

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

“EXPERIENCIA EN EL MANEJO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE PLATANO (Musa AAB, Simmonds) DE EXPORTACIÓN EN AREAS COMERCIALES DE LA EMPRESA COBIGUA, EN LA COSTA SUR DE GUATEMALA.”

TESIS

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

POR

ISRAEL DAVID ASENCIO ESQUIVEL

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2004.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

DR. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
SECRETARIO	Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez O.
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	M.E.P. Juvencio Chom Canil
VOCAL QUINTO	M.E.P. Byron Humberto González C.

Guatemala, septiembre de 2004.

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

Señores miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

“EXPERIENCIA EN EL MANEJO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE PLATANO (Musa AAB, Simmonds) DE EXPORTACIÓN EN AREAS COMERCIALES DE LA EMPRESA COBIGUA, EN LA COSTA SUR DE GUATEMALA.”

al presentarlo como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en sistemas de producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,

Israel David Asencio Esquivel

ACTO QUE DEDICO

A:

JESUCRISTO

Señor y razón de mi vida.

MIS PADRES

Encarnación Asencio Asencio
Adela Escalante Esquivel de Asencio (Q.E.P.D.)
Gracias por su enorme sacrificio.

MIS HERMANOS:

Mario, Rosa Vilma, Armando (Q.E.P.D.) y Olga Lidia.
Gracias por ayudarme.

MI ESPOSA

Alida Judith Sagastume Palma de Asencio
Gracias por compartir en todo momento.

MIS HIJOS

David Alejandro Asencio Sagastume
Dahianna Alejandra Asencio Sagastume
Por ser la razón de mi lucha cotidiana.

MIS CUÑADOS

Rolando René y Sergio Rolando.
Gracias por su apoyo.

MIS SOBRINOS

A todos con mucho cariño.

MIS TIOS

A todos con cariño, en especial a: Salvador Alberto
y Abelardo.

TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS TODOPODEROSO

Gracias por tu obra de concederme la vida.

JUTIAPA

Tierra que me vio nacer.

MI PATRIA

Guatemala.

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**LA FACULTAD DE AGRONOMIA****LA COMPAÑÍA DE DESARROLLO BANANERO DE GUATEMALA, S.A. (BANDEGUA).****LA COMPAÑÍA BANANERA GUATEMALTECA INDEPENDIENTE, S.A. (COBIGUA).****MIS ASESORES**

Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

Ing. Agr. Janer Oliver Galindo Jordán

AGRADECIMIENTOS

A:

Ing. Agr. Msc. PEDRO PELAEZ REYES, por la orientación en el presente trabajo de tesis.

Ing. Agr. JANER OLIVER GALINDO JORDAN, por permitirme realizar el trabajo de campo de esta investigación en la Compañía.

Ing. Agr. JOSE LUIS CUSTODIO CONTRERAS, por compartir su conocimiento y experiencia.

Ing. Agr. JORGE ALBERTO PELAEZ REYES, por concederme la oportunidad de iniciar en el campo laboral.

Ing. LUIS HERNÁNDEZ, por compartir sus experiencias.

Ing. Agr. OSCAR KURT AJANEL, por su apoyo en todo momento.

A todas aquellas personas de que de una u otra forma colaboraron en la realización de esta tesis y de mi carrera.

ÍNDICE

INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEÓRICO	3
3.1 MARCO CONCEPTUAL	3
3.1.1 HISTORIA DEL CULTIVO DE PLÁTANO	3
3.1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CULTIVO	3
3.1.3 CLASIFICACION TAXONOMICA	5
3.1.4 HISTORIA Y DISTRIBUCIÓN DE LA ENFERMEDAD DE SIGATOKA NEGRA	5
3.1.5 CLASIFICACIÓN DE MICOSPHAERELLA FIJIENSIS	6
3.1.6 IMPORTANCIA ECONOMICA	6
3.1.7 AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN	7
3.1.8 ASPECTOS IMPORTANTES DE LA ENFERMEDAD DE SIGATOKA NEGRA	7
3.1.8.1 SINTOMAS Y EPIDEMIOLOGÍA	7
3.1.8.2 CICLO DE LA ENFERMEDAD DE SIGATOKA NEGRA	8
3.1.8.3 PRODUCCIÓN DE INOCULO	9
3.1.8.4 LIBERACION Y DISPERSIÓN DE INOCULO	9
3.1.8.5 GRADIANTE DE DISPERSIÓN	10
3.1.8.6 RELACION INCIDENCIA-SEVERIDAD	10
3.1.9 CONTROL DE LA ENFERMEDAD DE SIGATOKA NEGRA	11
3.1.9.1 CONTROL CULTURAL	11
3.1.9.2 CONTROL QUÍMICO	11
3.1.10 HISTORIA Y DISTRIBUCIÓN DE LA ENFERMEDAD DE MOKO	12

3.1.11 CLASIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE LA ENFERMEDAD DE MOKO	12
3.1.12 INFECCIÓN Y SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD DE MOKO	14
3.1.13 DISEMINACIÓN Y HOSPEDEROS DE LA ENFERMEDAD DE MOKO	15
3.1.14 CONTROL DE LA ENFERMEDAD DE MOKO	15
3.2 MARCO REFERENCIAL	18
3.2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO	18
3.2.2 CONDICIONES EDÁFICAS	18
3.2.3 VÍAS DE ACCESO	18
4. OBJETIVOS	19
5. METODOLOGÍA	20
5.1 MUESTREO DE CAMPO DE SIGATOKA NEGRA	20
5.2 DESCRIPCIÓN DE ESTADÍOS DE DESARROLLO DE SIGATOKA NEGRA	21
5.2.1 ESTADÍO 1	21
5.2.2 ESTADÍO 2	21
5.2.3 ESTADÍO 3	22
5.2.4 ESTADÍO 4	22
5.2.5 ESTADÍO 5	22
5.2.6 ESTADÍO 6	22
5.3 COMO EVALUAR SIGATOKA NEGRA	22
5.4 GRADOS DE SEVERIDAD	22
5.5 CONTEO DE HOJAS	23
5.6 PARÁMETROS PARA JUZGAR EL DESARROLLO DE SIGATOKA NEGRA	23
5.6.1 TOTAL DE HOJAS POR PLANTA	23
5.6.2 GRADO 0..3	23
5.6.3 GRADO 4+5	23
5.6.4 INDICE DE INFECCIÓN	23
5.6.5 YLWS	24
5.6.6 YLS	24

5.6.7 % PLANTAS CON YLWS MENOR A 8	24
5.6.8 % PLANTAS CON GRADO 0..3 MENOR A 8	24
5.7 MUESREO DE CAMPO DE LA ENFERMEDAD DE MOKO	25
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
6.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS PREVALECIENTES EN LA ZONA DE TRABAJO	26
6.1.1 TEMPERATURA	26
6.1.2 PRECIPITACIÓN	27
6.1.3 HUMEDAD RELATIVA	28
6.1.4 VELOCIDAD DEL VIENTO	29
6.2 DETERMINACIÓN DE LA SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD EN LA ZONA DE LA COSTA SUR	30
6.2.1 HOJA MAS JOVEN CON MANCHA (YLWS)	30
6.2.2 HOJA MAS JOVEN CON QUEMA (YLS)	31
6.2.3 TOTAL DE HOJAS POR PLANTA	32
6.3 ELABORACION DEL PROGRAMA DE CONTROL DE SIGATOKA NEGRA	32
6.4 ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS FUNGICIDAS	33
6.5 IMPLEMENTACIÓN DE MONITOREO DE MOKO	34
7. CONCLUSIONES	35
8. BIBLIOGRAFÍA	36
9. ANEXOS	37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Taxonomía del plátano	5
Cuadro 2: Taxonomía del agente causal de Sigatoka Negra	6
Cuadro 3: Características diferenciales de los cinco tipos de <i>Ralstonia solanacearum</i> Raza 2	13

Cuadro 4: Malezas hospederas asociadas al cultivo de plátano de la Raza 2 de <i>Ralstonia solanacearum</i>	15
Cuadro 5: Dosis de Glifosato al 25% de solución para diferentes edades	17
Cuadro 6: Estadios de desarrollo de Sigatoka Negra	20
Cuadro 7: Resumen de aplicaciones anuales desarrolladas para el manejo de Sigatoka Negra	33
Cuadro 8 "A": Cuadro de registros, utilizado en la evaluación de Sigatoka	38
Cuadro 9"A": Boleta de campo para el registro de la detección de Moko	39
Cuadro 9"A": Boleta de campo para el registro de la detección de Moko	39
Cuadro 10 "A": Descripción del programa para el control y manejo de Sigatoka Negra incluyendo los costos	40
Cuadro 11 "A": Fungicidas y aceites usados para el control de Sigatoka Negra	41

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fluctuación de la temperatura media en la zona platanera de la Costa Sur, Guatemala	26
Figura 2. Fluctuación registrada por la lluvia en la zona platanera de la Costa Sur	27
Figura 3. Fluctuación de la Humedad Relativa promedio en la zona de trabajo	28
Figura 4. Fluctuación de la velocidad del viento en la zona de trabajo	29
Figura 5. Hoja mas joven con síntomas visibles (manchas)	30
Figura 6. Hoja mas joven con tejido necrótico inicial (quema)	31
Figura 7. Total de hojas por planta en edad recién paridas	32
Figura 8: % de inhibición producido por los fungicidas sistémicos, utilizados en el control de la Sigatoka Negra, en la Costa Sur de Guatemala	33
Figura 9 "A": Estadios en el desarrollo de <i>Myosphaerella fijiensis</i> Var. diformis	42

"EXPERIENCE IN THE HANDLING OF THE MAIN ILLNESSES IN THE CULTIVATION OF BANANA (Muse AAB, Simmonds) OF EXPORT IN COMMERCIAL AREAS OF THE COMPANY COBIGUA, IN THE SOUTH COAST OF GUATEMALA."

"EXPERIENCIA EN EL MANEJO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE PLATANO (Musa AAB, Simmonds) DE EXPORTACIÓN EN AREAS COMERCIALES DE LA EMPRESA COBIGUA, EN LA COSTA SUR DE GUATEMALA."

RESUMEN

La Sigatoka Negra *Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis* es actualmente la enfermedad foliar más destructora que se conoce en el cultivo de banano y plátano. La misma se ha diseminado en la mayoría de las regiones plataneras de todo el mundo. Este es un revés importante que afecta la metodología de un sistema de producción de menor costo, que anteriormente requería de pocos insumos y cuidados, donde las plantas crecían con relativa facilidad.

Antes de la emergencia de la inflorescencia, una planta sana puede presentar de 14 -16 hojas que son suficientes para llevar el racimo a su madurez fisiológica. En las condiciones de la Costa Sur de Guatemala, el número de hojas a la cosecha en promedio es de 10 hojas, las cuales son suficientes para una madurez normal. Cuando las plantas son severamente afectadas pueden tener de 4 a 5 hojas funcionales a la madurez del racimo y aún menos. En casos de alta infección las plantas solo presentan 2 a 3 hojas a la cosecha y a veces ninguna. Esto ocasiona racimos pequeños, madurez prematura, pulpa de los racimos ligeramente rosada, sabor y aroma anormales, los cuales limitan la calidad para exportar.

Además existe otra enfermedad potencial para este cultivo, la cual es la enfermedad de Moko en plátano ocasionada por la bacteria *Ralstonia solanacearum* que esta ampliamente distribuida en las regiones bananeras y plataneras del mundo. Esta constituye una amenaza constante al cultivo, que de no tomarse las medidas de control adecuadas, puede destruir totalmente una plantación.

En el área cultivada con plátanos para la exportación a través de la Compañía Bananera Guatemalteca Independiente, S. A., en la Costa Sur de Guatemala, se tienen actualmente un total de 3000 hectáreas de cultivo, donde fue necesario establecer programas de control para

estas enfermedades, con costos adecuados para los productores y que presenten un buen manejo.

El presente trabajo se desarrolló en la zona de influencia y consistió en determinar mediante monitoreos de campo, el comportamiento de las condiciones climáticas, el comportamiento de la enfermedad, así como el establecimiento de las frecuencias de aplicación de los fungicidas utilizados en el control de esta enfermedad. Desarrollándose un programa acorde a las condiciones de clima, estados fenológicos del cultivo y agresividad de la enfermedad, el cual permitirá el manejo de las áreas de producción de plátano de exportación, establecidos en la Costa Sur de Guatemala.

Introduciéndose la metodología de evaluación semanal para la detección de la incidencia de la Sigatoka Negra, mediante la capacitación a supervisores de campo, lo cual permite en la actualidad tomar una decisión de manejo acorde al área que reporte este problema.

Puesto que los fungicidas son nuestras armas para el combate de la enfermedad, se implementó un monitorio trimestral de los fungicidas sistémicos, para determinar el grado de sensibilidad que presentan los mismos respecto a la enfermedad, con lo cual se toma una base para separar las aplicaciones de un fungicida que se detecte con un descenso, en el % de inhibición de la enfermedad.

Para la enfermedad del Moko se estableció y adaptó la metodología de monitoreo en banano, hacia las plantaciones de plátano de exportación, también se seleccionó desinfectantes para la prevención de la bacteria causante de esta enfermedad.

1. INTRODUCCIÓN

La Sigatoka Negra *Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis* es actualmente la enfermedad foliar más destructora que se conoce en el cultivo de banano y plátano. La misma se ha diseminado en la mayoría de las regiones plataneras de todo el mundo. Este es un revés importante que afecta la metodología de un sistema de producción de menor costo, que anteriormente requería de pocos insumos y cuidados, donde las plantas crecían con relativa facilidad.

Antes de la emergencia de la inflorescencia, una planta sana puede presentar de 14 -16 hojas que son suficientes para llevar el racimo a su madurez fisiológica. En las condiciones de la Costa Sur de Guatemala, el número de hojas a la cosecha en promedio es de 10 hojas, las cuales son suficientes para una madurez normal. Cuando las plantas son severamente afectadas pueden tener de 4 a 5 hojas funcionales a la madurez del racimo y aún menos. En casos de alta infección las plantas solo presentan 2 a 3 hojas a la cosecha y a veces ninguna. Esto ocasiona racimos pequeños, madurez prematura, pulpa de los racimos ligeramente rosada, sabor y aroma anormales, los cuales limitan la calidad para exportar.

La enfermedad de Moko en plátano ocasionada por la bacteria *Ralstonia solanacearum* esta ampliamente distribuida en las regiones bananeras y plataneras del mundo. Esta constituye una amenaza constante al cultivo, que de no tomarse las medidas de control adecuadas, puede destruir totalmente una plantación. Desafortunadamente, no existe ninguna variedad resistente hoy día en las variedades comerciales que se cultivan en todo el mundo. El manejo de la enfermedad para este cultivo está dirigido a la detección oportuna de las plantas enfermas, su eliminación inmediata, evitar la diseminación del patógeno por medio de herramientas utilizadas en las diferentes labores del cultivo, como son: extracción y preparación de la semilla, poda, deshoje sanitario y de protección de la fruta, deshije, cosecha. Asimismo, se practica el desbellote manual para evitar la transición por insectos atraídos por las flores masculinas.

En el área cultivada con plátanos para la exportación a través de la Compañía Bananera Guatemalteca Independiente, S. A., en la Costa Sur de Guatemala, se tienen actualmente un total de 3000 hectáreas de cultivo, donde ha sido necesario establecer programas de control para las principales enfermedades, con costos adecuados para los productores y que presenten un buen manejo. El presente trabajo se desarrolló en la zona de influencia y consistió en determinar mediante monitoreos de campo, comportamiento de las condiciones climáticas, que fungicidas y desinfectantes así como frecuencias de aplicación usar en las diferentes épocas del año.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Existe el problema cultural en la zona, ya que no se han preocupado por la disminución del inoculo mediante la realización de practicas culturales, que permitan disminuir el desarrollo del hongo, como por ejemplo una buena densidad poblacional, drenaje agrícola, deshoje y control de malezas, así como un buen deshoje de Sigatoka.

Por las razones anteriores ha sido necesario plasmar en el presente documento, la descripción de las diferentes prácticas, en la que se incluyen los costos reales y el uso correcto de agroquímicos, para minimizar la incidencia de las principales enfermedades del cultivo de plátano y evitar riesgos de resistencia a un menor costo.

Actualmente en la zona debido al mínimo conocimiento que se tiene de la enfermedad de Moko *Ralstonia solanacearum*, ha sido necesario implementar clínicas de campo para capacitación de todos los productores y peones agrícolas de todo lo relacionado con prevención y tratamiento de la segunda enfermedad de importancia en el cultivo de plátano.

El uso adecuado de los equipos de aspersión terrestre, es otro de los factores importantes que se han tenido que implementar para lograr estandarizar calibraciones y dosis adecuadas en la operación de control de Sigatoka Negra.

El uso adecuado de los equipos de inyección y tratamiento correcto de plantas enfermas con Moko, así como medidas de cuarentena importantes para tener buen control.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 HISTORIA DEL CULTIVO DE PLATANO

En el caso del origen de la planta de plátano, al igual de lo ocurrido con otras especies cultivadas, es poco lo que se conoce al respecto, de tal manera que este continua siendo un misterio. Se ha considerado a la península de Malaya, como probable centro de origen, tanto de *Musa balbisiana* como de *Musa acuminata*, cuyos cruzamientos dieron origen a todas las variedades comestibles conocidas en América (3).

Algunos clones del genero *Musa* de frutos comestibles, fueron introducidos desde Asia por comerciantes tanto al África como Asia Menor. Quizá los primeros introductores al continente africano vía Madagascar, a mediados del primer milenio después de Cristo (3).

Los portugueses aparentemente llevaron clones del África Oriental a la Costa Occidental aunque varios ya habían sido introducidos a través del continente por tribus nómadas.

Así mismo introdujeron clones a las islas Canarias después de 1402. En cuanto a la introducción a América el cronista Oviedo sostiene que el plátano fue llevado desde la gran Canaria a Santo Domingo por Fray Tomás de Berlanga en 1516; sin embargo, también se llegó a decir que procedía de Almería, Granada (3).

3.1.2 DESCRIPCION GENERAL DEL CULTIVO DE PLATANO

Entre las especies cultivadas de mayor preponderancia ecoómica, el plátano, *Musa AAB* Simmonds, es una de las más usadas en la alimentación humana, la cual ha adquirido en las últimas décadas una gran importancia en los mercados de Europa y Norte América. El plátano a diferencia de otros cultivos de importancia económica, se cultiva a todo lo largo de la Costa del Pacífico y Costa del Atlántico, desde 0 hasta 2000 metros sobre el nivel del mar dentro de un rango de temperatura comprendido entre los 17 y 35 grados centígrados (3).

Existen diferentes clones de plátano comestibles, pero de acuerdo a su uso en la alimentación humana y comercialización de la fruta, cinco son los más cultivados y explotados. Tres son los conocidos comúnmente como Dominico, Dominico-Hartón y Hartón que poseen dominancia del genoma *acuminata* (AAB), son los mas explotados tanto a escala familiar como comercial, mientras que los otros dos restantes denominados Cachaco y Pelipita con dominancia del genoma *balbisiana* (ABB), no tienen comercialización sino únicamente a nivel familiar (3).

El clon Dominico se puede cultivar en todos los pisos térmicos comprendidos entre el nivel del mar y los 2000 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas promedios máximas de 29 grados centígrados y mínimas de 19 grados centígrados. El clon Dominico-Hartón se puede cultivar sin que afecte el tamaño del racimo y la calidad de la fruta, desde el nivel del

mar hasta los 1500 metros sobre el nivel del mar. El clon Hartón se puede sembrar de 0 hasta 1000 metros sobre el nivel del mar. La duración del ciclo vegetativo varía entre 10 y 11 meses a 20 metros sobre el nivel del mar y de 14 a 20 meses entre los 1000 y 2000 metros sobre el nivel del mar (3).

La planta de plátano al igual que la de banano son Monocotiledóneas. Es un hierba estolonífera perenne, cuyo tallo verdadero permanece corto hasta su diferenciación floral. Sus hojas, son grandes y oblongas, poseen pseudo pecíolos largos, que se ensanchan en vainas cuyo conjunto forma el pseudotallo. La inflorescencia puede ser péndula, semipéndula o erecta, con brácteas generalmente deciduas de superficie lisa ó surcada, con voluta ó más o menos imbricada en la bellota. Los nódulos florales compuestos por una ó dos líneas de flores femeninas ó hermafroditas en la parte basal y masculinas en la distal (3).

El perianto esta formado por dos tépalos, uno de ellos tubular con cinco lóbulos dentados en el ápice , dos de los cuales aparecen intercalados entre los otros tres y el segundo tépalo libre en forma de quilla y en posición opuesta al primero. Cinco estambres y ocasionalmente un sexto, pero de naturaleza rudimentaria. El ovario es ínfero, trilocular y multiovulado. El fruto es carnoso, con semillas numerosas excepción hecha de las formas partenocarpicas. Las semillas son irregularmente globosas, lenticuladas ó cilíndricas con una cámara peristemática sobre el esdosperma (3).

3.1.3 CLASIFICACION TAXONOMICA

En el cuadro 1, se presenta la descripción sistemática del plátano.

Cuadro 1. Taxonomía del plátano

Reyno	Plantae
Sub-reyno	Embriobionta
División	Magnoliophita
Clase	Monocotiledóneas
Orden	Escitaminales
Familia	Musacea
Sub-familia	Musoidea
Genero	Musa
Sección	Eumusa
Especie	Musa acuminata
Clon	AAB
Nombre común	Plátano

Fuente: Belalcázar Carbajal, SL; 1991. El cultivo del plátano Musa AAB (Simmonds) en el trópico.

3.1.4 HISTORIA Y DISTRIBUCIÓN DE LA ENFERMEDAD DE SIGAGTOKA NEGRA

La Sigatoka Negra es una enfermedad causada por el hongo de la clase de los ascomicetos: *Mycosphaerella fijiensis* la cual se identificó primero en las islas Fiji en 1964. En Centro América fue detectada por primera vez en La Lima, Honduras en 1972. Luego se diseminó al resto de países productores de banano y plátano del área incluyendo México, (1979 Costa Rica, 1980 Panamá, 1987 Ecuador, 1992 Venezuela) (3).

3.1.5 CLASIFICACION DE *Mycosphaerella fijiensis*

El agente causal de la sigatoka negra del plátano es un hongo cuya clasificación se detalla a continuación:

Cuadro 2. Taxonomía del agente causal de Sigatoka Negra

Fase sexual		Fase asexual	
Reyno	Fungi	Reyno	Fungi
División	Eumycota	División	Euycota
Subdivisión	Ascomycotina	Subdivisión	Deuteromycotina
Clase	Loculoascomycetes	Clase	Hyphomycetes
Orden	Dothideales	Orden	Moniliales
Familia	Dothideaceae	Familia	Dematiaceae
Genero	Mycosphaerella	Genero	Cercospora
Especie	Fijiensis var. diformis	Especie	Fijiensis var. diformis

Fuente: Agrios, G.N. 1996.

3.1.6 IMPORTANCIA ECONOMICA

El costo de control en la actualidad para la enfermedad y producir fruta que llene las especificaciones de calidad que el mercado internacional, se invierte alrededor de \$ 616.37¹ por hectárea por año, incluyendo el costo de los fungicidas, coadyuvantes y la operación aérea.

La pérdida de fruta, es resultado del fracaso en el control, por ser una enfermedad sumamente explosiva, cuando fallan las medidas de control, no solo se reduce el peso de los racimos, los dedos no llenan las especificaciones de calibre, sino que también se tiene que cortar y descartar fruta. Se descarta la fruta por peligro a madurez prematuramente durante el transporte y dando como resultado el origen a reclamos de calidad en todo el embarque.

¹ Costos determinados para el año 2004, según las recomendaciones que presente a productores de la zona.

3.1.7 AISLAMIENTO E IDENTIFICACION

Para aislar el hongo de los tejidos de una planta enferma, deben llevarse a cabo los siguientes procedimientos preliminares.

Esterilización del material de cristalería, mediante calor seco (de 150 a 160 grados centígrados durante una hora o más), o bien sumergido un minuto en formalina al 5% o en alcohol etílico al 95%. Todo el material de cristalería debe enjuagarse por lo menos tres veces en agua estéril.

Soluciones para tratar el tejido infestado, con el fin de eliminar los contaminantes que pudieran interferir en el aislamiento del patógeno. Alcohol etílico al 95%, el cual se usa para sumergir hojas durante 3 segundos o más.

Preparación de medios de cultivo en los que se desarrollan los hongos patógenos. Los medios de cultivo que con mayor frecuencia se utilizan son papa-dextrosa-agar (PDA), el cual es bueno para la mayoría de hongos.

El método más común para aislar el hongo de las hojas infectadas es mediante cores pequeños de 5 a 10 milímetros cuadrados a partir de la lesión infestada; se colocan en soluciones esterilizantes por 15 a 30 segundos, posteriormente los cortes se secan con trozos limpios de papel estéril y se colocan sobre un medio nutritivo.

Las características más importantes del hongo que se utilizan para su identificación son sus esporas y cuerpos fructíferos. En el caso de *Micosphaerella fijiensis* var. *diformis* produce espermacias en espermogonios, ascosporas en peritécios y conidias en esporodoquios (1).

3.1.8 ASPECTOS IMPORTANTES DE LA ENFERMEDAD DE SIGATOKA NEGRA

3.1.8.1 Síntomas y epidemiología

Todas las variedades comerciales de banano y plátano son altamente susceptibles a la enfermedad. Los síntomas se confinan a las hojas, donde las lesiones se muestran inicialmente como rayas de color café las que se tornan negras y coalescen para finalmente convertirse en lesiones necróticas. Las estrias café o negras son producidas por la fase asexual del hongo (*Cescospora fijiensis*) que es el único estado parasítico en el que se forman esporas del tipo conidia. Sin embargo, la fase sexual (*Mycosphaerella fijiensis*) se forma en las lesiones necróticas, en las que se observan sin auxilio de lentes de aumento, los cuellos emergentes de color negro de los peritécios. Dentro de estos peritécios se forman las ascosporas bícelulares, hialinas de aproximadamente 12 micras de largo y 2 micras de ancho. Bajo condiciones óptimas de alta humedad relativa, temperaturas alrededor de 25 grados y en ausencia de funguicidas, el período de incubación (tiempo transcurrido entre la infección y los primeros síntomas) es de aproximadamente 2 semanas. Mientras que el período de latencia (tiempo de infección a formación de inoculo en este caso conidia) es de aproximadamente 3 semanas. La

abundante cantidad de inoculo que se produce: conidia en las estrías café y negras ó las ascosporas en los peritécios de las áreas necróticas, hacen que la enfermedad se desarrolle con mucha rapidez. Las ascosporas se liberan con mucha facilidad después que el tejido necrótico es humedecido, mientras que las conidias de las estrías lo hacen fácilmente por el viento o salpique de agua. Las ascosporas son el inoculo mas importante en la diseminación de la enfermedad a largas distancias por el viento. Sin embargo, las conidias despreciadas por muchos epidemiólogos, son sumamente, importantes como inoculo que se dispersa por salpique dentro de la misma hoja y entre hojas dentro de la misma planta o distancias cortas entre plantas. Las conidias además, se producen en abundancia en forma permanente y mucho antes que las ascosporas, en el desarrollo de la enfermedad (1).

3.1.8.2 Ciclo de la enfermedad de Sigatoka Negra

El ciclo de vida del agente causal de la Raya Negra se inicia con la deposición de las ascosporas o conidias del hongo, que han sido liberadas por el viento, sobre las hojas libres de la enfermedad. Bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y en presencia de agua libre en la superficie de la hoja, el proceso de germinación ocurre en una hora o algo más (1).

La penetración al hospedero esta condicionada por el tiempo que dure la película de agua sobre la hoja y la humedad relativa, pero normalmente ocurre en un lapso de dos o tres días.

El periodo de incubación del hongo, en condiciones de la Costa Sur de Guatemala, es de 35 días, mientras que el periodo de latencia, ocurre a los 49 días².

Durante los meses de verano los periodos de incubación y latencia, la transición de la infección a cada uno de los síntomas y la formación de peritécios presentan una mayor duración promedio, que se refleja en un retardo en la manifestación de síntomas y por ende en la formación de conidias, peritécios y ascosporas. Las condiciones ambientales, el estado fisiológico y grado de nutrición de la planta, la virulencia del patógeno junto con la concentración de esporas o conidias, son determinantes en la intensidad de infección y la evolución a cada uno de los estados de desarrollo de la enfermedad. Es así como se pueden encontrar pizcas de Raya Negra cinco días después de inocular con una concentración muy fuerte de esporas o alargamiento de los ciclos de enfermedad por efecto de condiciones adversas (3).

² Datos determinados, mediante observaciones propias durante los años 1994-2004.

3.1.8.3 Producción de Inoculo de Sigatoka Negra

Sobre las manchas que caracterizan a la enfermedad se producen dos tipos diferentes de inoculo que corresponden al estado asexual y sexual del patógeno. Los conidióforos se forman en el campo desde el estado de estría hasta el estado de mancha. Conteos de conidióforos y conidias en cada estado de desarrollo de la enfermedad, indican que una mayor cantidad de conidióforos se producen en el segundo estado de estría.

En plátano, sobre una estría estado dos, con un área entre 7 y 30 milímetros cuadrados, pueden existir cerca de siete estomas por milímetro cuadrado, de los cuales un 75% aparecen formando conidioforos con cerca de cinco cosechas de conidias. Formaciones de solo un conidióforo en el 50% de los estomas, sugieren que la habilidad esporulativa del patógeno podría llegar a generar entre 100 y 300 conidias. El número de ascosporas está igualmente condicionado por la cantidad de estructuras del patógeno por unidad de área y ésta a su vez por factores como densidad de infección, susceptibilidad del hospedero, madurez de la formaciones fungosas y condiciones ambientales. Una forma de evaluar la capacidad esporulativa es a través de la concentración de peritécios por unidad de área, no obstante ha sido relativamente difícil de establecer en razón de la variabilidad de maduración de las estructuras fungosas y su concentración como efecto de la infección ocurrida (8).

3.1.8.4 Liberación y Dispersión de inoculo de Sigatoka Negra

La liberación de conidias es principalmente efectuada por el agua en forma de lluvia o rocío y por el viento; aunque una alta frecuencia de dispersión se presenta mediante un efecto conjunto de dos de esos factores. Gotas de lluvia que ruedan sobre las hojas, arrastran conidias a áreas, plantas u hojas, ubicadas en sitios inferiores al lugar de la lesión. Estas gotas, cargadas de conidias, eventualmente son impactadas por nuevas gotas de lluvia que logran impulsar micro gotas ascendentes que se depositan finalmente en áreas superiores de la planta o logran ser liberadas al ambiente para su diseminación eólica (3).

Las ascosporas son impulsadas por una acción de eyección simple del peritécio que las sitúa en estratos atmosféricos favorables para su diseminación. Humedades relativas superiores al 90% inducen la liberación en el ambiente por efecto de la formación de rocío o agua libre en la superficie de la hoja, favoreciéndose así la turgencia de los peritécios. Una reducción de la humedad relativa por debajo del 90% origina igualmente en condiciones sin precipitación una disminución de la liberación. Precipitaciones de baja intensidad y humedades relativas altas favorecen la presencia de esporas en el aire, mientras que lluvias mayores de 20 milímetros las restringen considerablemente (3).

3.1.8.5 Gradiente de Dispersión de la enfermedad Sigatoka Negra

En la Costa Sur de Guatemala, desde el inicio de plantaciones de banano en el área de Ocós, San Marcos, se vio la dispersión de la enfermedad en una finca de 250 hectáreas. Por efectos eólicos, la enfermedad se diseminó desde un comienzo en sentido del viento encontrándose después por toda la faja de la Costa Sur conforme ha ido la expansión del cultivo. Actualmente en toda el área del sur de Guatemala que comprende una extensión entre banano y plátano de 15000 hectáreas desde 20 hasta 750 metros sobre el nivel del mar se puede ver la presencia de la enfermedad.

3.1.8.6 Relación Incidencia –Severidad de la enfermedad de Sigatoka Negra

La información existente sobre el patógeno ha sugerido no solo el manejo mediante sistema de preaviso sino también el desarrollo de sistemas que faciliten la labor de las personas que realizan la evaluación de campo y control de la enfermedad. Por ello, el trabajo se ha dirigido a correlacionar la incidencia con la severidad del patógeno, en busca de una escala evaluativa más sencilla.

El objeto ha sido desarrollar un sistema en el cual una evaluación detallada de su incidencia permite estimar su severidad. En otras palabras, en vez de utilizar una escala de cinco grados en la cual se evalúa la infección hoja por hoja y posteriormente se establece severidad con base en el porcentaje de follaje sano o enfermo y umbral de hoja más joven con mancha, es posible efectuar un conteo total de hojas sanas y enfermas y con éste simple dato obtener el grado o porcentaje de severidad.

3.1.9 CONTROL DE LA ENFERMEDAD DE SIGATOKA NEGRA

3.1.9.1 Control Cultural

La humedad relativa, según los efectos observados, es el factor que más favorece el ataque de la enfermedad, por lo tanto, todas las prácticas agronómicas que tiendan a disminuir la presencia de agua o humedad excesiva en la plantación, contribuyen a reducir la intensidad del ataque de la enfermedad. Lo que se persigue en el control de la enfermedad es tener el mayor número de hojas funcionales al momento de la parición y de la cosecha.

Las prácticas de manejo de la plantación como lo son un buen drenaje, riego subfoliar preferentemente, buena distribución de la población, deshoje sanitario, control de edad de la fruta para un corte oportuno (3).

3.1.9.2 Control Químico

La aplicación de fungicidas para proteger las hojas jóvenes y mantenerlas sanas y funcionales la mayor parte del tiempo es la práctica principal. Una buena preparación de mezclas y cobertura en la aplicación, adecuado monitoreo de la evolución de la epidemia y la escogencia del fungicida apropiado, tampoco deben descuidarse en un programa de control. Los fungicidas utilizados los podemos mencionar en dos grandes grupos (3).

Contacto: Estos fungicidas impiden la infección, constituyendo una barrera entre el inoculo y la hoja, por lo que deben aplicarse antes de la deposición del inoculo si es que no hay redistribución de los productos de áreas tratadas a las no tratadas dentro de la misma planta. Estos fungicidas no son absorbidos ni transportados dentro de la planta. De allí que estos requieran aplicaciones más frecuentes debido a la emergencia constante de hojas nuevas. Estos fungicidas son aplicados con intervalos entre 7 y 10 días, solos o en cócteles con sistémicos (3).

Sistémicos: Son absorbidos por las hojas cuando se aplican ya sea en el envés o el haz e inhiben el desarrollo del hongo; es decir detienen infecciones ya establecidas. Aquí tenemos los grupos de morfolinas, triazoles, benzimidazoles, estrobirulinas, spiroketalaminas, pirimidinas. Los fungicidas sistémicos son aplicados con aceite en dosis que varía de 3-7 litros por hectárea. La dosis de aceite dependerá de la temperatura, estación del año y presión de la enfermedad. Durante la estación lluviosa normalmente se usan las dosis de aceite más altas (8).

3.1.10 HISTORIA Y DISTRIBUCIÓN DE LA ENFERMEDAD DE MOKO

Esta enfermedad causada por *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) comb. Nov. Tabuuchi et al., (1995)(Rs) (=Pseudomonas solanacearum, = Burkholderia solanacearum), se descubrió por primera vez en 1840 en banano y plátano Moko o Chato de donde se originó su nombre (7).

En el Hemisferio Occidental, se ha reportado en México, Guatemala, Belice, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Perú, Brasil, Ecuador, Surinam, Guayana Británica, Trinidad y Granada. Varias razas de esta bacteria también atacan el tomate, la papa, la berenjena, el chile y un gran número de malezas comunes que se encuentra comúnmente en las plantaciones bananeras y plataneras (7).

3.1.11 CLASIFICACION DEL AGENTE CAUSAL DE LA ENFERMEDAD DE MOKO

El organismo causal de la enfermedad de Moko es la bacteria *Ralstonia solanacearum*, de la cual se ha confirmado la presencia de tres razas: la raza 1 ataca la papa, el tomate, el tabaco y otras solanáceas; de las musáceas es atacado el banano diploide. La raza 2 es virulenta en el resto de musáceas, cultivadas y espontáneas. La raza 3 está restringida a solanáceas. Los plátanos y bananos triploides son atacados por lo menos por 5 tipos de la raza 2 así: D o atrofia y distorsión de plantas jóvenes, con baja virulencia en banano; B también conocido como F de Fluido, con o sin desprendimiento de pus de la flor masculina, altamente virulenta en plátanos y bananos; SFR (semi-fluido-redondo) con desprendimiento de pus de la flor masculina y alta virulencia y la H igual que la anterior, pero menos virulenta en plátanos y no virulenta en bananos; AVF fue identificada por Wood (1984) en Honduras (2).

Para la identificación de las variantes de *Ralstonia solanacearum* de la raza 2, se recomienda obtener muestras de rizomas o pinzotes de plantas con síntomas. Si el rizoma es grande (más de 15 pulgadas de diámetro) se puede cortar por la mitad, si es pequeño 6 a 8 pulgadas se puede mantener intacto. Del pinzote se puede obtener un pedazo de 15 a 20 centímetros de largo. La muestra se envuelve en un plástico y se debe llevar al laboratorio dentro de las 24 horas próximas, sin exponerlo a altas temperaturas o al sol directo.

El primer medio de cultivo específico para el aislamiento de la bacteria fue desarrollado por Kelman (1954) y contenía 1% de peptona; 0.1% de hidrozilato de caseína; 0.5% de glucosa; 1.7% de agar y 0.005% de cloruro de trifeníl tetrazolium en un litro de agua destilada, los platos con el rayado bacterial se incuban por 36 horas a 32 grados centígrados (7).

Cuadro 3. Características diferenciales de los cinco tipos de *Ralstonia solanacearum* Raza 2.

TIPO	ORIGEN	VIRULENCIA	INVASIÓN POR LAS BRACTEAS FLORALES	CAPACIDAD DE SOBREVIVENCIA EN EL SUELO	CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO EN TETRAZOLIUM
D	Heliconia Silvestre	Atrofia y distorsión de plantas jóvenes, baja virulencia en bananos.	Baja	Pobre, menos de seis meses.	Colonias irregulares, fluidas y a menudo blancas.
B ó F	Probablemente por mutación del tipo D.	Sin o con desprendimiento de exudado de la flor masculina, altamente virulenta en plátanos y bananos.	Alta	Alta	No se puede distinguir de la raza D en el cultivo.
SFR	Probablemente de Heliconia o de raza B.	Con desprendimiento de exudado de la flor masculina, altamente virulenta en plátanos y bananos.	Alta	3-6 meses	Colonias redondas, fluidas y pequeñas. Rojas en su corteza con márgenes blanco azulado.
H	Probablemente por mutación del tipo B.	Con desprendimiento de exudado de las flores masculinas, menos virulenta en plátano que el SRF y no virulenta en bananos.	Alta	No se ha determinado; pero, probablemente baja.	Elíptica, fluida, suave, de color rojo en el centro.
AFV	Probablemente por mutación de tipos B ó SRF.	En hijos pequeños causa decoloración, áreas necróticas y pobre crecimiento, poco virulenta.	No evidencia	No se ha determinado; pero, probablemente baja.	Colonias pequeñas redondeadas con pigmentación rojo vino al centro.

Fuente: Tomado de Salas, JA, 1994, y basado en Stover (1972) y Wood (1984)

3.1.12 INFECCION Y SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD DE MOKO

La enfermedad se inicia con la entrada de pequeñas poblaciones de la bacteria a los vasos del Xilema, a través de las heridas. El mayor riesgo de infección subterránea lo corren las siembras efectuadas en terrenos infestados; los nematodos son los principales agentes de diseminación de una planta a otra y el agua de escorrentía de una plantación a otra. La inoculación aérea es ejecutada en el pseudotallo por herramientas contaminadas durante las labores, y en la inflorescencia por insectos, generalmente, Himenópteros, que visitan las flores y caminan sobre las lesiones dejadas por las brácteas al desprenderse de la bellota (7).

Una vez dentro de la planta, la bacteria se multiplica y se traslada a los brotes de la planta. Los tejidos de la planta reaccionan y producen sustancias que colorean de rojo oscuro los vasos invadidos.

Se produce la oclusión de los vasos del xilema, dificultándose el movimiento del agua, provocando indirectamente el marchitamiento y amarillamiento del follaje. La hoja central y una o dos que la rodean, se tornan verde amarillentas y luego marchitan, doblándose en la unión o más arriba de la unión del pecíolo y lámina; posteriormente se marchitan las hojas restantes, dependiendo de la intensidad del ataque.

La bacteria induce también la producción de etileno, responsable de la maduración precoz del racimo o algunos dedos. En el fruto en desarrollo se deterioran los tejidos y es frecuente la presencia de organismos saprofitos que aceleran su descomposición, provocando el secamiento y ennegrecimiento de la cáscara. Los síntomas en el racimo pueden limitarse al principio a la maduración prematura de uno o varios dedos, secándose luego y ocasionalmente todo el racimo. Al cortar los frutos enfermos, se encuentra la pulpa afectada de una pudrición que va de parda y viscosa a gris seca, con presencia de cavidades.

En el rizoma, pseudotallo, tallo floral y vástago, se observan puntos de color pardo o rojo oscuro, al efectuar un corte transversal. En los cortes longitudinales se comprueba que cada punto corresponde a las líneas pardas o rojas oscuras de los vasos del xilema afectados, síntomas característicos de los patógenos vasculares. Los hijos y retoños de plantas enfermas se marchitan y se secan (7).

3.1.13 DISEMINACION Y HOSPEDEROS DE LA ENFERMEDAD DE MOKO

La enfermedad se propaga con el uso de las herramientas en las labores culturales al cultivo, como deshoje, cosecha, etc.; en el contacto entre las raíces por el trasplante que se da entre estas, razón por la cual se establecen zonas de seguridad (buffer) y zonas de prevención por los insectos; mediante la siembra de semilla infectada o bien en siembras sobre tierra infestada.

Los insectos que inciden en la diseminación, normalmente no son plagas sino que se alimentan en los nectarios que se encuentran en el escapo floral debajo de las brácteas, los cuales quedan expuestos después del desprendimiento de las flores masculinas. En estos sitios aparecen los exudados bacteriales, los cuales infestan los aparatos bucales y patas de estos insectos, llevando la bacteria de plantas afectadas a sanas. Los insectos plagas como *Colaspis* sp. y *Trigona* sp. también contribuyen a diseminar la enfermedad (8).

Cuadro 4. Malezas hospederas asociadas al cultivo de plátano de la Raza 2 de Rasltonia Solanacearum.

Nombre	Familia
<i>Lycianthes stephanocalix</i>	
<i>Acalypha arvensis</i>	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia graminea</i>	Euphorbiaceae
<i>Tinantia</i> sp.	Commelineaceae
<i>Borreria acymoides</i>	Rubiaceae
<i>Acalypha</i> sp.	Euphorbiaceae
<i>Xanthosoma roseum</i>	Araceae
<i>Heliconia</i> sp.	Heliconiaceae
<i>Solanum americanum</i>	Solanaceae

Fuente: Guatemala 1987 N. A. Vázquez, citado por Salas, JA, 1994.

3.1.14 CONTROL DE LA ENFERMEDAD DE MOKO

Cuando se va a proceder a la siembra de una nueva plantación, la primera medida es de carácter preventivo, asegurándose que el material de propagación provenga de lotes o zonas libres de moko. Una vez la plantación se haya establecido, el único control es la destrucción rápida de las plantas enfermas, bajo ciertas condiciones. La detección oportuna es sumamente importante para el mejor control y menores costos y pérdidas. Hasta el presente no se han obtenido variedades inmunes a esta bacteria, por lo cual su control, una vez establecida la enfermedad, se realiza con la ayuda de agroquímicos (8).

El control está basado en la DETECCIÓN TEMPRANA de las plantas enfermas y su RAPIDO TRATAMIENTO. Donde hay alta incidencia de casos de Moko, las inspecciones se deben hacer a intervalo semanal, coordinadas por el Departamento Fitosanitario. En áreas de baja incidencia de la enfermedad, las inspecciones pueden ser extendidas de tres a cuatro semanas (8).

Debe haber una cuadrilla en cada finca con un evaluador por cada 50 hectáreas. Las cuadrillas de inspección deben colocar un rótulo metálico en la orilla del camino en el área en que están evaluando, de modo que pueda ser localizada por el personal supervisor.

Los inspectores deben avanzar lentamente dentro de la plantación observando mata a mata. Todos los casos dudosos deben ser explorados, haciendo un corte en el pseudotallo. Todos los casos de Moko deben ser marcados claramente para la fácil localización por la cuadrilla de tratamiento, después de ser verificado por el supervisor de Moko.

Todas las herramientas usadas en áreas con Moko deben desinfectarse al 4% de Beloran 500 ó Vanodine Fam al 2%, agregando un colorante para supervisar los cortes hechos; generalmente se utiliza violeta genciana en cristales a razón de una libra en 50 galones de solución desinfectante.

La desinfección debe ser mata a mata para deshije, deshoje y cosecha, usar doble herramienta, en el caso de drenaje, desinfectar las palas al pasar de un zanja a otro. La desinfección de herramientas requiere una adecuada supervisión y de evaluaciones periódicas (8).

Para el tratamiento se puede recurrir al Bromuro de Metilo. Este es un gas que es muy eficaz para destruir la bacteria, para una mayor eficiencia, las plantas deben ser picadas en trozos pequeños y luego proceder a la aplicación del producto, previa cobertura del sitio a tratar con una carpa plástica. El tiempo de cubrimiento y aireación puede ser de diez días como mínimo, respectivamente. El empleo de este producto requiere operarios especializados y responsables, tanto en su aplicación como en la desinfección de herramientas y equipos usados en la labor de erradicación. Se requiere una libra de Bromuro de Metilo por cada 10 metros cuadrados, así para el área de 10 x 10 metros son un total de 100 metros cuadrados por lo que se requiere 10 libras ó sea 7 latas de 1.5 libras que es la presentación que existe en el mercado.

Cuando la destrucción de las plantas se hace inyectándolas, este procedimiento se hace en forma de espiral en el pseudotallo, con una jeringa especial provista de una aguja de 4 pulgadas, de 20 a 30 centímetros cúbicos de Glifosato al 25%. La jeringa tipo sonda, provista de orificios laterales por los cuales se expulsa el líquido ha dado muy buen resultado. La aguja debe introducirse en forma inclinada hacia abajo, de tal manera que no atraviese el pseudotallo (8).

Cuadro 5. Dosis de Glifosato al 25% de solución para diferentes edades.

TIPO DE PLANTA	CENTÍMETROS CUBICOS / PLANTA
ADULTA	50 CENTIMETROS CUBICOS
MENOR DE 30 CENTIMETROS	5 CENTIMETROS CUBICOS
ENTRE 30 Y 100 CENTIMETROS	10 CENTIMETROS
MAYOR A 100 CENTIMETROS	15 CENTIMETROS CUBICOS
TRONCONES	15 CENTIMETROS CUBICOS

Fuente: Datos obtenidos a partir de la experiencia desarrollada en el campo de trabajo.

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de trabajo comprende desde Tiquisate, Escuintla, su localización geográfica corresponde a la intersección de las coordenadas 14°03'00" latitud Norte y 91°25'38.4" longitud Oeste, hasta el Parcelamiento La Blanca, Ocós, San Marcos, su localización geográfica corresponde a la intersección de las coordenadas 14°34'3" latitud norte y 92°09'40" longitud oeste, respecto del Meridiano de Greenwich. La altura respecto al nivel del mar se encuentra entre 5 y 8 metros (6).

La zona de vida de esta región es la del Bosque Seco Subtropical (bs.S), la cual es una franja que se extiende unos 3 a 5 kilómetros del litoral del pacífico hacia adentro del país, desde la frontera con México hasta la frontera con El Salvador (5).

3.2.2 CONDICIONES EDAFICAS

Los suelos se encuentran formados geológicamente por Aluviones Cuaternarios, los cuales son pertenecientes a la serie de Suelos Tiquisate caracterizados por ser profundos, desarrollados sobre depósitos marinos aluviales de color oscuro, en un clima cálido, húmedo-seco. Ocupan relieves casi planos a altitudes bajas en el sur de Guatemala (9).

3.2.3 VIAS DE ACCESO

La vía de acceso a la zona lo constituye la carretera asfaltada que conduce del municipio de Pueblo Nuevo Tiquisate, hacia las playas de El Semillero, cuya entrada se ubica en el Kilómetro 122.5 de la Ruta Al Pacífico, a inmediaciones del municipio de Río Bravo, Suchítepequez. El Parcelamiento La Blanca, Ocós, San Marcos, se encuentra ubicada dentro de las coordenadas geográficas 14°34'3" latitud norte y 92°09'40" longitud Oeste respecto al Meridiano de Greenwich, con una altura comprendida entre 5 a 8 msnm, cuya vía de acceso esta sobre la Ruta al Pacífico se desvía a la altura del kilómetro 239, carretera asfaltada hacia las playas de Tilapa (6).

4. OBJETIVOS

- 4.1 Establecer un programa de control de Sigatoka Negra, en la Costa Sur de Guatemala con diferentes frecuencias de acuerdo a la incidencia en las diferentes épocas del año.
- 4.2 Introducir en la zona la metodología de monitoreo semanal para ver la incidencia de la enfermedad.
- 4.3 Determinar el uso adecuado de los fungicidas en la rotación para un buen manejo, mediante monitoreo de sensibilidad para minimizar el riesgo de resistencia.
- 4.4 Establecer y adaptar una metodología en la zona platanera, para el monitoreo y tratamiento de la enfermedad del moko.

5. METODOLOGÍA

5.1 MUESTREO DE CAMPO DE SIGATOKA NEGRA

El muestreo se basa en observaciones, las cuales son realizadas en estaciones predefinidas, las cuales poseen un área de 1 ha, por cada 20 ha. Por cada estación de muestro se escogen al azar 10 plantas por cada estado fonológico, los cuales son tres, siendo el primero plantas recién paridas o cero semanas de edad en el racimo, el segundo estado corresponde a 7 semanas de edad en el racimo y el tercer estado corresponde a 9 semanas de edad en el racimo. Este procedimiento se efectúa con una frecuencia semanal, anotando la fecha exacta del día del muestreo (mes, día, año) que posee la hoja de campo donde son anotados estos datos, ver cuadro 8 "A".

Las áreas que han sido históricamente críticas deben ser escogidas como estaciones. Las estaciones de muestreo no deben de estar localizadas dentro de los 50 metros de bordes o de repasos o donde comúnmente se aplican fungicidas entre ciclos. Si las áreas mencionadas anteriormente son muestreadas, el dato de la estación no debe ser incluido para obtener el calculo del promedio para cada finca o proyecto de fumigación.

Las diez plantas por cada edad o estado dentro de la estación pueden ser encontradas normalmente dentro de un radio de 50 metros.

Posteriormente en el texto se presentará la descripción detallada del desarrollo de los síntomas, estado por estado causado por la Sigatoka Negra. Las siguientes definiciones son sugerencias para distinguir los diferentes síntomas presentados por la enfermedad en la Costa Sur, Figura 9"A".

Cuadro No. 6 Estadios de desarrollo de Sigatoka Negra

ESTADIOS	COLOR	NOMBRE	ENVEZ/HAZ
1	ROJO / CAFÉ	PIZCA	ENVEZ
2	PRIMERO CAFE DESPUES AMARILLO	RAYA	ENVEZ
3	CAFÉ	ESTRIA EXPANDIÉNDOSE	ENVEZ
4	CAFÉ / NEGRO	MANCHA	ENVEZ
5	NEGRO + HALO AMARILLO	QUEMA	ENVEZ/HAZ
6	NEGRO + CENTRO GRIS	NECROSIS	ENVEZ/HAZ

Fuente: Observaciones realizadas en campo.

Con la definición anterior podemos proceder a dar una explicación detallada de cómo muestrear cada planta. La inspección se realiza a simple vista, observando desde el suelo todas las hojas de la planta evaluada, iniciando en los primeros 40 centímetros partiendo de la parte apical de la hoja y en el envés de la misma. Iniciar por la parte superior de la planta revisando primero las hojas impares, y seguidamente las pares, por la facilidad que presenta esta, ya que la filotaxia de las hojas es en forma helicoidal.

Inspeccionar especialmente una banda de aproximadamente 10 centímetros de ancho a lo largo de la lámina foliar que primero se expone y la punta opuesta de la lamina en el sector izquierdo, (Stover y Fulton, 1966), el cual usualmente se forma una pequeña depresión. El borde de la primera lámina expuesta contienen en su superficie inferior cierta cantidad de agua debido a su propiedad hidrofílica. Esta retención de agua que puede contener esporas, es un medio ideal para su germinación. Buscar los síntomas de la enfermedad en el resto de la hoja no es lógico, puesto que estamos buscando el grado de desarrollo mas avanzado, puesto que esta sección, posee un tiempo o período de incubación máximo. Recuerde que los síntomas iniciales del Estado 1 no son visibles cuando usamos la luz solar en forma directa a través de la hoja, la mejor manera para detectar los estados iniciales es doblando o colocándose de tal forma que en la hoja se observe el síntoma con luz difusa. Para cada hoja que se observe se reportara cualquier estadio del 1-6.

5.2 DESCRIPCION DE ESTADIOS DE DESARROLLO DE SIGATOKA NEGRA

5.2.1 ESTADIO 1

Es el primer síntoma de la enfermedad. Aparece como una pequeña marca blancuzca-amarillenta, pero debido a sus contornos irregulares tiene un aspecto difícil de apreciar. Puede ser encontrada únicamente en la parte inferior de la hoja, pero no es visible a trasluz. Después la marca se pone de un color café rojizo y ya puede verse a trasluz. Estos síntomas son mas abundantes cerca del margen del lado de la hoja en que se comienza a abrir. Estos síntomas pueden observarse en la segunda hoja de plantas que no han sido paridas, cuando la presión de la enfermedad ha sido alta y las condiciones de clima óptima, dando un tiempo corto de incubación.

5.2.2 ESTADIO 2

El síntoma de la enfermedad toma la forma de una raya de color café, primero visible únicamente en el lado inferior de la hoja, un poco más tarde como una raya amarilla en el lado superior de la hoja.

5.2.3 ESTADIO 3

Este estado se diferencia del anterior en el tamaño de la estría. La estría que se extenderá y se hará ligeramente mas ancha.

5.2.4 ESTADIO 4

La estría se ha vuelto una mancha. El color es café oscuro en la parte inferior, mientras negro en la parte superior de la hoja.

5.2.5 ESTADIO 5

La mancha se ha convertido en quema. La quema está ahora negra en ambos lados de la hoja. El amarillamiento del tejido de la hoja alrededor puede ocurrir. El área negra central se empieza a hundir.

5.2.6 ESTADIO 6

Este es el estado final de la enfermedad. El centro la mancha se seca y toma una sombra de color gris. Los síntomas se unen y la hoja se necrotiza.

5.3 COMO EVALUAR SIGATOKA NEGRA

La mayoría de los métodos empleados par la evaluación de Sigatoka Negra son adaptaciones de aquellos utilizados para la Sigatoka Amarilla. La escala de Stover modificada, de acuerdo con Gauhl, ha mostrado una buena sensibilidad en la observación de las tendencias en el comportamiento de Sigatoka Negra. Se debe hacer lectura semanal, muestreando plantas de 0 semanas de paridas, plantas de 7 semanas de paridas y plantas de 9 semanas de paridas, de esta manera se puede tener una buena apreciación del grado de infección en la plantación y determinar la necesidad de alargar a acortar los ciclos de fumigación. Con base en los seis estados de desarrollo y los grados de severidad que se detallaran a continuación, se puede determinar el índice de infección.

5.4 GRADOS DE SEVERIDAD

Los grados de severidad de la enfermedad de Sigatoka Negra son parámetros que se utilizan en la evaluación semanal, se basa en una estimación del área foliar dañada.

- | | |
|---|----------------------------------------------------------------------------|
| 0 | Sin síntomas (visible desde el suelo) |
| 1 | Menos de 1% (solamente estrías y/o hasta 10 manchas con centros grisáceos) |
| 2 | 1-5% (o más de 10 manchas con centro grisáceo) |

- 3 6-15% de tejido foliar quemado
- 4 16-33% de tejido foliar quemado
- 5 33-100% de tejido foliar quemado.

5.5 CONTEO DE HOJAS

Para el conteo de hojas se debe tomar en cuenta la posición de las hojas ya que su desarrollo es en forma helicoidal, por lo tanto se forman dos líneas de posición, la posición de hojas con números impares y posición de hojas con números pares. Del total de plantas evaluadas por estación se saca el promedio.

5.6 PARAMETROS PARA JUZGAR EL DESARROLLO DE SIGATOKA NEGRA

5.6.1 TOTAL DE HOJAS POR PLANTA

El promedio del número total de hojas por planta es el mismo utilizado en todas las edades muestreadas. Entre más alto el número mejor.

5.6.2 GRADO 0..3

Es el promedio de hojas por planta con menos de 15% del área foliar afectada. Este valor es el promedio de hojas por planta con un grado de severidad entre 0 y 3, es decir con menos de 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 infectada. Si se separan las curvas del Grado 0..3 y el total de hojas, indica que hay hojas con mayor grado de infección.

5.6.3 GRADO 4+5

Este valor es el promedio de hojas por planta con un grado de severidad de 4 ó 5, es decir, con mas de 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 son las medidas apropiadas.

5.6.4 INDICE DE INFECCION

El índice de infección es un promedio ponderado tomando en cuenta la severidad del ataque de la Sigatoka Negra en todas las hojas evaluadas. El índice de infección nos da un solo valor indicando la magnitud del daño al follaje, en una escala de 0 a 1. En plantas recién paridas, un valor de menos 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 índice de infección es importante considerar también la tendencia de la curva. Hay que tomar medidas cuando el

índice de infección refleja más infección avanzada de Sigatoka Negra, es decir, sube cuando hay mas hojas con grado 4 y 5 o bien hay síntomas en hojas mas jóvenes. Aquí ayuda bastante la labor cultural del deshoje y cirugía.

5.6.5 YLWS (YOUNGEST LEAF WHIT SYMTOMS)

Hoja mas joven con síntomas visibles desde el suelo. Normalmente son estrías del estado 2 y 3 que se pueden identificar desde el suelo. El YLWS nos indica la calidad del control en hojas jóvenes y del avance de la Sigatoka Negra, el YLWS se toma también en las edades de 49 días y 63 días de parición.

5.6.6 YLS (YOUNGEST LEAF SPOTTED)

El YLS es el promedio de la hoja mas joven con 10 ó mas manchas con centro grisáceo, lo cual es el último estado del desarrollo de la Sigatoka Negra. En el estado de mancha con centro grisáceo el hongo produce las ascosporas. El YLS nos da información como se comporta 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.

5.6.7 % PLANTAS YLWS MENOR QUE 8

El porcentaje de plantas con un YLWS menor que 8, es un indicador temprano de cambios negativos del YLWS. Varias semanas antes que el YLWS baja a niveles críticos, el % de plantas con YLWS menor que 8 va a subir e indicar esta tendencia negativa del YLWS. Las tendencias del % de plantas con YLWS menor que 8, son muy importantes para definir acciones preventivas a tiempo.

5.6.8 % PLANTAS GRADO 0..3 MENOR QUE 8:

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

5.7 MUESTREO DE CAMPO DE LA ENFERMEDAD DE MOKO

El combate esta basado en la DETECCIÓN TEMPRANA de las plantas enfermas y su RAPIDO TRATAMIENTO. Se debe hacer las inspecciones en cada finca con un ciclo semanal, por lo tanto debe haber una cuadrilla por cada finca con un inspector por cada 40 hectáreas. Al detectar una planta enferma debe de marcarse con hojas secas de las plantas que la rodean, amarrándola al pseudotallo y debe hacerse lo mismo en la orilla del camino; esto para que cuando los trabajadores de la cuadrilla pasen la detecten y proceda a eliminar. La cantidad de tratadores va depender de la incidencia y del método que se utilice, en el caso de hacerlo con Bromuro de metilo, tres personas pueden hacer 8 plantas en una jornada de trabajo ordinaria; en el caso de usar Roundu-up (herbicida sistémico a base de glifosato) puede hacerlo una sola persona cubriendo hasta 25 plantas enfermas. Es importante mencionar que por cada planta enferma de moko deben explorarse todas las plantas que están a su alrededor, en caso de detectar plantas con síntomas deberán tratarse.

Se debe llenar la información en la boleta de campo para posteriormente digitarse en el sistema de computo para dejar registro de estadísticas, cuadro 9 "A".

La eficiencia de los inspectores se debe verificar, alineando cada uno en igual posición, de manera que permanezcan inspeccionando la misma área en cada ciclo.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS PREVALECIENTES EN LA ZONA DE TRABAJO

6.1.1 TEMPERATURA

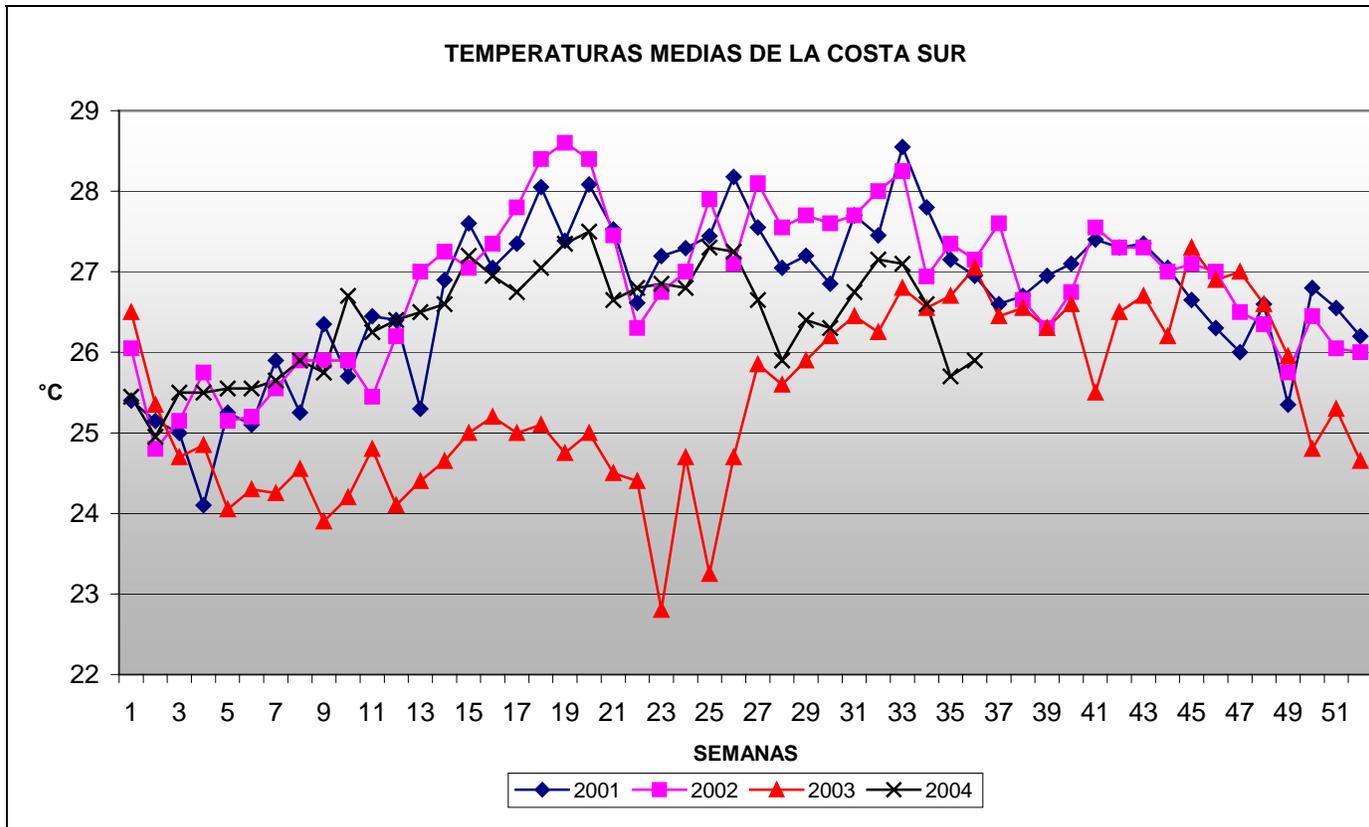


Figura 1. Fluctuación de la temperatura media en la zona platanera de la Costa Sur, Guatemala.

En la Figura 1 se puede observar el comportamiento de la temperatura promedio semanal. Se puede apreciar que durante todo el año la temperatura se mantiene en el rango de 23 a 28 grados centígrados, lo cual presenta condiciones ideales que favorecen el desarrollo del hongo. La temperatura es un factor climático importante a tomar en cuenta en las operaciones de fumigación ya que a mayor temperatura, mayor evaporación; por lo tanto se pierde mucha gota por evaporación. Rango aceptable (20°C a 28°C máximo). Esto permite una ventana de fumigación de 5:30 a 8:30 Horas y de 17:00 a 18:00 Horas.

6.1.2 PRECIPITACION

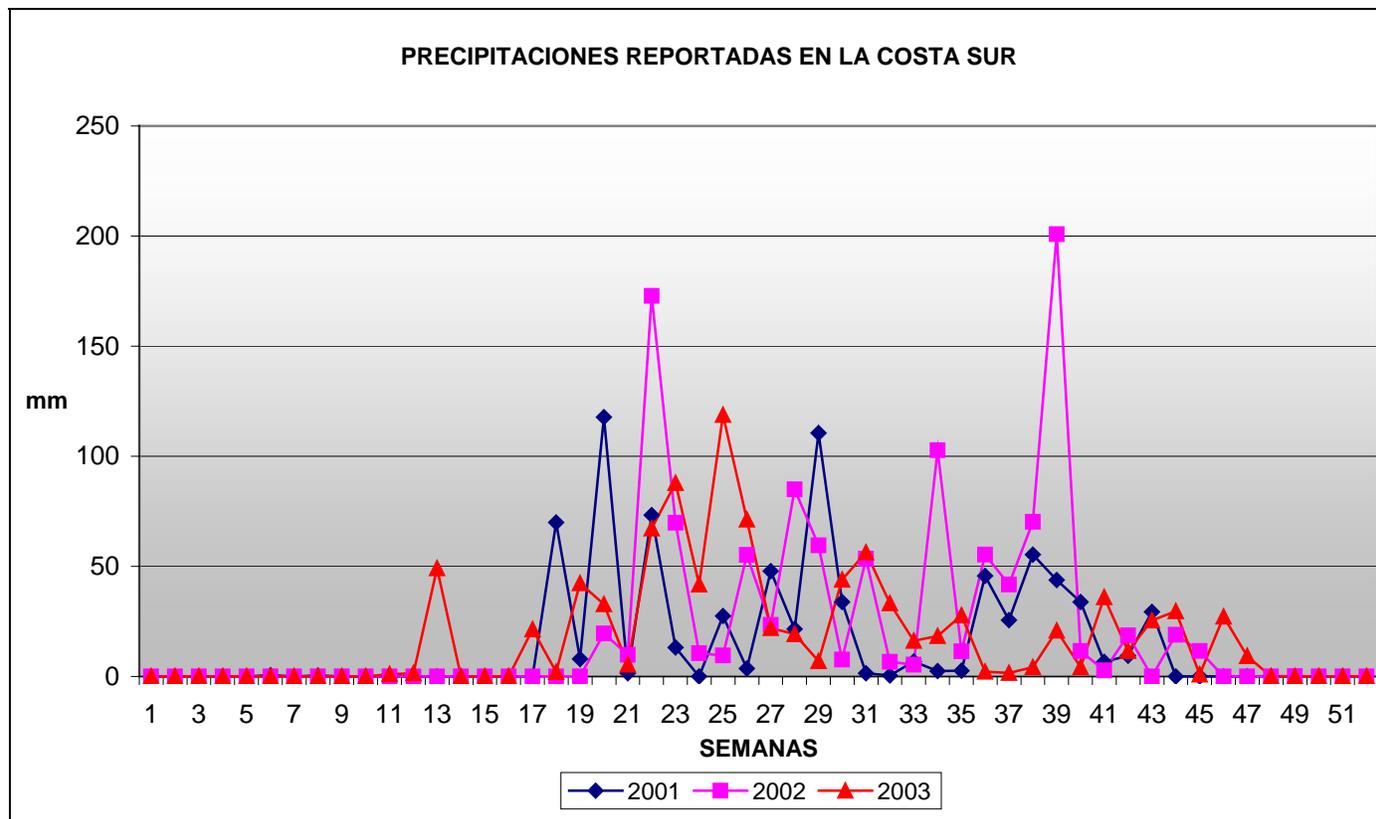


Figura 2. Fluctuación registrada por la lluvia en la zona platanera de la Costa Sur.

En la Figura 2 se puede observar el comportamiento de la precipitación pluvial semanal. Se puede ver que se el inicio de la estación lluviosa es en el mes de mayo, hasta el mes de octubre; cuyo comportamiento es similar en todos los años, por lo tanto es la base fundamental para la elaboración de un programa de Sigatoka negra. Podemos ver que al inicio del en los meses de mayo y junio se marca un alza en las precipitaciones, bajando en los meses de julio y agosto, donde se marca la canícula, luego se ve la mayor presión en los meses de septiembre y octubre. Incremento en las precipitaciones influye directamente en el desarrollo del hongo. En las operaciones de fumigaciones no es posible realizar jornadas si hay precipitaciones.

6.1.3 HUMEDAD RELATIVA

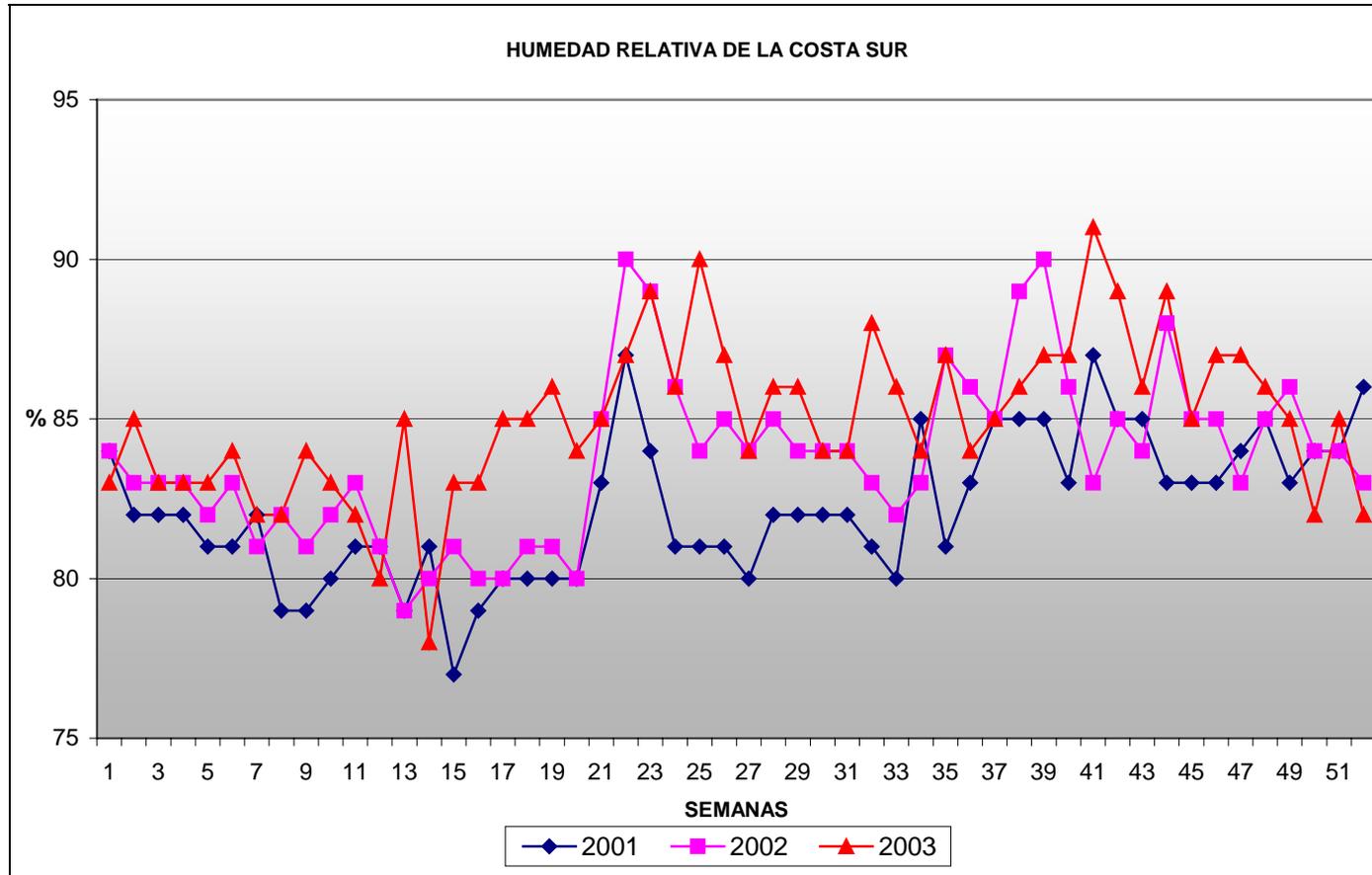


Figura 3. Fluctuación de la Humedad Relativa promedio en la zona de trabajo.

En la Figura 3 se puede observar el comportamiento de la Humedad Relativa en la zona de explotación platanera donde se manifiesta la que en todo el año se presente el mismo comportamiento por lo que en cuanto a este factor climático favorece durante todo el año en las horas de no radiación solar. Este es un factor climático muy importante a tomar en cuenta en las operaciones de fumigaciones ya que a mayor temperatura menor humedad relativa. El rango aceptable en estos casos va de 100% a un mínimo de 70%.

6.1.4 VELOCIDAD DEL VIENTO

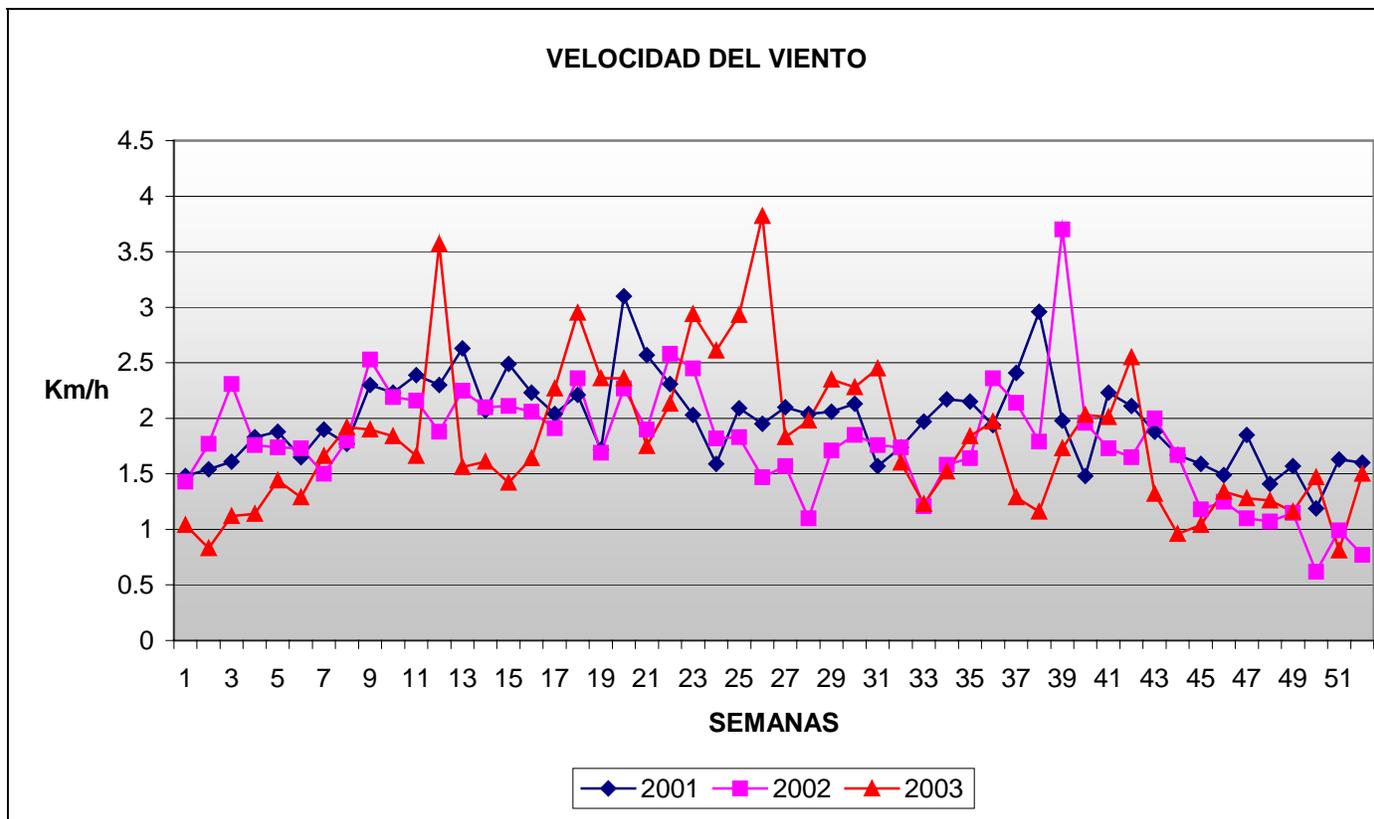


Figura 4. Fluctuación de la velocidad del viento en la zona de trabajo.

En la Figura 4 se puede observar el comportamiento de la velocidad del viento, se puede apreciar que durante los meses de mayor precipitación mayor presencia de vientos. Este factor climático es fundamental en la propagación del inóculo, arrastrando las esporas a mayores distancias. En las operaciones de fumigaciones también es una limitante la presencia de vientos fuertes por lo que el máximo de velocidad aceptable es en estos casos es de 10.8 Km/H.

6.2 DETERMINACION DE LA SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD EN LA ZONA DE LA COSTA SUR

6.2.1 HOJA MAS JOVEN CON MANCHA (YLWS)

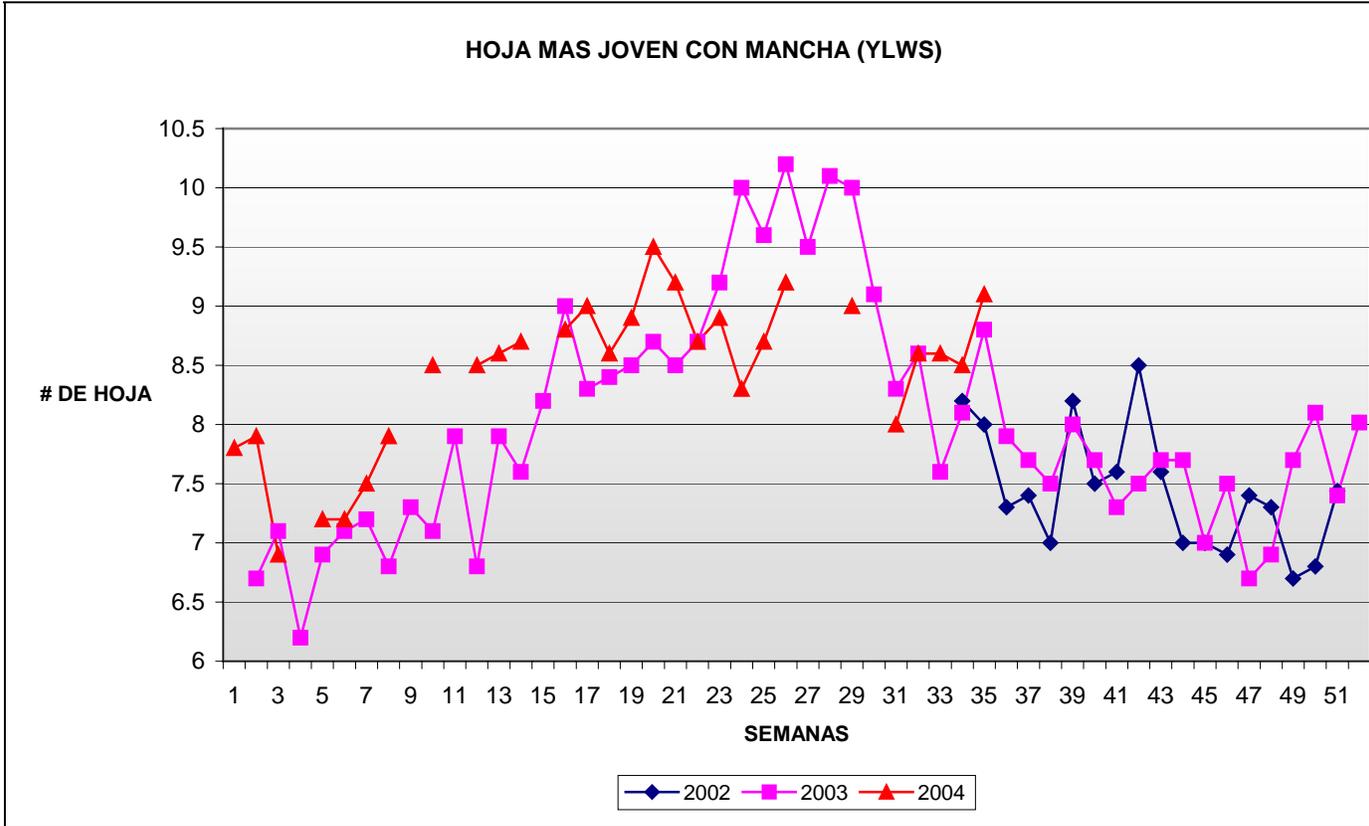


Figura 5. Hoja mas joven con síntomas visibles (manchas).

En la Figura 5 se puede observar el comportamiento de la incidencia-severidad de la enfermedad durante los últimos 3 años, donde se observa que la mayor severidad se da en los meses de septiembre y octubre y el comportamiento es similar en cada año, ya esta directamente relacionado con las condiciones de precipitaciones en las diferentes épocas del año. Este parámetro es el indicador de los estadios 2 y 3 de la enfermedad que son visibles desde el suelo. Este parámetro es importante visualizarlo en la edad de plantas recién paridas.

6.2.2 HOJA MAS JOVEN CON QUEMA (YLS)

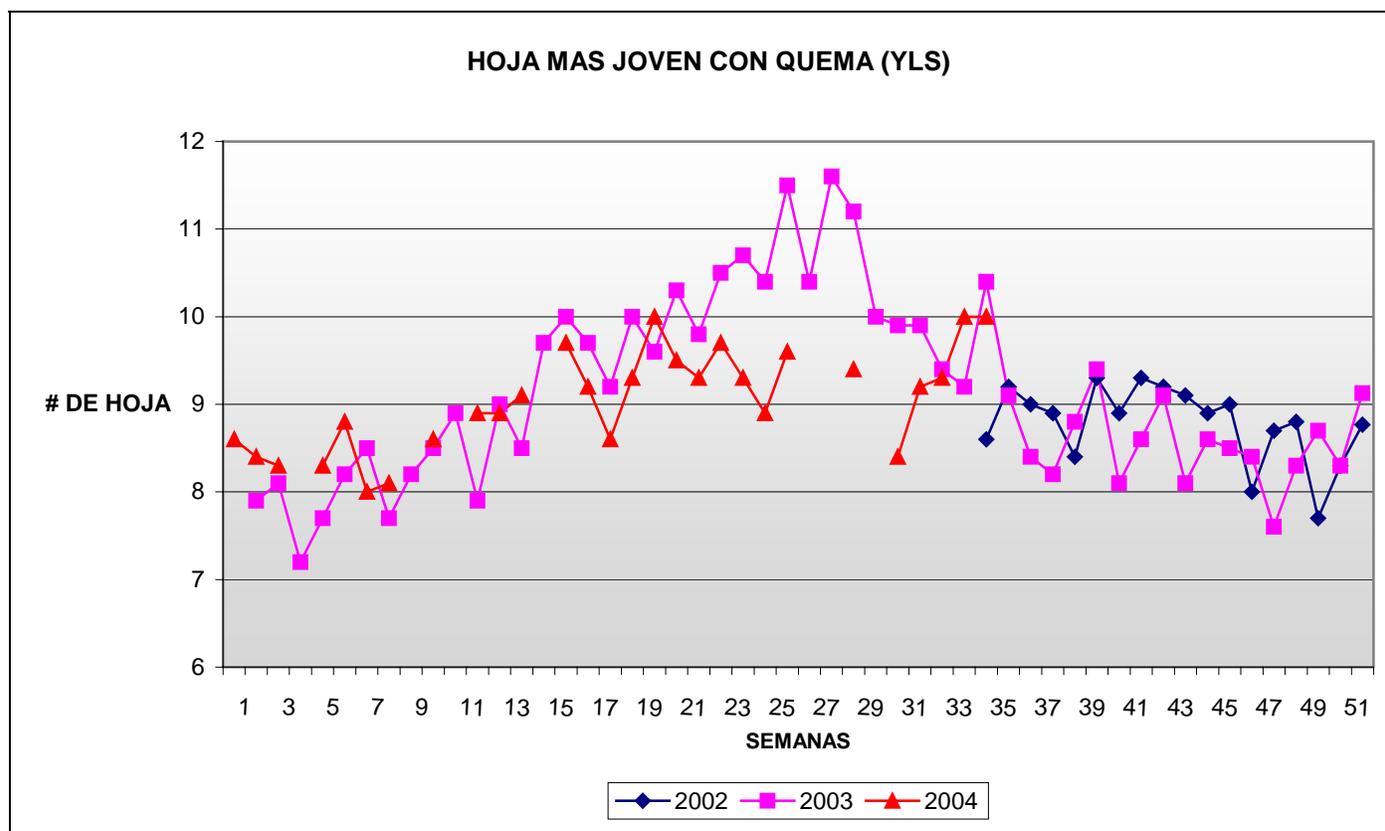


Figura 6. Hoja mas joven con tejido necrótico inicial (quema).

En la Figura 6 se puede observar el comportamiento de la incidencia-severidad de la enfermedad de Sigatoka Negra, donde se refleja la mayor severidad en la época de mayor precipitación en el año. Este factor es el indicador de el grado de quema No. 1 que es el tejido necrótico inicial en la hoja visible desde el suelo. Este parámetro es importante visualizarlo en la edad de plantas recién paridas.

6.2.3 TOTAL DE HOJAS POR PLANTA

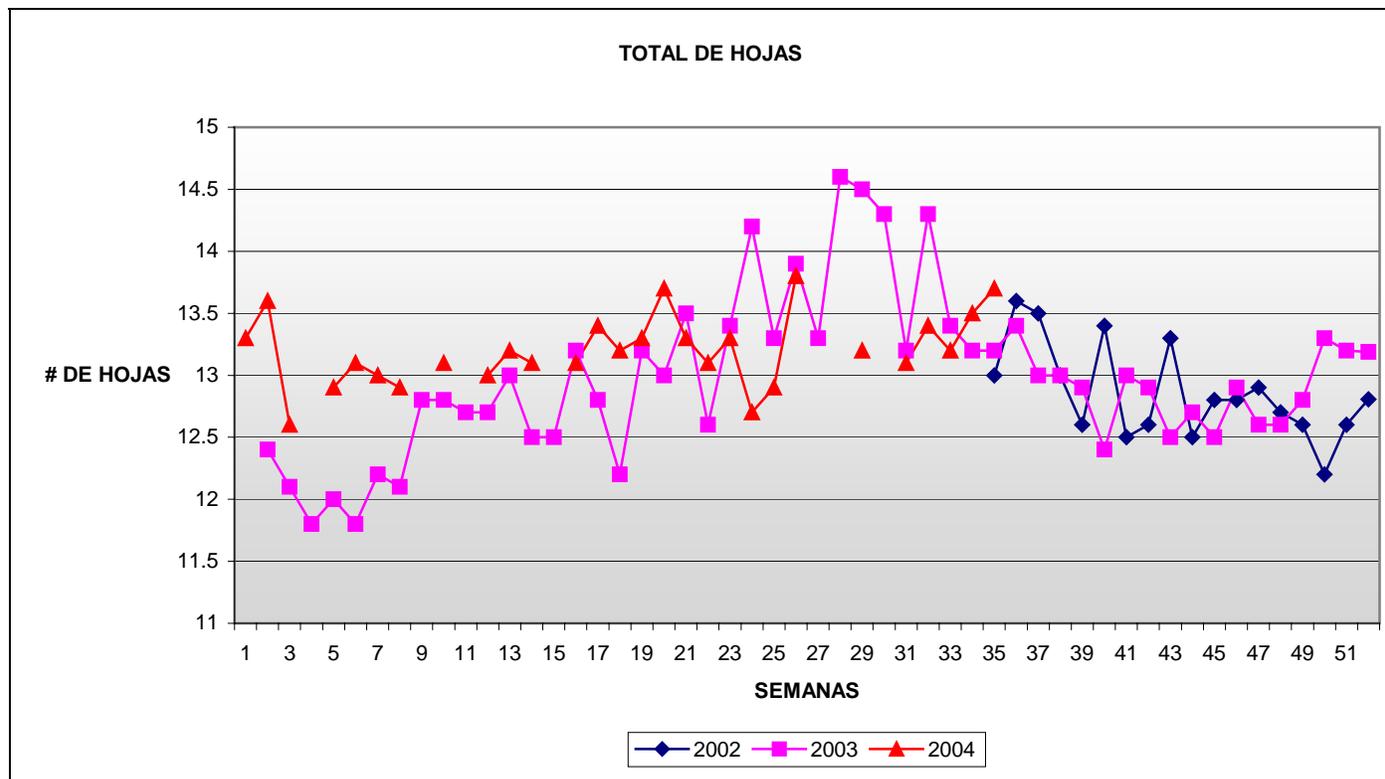


Figura 7. Total de hojas por planta en edad recién paridas

En la Figura 7 se puede observar el comportamiento del promedio de hojas totales funcionales al momento de la parición. Es importante este análisis ya que nos indica el comportamiento de la cantidad de hojas hasta la cosecha y conforme la severidad de la enfermedad se puede establecer en un momento dado el cambio del fungicida para lograr que la planta se coseche con un mínimo de 6 hojas funcionales.

6.3 ELABORACION DEL PROGRAMA DE CONTROL SIGATOKA NEGRA

Con base en el análisis y comportamiento de los principales parámetros (YLS, YLWS) y las condiciones climáticas que se encuentran establecidas para la evaluación de Sigatoka Negra, se ha determinado un programa a base de fungicidas cuyo modo de acción es translaminar y con sistemicidad vía xilema (movimiento acropetal) es decir sistémica únicamente dentro de la hoja, alternados con fungicidas de cuyo modo de acción es de contacto (protectantes), y cuyo programa se puede observar en el cuadro 10 "A". Basados en la experiencia vivida en la zona damos a conocer el programa base resumen, generado en la zona.

Cuadro 7: Resumen de aplicaciones anuales desarrolladas para el manejo de Sigatoka Negra.

PROGRAMA DE SIGATOKA NEGRA EN LA ZONA PLATANERA DE LA COSTA SUR DE GUATEMALA										
	MANZATE 35	CALIXIN	FOLICUR	BAYCOR	IMPULSE	SIGANEX	SILVACUR	SICO	BANKIT	TOTAL DE
	LTS.	LTS.	LTS.	LTS.	LTS.	LTS.	LTS.	LTS.	LTS.	APLICACIONES
NUMERO DE APLICACIONES	17	6	2	1	2	1	2	1	2	34

Fuente: Total de aplicaciones recomendadas para la zona según experiencia personal.

En el cuadro 10 “A” se describen la cantidad de ciclos de aplicación de cada fungicida, con su respectiva dosificación por hectárea y los coadyuvantes implicados en la operación. También dentro del programa establecido se hacen las respectivas estimaciones de los costos, que implican la utilización de avión como medio de aplicación y de los fungicidas propiamente. En el cuadro 11 “A” se enlistan algunas de las propiedades de los fungicidas utilizados actualmente, en el control de Sigatoka Negra.

6.4 ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS FUNGICIDAS

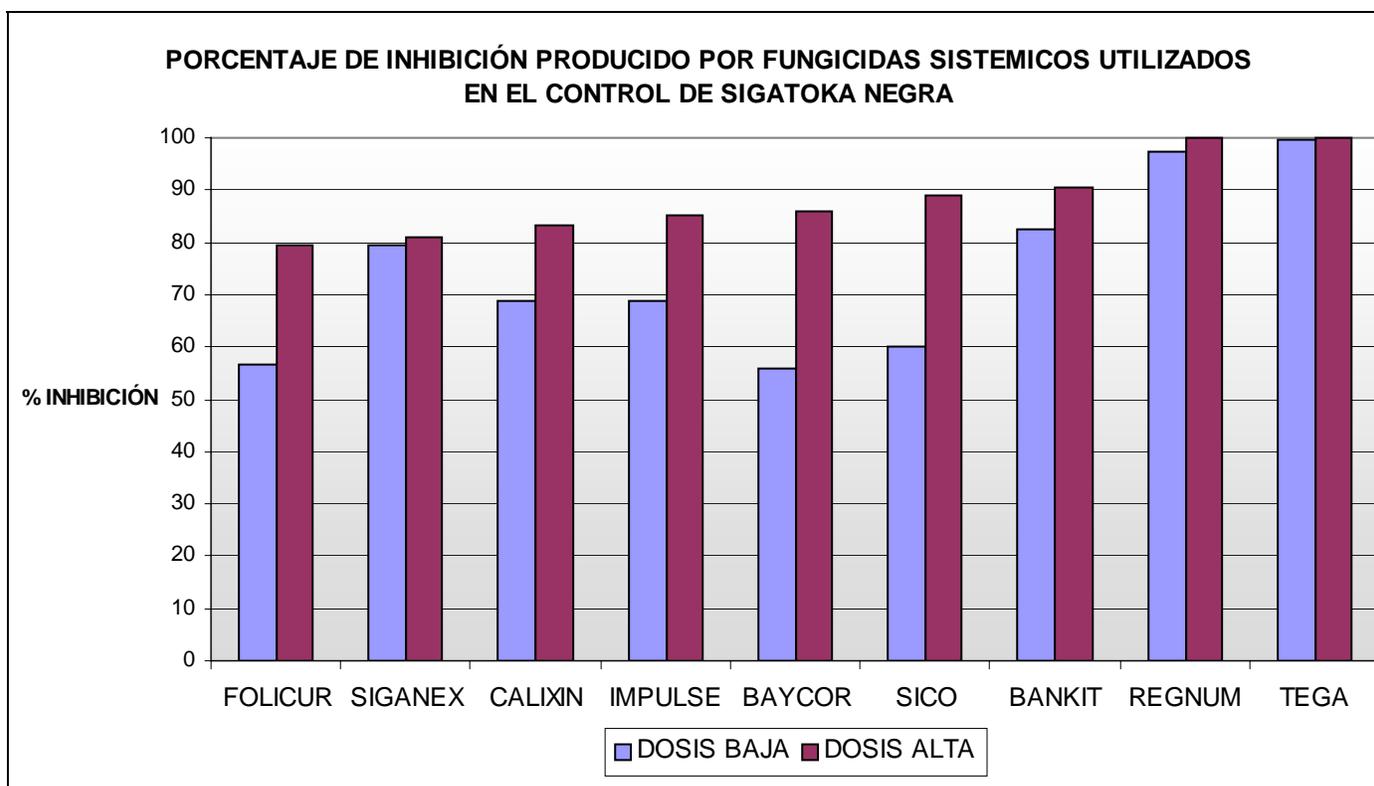


Figura 8: % de inhibición producido por los fungicidas sistémicos, utilizados en el control de la Sigatoka Negra, en la Costa Sur de Guatemala.

En la figura 8, se observa la grafica del análisis de sensibilidad, el cual consiste en analizar muestras de campo en laboratorio, con una frecuencia o intervalo de 4 meses, en dos

concentraciones, en los cuales únicamente se analizan los fungicidas sistémicos, los cuales están bajo una mayor presión de selección y generación de selectividad de esporas resistentes, por el tipo o modo de acción de cada una, para atacar al hongo.

6.5 IMPLEMENTACIÓN DE MONITOREO DE MOKO

En la actualidad en la zona platanera se han registrado problemas esporádicos, por lo cual no se tiene un registro detallado de los mismos. Por esta razón se dieron las capacitaciones necesarias a cada una de las fincas productoras de plátano para su detección y adecuado tratamiento. De igual forma se implementó la cultura de la desinfección de las herramientas utilizadas para labores culturales, desarrolladas dentro de las plantaciones de plátano, utilizando para ese propósito en desinfectante vanodine fam al 2%.

7. CONCLUSIONES

- 7.1 Se estableció un programa acorde a las condiciones de clima, estados fenológicos del cultivo y agresividad de la enfermedad, el cual permitirá el manejo de 3,000 Ha de plátano de exportación, establecidos en la Costa Sur de Guatemala.
- 7.2 Se introdujo la metodología de evaluación semanal para la detección de la incidencia de la enfermedad, mediante la capacitación a supervisores de campo, lo cual permite en la actualidad tomar una decisión de manejo acorde al área que reporte este problema.
- 7.3 Se implementó un monitoreo trimestral de los fungicidas sistémicos, para determinar el grado de sensibilidad que presentan los mismos respecto a la enfermedad, con lo cual se toma una base para separar las aplicaciones de un fungicida que se detecte con un desenso, en el % de inhibición de la enfermedad.
- 7.4 Se estableció y adaptó la metodología de monitoreo de moko en banano, hacia las plantaciones de plátano de exportación.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Agrios, G.N. 1996. Fitopatología. 4 ed. México, Limusa. 838 p.
2. Argueta Medrano, JC. 2001. Evaluación de diferentes concentraciones de cloruro de benzonio, vanodine fam e hipoclorito de sodio, como posibles sustitutos del formaldehído en la desinfección de herramientas, para el control de la enfermedad del moko del banano *Ralstonia solanacearum* raza 2 (Smith 1896) Comb. Nov. Yabuuchi et al., (1995). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 53p.
3. Belalcázar Carbajal, SL; 1991. El cultivo del plátano *Musa AAB* (Simmonds) en el trópico. Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario ICA. 376 p.
4. COBIGUA (Compañía Bananera Guatemalteca Independiente, GT). Reporte diario de datos meteorológicos de la estación meteorológica tipo "B", de Tiquisate, Escuintla, Guatemala. Sin Publicar
5. Cruz, JR De La. 1982. Clasificación de las zonas de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
6. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1975. Mapa topográfico de Guatemala, hoja Guatemala, no 2059 I. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
7. Salas, JA. 1994. Moko ó marchitez bacterial causado por *Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith y su combate. Costa Rica, Compañía Bananera Atlántica. 31 p.
8. Sierra S, LE. 1993. El cultivo del banano producción y comercio. Medellín, Colombia, Olímpicas. 680 p.
9. Simmons, CH; Tárano, JM; Pinto JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la republica de Guatemala. Trad. Por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
10. Soto, M. 1995. Bananos, cultivo y comercialización. 2 ed. San José, Costa Rica, LIL. 649 p.

9. ANEXOS

Cuadro 8 “A”: Cuadro de registros, utilizado en la evaluación de Sigatoka.

EVALUACION SEMANAL SIGATOKA NEGRA ZONA PLATANERA DE LA COSTA SUR

FECHA: _____ **SEMANA:** _____ **PARCELA:** _____

PRODUCTOR: _____ **EVALUADOR:** _____

PLANTAS RECIENTE PARIDAS

No. PLANTA	NUMERO DE HOJAS																	TOTAL HOJAS	HOJAS FUNCIONALES
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	YLS		
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			

COLOR CINTA: _____ PLANTAS DE 49 DIAS

No. PLANTA	NUMERO DE HOJAS																	TOTAL HOJAS	HOJAS FUNCIONALES
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	YLS		
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			

COLOR CINTA: _____ PLANTAS DE 63 DIAS

No. PLANTA	NUMERO DE HOJAS																	TOTAL HOJAS	HOJAS FUNCIONALES
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	YLS		
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			

OBSERVACIONES: _____

Cuadro 9 "A": Boleta de campo para el registro de la detección de Moko.

REPORTE DE CASOS DE MOKO

FINCA: _____

FECHA: _____

RESPONSABLE: _____ SEMANA: _____

CABLE	# DE CASOS DETECTADOS	#CASOS TRATADOS	OBSERVACIONES
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
TOTAL			

Cuadro 10 "A": Descripción del programa para el control y manejo de Sigatoka Negra, incluyendo los costos.

PROGRAMA DE SIGATOKA NEGRA ZONA PLATANERA DE LA COSTA SUR																		
MES	SEM.	FECHA	DIAS CICLO	MANZATE 35 LTS.	CALIXIN LTS.	FOLICUR LTS.	BAYCOR LTS.	IMPULSE LTS.	SIGANEX LTS.	SILVACUR LTS.	SICO LTS.	BANKIT LTS.	SRYTEX LTS.	ADSEE LTS.	COSTO/HA. U.S.\$			
															FUNGICIDAS	AVION	TOTAL	
ENERO	1																	
	2	5 ENE.	12		0.5								4	0.04	15.34	5	20.34	
	3	14 ENE.	9	3.0											8.10	5	13.1	
	4	23 ENE.	9	3.0											8.10	5	13.1	
FEBRERO	5																	
	6	1 FEB.	9			0.4							4	0.04	15.98	5	20.98	
	7	10 FEB.	9	3.0											8.10	5	13.1	
	8	19 FEB.	9	3.0											8.10	5	13.1	
MARZO	9	29 FEB.	10				0.5						4	0.04	18.98	5	23.98	
	10																	
	12	14 MAR.	14	3.0											8.10	5	13.1	
	13																	
ABRIL	14	29 MAR.	15	3.0											8.10	5	13.1	
	15																	
	16	12 ABR.	14	3.0											8.10	5	13.1	
	17																	
MAYO	18	27 ABR.	15					0.4					5	0.05	17.29	5	22.29	
	19																	
	20	11 MAY.	14		0.5								5	0.05	16.16	5	21.16	
	21	21 MAY.	10	3.0											8.10	5	13.1	
JUNIO	22																	
	23	4 JUN.	14									0.4	5	0.05	31.30	5	36.30	
	24																	
	25	18 JUN.	14		0.5								5	0.05	16.16	5	21.16	
JULIO	26																	
	27	27 JUN.	9	3.0											8.10	5	13.1	
	28																	
AGOSTO	29	11 JUL.	14						0.5				5	0.05	16.61	5	21.61	
	31	25 JUL.	14		0.5								5	0.05	16.16	5	21.16	
	32	3 AGO.	9	3.0											8.10	5	13.1	
	33	12 AGO.	9		0.5								5	0.05	16.16	5	21.16	
SEPTIEMBRE	34	21 AGO.	9	3.0											8.10	5	13.1	
	35																	
	36	2 SEP.	12							0.4			5	0.05	18.24	5	23.24	
	37																	
	38	14 SEP.	12					0.4					5	0.05	17.29	5	22.29	
OCTUBRE	39																	
	40	26 SEP.	12	1.0							0.4		5	0.05	20.91	5	25.91	
	41	8 OCT.	12									0.4	5	0.05	32.11	5	37.11	
	42																	
NOVIEMBRE	43	20 OCT.	12			0.4							5	0.05	16.81	5	21.81	
	44																	
	45	1 NOV.	12		0.5								5	0.05	16.16	5	21.16	
	46	10 NOV.	9	3.0											8.10	5	13.1	
DICIEMBRE	47																	
	48	22 NOV.	12							0.5			5	0.05	20.11	5	25.11	
	49	1 DIC.	9	3.0											8.10	5	13.1	
	50	10 DIC.	9	3.0											8.10	5	13.1	
	51	19 DIC.	9	3.0											8.10	5	13.1	
52	28 DIC.	9	3.0											8.10	5	13.1		
TOTAL			33											451.57	165	616.37		

REFERENCIAS: LA DOSIS DE FUNGICIDAS ES EN LITROS/HECTAREA. LA DOSIS DEL ADSEE ES 1% SOBRE VOLUMEN DE ACEITE SPRYTEX.

Cuadro 11 "A": Fungicidas y aceites usados para el control de Sigatoka Negra.

NOMBRE COMUN	MARCA COMERCIAL	FABRICANTE	DOSIS / HA.
MANCOZEB	MANZATE	DUWEST	2-3 LTS./HA.
MANCOZEB	DITHANE	ROHM & HASS	1.25-1.9 LTS./HA.
CLOROTHALONIL	BRAVO 720	SYNGENTA LAN	1-2 LTS./HA.
CLOROTHALONIL	KNIGHT	DUWEST	1-2 LTS./HA.
DIFENOCONAZOL	SICO	SYNGENTA LAN	0.4 LTS./HA.
HEXACONAZOL	ANVIL	SYNGENTA LAN	0.4 LTS./HA.
AZOXISTROBIN	BANKIT	SYNGENTA LAN	0.4 LTS./HA.
BITERTANOL	BAYCOR	BAYER	0.5 LTS./HA.
TEBUCONAZOL	FOLICUR	BAYER	0.4 LTS./HA.
TRIADHIMENOL/TEBUCONAZOL	SILVACUR	BAYER	0.4 LTS./HA.
TRIDEMORF	CALIXIN	BASF	0.5 LTS./HA.
BENOMYL	BENLATE	DUWEST	0.28 KGS./HA.
TEFLOXISTROBIN	TEGA	BAYER	1 LTS./HA
PYRIMETHANIL	SIGANEX	BAYER	0.5 LTS./HA.
SPIROXAMINE	IMPULSE	BAYER	0.4 LTS./HA.
ACEITE	SPRYTEX	TEXACO	3-6 LTS./HA.



Figura 9 "A": Estadios en el desarrollo de *Myosphaerella fijiensis* Var. *difformis*.