.

Además el mismo sistema mide y anota:

- la velocidad de vuelo durante la aplicación
- la desviación de la línea de aspersión
- la distancia y el tiempo en que se asperjó en una pasada
- el tiempo total asperjado
- la altura de vuelo
- la cantidad de caldo asperjado: l/min., l/pasada, l/ha, l/total.

En la figura 29 se muestra la gráfica (en color verde) en donde la computadora del avión va marcando las líneas de referencia, para que el piloto pueda realizar las aplicaciones con mínimo margen de error entre cada pasada en vuelo razante. Y la carta de información que sirve como referencia con los datos del piloto, tipo de avión, tipo de aspersión, producto utilizado y otros datos que puedan ser necesarios para llevar un archivo de las aplicaciones de fungicidas realizadas durante la época.

La computadora va marcando las líneas que muestran cada pasada del avión

15°37'

PILOTO:	Adelky Casado
AVION:	TG-WIT
PRODUCTO:	Sico + Dithane 60 SC
HECTAREAS:	307.00
LITROS APLICADOS:	5,526
SOBRE-LITRAJE:	0
% AREA MUERTA	4.24
VOLUMEN:	18 Lt/Ha
HORA INICIO:	06:10:00 a.m.
HORA FINAL:	07:46:00 a.m.
FINCA:	CV I, CV II y Uthe
BLOQUE:	B
OBSERVACIONES:	Se tiene presupuestado un 18% de A. muerta

15°36'



Figura 30. gráfica de una aspersión aérea contra sigatoka

## 11.9 Sensibilidad

Sensibilidad del hongo causante de la Sigatoka negra a los fungicidas utilizados en su control.

El hongo causante de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) es capaz de desarrollar subpoblaciones de cepas que son resistentes a los fungicidas que se utilizan en su control. Esto conlleva a que la eficacia de los tratamientos con fungicidas se reduzca considerablemente, y con algunos fungicidas puede significar que no se vuelvan a utilizar en los programas de control. Las consecuencias prácticas de la pérdida de sensibilidad o el desarrollo de una alta frecuencia de cepas resistentes a los fungicidas, es la pérdida



inmediata o paulatina del efecto curativo de los fungicidas y un aumento en la frecuencia de aplicaciones que implica un incremento al costo del control de la enfermedad.

Por las razones anteriores, el monitoreo de la sensibilidad de fungicidas es muy importante para el diseño de estrategias de manejo de la resistencia en las áreas donde esta existe y donde no se ha detectado para prevenir su desarrollo y alargar la vida útil de los fungicidas. Los monitoreos para evaluar la sensibilidad, es necesario realizarlos cada 4 meses durante el año. Los fungicidas sistémicos: Calixin, Baycor, Sico, Bankit, Tega, Impulse y Sigánex, aunque son más efectivos que los protectores, son más vulnerables al desarrollo de resistencia. Un programa integrado del uso de rotaciones, o mezcla de fungicidas de diferentes modos de acción reduce el riesgo de perder su efectividad.

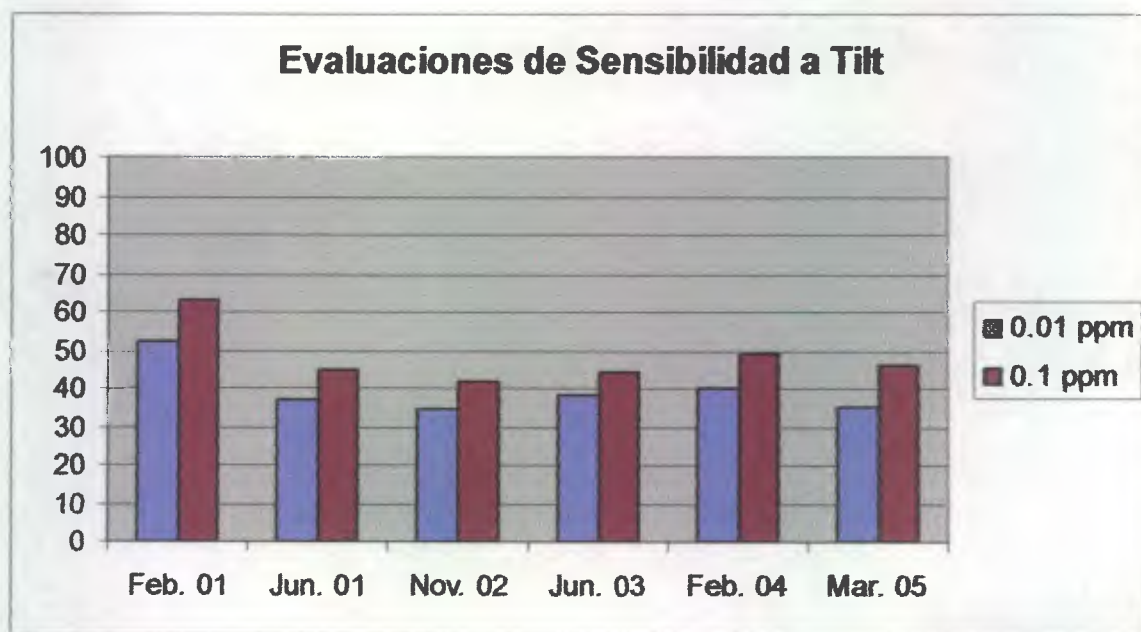


FIGURA 31. Sensibilidad de Tilt a 0.001 I 0.1 ppm del 2001 – 2005

### **11.10 Manejo de resistencia a fungicidas**

Las recientes reuniones de FRAC han dado sus recomendaciones de uso para cada grupo de productos utilizados en el control de la enfermedad y para cada área de cada región. Algunas de las consideraciones mencionadas son:

- a. Para el grupo de los triazoles se recomienda utilizar 8 aplicaciones al año.
- b. Para el grupo de las formolinas se recomienda la utilización de 12 ciclos al año
- c. El grupo de Strobilurinas tienen recomendado para esta área solamente dos aplicaciones al año.
- d. Es recomendable la utilización de mancozeb en cada una de las aplicaciones de fungicidas sistémicos como antiresistencia.
- e. Es recomendable la utilización de dosis completa en cada una de las aplicaciones de sistémicos.
- f. Es importante el acompañamiento de aceite agrícola en cada una de las aplicaciones de fungicidas sistémicos para ayudar en la efectividad del mismo.
- g. El uso de mezcla/rotación con otros fungicidas de otro grupo de acción
- h. Importante darle seguimiento a los monitoreos de sensibilidad de áreas por lo menos tres veces por año.
- i. En época de verano generar un periodo libre de utilización de sistémicos.

#### **11.10.1 Toma de muestras**

El procedimiento para la recolección de muestra de hojas para el análisis de sensibilidad de los fungicidas utilizados en el control de la sigatoka negra, se debe de realizar de la siguiente forma: el tipo, tamaño y forma que deben ser colectadas y empacadas las muestras de las hojas, debe de ser uniforme. El tejido de la hoja debe ser necrótico (seco) con infección en masa, tomado de hojas que aun tengan área verde, de plantas de cualquier edad.

El tejido con infección en masa da la posibilidad de tener cantidad suficiente de esporas. En este tejido, en el centro de cada lesión se pueden observar puntitos negros o grises donde están contenidas el mayor número de ascosporas.



**FIGURA 32.** Toma de muestra de tejido necrótico.

Para la recolección de muestras se deben tomar dos cables por finca, y cada uno será considerado una muestra individual. Se deben de tomar muestras de más o menos quince plantas distribuidas en todo el cable, siguiendo un patrón en zig-zag. La muestra debe estar constituida por áreas de tamaño de 4x4 pulgadas (10 x 10 cm.) y únicamente del tejido necrótico y secado al ambiente. Las muestras se colocan en un sobre de papel manila, anotando el nombre de la finca, cable y fecha (4).



**FIGURA 33.** Infección en masa (nótese los puntitos oscuros)

Si ha llovido, hay que secar las muestras a temperatura ambiente antes de empacar. No tomar muestras de hojas sobre el suelo, evitar coleccionar muestras en orillas de carretera, ya que estas muestras están cubiertas de polvo (4).

## **11.10 Mancha de la fruta por aplicaciones aéreas de fungicidas (Specklin del fruto)**

### **11.10.1 Severidad del Speckling del Fruto (SF)**

En algunos meses del año, particularmente durante la época lluviosa, se rechazan racimos de banano para fruta de exportación en plantas empacadoras debido al Speckling del fruto (SF), cuyos síntomas se manifiestan en la cáscara. Los síntomas consisten en pizcas o pecas con un centro café-rojizo o café-oscuro, poco perceptible a simple vista con un diámetro que no alcanza 1 mm exhibidos por frutos en todos los estados de desarrollo. El punto necrótico está rodeado por un halo acuoso de hasta 3 mm en diámetro. El SF pareciera concentrarse más en la parte superior del dedo hacia la corona (pedúnculo), que en otras partes del mismo. Con frecuencia, otras manchas cafés de distintos tamaños con o sin halo, o manchas acuosas o aceitosas, se reconocen también como SF. Otros patógenos, insectos, ácaros, factores fisiológicos y agroquímicos, individualmente o en conjunto podrían incidir sobre la fruta y causar distintos síntomas de SF. Para determinar la severidad del SF se utiliza la escala tradicional con cuatro grados (Fig. 34) (2).

#### **Grado 0: Limpio o Leve**

Con pocos síntomas, pizcas acuosas de <1 mm en diámetro, color café-rojizo o café-oscuro con halos verde-oscuro, próximos a la corona.

#### **Grado 1: Bajo**

Nivel bajo de severidad. Los síntomas cubren hasta una tercera parte del dedo, incluyendo el ápice.

#### **Grado 2: Moderado**

Nivel moderado de severidad (fruto aún aceptable para la exportación); pizcas café-rojizo a café-oscuro, más numerosas en el tercio superior (cerca de la corona) e inferior (cerca del ápice) o que cubren en total hasta la mitad del dedo.

### Grado 3: Severo

Nivel alto de severidad (manos individuales o todo el racimo se rechazan en la planta empacadora); pizcas café-rojizo o café-oscuro con un diámetro  $< 1$  mm y con halos acuosos verde-oscuro, con coalescencia parcial, muy densa en mas de la mitad del dedo.

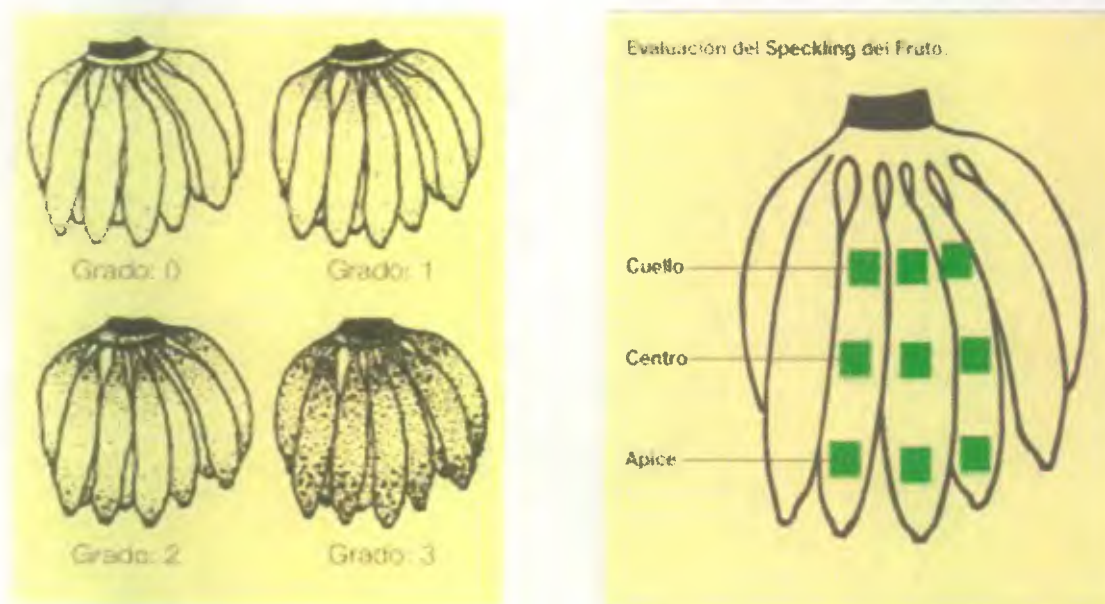
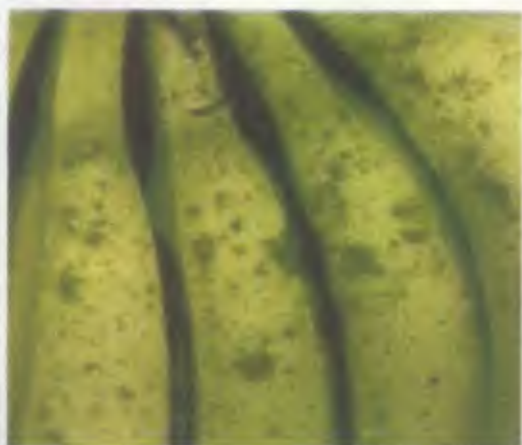


FIGURA 34. Grados de speckling o pecas y evaluación.

La severidad de SF natural depende también de las condiciones ambientales. La lluvia, alta humedad relativa, alta temperatura y condiciones generales desfavorables para el desarrollo de la planta o el racimo, pareciera jugar un papel importante en la expresión de los síntomas; también en plantaciones con cosecha programada o en plantaciones nuevas con alta densidad de población en donde la humedad relativa es alta debajo del follaje, la severidad del SF es mayor que en plantaciones viejas. La severidad siempre es mayor durante y después del periodo de fuertes lluvias y menor en el periodo de menor precipitación lluviosa (2).

Otros tipos de síntomas son causados por el impacto directo de agroquímicos empleados en el combate de la Sigatoka Negra, tales como el aceite, fungicidas, adherentes,

emulsificantes y hasta fertilizantes foliares, solos y en mezclas. En general, si la técnica de aplicación es apropiada, poca fruta se perdería por daños en la cáscara. Se recomienda siempre bajarle la bolsa al racimo, para que no tenga contacto con estas aplicaciones de agroquímicos.



**FIGURA 35. Spekling químico en el fruto.**

La severidad de SF químico está influenciada principalmente por la temperatura y la humedad relativa. Con la temperatura alta y el sol brillante, especialmente durante las aspersiones tardías de la mañana, el riesgo de "quema" química se incrementa en comparación con días nublados sin sol y con temperaturas baja. Los síntomas de daños químicos son evidentes a las 4 horas después de la aplicación, de a.C. en adelante puede cambiar su apariencia pero no su número (2).

### **11.11 Control cultural**

A continuación se describen algunas prácticas culturales de mayor importancia, que se realizan en la compañía Cobigua y que al no llevarlas a cabo en forma adecuada, pueden crear condiciones favorables para el desarrollo de la Sigatoka.

#### **11.11.1 Drenaje**

El objetivo principal de la red de drenaje es evacuar o sacar toda el agua del área de cultivo para brindarle a las plantaciones bananeras mejores condiciones de desarrollo, con

esto se evitan estancamientos y posteriores pudriciones de la semilla, así como proveer de oxígeno a las raíces de las plantas de banano, además al existir mal drenaje la humedad ambiental se mantiene más alta, y esto contribuye a una mayor esporulación y germinación de esporas de Sigatoka, que luego penetran en las hojas e inician el daño típico de la enfermedad.

También es necesario decir que, en áreas con mal drenaje la parición de las plantas se retarda, y el crecimiento es más lento, por lo tanto una planta está expuesta durante mayor tiempo a la incidencia de la enfermedad.

La red de drenaje, es la construcción de todos los canales que evacuarán las aguas de la plantación, principiando con el desfogue general, hasta los canales terciarios y sangrías.



**FIGURA 36. Sangría de la red de drenaje en banano.**

Un buen suelo bananero es aquél que por sus condiciones físicas y de origen, debe tener un buen drenaje interno, que evacue los excesos de agua rápidamente, y que el nivel freático se mantenga a no menos de 1.80 m de profundidad, y en estratos muy húmedos o saturados a una profundidad menor de 1.20 m



**FIGURA 37. Canal secundario**

El distanciamiento entre canales es muy importante para la pronta evacuación del agua, para canales secundarios este espaciamento va de 100 a 150 m; mientras que el espaciamento entre terciarios está en función de la textura del suelo. En un suelo de textura arenosa la separación debe ser mayor entre ellos, no así cuando son suelos de textura arcillosa, el distanciamiento entre canales terciarios varía desde 25m en suelos arcillosos o pesados hasta 50 m en suelos arenosos.

Es de suma importancia que cada vez que se construya un drenaje nuevo o sea repasado un drenaje ya existente, distribuir la tierra para evitar mantener montículos de tierra dentro de la plantación y evitar provocar pozas de agua al momento de llover y con esto evitar problemas de aguas estancadas.

#### **11.11.2 Deshoje**

Tres son las maneras en que ayuda el deshoje en el control de sigatoka.

- a. Se reduce la fuente de inóculo, al ser cortadas las hojas, ya que las esporas que son formadas en la parte de la lámina foliar que queda en contacto con el suelo y tienen pocas posibilidades de ser arrastradas por el viento.
- b. Se reduce la infección que pudieran causar las esporas, al mantener una hoja infectada en la planta.



- c. Al caer la hoja al suelo inmediatamente, los microorganismos saprofitos inician la descomposición de los tejidos vegetales, por lo tanto las esporas que estuviesen en la hoja, al ser destruida ésta última, también mueren.

#### **11.11.2.1 Deshoje (sanidad) y/o Despeje**

Consiste en cortar al ras las hojas dobladas de las matas solteras o paridas en las cuales crecen o esporulan hongos o incuban insectos dañinos a la planta de banano.

El deshoje de despeje consiste en eliminar las hojas que pueden estar causando daño con el roce sobre el racimo. Para realizar esta labor, el trabajador corta la tripa o placenta en todas las matas recién paridas usando una vara con cuchilla y gancho, tira el capote hacia atrás y corta al ras las hojas dobladas y la punta de las hojas vecinas que puedan tocar el racimo.

El objetivo de esta practica es proporcionar una buena fitosanidad a la plantación, evitar daños físicos al racimo y eliminar posibles fuentes de inóculo.

El despeje se realiza semanalmente y se exige que las hojas cortadas se dejen en el centro de la calle y no en drenajes, ni en la base de la planta. Actualmente esta actividad se está realizando en la labor de protección de fruta, para aprovechar realizar el despeje sin herramienta es decir, con la mano, esta labor su forma de pago es por pieza.

#### **11.11.2.2 Deshoje de Sigatoka**

Se entiende como deshoje de sigatoka a la remoción parcial o total de todas aquellas hojas que presentan la sintomatología de la enfermedad, es decir hojas con manchas grises bien desarrolladas llamadas pizcas, con manchas negras y con un halo amarillento en su alrededor (quema). El objetivo de esta labor es reducir o eliminar la fuente de inóculo, y evita que se disemine la enfermedad.



FIGURA 38. Deshoje de Sigatoka.

Esta labor consiste en eliminar aquella hoja que presente más del 50% del área foliar con la sintomatología (sigatoka), y las hojas que presentan menos del 50% se despuntan o deslaminan las áreas dañadas; las hojas que están dobladas se cortan al ras del pseudotallo para evitar que en los pedúnculos se deposite agua que permita un ambiente óptimo para el desarrollo del hongo y esta hoja cortada evitar que no caiga en los drenajes o al pie de la planta, sino al centro de la calle del surco.

Cuando la incidencia de la enfermedad de sigatoka es fuerte y el deshojador no cumple en realizar bien la labor por la mucha quema, entonces se realiza otra labor llamada cirugía, la cual consiste en repasar el cable donde ya paso el deshojador, quitando solo la parte dañada (quema), haciendo despunte y deslamine.

El deshoje de sanidad es imprescindible para reducir la fuente de inóculo, y son labores que se realizan dentro de las plantaciones que maneja cobigua y que son recomendables

### 11.11.2.3 Deshoje en plantas no paridas

En plantas no paridas no se deben de cortar más de dos hojas por ciclo, que tengan más de del 50% de infección, al presentar la hoja, solo quema en la punta u orillas, estas deben de ser despuntadas o deslaminadas, las hojas dobladas deben ser cortadas y no se consideran en las dos que son permisibles cortar, las primeras hojas angostas y cortadas de los hijos de espada no se deben considerar como hojas normales; éstas deberán también eliminarse si poseen manchas de sigatoka.

### 11.11.2.4 Deshoje en plantas paridas

Se deben quitar hasta un máximo de dos hojas que posean un 50% o más de superficie no funcional, debido a la quema por sigatoka, no se deberán quitar hojas, aunque tengan infección de sigatoka en un 50% o más, en las plantas en las cuales el color de cinta de cosecha está calibrando o barriendo esa semana, las plantas deben quedar, al momento de la cosecha, con un mínimo de 6 hojas funcionales.



FIGURA 39. Deshoje de Sigatoka en plantas paridas.

### 11.11.2.5 Criterio para determinar la hoja dañada que debe cortarse

La hoja debe considerarse como dañada cuando la lámina presenta áreas secas, amarillas o con amarillamiento u orillas de la vena dañada por sigatoka en más del 50%. Al coalescer las manchas en la vena central y secar el tejido del resto de la lámina paralela a esa área dañada no se considera ya funcional. Es importante supervisar y capacitar a los

trabajadores que llevan a cabo la labor de embolsar, ya que en ocasiones ellos quitan o cortan hojas funcionales que les estorban a la hora de realizar el trabajo, en el caso del despeje de protección sucede muchas veces que el trabajador corta hasta tres hojas funcionales innecesariamente. Por lo tanto la supervisión deberá tener mucho cuidado en que se realice bien esta labor, para que se lleve a cabo la labor en forma eficiente.

### **11.12 Control de malezas**

Es de suma importancia mantener un buen control de maleza dentro de la finca, las malezas ayudan a mantener un ambiente de mayor humedad y con esto coadyuvan a favorecer el desarrollo de la enfermedad.

Las malezas se controlan por medios mecánicos y químicos. El control mecánico es muy costoso ya que requiere de mucha mano de obra y no se obtiene un control prolongado por eso es necesario el uso del control químico de acuerdo al tipo de maleza que se encuentre en cada área de la finca, ya sean gramíneas, u hoja ancha, se pueden combatir en forma selectiva o caso contrario, utilizando el producto adecuado para el tipo de maleza. Es importante considerar la dosis, calidad del agua, tipo de boquilla, la época del año, etc. El herbicida se aplicará de acuerdo al estado físico de la plantación puede ser de cuatro semanas (herbicida de contacto) o seis semanas (modo de acción sistemático). Se elabora un programa para saber cuanto se tienen que recorrer por semana, el área total de la finca se divide entre el número de semanas de reingreso. El total de hectáreas por semana debe de trabajarse hasta finalizar el año.

#### **11.12.1 Control de malezas en plantilla**

El control de malezas en una plantía es de mucha importancia para minimizar el desarrollo de la Sigatoka negra, debido a que el microclima que se forma en las plantillas, las hojas están más cercanas al suelo, estas son propensas a ser infectadas. Inicialmente se pueden hacer chapeos manuales para evitar que los herbicidas quemen las hojas de las plantas jóvenes, aunque sale muy costoso se hace necesario ya cuando la plantía tiene una altura adecuada que no le afecte su follaje, se utiliza el control químico, entre estos están:

sistémicos (125 CC/bomba) y de contacto (175 a 200 CC/bomba). Estos deben de utilizarse cada cuatro o seis semanas, dependiendo del grado de la maleza.

#### 11.12.2 Control de malezas en plantación establecida

El control de malezas es mucho más práctico en una plantación establecida, pueden tener ciclos que van desde cuatro, seis y ocho semanas dependiendo del tipo de herbicida que se decida aplicar, ya sea de contacto o sistémico, también juega un papel fundamental la época del año y las condiciones climáticas. Existen casos en que el área de cultivo aparecen malezas difíciles de controlar por poseer ya sea tallo semi leñoso, savia lechosa, hojas cerosas, etc., lo recomendable en estos casos es arrancarla en forma manual o utilizando productos químicos con adherentes.



FIGURA 40. Control de malezas.

#### 11.12.3 Regulación de la población y su distribución

La cantidad de plantas de banano por unidad de área se encuentra determinada por el tipo de suelo y otros factores que afectan el crecimiento de la planta. La poda es la operación que regula la densidad y la distribución. Para que las aspersiones de los fungicidas sean lo más uniformes posibles y que cubra la mayoría de las hojas, es

indispensable mantener una buena densidad y distribución, en donde existen matas agrupadas hay muchas plantas que no reciben uniformemente la aplicación por lo tanto hay mayor incidencia de esporas y por ende mayor infección. En el cultivo del banano la poda o deshije es la técnica de seleccionar en cada unidad de producción el hijo más vigoroso con la mejor orientación o ubicación con relación al mejor espacio o claro y a la secuencia o carrera que tendrán los otros hijos de las matas vecinas, eliminando los indeseables. La poda o deshije debe mantener una secuencia ideal madre, hijo y nieto en cada unidad de producción para lograr los objetivos de máxima producción por unidad de área, fruta con buen peso de alta calidad y lo más importante para el control de sigatoka es mantener una óptima densidad de la población con relación al tipo de suelo, con esto evitaremos la competencia entre plantas por luz, agua y nutrientes, además el objetivo es tener plantas mas sanas que logren soportar la infección de agentes patógenos.

### **11.13 Precorte**

El precorte es una actividad que consiste en recolectar o cosechar racimos que reúnen características deseables de edad y calibre, previamente establecidas, con el objeto de obtener el máximo aprovechamiento por unidad de área.

En áreas con problemas de infección o "calientes", las hojas que generalmente presentan más área afectada por la enfermedad son las de las plantas más viejas.

Con el propósito de reducir inóculo en el área, aprovechar al máximo los racimos por área, evitar maduros, entre otros; es recomendable adelantar la cosecha. El precorte se puede conseguir bajando el grado de corta en 1, 2 o 3 puntos, en áreas con infección o incluyendo cintas más jóvenes con infección, todo con el objetivo de que esa fruta se corte por adelantado y se evite, contenedores maduros en el mercado exterior.

### **11.14 Destalle**

En áreas con altas infecciones o fuera de control, es muy importante destallar o botar las plantas incluyendo los racimos que poseen menos de 6 hojas funcionales, es decir

que aunque la planta tenga mas de 6 hojas pero exista una alta infección, es necesario hacer esta práctica y evitar con esto infectar otras áreas que presenten menos o ninguna infección.

### 11.15 Fertilización

Los programas de fertilización dentro de la finca, realizados correctamente en cuanto a métodos de aplicación, dosificaciones y cumplimiento de programas es de suma importancia aunque indirectamente, en el control cultural integrado de la enfermedad.

Plantas mejor alimentadas poseen más resistencia a la enfermedad, que plantas raquíticas y mal nutridas, la planta de banano requiere que el suelo tenga cantidades suficientes de todos los elementos esenciales y que éstos se encuentren en forma asimilable. El banano es un cultivo intensivo cuya producción de fruta de calidad es continua durante todo el año, es necesario reponer aquellos elementos que debido a esta producción son extraídos del suelo por la planta y exportados en esa fruta a los mercados consumidores.

Para el programa de nutrición se hacen estudios de análisis de suelo y análisis foliares para detectar los niveles de nutrientes tanto en el suelo como en la planta y con base en estos recomendar los programas necesarios para mantener altos niveles de producción. Los elementos que necesita aplicarse en altos volúmenes anuales son el nitrógeno y potasio. Además de fertilizar con nitrógeno (urea) y potasio (cloruro o sulfato de potasio), los elementos que más se utilizan son mezclas físicas o químicas (N, K, Mg, S, Zn, Mn, B, Mo, Cu). Estas mezclas se utilizan en dosis de 111 gr/planta y se fertilizan durante las 52 semanas del año en ciclos de cada 4 semanas, y así obtener las mejores condiciones de crecimiento en el cultivo y lograr una mayor producción de cajas por ha por año. Actualmente existen dos formas de fertilizar

- Manual o localizado (en banda alrededor del hijo)
- Aéreo (por avión)

Actualmente en la división se utilizan estas dos formas de fertilizar, aunque los mayores volúmenes de fertilizante se aplican en forma manual el cual resulta ser el más eficiente para la aplicación del fertilizante para la planta, ya que el material se coloca

exactamente en el lugar deseado. Su forma de aplicación consiste en aplicar al frente del hijo de cultivo o de sucesión de la unidad de producción en un semicírculo que se inicia desde la base del hijo hasta 90 centímetros hacia el exterior distribuido uniformemente, con este sistema se pretende aplicar el fertilizante en la zona más densa de raíces y con ello obtener un máximo aprovechamiento del mismo.



**FIGURA 41. Fertilización.**

Además de la aplicación en el suelo, también se hace en forma foliar donde se utilizan nitrato de potasio con una dosis de 0.6 kg. /Ha (600 gr/ha) y nitrato de zinc con una dosis de (220 cc/ha), estos se mezclan con los fungicidas protectores de tipo mancozeb en las fumigaciones aéreas para el control de la sigatoka negra.

## **12. NUEVA TECNOLOGÍA IMPLEMENTADA POR LA COMPAÑÍA COBIGUA PARA EL CONTROL DE SIGATOKA**

### **12.1 Inclusión de nuevas tecnologías**

#### **12.1.1 Proceso de mejoramiento en Bandereo.**

- a. Banderas móviles (Banderas hechas con bambú con un cono blanco en la punta, para su movilización se utiliza personal en tierra).



- b. Sistema de microondas (Flying flagman) Señal con microondas, con torres receptoras para triangulación
- c. Sistema GPS con antena diferencial. La antena sirve para corregir desviaciones de la señal. Ya incluye pantalla en blanco y negro para que el piloto pueda observar su ubicación en la finca. El uso de esa antena tiene un costo \$ 2,000 al año. También incluye una válvula automática de control de flujo.
- d. Sistema GPS sin antena diferencial. No se paga la cuota de uso de antena diferencial incluye barra de luces de alta intensidad, pantalla dentro de la cabina a colores, control de flujo automático.

#### **12.1.2 Proceso de mejoramiento de equipo de aspersión**

- a. Atomizadores AU 3,000 (muy pesados)
- b. Atomizadores AU 5,000 (más livianos, pero restan velocidad al avión)
- c. Atomizadores AU 5,000 con deflector (mejoran la influencia del viento en el rompimiento de la gota)
- d. Boquillas CP (incluye deflector y selector) (mejoran la recuperación de producto y se mejora la velocidad por menor resistencia del equipo con el viento. El mantenimiento es mas barato.

#### **12.1.3 Evaluación de calidad de aplicación**

Evaluación de calidad de aplicación tomando como factores de evaluación, velocidad del avión, error de aplicación, altura de vuelo, volumen de aplicación. El valor de calidad exigido es mayor o igual a 98 %.

#### **12.1.4 Inclusión de la válvula variable inteligente**

Esta válvula se encarga de dosificar el volumen de mezcla aplicada por área y regula dependiendo la velocidad del avión dicho volumen. Incluye el uso de prescripción de mapas programado en Arc View.

### **12.1.5 Freno eléctrico en bomba centrífuga**

Las bombas centrífugas impulsadas por el aire al inicio se cerraban con una palanca de mano. La nueva tecnología incluye el uso de un freno eléctrico, el cuál se cierra y abre con un botón. Este sistema es más rápido y eficiente para evitar pérdida de producto en las entradas y salidas de aplicación.

## **13. EXPERIENCIAS VIVIDAS EN EL MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA, EN EL ÁREA NORTE DE GUATEMALA.**

### **13.1 Manejo de sensibilidad**

El análisis de sensibilidad en el uso de los productos es crucial en el manejo del programa. A manera de experiencia es necesario realizar tres muestreos en el año para evaluar sensibilidad el primero, tiene que realizarse antes del inicio del periodo de lluvias para incluir o no incluir los productos que ya no son eficaces tomando de base un 70 % de efectividad. Además se ha incluido el uso de dos productos de diferente modo de acción para contrarrestar los bajos valores de sensibilidad de los productos. También se ha incluido la mezcla de productos que no generan problemas de sensibilidad por su modo de acción, con otros productos a manera de manejar los bajos valores de sensibilidad y mantener su efectividad de los productos por mayor tiempo. En el manejo de sensibilidad se ha incurrido en mayor costo, ya que los programas se han incrementado de \$300 a \$ 400 por hectárea año.

### **13.2 Cirugía de área foliar con daños**

Aparte de la deshoja normal de Sigatoka se ha incluido la práctica de cirugía en áreas con alta incidencia de Sigatoka la cual ha sido favorable para ayudar a reducir el inóculo de la enfermedad y ayudarle al programa de control químico en su efectividad. También ha ayudado a mejorar la vida verde de la fruta cosechada.

### **13.3 Manejo del programa**

Busca incluir los productos más eficaces y los menores días ciclos en los periodos de mayor precipitación, son estrategias que están dentro de los procedimientos del manejo del programa.

### **13.4 Precorte de fruta con alta incidencia de Sigatoka**

Áreas con alta incidencia de Sigatoka se adelanta la cosecha una semana para evitar pérdida de fruta y minimizar el riesgo de maduración temprana. También ayuda a bajar el inóculo de la enfermedad.

### **13.5 Manejo de la red de drenaje.**

La inclusión de sangrías y ranflas hay ayudado, sobre todo en áreas de alta incidencia de Sigatoka, a disminuir las condiciones propicias para el desarrollo de la enfermedad.

## **14. PLANTILLA DE CONTEO ESPORAS**

Se ha observado que el parámetro de medición en la captura de esporas por metro cúbico es 1,000 lo cual indica que si se está arriba en este parámetro se tienen las condiciones ideales para la esporulación (Temperatura y humedad relativa), en ese momento se deben ocupar los mejores productos en base a los análisis de sensibilidad y cerrar los días ciclos de las aplicaciones para evitar una infección fuerte de Sigatoka en la plantación. Si se está por debajo de este parámetro se puede utilizar días ciclos entre productos mas abiertos, y se pueden utilizar programas de protectores (lo cual ayuda a manejar los problemas de sensibilidad).

## 15. BIBLIOGRAFÍA

1. Bayer Crop Science, GT. 2003. Manual de aplicación aérea. Guatemala. 47p.
2. Pasberg Gauhl, C. 2000. El specklin del fruto de banano en la zona Atlántica de Costa Rica. San José, Costa Rica. BASF. 27 p.
3. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
4. Tropical Operation Center, CR. 1999. Manual para toma de muestras de hojas con sigatoka negra. San José, Costa Rica. 2 p.
5. United Brands Company, HN. 1979. Bananos Manual para controlar sigatoka. Tela, Honduras. 82 p.



V. B. Rolando Barria



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES  
 -IIA-



Ref. I004/006

DOCUMENTO DE GRADUACIÓN: "EXPERIENCIAS EN EL MANEJO DE SIGATOKA NEGRA  
 (*Mycosphaerella fijiensis*), EN EL AREA DE ENTRE  
 RIOS, PUERTO BARRIOS"

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE: PEDRO NAVICHOC CALITO

CARNE: 8415405

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Frefy Hernández Ola

El asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, enmarcado en el "PROGRAMA EXTRAORDINARIO PARA LA REALIZACIÓN DE TESIS DE GRADO PARA LA CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO", Aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Agronomía, según el Punto Cuarto del Acta No. 43-98 de sesión celebrada el 17 de septiembre de 1,998.

Ing. Agr. Frefy Hernández Ola  
 ASESOR

Ing. Agr. MSc. Marino Domínguez García  
 DIRECTOR IIA

IMPRIMASE

Dr. Ariel Abderramán Ortiz López  
 DECANO

MB/prr.  
 Control académico