

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**



ASPECTOS GENERALES SOBRE EL CONTROL DE LA SIGA-  
TOKA NEGRA Mycosphaerella fijiensis var. difformis  
(Mulder et Stover) EN EL CULTIVO DEL PLATANO  
Musa acuminata (Colla) gpo. Cavendish.

**SEMINARIO**

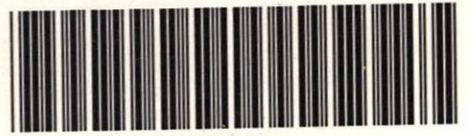
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO  
P R E S E N T A

Dagoberto Hernández Limón

MARIN, N. L.

AGOSTO DE 1987





1080061471

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



ASPECTOS GENERALES SOBRE EL CONTROL DE LA SIGATOKA  
NEGRA Mycosphaerella fijiensis var. difformis (Mul-  
der et Stover) EN EL CULTIVO DEL PLATANO Musa acu-  
minata (Colla) gpo. Cavendish.

S E M I N A R I O

QUE PARA OPTAR EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

P R E S E N T A

DAGOBERTO HERNANDEZ LIMON

MARIN, N.L.

AGOSTO 1987.

093432 *Am*

T  
5B608  
.B16  
H4

O 2. 34  
FA6  
1987  
C.5



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

F. TESIS

La agricultura es la profesión propia del sabio, la más adecuada al sencillo, -y la ocupación más digna para todo hombre libre.

Cicerón.

## DEDICATORIA

A mis padres

Sr. José Hernández Landeros

y

Sra. Odilia Limón de Hernández

Con palabras no puedo expresar el infinito amor y gratitud que siento por ustedes, que con sus enseñanzas y ejemplos, supieron guiarme por el camino del bien; y no escatimando sacrificios, me brindaron toda la ayuda moral y económica necesaria para formar en mí un profesionista. Por lo que han hecho de mi vida. Por darme parte de ustedes.

Gracias.

## DEDICATORIA

A mis hermanos

Norma Odilia

José Eduardo

María Guadalupe

Coral Arminda

José Raúl

En especial a la Lic. Lorena por su apoyo moral y económico al término de mis estudios.

A mis compañeros y amigos:

Por mostrarme el valor real de su amistad en los momentos difíciles y de alegría durante nuestra vida estudiantil.

Especialmente a:

Rafael

Antonio

Elpidio

## AGRADECIMIENTOS

A DIOS NUESTRO SEÑOR.

Por darme la vida a través de mis padres, e indicarme el camino que me ha permitido alcanzar una meta más para logro de mi formación humana.

A LA F.A.U.A.N.L.

Porque en ella adquirí una formación como profesionista, que me permitirá contribuir a el desarrollo del Agro mexicano.

AL M.C. BIOL. HAZAEL GUTIERREZ M.

Por su valiosa asesoría en la realización del presente trabajo.

AL M.C. BIOL. LUIS ANGEL VILLARREAL G.

Por las importantes sugerencias y facilidades otorgadas en la elaboración de este seminario.

AL M.C. ING. JOSE ELIAS TREVIÑO R.

Por su desinteresada ayuda, no sólo en la elaboración de este trabajo, sino también por la prestada durante mi estancia en esta facultad.

A todos ellos

Gracias.

# I N D I C E

Página

1.- INTRODUCCION . . . . .	1
2.- DESCRIPCION BOTANICA DEL PLATANO . . . . .	6
3.- CLASIFICACION BOTANICA DEL PLATANO . . . . .	8
4.- CONDICIONES CLIMATICAS Y EDAFICAS PARA EL CULTIVO . . . . .	10
5.- MANEJO DEL CULTIVO . . . . .	12
5.1. Establecimiento . . . . .	12
5.2. Mantenimiento . . . . .	13
5.3. Cosecha . . . . .	14
6.- PLAGAS	16
7.- ENFERMEDADES	19
7.1. Enfermedades de menor importancia . . . . .	19
7.2. La Sigatoka negra de la hoja . . . . .	25
7.2.1. Origen y distribución geográfica . . . . .	25
7.2.2. Importancia económica . . . . .	28
7.2.3. Descripción taxónomica . . . . .	29
7.2.4. Sintomatología . . . . .	32
7.2.5. Etiología y desarrollo de la enfermedad . . . . .	36
7.2.6. Control . . . . .	41
7.2.6.1. Control cultural . . . . .	42
7.2.6.2. Control genético . . . . .	45
7.2.6.3. Control legal . . . . .	48

7.2.6.4. Control Químico . . . . .	53
7.2.6.5. Control integrado . . . . .	63
8.- CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS A SEGUIR . . . . .	66
LITERATURA CONSULTADA . . . . .	71
APENDICE . . . . .	78

FIGURAS DEL APENDICE

Página

<b>Figura 1.</b>	Vista esquemática de una planta de plátano en fructificación, junto con sus retoños . . . . .	79
<b>Figura 2.</b>	Principales zonas donde se cultiva el plátano (áreas negras): sur de México (Tapachula), todos los países centroamericanos y Colombia (Uraba). La Sigatoka negra se encuentra distribuída hasta 1983; en toda Centroamerica sur de México y norte de Colombia . . . . .	80
<b>Figura 3.</b>	Ciclo patológico de la Sigatoka <u>ne</u> gra, enfermedad producida por el patógeno <u>Mycosphaerella fijiensis</u> var. <u>difformis</u> . . . . .	81
<b>Figura 4.</b>	Diferencia en la proporción de desarrollo de la enfermedad del Chamusco común y la Sigatoka negra, indicada por la hoja sobre la cual aparece primero el síntoma de infección. . . . .	82

CUADROS DEL APENDICE

Página

Cuadro 1.	Muestreo de "Sigatoka negra" por el método de infección visible . . . .	83
Cuadro 2.	Forma morfológica del estado imperfecto de los tres patógenos de las manchas de Sigatoka. . . . .	84

## I N T R O D U C C I O N

El plátano, es una de las frutas de más importancia en las regiones tropicales, y una de las de mayor consumo en el mundo. Su cultivo y comercialización, genera una importante cantidad de divisas para aquellos países que exportan su fruto; además, de ser parte esencial en la dieta de sus habitantes (16).

El plátano, es muy probablemente, el cultivo que produce la mayor cantidad de alimento por área plantada. Una plantación bien administrada, produce 84,000 kilos de fruta verde por hectárea por año. El plátano verde; incluyendo el pedúnculo, cáscara y pulpa, contienen 15% de almidón puro y comestible. Por lo tanto, una plantación produce año tras año y sin replantar, unos 12,600 kilos por hectárea de materia seca comestible. Para obtener una cantidad similar de alimento, sería necesario producir 20 ó más toneladas de granos, como trigo, maíz que son cultivos que deben replantarse cada año. Las cifras anteriores, sólo incluyen la parte cosechada; ya que un 10% o más de la producción se pierde en el campo, otro 10 a 15% se pierde en el almacenaje previo a la comercialización.

El comercio internacional de plátano en 1979, fué de 7,273.00 toneladas métricas, y se calcula, que los países productores y otras zonas tropicales, consumen otro tanto. O sea

que el total de la producción mundial; sería entonces, de 14.5 millones de toneladas métricas. Eso equivale, en calorías, al consumo total de alimentos de 19 millones de personas (14).

En México, el plátano fué introducido por los españoles en 1516 y, solo hasta principios del siglo XX se inició su cultivo o escala comercial (47).

La superficie cultivada de este frutal en el país, según datos preliminares del año agrícola 1983, es de 72,507 hectáreas, que se distribuyen en los siguientes estados:

Veracruz	...	17,869	has.
Chiapas	...	13,425	has.
Colima	...	10,425	has.
Tabasco	...	8,341	has.
Otros	...	23,463	has.

La producción de esa superficie es de 1,640,462.00 toneladas anuales. El rendimiento promedio nacional se calcula en 22.625 ton/ha. por año. Cabe mencionar que el estado de Chiapas es el mayor productor de fruta verde; con 408,889 toneladas, sobrepasando la producción de Veracruz, (408,053 toneladas) debido a que su rendimiento promedio estatal es de 30.457 ton/ha. (10).

Además de la aportación que el cultivo del plátano hace al valor de la producción agrícola nacional, se estima que ge

nera una cantidad de mano de obra, del orden de 22 millones de jornales al año, que benefician a cerca de 85 mil familias (34).

Los bajos rendimientos que se obtienen actualmente de fruta verde por hectárea, se deben principalmente, al hecho de que en México, el 65% del plátano nacional se produce bajo condiciones de temporal (3). O bien, a que todavía muchos productores plataneros, creen que mientras menos se le invierta a su plantación tendrán más dinero en sus bolsillos; la realidad es diferente; ya que el uso de técnicas modernas en este cultivo se pagan, y muy bien. Análisis económicos en fincas comerciales de plátanos, que utilizan prácticas agrícolas modernas, demuestran claramente, que estos productores obtienen mayores rendimientos, mejor productividad y finalmente lo que más interesa a todo productor, mayores utilidades (22).

Durante las primeras tres décadas del presente siglo, la producción de fruta verde en el país, se desarrolló con éxito, debido principalmente a las características de las tierras anteriormente vírgenes, en que se efectuaba el cultivo, de tal forma, que durante algún tiempo ciertos estados del país llegaron a exportar fruta a los Estados Unidos; sin embargo, a partir de los años 30 aparecen problemas patológicos que limitan la producción. El primero de ellos fué la enfermedad llamada "Mal de Panamá", causada por el hongo (Fusarium oxysporum Schlecht f. sp. cubense (E.F. Smith) Snyder y Hanson que cau-

só estragos en las zonas productoras de México y otros países del mundo (34.)

Esta enfermedad, obligó al cambio de los populares plátanos Gros Michel ( Roatan ) por otras variedades más o menos resistentes como el caso de la "Valery" y algunas otras selecciones del grupo Cavendish (1).

Posteriormente y a finales de los años 30's se presentó una enfermedad foliar, conocida como "Sigatoka amarilla" o "quemazón del follaje" (chamusco), ocasionada por el hongo Mycosphaerella musicola Leach ex Mulder, la cual hizo descender considerablemente la producción, al grado de eliminar la exportación durante los años de 1940 a 1942. Este hongo, ataca exclusivamente las hojas de la planta del plátano reduciendo su capacidad fotosintética, y por lo tanto, su capacidad para producir racimos de buena calidad, además, los rendimientos en peso los disminuye hasta en un 60 a 70%. El potencial de esta enfermedad es tal que sin su control no es posible una producción comercial de plátanos, de tal forma, que su aparición originó una gran cantidad de investigaciones, que culminaron con la aparición de sofisticados y costosos equipos, así como fungicidas para su control, lo cual a su vez aceleró la tecnificación del cultivo (34).

Desde su aparición hasta 1981, la Sigatoka, denominada localmente "chamusco", constituyó el principal problema fitopatológico del cultivo, hasta que en ese año, apareció la en-

fermedad llamada "Sigatoka negra" proveniente de Centroamérica, y cuyo patógeno causal es el hongo Mycosphaerella fijien-  
sis var. difformis, el cual es más virulento que el hongo que  
causa el chamusco, por lo cual lo desplazó en importancia  
(34).

## 2.- DESCRIPCION BOTANICA DEL PLATANO

El plátano de fruto comestible, es una planta herbácea, su tallo verdadero es corto y permanece enterrado, no sobresaliendo apenas del suelo, hasta la época de floración. Este corto tallo subterráneo, emite ramificaciones laterales que brotan del suelo a su alrededor y a los que se les denomina vástagos, retoños o mamones. Salen además, de este tallo (también conocido como bulbo o rizoma) numerosas raíces cordiformes, adventicias y que crecen en todas direcciones, pueden crecer hasta separarse una distancia superior a los 5 metros de la planta matriz, por lo común a una profundidad de 15 cm; pero en suelos óptimos al cultivo, profundizan hasta 75 cm. En la Figura 1, se observa una mata con un pseudotallo que porta un racimo y además, ha emitido un vástago secundario y otros dos jóvenes. El pseudotallo, se forma por desarrollo de la yema terminal del verdadero tallo, que va produciendo hojas con la parte basal bien desarrollada, dispuestas en forma helicoidal. El conjunto de vainas foliares fuertemente imbricadas, forma lo que con frecuencia se le llama "tallo" que es cilíndrico, recto y rígido, que por su naturaleza herbácea se corta fácilmente con un hábil machetazo. La hoja por su parte, se deriva de la parte superior de la vaina, la cual se afina, en un robusto pecíolo prolongado en una nerviación central, a cuyos lados se extienden las dos partes simétricas del limbo, formando un conjunto ovoidal de grandes dimensiones.

Las nuevas hojas, aparecen en la parte superior del pseudotallo y se desenvuelven posteriormente.

Después de haber producido un promedio de 30 hojas funcionales, el meristemo central experimenta acción hormonal, que detiene la diferenciación de brotes foliares en formación y determina la de la inflorescencia. Casi al mismo tiempo, el tallo verdadero comienza a desarrollarse hasta alcanzar la inflorescencia ya desarrollada y engrosada, empujándola hacia el exterior. La inflorescencia, está compuesta de un largo eje, en el que se hallan dispuestas en hélice; brácteas, que cubren cada una, un grupo de flores situadas en dos filas apretadas (estos glomérulos se les denomina comúnmente "manos"), ellas son femeninas y cada ovario formará un plátano. Las últimas flores de diferenciación tardía son masculinas, y por lo general se desprenden rápidamente del eje de la inflorescencia. Cabe mencionar, que el ovario en desarrollo, en un principio apunta hacia abajo, pero en pocos días se reincorpora tomando ahora una posición inversa a la original; es decir, que el ápice del ovario desarrollado apuntará hacia arriba. En resumen, el plátano es una hierba de gran talla, cada uno de sus falsos troncos produce un racimo único y luego muere, reemplazado por sus ramificaciones laterales (mamones). La continuidad está asegurada por vía vegetativa (16, 24).

### 3.- CLASIFICACION BOTANICA DEL PLATANO

Los plátanos cultivados comercialmente, pertenecen al género Musa, creado por Carlos Linneo. Este género, pertenece a la familia de las Musaceae, comprendida en el gran grupo de las Monocotiledóneas, de características bien conocidas. El género Musa comprende dos grupos de especies: Un primer grupo, se caracteriza genéticamente por un número cromosómico de base igual a 10, y morfológicamente, por sus brácteas lisas exteriores. Un segundo grupo de especies, tiene II por número cromosómico base, y se distingue, por su primer par de brácteas surcadas longitudinalmente sobre la cara exterior, que además es cerosa y glauca; este segundo grupo comprende también dos secciones: la primera Rhodochlamys, se caracteriza por una inflorescencia erecta, con muy pocas flores en cada bráctea, la segunda, Eumusa, es la más importante, sus especies llevan inflorescencia más o menos arqueada hacia el suelo, sus frutos dispuestos en manos son numerosos y están dispuestos en dos filas. Estos plátanos silvestres son importantes para estudios taxonómicos y genéticos; las dos especies más importantes son: Musa acuminata Colla y Musa balbiana Colla, por cuanto han contribuido por diversos procesos genéticos, a la aparición de las variedades de plátanos con frutos partenocárpicos; es decir, frutos de pulpa abundante, completamente desprovistos de semillas y comestibles. Actualmente se sabe que en el origen de los plátanos cultivados, in

tervinieron mayormente las dos especies mencionadas, por lo que se han efectuado agrupamientos de clones, unos morfológicamente pertenecientes al tipo acuminata, otros del tipo balbisiana o bien intermedios. Dentro de los cultivares que tienen solamente genomas acuminata hay diploides (A A) y triploides (A A A), estos últimos comprenden las grandes variedades que se cultivan para la exportación de sus frutos, todas estas variedades comerciales quedan clasificadas dentro del grupo "Cavendish" o "Sinensis", que comprende cuatro tipos principales: Lacatán, Poyo (Robusta), Gran Enano y el Enano.

Por otra parte, dentro de los cultivares que poseen genomas acuminata y balbisiana tenemos: a) Triploides con predominio acuminata (A A B), este grupo incluye aquellos plátanos cuyo fruto se come solamente cocido y que se conocen en México bajo el nombre de: plátano castilla; plátano macho y plátano manzano. b) Triploides con predominio balbisiana (A B B), en este grupo sólo hay un representante conocido como "Cacambout" y que se consume cocido (16).

#### 4.- CONDICIONES CLIMATICAS Y EDAFICAS PARA EL CULTIVO DEL PLATANO

Los factores que conforman el ambiente en el que se desarrolla el cultivo del plátano, deben de relacionarse de tal manera, que produzcan un medio óptimo para el crecimiento de la planta, si bien pueden aceptarse condiciones algo por debajo de las ideales (24).

##### Temperatura

Haarer (1965) estimó que la temperatura media óptima fué la de 27.5°C, permitiéndose que la temperatura media máxima sobrepase ligeramente los 32°C, y que nunca la temperatura media mínima descienda abajo de los 16°C (salvo períodos de corta duración) (24).

##### Humedad

Champion (1968) menciona, que debido a la gran área foliar y el rápido desarrollo, es comprensible que las necesidades hídricas de esta planta sean elevadas y constantes, correspondiendo a precipitaciones de 100 a 150 mm mensuales, según sea la intensidad de la insolación así como a la capacidad de retención hídrica del suelo. Por otra parte, la humedad ambiental debe ser por lo menos del 60% (16).

## Viento

Champion (1968) y Haarer (1965), indican que dado la estructura herbácea del plátano, es necesario contar con una atmósfera en calma o, a lo sumo, con suaves brisas, deben de evitarse aquellas zonas afectadas por corriente fuertes. Entre los daños que provoca el viento fuerte, pueden citarse: la excesiva transpiración, laceración de la lámina foliar y ocasionalmente el derribe de racimos (16,24).

## Suelo

Haarer (1965), recomienda que los platanares se establezcan preferentemente en suelos fértiles, ya que esta planta requiere de gran cantidad de nutrientes además, el suelo debe ser suelto con una tendencia arenosa, su pH debe ser lo más cercano a 6 y por último, debe tener un buen drenaje. Todos estos requisitos, deben tratarse de cumplir, ya que la raíz del plátano carece de potencia, es frágil y no soporta el agua estancada, sin que se llegue a la desecación (24).

## 5.- MANEJO DEL CULTIVO

Haarer (1965), menciona que el buen manejo del platanar, incluye un conjunto de técnicas de cultivo que se deben de aplicar a la planta, con objeto de obtener de ella un producto de alta calidad y máximo rendimiento, en condiciones óptimas de rentabilidad (24).

Entre las principales labores que se llevan a cabo desde que se siembra la planta, hasta que se obtiene el fruto de la misma, se pueden enumerar las siguientes:

### 5.1. Establecimiento

#### Preparación del suelo

Debe incluir un barbecho y una rastra cruzada minimamente, a fin de mejorar las características físicas del terreno y otras cualidades del mismo.

#### Trazo de la plantación

El sistema de plantación más usado; es el de Marco real, a una distancia de 3 a 4 metros, dependiendo de la amplitud del dosel de la variedad que se vaya a sembrar.

#### Apertura de cepas

Excave hoyos de 50x50x50 cm, un mes antes de plantar

## Preparación del material vegetativo

Los rizomas seleccionados se descortezan y se les elimina las partes podridas además de las raíces, procurando no dañar las yemas. A fin de estimular el desarrollo de las yemas laterales, se recomienda eliminar la planta central. Posteriormente, se desinfestan estos rizomas, sumergiéndolos en una solución de 500 gr Maneb, 500 ml de Endrín en 100 lt de agua.

## Método de plantación

Realice la siembra rápidamente a fin de evitar deshidratación del rizoma, coloque la cabeza (rizoma) en la cepa de tal manera que quede a 10 cm bajo la superficie.

## 5.2. Mantenimiento

### Fertilización

La dosis de los tratamientos, deberán ser obtenidos en base a pruebas de campo, existen tres épocas de aplicación: abril, junio y septiembre. La condición de aplicación es el suelo húmedo, el método es en banda en la zona de goteo tirando el fertilizante a chorrillo

### Deshierbes

Se realiza con pasos de rastra durante los primeros 5 me

ses, y con machete en lo sucesivo; aunque pueden usarse en forma dirigida, herbicidas como el Gramoxone o algún otro.

### Deshije

Esta práctica, se realiza en períodos regulares, dejando 3 o 4 renuevos por cepa, gracias a ella se mantiene el sistema de plantación de calles o hileras.

### Desperilado

Una vez que se han formado el total de manos del racimo, hay que eliminar la inflorescencia masculina. Para ello, se recorre la plantación cada 19 días, si el raquíz tiene más de 20 cm se elimina manualmente.

### Apuntalado

Conforme va aumentando el peso del racimo, la planta tiende a doblarse incluso llega a caer, para evitar esto, se colocan puntales que sostendrán el peso excesivo que va ganando el racimo.

## 5.3. Cosecha

### Condición de madurez

El racimo debe cortarse antes de su completa madurez, sacrificando el llenado de la fruta para dar margen a su comercialización, ya que la fruta madura dificultaría el transpor-

te.

#### Método de cosecha

El corte del racimo se hace manualmente, debiendo tener cuidado de no golpear el racimo. (6,9,13).

## 6.- PLAGAS

Champion (1968), menciona que el plátano, como cualquier otra planta cultivada, sufre el ataque de diversos parásitos; los daños que estos causan pueden ser lo bastante graves como para comprometer el rendimiento e incluso la existencia de la plantación (16).

La lista de plagas que atacan al cultivo según Haarer (1965), consta de 180 parásitos, pero de este total solo algunos causan un daño tal que amerite medidas de control específicas (24). Entre las plagas que afectan mayormente al plátano en el país, se pueden mencionar las siguientes:

### Picudo negro

Haarer (1965), reporta que esta plaga se encuentra en todas las zonas del mundo donde se cultiven plátanos (24). Velasco (1978), menciona que en la región baja del Papaloapan, esta plaga ataca al cultivo en forma severa y además, obtiene como resultados de su investigación que el parásito permanece a un nivel de infestación perjudicial durante todo el año. Las plantas dañadas por esta plaga, presentan síntomas de amarillamiento seguidas de marchitamiento y finalmente mueren o caen al suelo. En sus estudios, el autor ha relacionado el hecho de observar una galería en promedio por planta, como indicativo de pérdidas de hasta el 10% de la producción (45). En cuanto a control químico, Anónimo (1980) reporta que el

producto que ha dado resultados más efectivos en trabajos experimentales, es el Volatón al 2.5%, en la proporción de 30 gr por cepa (9).

### Trips

Champion (1968), reporta que esta plaga es de singular importancia, ya que al atacar inflorescencias y racimos, sus daños traen como consecuencia la depreciación de los frutos, pues su pericarpio presenta un aspecto menos satisfactorio de lo deseable (16). Anónimo (1980), menciona que las infestaciones fuertes de esta plaga, ocurren generalmente en los períodos de sequía. El autor recomienda, que en caso de que la inspección determine hacer control de la plaga, se deberán asperjar las inflorescencias y racimos con productos químicos específicos (9).

### Nemátodos

Haarer (1965), menciona que los nemátodos revisten importancia en tierras viejas de cultivo, donde las poblaciones han llegado a un nivel tal que su daño llega a ser de consideración, en estas condiciones, no hay más alternativa económica que rotar el cultivo (24). Pardo (1983), enlista las especies más dañinas: Radopholus similis, Helicotylenchus multicinctus, Meloidogyne spp y Pratylenchus spp (32). Loos (1960) citado por Martínez (1986) indicó que los nemátodos producen lesiones en raíces y rizomas. Las plantas severamen-

te dañadas presentan achaparramiento, retardo del crecimiento, amarillamiento foliar, producción de frutos pequeños y volcamiento de plantas (29).

Champion (1968), recomienda dos aspectos diferentes en el control de esta plaga; en platanares infestados, la rotación del cultivo y la desinfestación del suelo; en plantaciones nuevas o en replantación de terrenos desinfestados, el empleo de material vegetal libre de esta plaga (16).

#### Tuza

Alvarado (1986), menciona que el rompimiento del equilibrio ecológico, ha ocasionado que este roedor emigre hacia el cultivo del plátano, causándole un gran daño que consiste en la destrucción de rizomas enteros. Su actividad devastadora la realiza bajo la superficie del suelo. Como resultado de diversos experimentos, que tienen como objetivo lograr un control económico y práctico de esta plaga, se encontró, que los cebos envenenados con Temik son la mejor alternativa (5).

#### Plagas del suelo

Velasco (1978), menciona que al cultivo del plátano lo dañan plagas, como la gallina ciega, el gusano de alambre y las larvas de doradilla; solo que no se sabe con precisión, que tanto afecta su daño a la producción, por lo que recomienda que se hagan trabajos al respecto (46).

## 7.- ENFERMEDADES

Haarer (1965), menciona que hace algunos años, las enfermedades casi imposibilitan el cultivo comercial del plátano. Afortunadamente, en lo referente a una enfermedad (Mal de Panamá) se han encontrado variedades inmunes a ella, y en lo que respecta a otra (Chamusco), han resultado efectivas las medidas de control adoptadas. Las enfermedades pueden ser causadas por hongos, bacterias; pero debe tenerse en cuenta que, un medio inadecuado, o un suelo de textura deficiente, así como un terreno infértil, pueden predisponer al cultivo para ser atacado por cualquiera de los agentes causales. No es necesario, que la enfermedad cause el colapso súbito de toda la planta, para afectar la producción, ya que con que dañe solo una parte de la misma, la destrucción de tejidos debilitará la planta y reducirá la posibilidad de obtención de frutos rentables (24).

### 7.1. Enfermedades de menor importancia

Aunque el cultivo del plátano es atacado por muchos patógenos, algunos de ellos revisten más importancia que otros, debido a que sus daños ocasionan mayor detrimento de la producción. Entre las principales enfermedades que padece el cultivo del plátano actualmente, se pueden enlistar las siguientes:

## "Raya negra de la hoja del plátano"

Fernández (1978), reporta que esta enfermedad es causada por el hongo Mycosphaerella fijiensis Morelet, y que su forma conídica es Cercospora fijiensis Leach; este patógeno causa después del agente causal de la "Sigatoka negra", la enfermedad mas seria de las hojas del plátano (19).

Feakin (1972), ha caracterizado los síntomas de esta enfermedad de la siguiente manera; en un principio pequeñas y estrechas líneas decoloradas aparecen entre las venas de las hojas, estas rayas jóvenes son invisibles en el haz y claramente distinguibles en el envés, su color en estos momentos es café castaño a café rojizo. Al presentarse el tiempo húmedo, las rayas se hidratan y empiezan a tornarse negras rápidamente, al mismo tiempo su forma cambia de oval a redondeada aumentando en tamaño hasta hacerse visible en el haz. El rasgo más sobresaliente de la enfermedad, es su capacidad de formar enormes masas de manchas negras alargadas sobre la hoja del plátano, las cuales a menudo son tan numerosas, que la hoja ennegrece, antes de secarse. La muerte de la hoja puede ocurrir en un lapso de 3 semanas luego de que la primer mancha apareció sobre ella. La virulencia de la enfermedad es tal, que en plantas no asperjadas, es imposible que puedan retener suficiente follaje para madurar el fruto (18). La distribución de la enfermedad es reportada por Osorio (1981), él menciona que la enfermedad se observó primero en las Islas Fi

ji y de ahí se diseminó a muchas regiones de países ubicados en el Océano Pacífico, seguidamente se detectó en Honduras en 1972, en Zambia en 1973 y en Gambia en 1979 (31).

Sigatoka amarilla (Chamusco) de la hoja del plátano

Feakin (1972), menciona que actualmente esta enfermedad se le encuentra completamente, en todas las regiones donde crece el plátano en el mundo (18). Stover (1982), nos dice que el agente causal de la enfermedad fue indentificado por primera vez en Java en 1902, bajo el nombre de Mycosphaerella musicola Leach ex Mulder, y cuya forma conídica fue identificada como Cercospora musae Zimm (43).

Stover (1963) citado por Fernández (1978), señaló que además, de las estructuras de M. musicola, también peritecios de M. minima Stabel, Leptosphaeria sp., Micronectriella sp y Didymella sp., suelen estar presentes en las hojas del plátano no afectadas por el manchado atribuido a M. musicola (19). En adición a lo anterior, en Honduras Roth (1963) citado por Fernández (1978), considera que la enfermedad conocida como chamusco, puede ser causada por un número no determinado de microorganismos, siendo el más importante Mycosphaerella musicola (19). Feakin (1972), caracteriza los síntomas de la enfermedad de la siguiente forma: inicialmente, aparecen pequeñas lesiones sobre las hojas, estas son líneas verde-amari-llentas paralelas a la nervadura de la hoja. Estas rayitas

se oscurecen y empiezan a expandirse lateralmente, hasta formar manchas más o menos elípticas. Posteriormente, sus contornos se definen adquiriendo un color más oscuro al centro de la mancha y se presenta un halo de color amarillo entre el margen de esta y el tejido sano; en esta etapa de la mancha, el hongo se encuentra en su máxima producción de esporas conidiales, cuando la hoja presenta varios puntos de infección, estos pueden agruparse y afectar grandes áreas de la misma, y es entonces, cuando la hoja tiene una apariencia chamuscada (18). Calpouzos et al (1964) citado por Ramírez (1984), nos dice que el período desde que se presentan los primeros síntomas hasta que las manchas alcanzan la madurez, varía de 10 a 60 días dependiendo de las condiciones climáticas (34).

Ramírez (1984), menciona que el chamusco llegó a México en los años 30 y que hasta 1981, esta enfermedad constituyó el principal problema fitopatológico del cultivo, hasta que en ese año, apareció la "Sigatoka negra" cuyo patógeno es más virulento (34). Actualmente solo tres estados del sureste de la República han sido invadidos por la "Sigatoka negra", y en el resto aún predomina el chamusco, por lo que puede concluirse que; aunque esta última enfermedad no es la más virulenta, si es la de mayor predominio en el país.

#### Mancha de la hoja por cordana

Feakin (1972), menciona que aunque esta enfermedad no es muy importante, puede llegar a destruir grandes áreas de teji

do de la hoja y debilitar la planta de plátano. El agente causal, es el hongo Cordana musae, que a menudo se le encuentra en hojas ya infectadas por otras manchas (Sigatoka principalmente). El diagnóstico de esta enfermedad es relativamente fácil, ya que en su ataque este patógeno ocasiona en la hoja; manchas con círculos concéntricos de color café claro y a su vez la mancha esta delimitada por una banda amarilla (18).

#### Podredumbre de la corona

Slabaugh (1982), menciona que esta enfermedad, constituye el más serio problema de postcosecha en plantaciones comerciales de plátano. El control de ella es difícil, ya que hay que poner una barrera física contra nuevas infecciones con un químico apropiado y porque esta enfermedad envuelve un complejo de hongos. Entre los principales agentes causales, pueden enlistarse: Cephalosporium sp., Verticillium theobromae (Turc.) Mason Hughes., Fusarium roseum Lk. ex Fr., Fusarium moniliforme Sheldon., Botrydiplodia theobromae Pat., Colletotrichum musae (Berk y Curt) Arx., Ceratocystis paradoxa (Dade) C. Moreau., Acremonium sp. Todos estos hongos, comunmente crecen y esporulan en brácteas y flores podridas de plátano, luego sus esporas son diseminadas por el viento y el agua de salpique hasta la corona, todo ello ocurre antes de la cosecha (40).

#### Moko del plátano

Fucikovsky (1978) citado por Mandujano (1986), indicó

que la bacteria causal de esta enfermedad, (Pseudomonas solanacearum E.F. Smith; raza 2, cepas D, D, SFR y H) afecta al plátano en el estado de Chiapas (30). Pardo (1983) menciona que la bacteria del moko, se puede dispersar fácilmente en la plantación a través de rizomas infestados, suelo infestado, herramientas contaminadas, agua de riego y una gran cantidad de biotransmisores. Cuando el patógeno invade los tejidos vasculares de la planta, se multiplica rápidamente, dispersándose en todo el sistema vascular, impidiendo el paso libre de agua y nutrientes. Al mismo tiempo, las bacterias producen toxinas causando los síntomas característicos de marchitez de la enfermedad. El síntoma más conspicuo de esta, ocurre en hijos jóvenes infectados, los cuales se ennegrecen se atrofian y retuercen. En plantas viejas, ocurre una decoloración vascular que se concentra hacia el centro del pseudotallo. Los racimos también muestran síntomas específicos del ataque de la bacteria. La fruta joven se deforma y pudre, los dedos se ennegrecen, se secan y desprenden. En racimos de más edad, se presentan algunos dedos con apariencia de madurez con posteriores alteraciones en la cáscara y pulpa (32).

## 7.2. La Sigatoka negra de la hoja del plátano

Holguín (1982), menciona que actualmente a esta enfermedad, se le considera de importancia primaria en el cultivo del plátano; ya que su agente causal es más agresivo y virulento, que el causante de la "Raya negra" y el "Chamusco común", además de que ataca a todas las variedades comerciales causándoles un mayor daño (25). Woods (1981) considera a la "Sigatoka negra", la enfermedad más devastadora de las manchas foliares de los plátanos cultivados comercialmente a gran escala (genoma AAA), así como de los plátanos de menor consumo (genoma AAB y ABB) (47).

### 7.2.1. Origen y distribución geográfica

Según Stover (1978) citado por Pasberg-Gauhl (1983), el área de origen del patógeno de la "Sigatoka negra", se encuentra en el sureste de Asia, especialmente en Nueva Guinea e Islas Salomón. Desde ese continente, la enfermedad se extendió hasta el Africa y después a las Americas, en donde pasó desapercibida desde su introducción hasta 1972 (33). En ese año, según Osorio (1981), el agente causal de la enfermedad fué identificado por primera vez en el Valle de Ulua en Honduras, en septiembre de 1972, en la Granja Guarima 1; que contenía la mayor colección de clones e híbridos de Musáceas del mundo, y que desde 1962, se venía usando para estudios de la enfermedad de la "Sigatoka amarilla" (31). Por su parte Woods (1981), reporta que a finales de 1974, el patógeno de

la "Sigatoka negra" llegó a establecerse enteramente en el Valle de Ulua, reemplazando efectivamente al patógeno de la "Sigatoka amarilla", como organismo dominante del manchado de las hojas del plátano (48). Stover (1982), reporta que ha raíz de la gran epidemia que se presentó en Honduras en 1979, la enfermedad empezó a dispersarse lentamente a lo largo de la costa hacia el oeste, hasta que en 1975 fué observada en Belice, y en 1977 fué detectada en el Valle de Motagua en Guatemala, donde causó pérdidas del orden de 2.5 millones de cajas de plátanos. Posteriormente, el patógeno se extendió a la zona platanera del Valle Bajo de Aguan en 1978; debido a que en esta zona, el foco de infección fue de solo 2 hectáreas, es probable que haya sido derivado de basura de hoja infectada que venía en camiones con plátano cosechado de deshecho. En 1979, la enfermedad se dispersó en las 2,000 has. de plantaciones aisladas en el Valle bajo de Aguan además, apareció en el área de Coyoles en la parte alta del Valle de Aguan y en el interior del valle adyacente de Comayaca.

A mediados de 1979 la enfermedad apareció de pronto en la zona platanera de Chinanga en Nicaragua. Y al finalizar 1979, la enfermedad apareció en el área de Santa Clara en la parte central de Costa Rica. Para 1980, la "Sigatoka negra" se dispersó a las plantaciones de plátano de la costa del Atlántico de Costa Rica. En 1981, las zonas costeras de Panamá fueron invadidas por el hongo (43). Pasberg-Gauhl (1983), menciona que en 1983 la "Sigatoka negra" fue descubierta en

plantaciones del Norte de Colombia (33)

En lo que respecta a México, Leandro (1982), reportó que la "Sigatoka negra" fué encontrada en julio de 1981, en el municipio de Zuchiate en el estado de Chiapas. Para septiembre de ese mismo año, la enfermedad se había localizado en el mismo estado en los municipios de Tapachula, Mazatlán, Huehuetlán y Acapetahua abarcando un área de aproximadamente 3,000 has. (Camacho, J. comunicación personal) (28). Holguín (1982), menciona que desde marzo de 1981, en el plan de la Chontalpa, se advirtieron síntomas de la enfermedad; a partir de entonces se detectó en la región de la Isla, sur de Huimanguillo y en algunas fincas del municipio de Teapa (25). Intner (1985), reporta que desde su aparición en 1981 hasta 1985, la "Sigatoka negra" se dispersó en los estados de Chiapas, Tabasco, sur de Veracruz y Oaxaca. El mismo autor publica que en el mes de mayo de 1985, se localizó un nuevo brote de la enfermedad en el norte de Veracruz, en el ejido Acontitla, municipio de Tihuatlán (27).

Hasta 1983, la distribución mundial de la enfermedad de la "Sigatoka negra" según Leandro (1982) y Pasberg -Gauhl (1983), se sitúa principalmente en dos continentes: En Asia la "Sigatoka negra" se encuentra en las Islas Fiji, Tonga Samoa Cook y Taiwan. En América, su área de distribución abarca: Honduras, Guatemala, Belice, Costa Rica, El Salvador, Nicaragua, Panamá, México y Colombia (28,33) Figura 2.

### 7.2.2. Importancia económica

Aguirre (1983), menciona que el cultivo del plátano en algunos países centroamericanos, representa una actividad de relativa importancia económica, al dar empleo a las personas que participan en su cultivo y al asegurar entradas netas de divisas al país. Sin embargo, frente a la "Sigatoka negra" esta actividad corre serios riesgos de desaparecer, debido a dificultades estructurales que limitan la organización de una lucha preventiva eficaz (2).

Aguirre (1983), realizó estudios preliminares en México relacionados con el impacto económico de los costos de control de "Sigatoka negra", en los diferentes sistemas de producción de plátano; y encontró diferencias sustanciales en función del programa de control utilizado, formas de aplicación y sistema de producción del cultivo. En México, el 65% del plátano nacional se produce bajo condiciones de temporal. En 1983, la presencia "Sigatoka negra" elevó los costos de producción del cultivo del plátano en un 168%, lo que significaría ante una eventual crisis; la posibilidad de que desaparezca gran parte del área destinada a la explotación de esta planta, debido al excesivo costo de producción (3).

Intner (1985), reporta que en 1985 el área ocupada por el cultivo del plátano, era de 77,000 has. de las cuales unas 20,260 has. se han visto afectadas por la "Sigatoka negra",

que equivalen al 26.5% a nivel nacional, lo que representa una disminución en la producción de 323,400 toneladas, que representan aproximadamente un equivalente monetario para ese año (1985) de \$ 2,777,359,200.00. El autor menciona que gracias a la correcta asistencia técnica de la Dirección General de Sanidad Vegetal, se rescataron 13,440 toneladas que representan aproximadamente \$ 115,422,720.00 en 1984 (27).

### 7.2.3. Descripción taxonómica (Alexopoulos, 1979)

Reino - - - - -	Mycetae (Hongos)
División - - - -	Amastigomycota
Clase - - - - -	Ascomycetes
Orden - - - - -	Dothideales
Familia - - - - -	Dothideaceae
Género - - - - -	<u>Mycosphaerella</u> Johanson, 1867
Especie - - - - -	<u>fijiensis</u> Morelet, 1963
f. sp. - - - - -	<u>difformis</u> Mulder & Stover, 1972

#### Mycetae:

Organismo cuyo soma varía desde una sola célula hasta un micelio muy profuso. Hay núcleos verdaderos, con membranas nucleares y nucleolos. Pared celular contiene quitina o celulosa y otros polisacáridos complejos.

#### Amastigomycota

Hongos sin centríolos, no producen células móviles, nu-

trición por absorción, células individuales del micelio con crecimiento limitado en extensión, micelio cenocítico o septado.

### Ascomycetes

Hongos que forman sus esporas sexuales dentro de estructuras en forma de saco, llamados ascos, como resultado de cariogamia y meiosis. Generalmente, se producen 8 esporas por asca. Micelio septado. Reproducción asexual siempre por conidias.

### Dothideales

Ascos bitunicados, producidos dentro de un ascocarpo constituido por un ascostroma en forma de botella, que tiene una sola cavidad. Ascospores dispuestos en forma de fascículos. Ausencia de filamentos interascuales de cualquier tipo en el lóculo.

### Dothideaceae

Hongos con distribución universal; aunque la mayoría son saprófitos, muchos parasitan vegetales de valor económico. El pseudoperitecio puede estar inmerso en una erupción de tejido del hospedero o en un estroma (4).

### Mycosphaerella Johanson, 1867

Es el género más importante de esta familia ya que cuen-

ta con más de 1000 especies descritas. Se caracteriza, porque su pseudoperitecio es subepidérmico, ovoide o globoso, ostiolado y membranoso, sus ascas son cilíndricas o claviformes, las ascosporas son elípticas, con un tabique, y además hialinas. Sus estados conidiales son variados; algunas especies producen conidios en picnidios, otras en acérvulos y, otras más en conidióforos libres; habiendo especies que incluso no poseen conidios (19).

M. fijiensis Morelet, 1963

Su forma conídica Cercospora fijiensis Leach, se caracteriza, porque sus conidias son de forma obclavada a cilindro-clavada constando de 1 a 6 septos, en ellas se observa distinción basal del núcleo. Los conidióforos son rectos o inclinados, de color pálido o ligeramente café poseen a lo mucho 3 septos o pueden carecer de ellos. Ocasionalmente, se ramifican y no producen abundante cantidad de esporas. Emergen de las lesiones de la hoja en forma individual o en pequeños grupos de 2 a 5 tallos libres. Los conidióforos nunca son producidos en esporodoquios (43).

M. fijiensis var. difformis Mulder & Stover, 1972

Su pseudotecio está sumergido, es globoso con un ostiolo esférico y ligeramente erumpente. Ascas bitunicadas que miden de 28-24.5 x 6.5-8 m., las ascosporas son hialinas, fusiiformes, con una septa que posee una construcción débil; miden

14-20 x 4-6 m. Su estado imperfecto es Cercospora fijiensis var. difformis, que se caracteriza porque los conidióforos no tienen ramificaciones, pueden tener de 0 a 3 septas, son rectos o curvados, miden 12-55 x 3-6 m. Estos conidióforos, son producidos en dos formas diferentes; aislados o en grupos de no más de 4 o bien en un esporodoquio pequeño (usualmente mide casi la mitad del tamaño de el esporodoquio de C. musae) en fascículos compactos o sueltos. Ocasionalmente, los conidióforos se producen en grupos de 4 a 20 sobre un estroma espermogonial.

Los conidios, son de colores hialinos a oliváceos, rectos a curvados, en forma de mazo invertido, de 1 a 9 septos; miden 46.8-129.6 x 2.9-5.4 m. (25,28,43).

#### 7.2.4. Sintomatología

Anónimo (1984), menciona que los primeros síntomas de la infección no pueden reconocerse hasta la 3a. y 4a. hoja, y es por ello, que es en estas hojas donde se detecta la presencia e intensidad de la enfermedad. Aunque la hoja más joven (candela), así como la segunda son especialmente sensibles a las infestaciones (8).

Leandro (1982) caracteriza los síntomas de la siguiente manera: El síntoma inicial consiste en manchas pequeñas de color café rojizo y de menos de un milímetro de diámetro, en

el envés de la hoja (28). Sin embargo, para Anónimo (1984) los síntomas iniciales; son pequeñas manchas alargadas (rayitas), de color verde amarillento, que se forman paralelas a las nervaduras laterales también en el envés de la hoja (8). El tamaño de estas "rayitas" es mejor descrito por Osorio (1981); quien nos dice que miden de 1 a 5 mm de largo por 0.25 mm de ancho, para el autor el color de estas "rayitas" es marrón rojizo y solo son visibles en el envés de la hoja, la posición de las "rayitas" en la hoja tiene una tendencia a colocarse cerca de la nervadura central (31).

Continuando con la caracterización de los síntomas, Leandro (1982), menciona que estas "rayitas" empiezan a extenderse lenta o rápidamente según las condiciones de la infección, hasta formar estrías de aproximadamente 20 mm de largo por 2 mm de ancho de color café oscuro a negro (de aquí proviene el nombre de "Sigatoka negra"); en estos momentos, ya son visibles en el haz, situándose paralelas a las nervaduras secundarias. Posteriormente, estas lesiones se extienden más, se vuelven fusiformes apareciendo un halo clorótico a su alrededor. Finalmente, el centro de la lesión se seca y toma una coloración grisácea, cuando coalescen estas lesiones, aparecen grandes áreas necróticas en la hoja (28). Al respecto; Osorio (1981), reporta que la muerte completa de la hoja, si las condiciones ambientales le son favorables a la enfermedad, ocurre en 3 semanas (31).

La distribución de las lesiones en la hoja, es descrita por Stover (1982); quien concluye, que debido a que en la "Sigatoka negra" la mayor parte de la infección es debido a las ascosporas, el patrón de manchado de estas, usualmente no puede ser distinguido. En áreas asperjadas solo con fungicidas, las lesiones aparecen frecuentemente hacia la punta de la hoja, cerca de las orillas laterales. Platanares asperjados con formulaciones de aceite y un fungicida ditiocarbamato o bencimidazol, presentan un patrón de manchado diferentes, ya que las lesiones ocurren a uno u otro lado de la nervadura central (43). Leandro (1982), menciona que; aunque la distribución de las manchas en la hoja es variable; ocasionalmente, se pueden presentar a cada lado de la nervadura central, siendo esta la característica que permite distinguir a la "Sigatoka negra" del "Chamusco" común (28).

Los daños secundarios de la enfermedad, son reportados por Haarer (1965) quien menciona, que debido a que la "Sigatoka negra", causa la muerte prematura de grandes áreas de la superficie foliar; el área fotosintética de la planta se ve drásticamente reducida, al grado de, que es insuficiente para permitir el desarrollo del fruto hasta su maduración. El autor encontró, que hay una estrecha relación entre la severidad de los síntomas en la hoja con el efecto en el grado de madurez del fruto; por ejemplo, un escaso manchado en las hojas tiene poco efecto, no así otros casos de extrema infección severa en las hojas, que pueden incluso, nunca dejar ma-

durar el racimo. Trabajos concernientes para disminuir la pérdida de la fruta, han encontrado, que el número funcional de hojas al tiempo de la cosecha es muy importante. Con cuatro hojas funcionales, la fruta puede ser apta para exportarse, pero con un menor número de hojas funcionales, la pulpa será decolorada y el fruto rechazado. Para satisfacer las especificaciones, debe haber de 7 a 8 hojas funcionales al tiempo en que emerge la inflorescencia. Si la planta llegase a enfermar antes de que la inflorescencia sea disparada, es muy probable que produzca un fruto más malo, que aquel que se originó de plantas que se infectaron; luego de que el racimo emergió, y ha comenzado a madurar.

En ataques severos menores, los racimos son pequeños, con sus dedos individuales (plátanos) marcadamente angulares, y con un sabor y olor anormal. Además, los frutos provenientes de plantas infectadas, son más propensos a ser dañados por el frío durante el almacenamiento refrigerante, y son más sensibles a pudriciones, que aquellos frutos provenientes de plantas sanas (24). Anónimo (1984), menciona que los frutos provenientes de plantas infectadas por "Sigatoka negra", maduran prematuramente luego de la cosecha, debido a que el hongo causal de la enfermedad, favorece la formación de gas etileno (8).

### 7.2.5. Etiología y desarrollo de la enfermedad

Stover (1982) menciona que las esporas del patógeno, (ascosporas o conidias) germinan en el envés húmedo de la hoja en un tiempo de 2 horas. Pero, usualmente el estoma no es penetrado, hasta después de 48 a 72 horas de humedad adecuada o casi saturación y temperaturas por encima de 21°C. Una vez que la infección se establece, la hifa del patógeno Mycosphaerella fijiensis var. difformis, se mueve rápidamente intercelularmente de un estoma a otro, causando de esta manera lesiones sobre la hoja entera (43).

Cunningham (1928) citado por Horsfall (1960), hizo observaciones histológicas de las manchas foliares producidas por Mycosphaerella spp y encontró, que en general los contenidos celulares desaparecen en el centro de la zona holonecrotica; pero, la pared celular no es desintegrada. Por otra parte, observaciones de la zona plesionécrotica, mostraron, que el micelio del hongo estuvo muy a menudo presente en todas partes de esta área, en la cual núcleos y cloroplastos empezaban a desaparecer, al grado de ausentarse completamente de algunas células (26). Stover; (1982) observó, que los síntomas iniciales ("rayitas") aparecen alrededor del estoma después de 10-14 días de que ocurrió la infección.. La producción de conidióforos en este hongo es de corta duración, por lo que la producción de conidias es muy pequeña. La mayoría de las cámaras estomatales, son usadas para la rápida producción de

pseudotecios y espermogonios (43). Alexopoulos; (1979) concluye, que es muy probable que en la especie M. musícola, la plasmogamia se realice a través del tipo de reproducción sexual, conocido como espermatización, ya que se han encontrado espermacios que se forman en espermogonios, y existen elementos de juicio para interpretar, que verdaderamente son órganos masculinos funcionales (4). Stover (1970-71); encontró, que bajo condiciones óptimas de altas temperaturas, lluvias fuertes y mucha infección, las ascosporas del patógeno de la "Sigatoka negra", maduraron en tan solo dos semanas. Las hojas con rápido desarrollo de manchas de la enfermedad, liberan gran cantidad de ascosporas maduras cuando son humedecidas, la cantidad de esporas es notable durante los primeros 5 días, y se continua a lo largo de 23 días en promedio. En el platanar, el tiempo que sobreviven y son infectivas las ascosporas, es relativamente largo, siempre y cuando la fuente de inóculo se encuentre en sitios con sombra moderada, temperatura media alta, corto fotoperíodo y alta humedad relativa en la noche.

Estas condiciones, ocurren comúnmente en las épocas secas en las regiones tropicales, en estas condiciones las ascosporas pueden mantenerse infectivas hasta 8 semanas (41,42).

Osorio (1981); reporta, que estas hojas infectadas, son la principal fuente de inóculo de la enfermedad, la diseminación natural de las ascosporas de estas hojas, es más intensa con el viento y la lluvia en menor grado por el rocío y la

niebla. Otro factor de diseminación, lo representa el hombre, al transportar material de propagación infectado o restos de hojas enfermas usadas como embalaje en el acarreo de fruta verde (31). Figura 3

#### Efecto del ambiente en el desarrollo de la enfermedad

Stover (1982); menciona que aunque no se han hecho estudios, relacionados con el efecto de los factores climáticos en el desarrollo de la enfermedad; observaciones hechas en campo, indican similares respuestas al factor humedad, temperatura y lluvia, que el patógeno causante del "Chamusco" común (43).

#### Lluvia

Este factor juega un papel muy importante en la producción y distribución del inóculo del hongo. Ya que se han detectado, gran cantidad de ascosporas en el aire luego de chubascos fuertes. La producción de pseudotecios y ascosporas, depende en gran parte de la lluvia, pues se ha observado; que en general a mayor y más frecuente precipitación es mayor la producción de estas estructuras, posiblemente debido a que se favorece el movimiento de los espermacios hacia manchas aisladas de la enfermedad, incrementándose la fertilización de pseudotecios, y por lo tanto el de ascosporas, que para la "Sigatoka negra" son la principal fuente de inóculo (34).

## Humedad

La humedad atmosférica en forma de rocío, es un factor climático muy importante, para la germinación de las ascosporas del patógeno de la "Sigatoka negra". Ya que es necesaria la presencia de una película de agua sobre la hoja para su germinación y así como, la de las esporas conídicas. Bajo estas condiciones, la germinación puede ocurrir en un período de 2 a 5 horas dependiendo de la temperatura (34).

Fulton (1962) citado por Ramírez (1984); menciona, que la liberación de ascosporas de tejido infectado, esta relacionada con períodos de al menos 10 horas de alta humedad. siendo su máxima en períodos de 14 a 15 horas de duración (34). Stover (1970), encontró que la alta humedad relativa nocturna, favorece enormemente la sobrevivencia de las ascosporas en tejido infectado (41). Pont (1960) y Stover (1968) citados por Ramírez (1984); indican, que el rocío, puede proporcionar la humedad superficial libre, necesaria para asegurar la infección, durante la época del año con escasa precipitación (34).

## Temperatura

Ramírez (1984); menciona. que este factor climático influye afectando esencialmente el crecimiento, esporulación y desarrollo infeccioso máximo del patógeno (34). Pont (1960) citado por Ramírez (1984), señala en estudios efectuados, que la temperatura óptima para la germinación de conidias es de

25 a 29°C. En cuanto a esporulación, el autor observó que aún en una atmósfera saturada, las temperaturas de 15.5°C y de más de 35°C fueron limitantes; la temperatura óptima para la esporulación fue de 28°C (34). La temperatura óptima para la germinación de ascosporas, fue investigada por Brun (1964) citado por Ramírez (1984) quien encontró, que ocurre a un rango de 8°C como mínimo, un máximo de 38°C y un óptimo de 25°C (34). Stover (1965) citado por Ramírez (1984); reportó, que bajo condiciones controladas de laboratorio, el desarrollo infeccioso máximo de la enfermedad se presentó entre los 21 y 30°C con una temperatura óptima de 26 a 28°C (34).

#### Viento

Este último factor, es muy importante en la dispersión local de las conidias del estado imperfecto del agente causal de la "Sigatoka negra", ya que ellas, no son dispersadas por la humedad ambiental, como en el caso de las conidias del patógeno del "Chamusco" común (Stover 1982).

Stover (1962) citado por Fernández (1978), menciona que las ascosporas liberadas al producirse las lluvias, son transportadas por el viento a grandes distancias, y ese es el medio por el cual, se cree que se difundió desde su lugar de origen (Java), el patógeno del "Chamusco" común, hasta todos los continentes. El autor considera, que el transporte por el viento de las ascosporas a gran altura, pudo haber sido la causa de la epidemia en la zona del Caribe en 1934-36, habiendo

do tenido su origen en Australia, en donde la producción de ascosporas fue muy abundante en 1933 (19). Stover (1982); menciona, que el viento ha sido el principal dispersor de las ascosporas del patógeno de la "Sigatoka negra", desde su lugar de origen en Honduras, hasta todo el resto de la América central en un lapso de 10 años (43).

#### 7.2.6. Control

Woods (1982), menciona que el control económico de la "Sigatoka negra", es más difícil que el de la "Raya negra" o el "Chamusco" común; ya que su agente causal ha mostrado pronta resistencia a los productos químicos a los cuales se ha sometido (49). Además, Stover (1982) reporta que debido a que este patógeno es más virulento, en el sentido de que provoca el daño más rápido, y en un mayor número de hojas, son necesarias aplicaciones en períodos más cortos lo que aumenta notablemente los costos de control (43).

La mejor forma de combatir esta enfermedad es realizando un control integral, mediante la combinación de todos los métodos posibles de control, a modo de no ofrecer al hongo ninguna posibilidad de encontrar condiciones aptas para su desarrollo.

Entre los principales métodos de control se pueden enumerar los siguientes:

#### 7.2.6.1. Control cultural

El mal manejo del cultivo del plátano ha sido caracterizado por Rodríguez (1983), como un factor que junto con las condiciones locales climáticas favorables, conforman; los dos factores que más grandemente favorecen el desarrollo de la enfermedad. Por lo que el autor sugiere que se le haga una mejor comprensión del problema a los productores de plátano, para que ellos puedan ayudarse a minimizar los pérdidas en sus cultivos (35). Anónimo (1984) y Osorio (1981), indican que es muy importante el mejoramiento de prácticas agronómicas, mediante una fertilización racional (dosis óptima económica), uso apropiado del riego y drenaje, regular la población de plantas mediante la poda adecuada de los vástagos de tal manera que se tenga una densidad óptima de población que no permita el excesivo sombrero, adecuado control de malezas y por último la eliminación de las hojas fuertemente atacadas y las que cuelguen. Todas estas prácticas, no solo contribuyen a reducir el inóculo potencial, sino que además; hacen que las condiciones climáticas locales sean menos favorables al desarrollo de la enfermedad, con lo que se aumenta la efectividad de las medidas de control (8, 31).

Feakin (1972), hace algunas consideraciones respecto al

buen manejo de las prácticas culturales en la reducción de la incidencia de la enfermedad: El autor menciona, que la enfermedad es común en suelo mal drenado, y áreas cubiertas, donde la situación de humedad dentro de la plantación se incrementa. Es por ello, que aquellas prácticas de cultivo que incrementan la humedad dentro de la plantación; como lo es la poda inadecuada de los vástagos (deshije), de las hojas (deshoje), el mal control de malezas que cubren el suelo, así como el mal trazo de la plantación (densidades muy altas) y la mala preparación del suelo; son prácticas inadecuadas no solo porque favorecen el desarrollo de la enfermedad, sino que también provocan menores rendimientos del platanar.

La fertilización adecuada ayuda a la planta a tener un desarrollo rápido y vigoroso, por lo que puede crecer fuera de la enfermedad; o bien, poder soportarla sin que haya un fuerte efecto negativo en el rendimiento.

La práctica de la destrucción y remoción de las hojas infectadas, ayuda en mucho a disminuir el inóculo potencial, por lo que debe realizarse frecuentemente en la mayor área posible, para que de esa manera hacer más efectiva la reducción del inóculo.

Los métodos de irrigación que humedecen el follaje pueden incrementar la enfermedad si se le compara con plantaciones en las que no se usa el riego por aspersion.

Por último, el autor hace una crítica al sistema de pronóstico de la severidad de la enfermedad; que se ha trabajado únicamente, sobre la base de conocer la respuesta de la enfermedad a los factores climáticos. Ya que aunque ellos son determinantes en el desarrollo de la misma, las condiciones locales pueden en un momento dado aumentar o disminuir el efecto de estos (18).

Avila (1985), realizó un trabajo, que tuvo por objetivo determinar el efecto de las prácticas culturales en combinación con algunos pesticidas en la sobrevivencia del agente causal de la "Sigatoka negra", en el estado de Chiapas. El experimento incluyó 7 tratamientos, en los que se evaluó; el período de esporulación en días y el número total de ascosporas descargadas. El autor encontró que en la época de sequía; el hecho de dejar las hojas infectadas colgando de la planta, redujo el período de esporulación, y el dejar las hojas infectadas en el suelo previo tratamiento con Benlate, redujo la cantidad total de ascosporas descargadas. Por otra parte, en la época lluviosa, el período de esporulación se vió reducido por el hecho de tratar las hojas con Daconil y dejarlas tiradas en el suelo; esta misma práctica fue la que mas disminuyó la cantidad de ascosporas descargadas.

Además el autor encontró, que en la época seca las hojas viejas infectadas descargan la mayor cantidad de ascosporas del 21 al 28 día; mientras que en la época de lluvias, la ma-

por cantidad de ascosporas liberadas se inicia desde el día 7 (11).

#### 7.2.6.2 Control genético

Leandro (1982), menciona que todas las variedades comerciales de plátano del grupo Cavendish, son susceptibles al "Chamusco común", o la "Raya negra" y más aún a la "Sigatoka negra" (28). En el caso del "Chamusco común", Stover (1982); reporta que es bien reconocida la resistencia de clones comestibles, diploides silvestres y especies tetraploides a este patógeno. Determinándose, que todos los cultivares comestibles AAA, son altamente susceptibles; mientras que plantaciones de cultivares AAB, tienen alguna resistencia y cultivares comestibles ABB, tienen un alto nivel de resistencia.

Observaciones de resistencia de clones comestibles al patógeno de la Raya negra, fueron hechas en Hawaii y Fiji; y, aunque el rango de resistencia fue similar al del patógeno del "Chamusco común"; se reportó, que aquellos cultivares AAB fueron considerados muy susceptibles en Hawaii y moderadamente susceptibles en Fiji. Como en el caso de M. Musicola, los cultivares ABB, tienen mas resistencia que los AAB, al patógeno de la "Raya negra" (M. fijiensis). Pero en todos los casos; sin embargo, el nivel de manchado en la hoja, es mas alto con el patógeno M. fijiensis, que con M. musicola; lo que refleja una mayor virulencia del primero (43).

Haarer (1965), menciona que como resultado de trabajos de multiplicación; se encontró que el tetraploide Bodles Altafort (Gross Michel x Pisang Linin), se mostró altamente tolerante al "Chamusco común" en Jamaica (24). Sin embargo, Stover (1982) reporta que cuando este tetraploide fue probado en Filipinas; se observó que su nivel de resistencia fue muy bajo contra el patógeno M. fijiensis.

En Honduras, se probaron clones diploides altamente resistentes al patógeno M. musicola; y se encontró que también tienen algo de resistencia contra el patógeno M. fijiensis var. difformis; sin embargo, los ataques de este último patógeno fueron muy severos.

Se considera que aquellos clones con moderada resistencia al patógeno M. musicola, son muy susceptibles al patógeno de la "Sigatoka negra", variando de poca hasta altamente susceptible, como el cultivar Valery. Por ejemplo, la importancia comercial de las plantaciones AAB (plátano Castilla, Macho, Manzano, etc), es que resisten al patógeno del Chamusco común, al grado de que no necesitan aspersiones; pero con la introducción del patógeno de la "Sigatoka negra", la aspersión se hace necesaria durante la estación lluviosa, para prevenir una fuerte defoliación y pérdida de frutos.

Se sabe que existen altos niveles de tolerancia, en los diploides silvestres: Musa acuminata subsp. burmanica y subsp.

malaccensis; el autor considera, que estas características, pueden ser fácilmente incorporadas dentro de diploides, para obtenerse nuevos cultivares comestibles de plátano. Esos diploides pueden ser usados en plantas comestibles AAB; pero como la domesticación es un proceso lento se considera que los posibles nuevos cultivares resistentes a la "Sigatoka negra", pueden no ser efectivos para la siguiente década (43).

Rodríguez (1983); realizó un trabajo que tuvo por objetivo determinar la incidencia y severidad de la "Sigatoka negra", en musáceas reportadas como resistentes y con potencial para la sustitución del plátano comercial (AAA) susceptible. El trabajo se llevó a cabo en Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Los tratamientos los constituyeron las siguientes musáceas; 'Saba A<sub>2</sub>' (resistente), 'Pelipita 14055' (resistente) (estos dos cultivares poseen genoma ABB), 'Enano gigante' (susceptible con genoma AAA), 'Dominico' (susceptible con genoma AAB). Las observaciones hechas durante los primeros 9 meses de desarrollo de los tratamientos, arrojan los siguientes resultados. Durante los primeros 9 meses de desarrollo, los cultivares resistentes (genoma ABB) mostraron un mayor promedio de hojas por planta (10.5). Además, los cultivares resistentes tuvieron un valor menor de infección visible para el promedio de la hoja más joven manchada, y por último el promedio de hojas sanas por planta es mayor en los cultivares resistentes. El autor concluye que, los cultivares 'Saba' y 'Pelipita' poseen una resistencia a la Sigatoka negra plenamente identificada,

sin embargo, aún queda por evaluar su desempeño en áreas infestadas y su aceptación por los consumidores (38).

Leandro (1982); concluye, que las fuentes de resistencia natural al patógeno de la Sigatoka negra, son pocas, en comparación a las que se han detectado para los otros patógenos de las manchas foliares (M. musicola y M. fijiensis). Y aunque actualmente se están haciendo en Honduras y Jamaica trabajos dentro de programas de mejoramiento genético de cultivares comerciales, por lo lento y costoso del proceso, se considera que en los próximos 10 años, no saldrá ninguna variedad resistente, que produzca frutos de buena calidad comercial (28).

#### 7.2.6.3. Control legal

Osorio (1981) menciona que es muy necesario tomar medidas de prevención, para evitar la diseminación del patógeno de la "Sigatoka negra", a los países que están libres de la enfermedad, máxime, si estos se encuentran separados de los países infestados por barreras naturales (31).

Ya que la enfermedad puede ser diseminada por el hombre, Leandro (1982) indica, que el establecimiento de cuarentenas, puede retrazar la dispersión del patógeno a regiones donde no se encuentra (28).

Stover (1982), describe los medios a través de los cuales se cree que se ha dispersado el patógeno de la "Sigatoka

negra" en América central: 1) En camiones acarreadores de fruta verde y rizomas vegetativos, que usan hojas infectadas para proteger al racimo o rizoma de magulladuras y quemaduras. 2) Moviendo rizomas y mamones a nuevas plantaciones, sin ser debidamente tratados. 3) Por transporte aéreo de ascosporas. El autor; considera que la dispersión aérea natural, desde pequeñas áreas de infección, se puede extender hasta distancias que exceden los 50 kms. Sin embargo; este tipo de dispersión por sí sola, es grandemente demorada por barreras naturales (bosques, porciones inhabitables, montañas, etc.), por lo que concluye: que las plantaciones aisladas de plátanos, sirvieron como cadena de dispersión; además, la ayuda que pudo dar a ella el hombre (43).

Al parecer, son dos las medidas de control legal, que funcionarían para detener la dispersión e introducción de la nueva enfermedad, a regiones libres de ella:

a) Cuarentenas

Entre las medidas cuarentenarias, que deben intensificarse para prevenir la diseminación de la "Sigatoka negra", pueden enumerarse las siguientes (Osorio 1981):

1) Prohibir la importación de plátanos de países afectados; al respecto, Haarer (1965) menciona que esta medida que tienen algunos países plataneros; consiste en aplicar, leyes estrictas a la importación de fruta y material vegetativo de

plátano, buscando prevenir la introducción, no solo de la "Sigatoka negra", sino también de otras enfermedades. En el caso de las Islas Canarias, esta medida ha sido efectiva; ya que no se ha reportado la existencia de "Chamusco común", enfermedad de amplia distribución en las regiones plataneras del mundo. Por lo que el autor, considera esta medida, como el medio más eficaz de control de la dispersión de la enfermedad (24).

2) Desinfección del producto a transportar: al respecto, Haarer (1965) menciona que el material de plantación (rizomas) que se vaya a transportar, debe ser cortado; además de estar completamente libre de suelo y hojas. Con esta medida se evita además la dispersión de otros patógenos, como nemátodos, bacterias, insectos, etc.

Aunque la fruta verde, puede ser portadora de ascosporas del patógeno de la "Sigatoka negra", el riesgo de dispersión por este medio, es mínimo (24). Sin embargo, Leandro (1982) le da mucha importancia a este medio de dispersión, al reportar que en algunos países, solo se permite el tránsito de fruta, siempre y cuando se le hayan hecho tratamientos con fungicidas (28).

3) Vigilancia en puestos fronterizos (aeroportos, puertos marítimos, etc.): Al respecto; Galindo (1981), menciona que en estas estaciones cuarentenarias, en caso de importaciones, se revisará el certificado de exportación, extendido

por el país exportador, que da una seguridad relativa de que el material esta libre de enfermedades; pero aún así, el país importador deberá someter a observación el material en las estaciones cuarentenarias, antes de distribuirlas en el país. Ya que comúnmente el certificado de sanidad se extiende en base a simple inspección visual; que no es suficiente, para detectar infecciones incipientes de cualquier patógeno (20).

Cabe mencionar que en México, el establecimiento de cuarentenas a nivel oficial no se ha llevado a cabo, aunque se tiene una reglamentación bien estipulada en base a la "Ley Federal de Sanidad Fitopecuaria" de los Estados Unidos Mexicanos, Título Segundo de la Sanidad Vegetal, Capítulo II, Artículo 28, fracciones de I al XIV, que establece las medidas de seguridad, protección y cuarentenas de los cultivos potencialmente afectados o desarrollados en zonas afectadas (SARH 1974 citado por Gracia 1983). Galindo (1981), hace una crítica a las normas cuarentenarias de México; que aunque están oficialmente establecidas, no tienen la eficacia deseada. La evidencia de esta falla, queda de manifiesto por el gran número de patógenos que repentinamente han aparecido en el país, en los últimos 20 años, entre ellos: el de la "Raya negra" (Mycosphaerella fijiensis), la "Sigatoka negra" (Mycosphaerella fijiensis var difformis), el Nemátodo barrenador del plátano (Radopholus similis), el Moko del plátano" (Pseudomonas solanacearum). El autor, considera que las causas más frecuentes de la introducción de los fitopatógenos son:

1) Introducci3n ilegal de material vegetal; realizada por algunos agricultores o gente com3n, que no tiene conciencia del significado de su acci3n. 2) Carencia de una estaci3n cuarentenaria en la Direcci3n General de Sanidad Vegetal, donde puedan ponerse bajo observaci3n temporal, las importaciones de material vegetal. 3) Deshonestidad de funcionarios que por intereses econ3micos o pol3ticos, introducen o dejan introducir grandes cantidades de plantas con desacato de las normas cuarentenarias o aplicadas superficialmente (20).

Stover (1982), menciona que las restricciones cuarentenarias son dif3ciles de hacer cumplir en los pa3ses centroamericanos. Ya que la fruta del pl3tano, es un art3culo de primera necesidad en su dieta, y una severa restricci3n de su circulaci3n, resultaría en medidas evasivas que desviarían la efectividad de las cuarentenas (43).

#### b) Erradicaci3n

Leandro (1982), opina que esta medida generalmente es inefectiva, debido a que cuando la enfermedad es detectada, ya tiene un a3o o dos de estar presente; por lo que ya está ampliamente diseminada, y de nada serviría eliminarla de una zona, si pronto se volverá a reinfestar (28).

#### 7.2.6.4. Control químico

Haarer (1965) menciona, que los inicios del control químico de las manchas foliares del plátano debidas al "Chamusco común"; ocurrieron en 1940, usándose polvos de cobre y mezclas de cobre con cal. Posteriormente, en 1947, se empezaron a utilizar grandes volúmenes de aspersiones de mezcla bordelesa. Ya en los años 50's, se empezó a utilizar el aceite mineral, por ser más barato que la mezcla bordelesa y menos tóxico. En la siguiente década y aún hasta la primera mitad de los 80's, se usaron mezclas de aceite-fungicida-agua, siendo el fungicida Maneb el más popular hasta 1972, para luego ser sustituido por el Mancozeb (24).

El uso del aceite mineral, en el control de las manchas foliares del plátano, debidas al hongo M. musicola, se remonta desde los años 50's hasta 1986, cuando un trabajo de Rodríguez de L., mostró que los platanares tratados sin aceite, presentaban un mejor control de la enfermedad, es por ello, que consideró necesario hacer una investigación bibliográfica, de este producto fungistático, a fin de conocer, que características le permitieron hacer un control efectivo de la enfermedad, por tanto tiempo.

Anónimo (1978) menciona, que las propiedades fungistáticas y coadyuvantes de los aceites, han sido reconocidas desde mediados de este siglo; pero, solo en los últimos 25 años, han sido importantes para la obtención de muchas cosechas.

Los aceites; pueden actuar, como esparcidor-adherente, portadores o como fungistático químico. Aunque hay gran variedad de aceites, solo los de origen mineral pueden ser usados en la agricultura (7).

Barberá (1976) menciona; que los aceites minerales están constituidos por mezclas de hidrocarburos de cuatro clases distintas; parafínicos, nafténicos, olefínicos y aromáticos. El aceite de uso agrícola, contiene una mayor proporción de hidrocarburos parafínicos y nafténicos, ya que son estos, los que le dan al aceite la característica de inocuidad a las plantas. El autor, considera que las formulaciones aceitosas para uso agrícola; deben cumplir con ciertos requisitos de tres factores verificados, para que tengan poco efecto fitotóxico y buen cumplimiento fungistático: alto residuo insulfonable, viscosidad de 70 a 85 segundos Saybolt a 38°C y un bajo valor ácido (12).

Calpouzos (1969) citado por Anónimo (1978) revisó información acerca de los aceites, y al relacionarla con el control de la mancha de la hoja en el plátano ("Chamusco"), llegó a las siguientes conclusiones: 1) Algunos fluidos hidrofóbicos de baja volatilidad, que incluyen minerales fijos o aceites sintéticos, son los que controlan la mancha de la hoja del plátano. 2) Los emulsificantes añadidos, pueden inhibir la esporulación del estado imperfecto: Cercospora musae Zimm. 3) El aceite reduce la penetración estomatal del hongo.

4) El aceite no es directamente tóxico al hongo. 5) El aceite posee acción terapéutica (acción interna en el hospedero, antes del ataque del hongo y el subsecuente desarrollo del síntoma) (7).

Evans (1973), menciona que gracias al uso de los aceites minerales, como soporte del oxiclорuro de cobre; se descubrió que por si solos resultaban un tratamiento excelente para la mancha de la hoja del plátano, debida al hongo M. musicola. Aunque, con anterioridad se habían usado aceites en forma de aspersiones en otros cultivos (manzanos, peras, etc); solo el éxito en el tratamiento en plátano, confirmó su capacidad fungicida (17).

Strobel (1970), reporta que debido al éxito de los aceites minerales como barreras de protección, más de 13 millones de galones de aceites, fueron aplicados en 1964 a los platanares de América Latina y el Caribe, en el control de la mancha foliar debida al hongo Mycosphaerella musicola Leach (44).

Klein (1961) citado por Evans (1973), encontró que los aceites minerales, no solo actúan como protectores tradicionales o como antiesporulantes; sino que frenan el desarrollo del hongo, durante las primeras fases de infección (17).

Evans (1973), menciona que el generalizarse el uso de aceites, se puso de manifiesto su fitotoxicidad; pero en el caso del plátano, el aceite es tolerado si se aplica en peque

ñas dosis por medio de aspersiones aéreas. Sin embargo, el uso de aceite no siempre da resultados favorables; y la mayor dificultad, estriba en determinar el grado de fitotoxicidad, que depende de características del aceite, del método de aplicación y tamaño de gotitas depositadas, vigor de la plantación y variaciones climáticas (17).

Anónimo (1978), menciona que las mezclas de aceite fungicida, se han incrementado en inicios de los años 70's, como un auxilio en el control de las manchas foliares, estudios hechos en plátano con Maneb y cobre básico en aspersión, indican que la combinación de aceite y fungicida mejoran notablemente el control de la enfermedad, al haber una mejor cobertura, debido al efecto esparso-adherente del aceite. Este efecto esparcidor, ha sido mencionado en muchos artículos, asociándolo con mejoras en el control. La proporción de esparso adherente del aceite, tiene un rango de 0.27 a 2% en el caso de aspersiones foliares. Sin embargo, el autor reporta muchos trabajos donde el aceite, no siempre mejoró el control de las manchas foliares (7).

Los efectos negativos del aceite son reportados por Calpouzos (1969) citado por Anónimo (1978), quien concluyó, que el hospedero es probablemente más afectado por el aceite, debido a la reducción de la proporción de fotosíntesis y transpiración, ya que la barrera física del aceite inhibe enteramente el CO<sub>2</sub> dentro de la hoja (7).

Otros efectos fitotóxicos del aceite mineral al plátano, son reportados por Rodríguez de L. (1986); en sus trabajos en contró, que las aplicaciones de citrolina (aceite mineral), causan alteraciones fisiológicas, presentándose con más inten sidad en la estación seca del año, provocando un stress en la planta, manifestado por una clorosis que puede llegar a quema do de la hoja. El autor, reporta variaciones en el funcionamiento normal de la planta, que incluyen: disminución de la velocidad de transpiración del agua, perturbación del movimiento de los gases ( $CO_2$  y  $O_2$ ) y reducción de la producción normal de almidón (fotosíntesis) (37).

Rodríguez de L. (1986) desarrolló un trabajo que tuvo por objetivo; medir la respuesta fisiológica de la planta del plátano, al eliminarse el uso de citrolina del esquema de con trol comercial. El trabajo fue hecho en Tapachula, Chiapas. Los resultados encontrados mostraron; que en los tratamientos en los que se eliminó el uso del aceite, existían plantas que tuvieron un mayor número de hojas funcionales, lo que repercu tió en un aumento del 13.65% de peso por racimo. En base a los resultados obtenidos, el autor recomienda, que el uso de aceite reduzca al mínimo, y solo cuando provoque el menor da ño fisiológico (época lluviosa del año). Es decir; que el aceite mineral (citrolina), puede ayudar aún a mantener un buen control de la enfermedad, siempre y cuando su uso no sea continuo, y además solo se manejen dosis mínimas efectivas, en épocas adecuadas (36,37).

Desde su aparición en 1972 hasta la fecha, se han llevado a cabo algunos estudios para evaluar los productos químicos usados en el combate de "Sigatoka negra", sin embargo, no existe mucha información al respecto, debido probablemente al alto costo de su aplicación, o bien a la escasa efectividad de ciertos fungicidas hacia el patógeno.

Valle (1976) citado por Gracia (1983), menciona que los fungicidas deben reunir cinco características para poder ser usados en el control de una enfermedad:

- 1) De fácil aplicación.
- 2) Tóxico para el patógeno, pero nunca para la planta.
- 3) Residual en su efecto.
- 4) Económicamente rentable en el cultivo sobre el cual se es tá aplicando.
- 5) Baja toxicidad al hombre (23).

Stover (1982), reporta que en los primeros años de los 70's, la introducción del bencimidazol Benomyl, usado junto con fungicidas ditiocarbamatos, como el Maneb en formulaciones de aceite, ayudó grandemente al control del "Chamusco común" en Centroamérica. Para cuando apareció la "Sigatoka negra" en 1972 en Honduras, se usaron los mismos productos, que mostraron en un principio un buen control (43).

Woods (1982), menciona que el uso extensivo del fungicida Benomyl, desde 1974 a 1977 para el control de la "Sigatoka

negra", en platanares de Honduras. Originó la aparición de cepas tolerantes, que desarrollaron una inmunidad al fungicida sobre los 300 mg/ml, resultando con ello un menor control de la enfermedad. Por lo que el Benomyl ya no fué aplicado de 1977 a 1980, y con ello el nivel de tolerancia bajó hasta 100 mg/ml. De junio de 1981 a enero de 1982, el Benomyl fue reintroducido al control de la enfermedad, pero ahora usado unicamente en combinación con aceite y Mancozeb, alternándose con aspersiones de Mancozeb solo, a fin de suprimir el desarrollo de cepas tolerantes. Sin embargo, para febrero de 1982 el nivel de tolerancia se volvió a incrementar, en algunos casos por arriba de 200 mg/ml. El autor concluyó que la reintroducción del fungicida sistémico Benomyl en combinación con Mancozeb, para el control de cepas cuyo nivel de tolerancia al fungicida había descendido, fué un intento fallido para suprimir la aparición de cepas tolerantes (49).

Slabaugh (1981), haciendo un trabajo en Monticello, Arkansas, sobre el control químico de la "Sigatoka negra", encontró que en comparación con áreas no asperjadas, la severidad de la enfermedad fué reducida significativamente, desde 2.7 hasta 34.6% con el fungicida Wex<sup>R</sup> (Conklin adjuvant) en una concentración de 0.93 lt/ha. Además, el autor probó el Benomyl, al Mancozeb y una emulsión Benomyl-Mancozeb; los cuales redujeron la severidad de la enfermedad en 45, 61.5 y 68.2% respectivamente. Sin embargo, la adición de Wex (0.93 lt/ha) a emulsiones de Benomyl y Mancozeb, redujo la intensi-

dad de la infección en 66.9 y 91% respectivamente; por lo que el autor sugiere, que existe una respuesta sinergista (39).

Stover (1982), indica que debido a la aparición de la tolerancia a Benomyl y la subsecuente disminución del control, queda un espacio para un nuevo fungicida sistémico: el Clorotalonil, que según el autor, retarda y detiene el desarrollo de lesiones, produciendo un alto nivel de control. Sin embargo, el fungicida es tóxico al mezclarse con aceite, por lo que necesariamente fué el primer fungicida aplicado en aspersiones aéreas sin formulación aceitosa (43).

Lenadro (1982), cita algunos sistemas de control químico empleados en el combate de la "Sigatoka negra", poniendo como ejemplo los practicados en Honduras:

Sistema	Producto	Dosis por hectátera	Intervalos de aplicación
1. Puro (en agua)	Clorotalonil	3.5 lt.	7-12 días
2. Alternando (emul. en ac.)	Mancozeb	1,68-2.81 Kgs.	Dos ciclos consecutivos.
3. Alternando (emul. en aceite)	Mancozeb	1,68-2,81 Kgs.	Dos ciclos consecutivos de 8-12 días.
	Seguido de Benomyl	0.28 Kgs.	Un ciclo a 12-15 días.

Nota: De estos sistemas el más eficiente es el número 1. aún cuando sus costos limitan su uso. Fuente (28).

Anónimo (1984), recomienda el fungicida Calixin<sup>R</sup> (Tri-dermorph 750 g/l.) CE, ya que según el autor, posee muchas características, que lo hacen especialmente eficaz para el control del "Chamusco común", "Raya negra" y "Sigatoka negra", las especificaciones de control de esta última enfermedad, es el empleo de una dosis de aplicación que consta de:

Calixin . . . . .	0.6 lt/ha
Aceite . . . . .	4.0 lt/ha
Emulsificante . . . .	75 ml
Agua . . . . .	24 lt/ha

Deberán hacerse aplicaciones aéreas a intervalos de 8 a 12 días. Alargando o acortándolos según sea la intensidad de la infección (8).

Bursch (1984); realizó un ensayo utilizando un nuevo fungicida sistémico, conocido como Tilt<sup>R</sup> 250 EC, evaluando su efectividad con el estandar Calixin + Manzate + Citrolina. Encontrando, que el nuevo fungicida controló la enfermedad excelentemente. Realizando un análisis económico, se determinó que con Tilt 250 EC, se logra reducir el costo actual del control de la "Sigatoka negra", en un 47 a 67%, por su control más prolongado en relación al estandar comercial (15).

Vázquez (1985), comprobó y evaluó en campo la eficacia biológica, fitocompatibilidad y acción residual de Tilt en el control de la "Sigatoka negra" en Tapachula, Chiapas. Para

ello, probó el producto en mezcla con citrolina y aceite, a intervalos de 14, 21 y 28 días. Los resultados fueron similares en cuanto a su comportamiento fungicida, manifestándose en la disminución gradual de la incidencia, severidad y además pudo conseguirse más de 8 hojas libres de infección. El autor reporta que en ningún caso hubo fitotoxicidad (45).

### Consideraciones sobre el control químico

El criterio generalmente usado para iniciar el programa de control químico, es basado en un sistema de muestreo que indica el grado de desarrollo de la enfermedad; sin embargo para el caso de la "Sigatoka negra", actualmente no ha sido determinado un sistema de muestreo en especial; debido probablemente a que su agente causal es más virulento o a que su patrón de daño foliar no está bien definido. Entre algunos de los sistemas de muestreo usados hasta la fecha, se pueden enumerar los siguientes:

- 1.- Anónimo (1984) menciona que el momento oportuno para cada aplicación se determina comprobando la intensidad de la infección en la tercera y cuarta hoja joven, debido a que solo en estas hojas puede reconocerse la fase de infección temprana, por ser especialmente sensibles a infestaciones (8).
- 2.- Vázquez (1985) indica que la intensidad de la infección, es mejor detectada usando la técnica modificada de Stover; midiendo la presencia e intensidad semanal de la enfermedad, en

cada recuento se determina el índice general de enfermedad de la hoja más joven infectada, además el porcentaje de hojas con cada grado de enfermedad (0-4), y la edad promedio de esas hojas (45).

3.- Rodríguez (1984) reporta el método de la infección visible para el muestreo de la "Sigatoka negra" (véase Cuadro 2) (38).

#### 7.2.6.5. Control Integrado

A continuación se hacen algunas recomendaciones para el control de la "Sigatoka negra" de la hoja del plátano considerando varios aspectos:

I.- Programa de prácticas de control, en terrenos que se inician al cultivo, o que van a ser replantados:

A.- Prefiera aquellos suelos con buen drenaje natural, y protegidos de vientos fuertes. Además, estos suelos deberán satisfacer los requerimientos edáficos del cultivo. Haga una buena preparación del suelo antes de la plantación del platanar.

B.- Realice un adecuado trazo de la plantación, de manera que este vaya acorde con la amplitud del dosel de la variedad, evitándose con ello el excesivo sombrero.

C.- Use rizomas vegetativos proveniente de matas vigorosas; además, certifique que vienen libres de cualquier infesta

ción inminente de patógenos.

- D.- Mientras desarrolla el cultivo, realice las prácticas agronómicas adecuadamente; control malezas, fertilización, desahijes, deshojes, etc.
- E.- Haga inspecciones semanales al cultivo, para detectar la presencia y el grado de infestación de la enfermedad, en caso de que la intensidad de la infección sea tal que determine el momento de aplicación realice aspersiones en base a cualquiera de los siguientes fungicidas; Tilt 250 Ce (100 gr i.a./ha), Clorotalonil (Daconil 75 WP) a dosis de 3.5 lts/ha diluido solo en agua y el Calixin (0.6 lt/ha).

## II.- Programa de control para platanares en producción

- A.- Una vez que el plátano ha empezado a producir fruta, es muy importante que el programa de control contra la "Sigatoka negra" se encuentre bien establecido. Ya que es esencial, que la planta al momento del llenado del racimo cuente con un mínimo de 6 hojas funcionales, para poder obtener un fruto de buena calidad. Por ello es importante que las inspecciones tendientes a determinar el grado de infestación se hagan a corto plazo (ya que el desarrollo de la enfermedad es rápido), y además en el momento oportuno deberán hacerse las aspersiones necesarias. Actualmente, se cuenta con tres fungicidas sistémicos que han proporcionado un adecuado control de la "Sigatoka negra". Además, puede intercalarse el uso de citrolina

(aceite mineral) con las aspersiones fungicidas, o bien mezclarse con algunas de ellas (excepto con el Clorotalonil), en el control de la enfermedad a condición de que solo se utilice en épocas lluviosas y a dosis mínimas.

B.- No deben descuidarse aspectos agronómicos de la producción; tales como la fertilización adecuada, deshierbes, y otras prácticas culturales que en un momento dado ayudan al control del patógeno, ya sea dándole vigor a la planta ción o disminuyendo las condiciones ambientales locales, favorables a su desarrollo. El control efectivo de la "Sigatoka negra" es muy costoso, por ello no deben descuidarse aspectos del buen manejo del cultivo, de manera que se mantenga su redituabilidad y el costo de control pueda ser sostenido.

## 8.- CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS A SEGUIR

- 1.- La inminente dispersión de la "sigatoka negra" (Mycosphaerella fijiensis var. difformis), desde América Central hacia México y Colombia, ha elevado irremediablemente los costos de cultivo del plátano en estos países, tal como ocurrió en Honduras, Guatemala, Nicaragua etc. Pudiendo llegar a hacer incosteable el costo del cultivo; debido a la mayor frecuencia de las aspersiones, y a los altos costos de los ingredientes (fungicidas, coadyuvantes, etc.). Por lo que solo sobrevivirán aquellas plantaciones situadas en áreas redituables, en donde la calidad debe ser mantenida (producto de exportación). Ya que el incremento de los costos solo puede ser sostenido por la maximización de la producción en suelos con alta potencialidad para la producción.
  
- 2.- Es importante hacer conciencia a los productores plataneros, situados en áreas infestadas o por infestar (Guerrero, Jalisco, Nayarit, etc.), del grave problema que constituye la "Sigatoka negra", es por ello que deben de tener conocimiento de la misma a fin de poder afrontarla; proporcionándole un medio desfavorable para su desarrollo, como lo es el evitar la presencia de humedad excesiva en la plantación, mediante prácticas culturales, y que al mismo tiempo contribuyan a incrementar el vigor de las plantas, lo que podría hacerlas más tolerantes al daño de la enfermedad. Es indispensable también; el adoptar medi

das de cuarentena, para retardar la diseminación del patógeno (Mycosphaerella fijiensis var. difformis), debido al movimiento de material infectado, por ejemplo, el uso de hojas infectadas para cubrir la fruta que se transporta de un estado a otro y así, se evitará la distribución de la enfermedad a otras áreas productoras.

3.- Actualmente, solo se cuenta con dos fungicidas efectivos en el control de la "Sigatoka negra", pero teniendo en cuenta, que el agente causal de esta enfermedad (Mycosphaerella fijiensis var. difformis) es muy virulento, es posible que pueda desarrollar pronto cepas resistentes a ellos, tal como ocurrió con el Benomyl en el período 1971-78 en Honduras. Por ello debe evitarse el uso prolongado de un producto en particular, a fin de prevenir resistencia en el patógeno, para lograr esto, deben buscarse más productos fungicidas de naturaleza diversa y acción efectiva, de tal manera que el control químico se base en un amplio espectro de productos.

4.- Debe establecerse un programa de estudios sobre la epidemiología de la enfermedad, con el que se podrá correlacionar la incidencia del patógeno causal de la "Sigatoka negra" (Mycosphaerella fijiensis var. difformis) con los factores ambientales (climáticos y edáficos) en cada área platanera en particular. Con la información obtenida de estos estudios, anexada a las condiciones locales de cada

platanar (humedad, sombreado, etc.), se podrán pronosticar posibles infestaciones fuertes, con lo que se tendrá tiempo para preparar las medidas de control adecuadas.

- 5.- Se deben establecer programas de control de la "Sigatoka negra" en todas las zonas plataneras del país (México), para ello será necesario estudiar las condiciones socio-económicas particulares de cada región, y de esta manera iniciar un programa en forma. Ya que el 65% del plátano nacional se produce bajo condiciones de temporal y es integrado por pequeños productores, se deduce que no es recomendable el uso de productos y técnica de control de alto costo, ya que harfa al cultivo del plátano poco o nada atractivo económicamente para estos productores.
  
- 6.- Ya que el control químico de la "Sigatoka negra" cada vez es más elevado; debido a la crisis económica por la que pasan los países afectados, la necesidad de un control que haga uso de la resistencia genética de ciertos cultivares, es fundamental y urgente. Aunque ya han sido identificadas algunas fuentes de resistencia a la enfermedad e incorporadas dentro de proyectos de investigación, para el desarrollo de nuevas variedades de plátano comercial. Los resultados obtenidos no han sido del todo favorables, ya que los cultivares identificados como resistentes, no poseen un fruto con características comerciales para ser aceptado prontamente por los consumidores. Por

lo que la posibilidad de sustituir cultivares resistentes por susceptibles, va a depender en gran medida de las características de sus frutos, cuya aceptación convendría ser evaluada en pruebas de degustación con validez estadística a distintos tipos de consumidores.

Muchos autores, coinciden en que ninguna variedad resistente con fruto de calidad comercial, podrá ser obtenida dentro de los próximos 10 años, debido a lo lento y costoso que son los programas de mejoramiento genético.

Por lo que a fin de acelerar, los trabajos de mejoramiento y obtención de variedades resistentes, es recomendable el uso del cultivo aséptico de plantas, con el que en un corto tiempo y un espacio reducido, es posible obtener plántulas completas (ya enraizadas) por propagación clonal. En este material se podría mediante infección in vitro, y sin interferencias de factores externos, estudiar el comportamiento de las plántulas con una sola enfermedad, y a la vez en condiciones óptimas para el desarrollo del patógeno: Con las ventajas del "cultivo de tejidos", como lo es el ahorro enorme en tiempo al hacer pruebas con gran cantidad de plantas y además en un espacio reducido, se podría activar mucho la búsqueda de nuevas variedades y clones de plantas resistentes o por lo menos tolerantes.

7.- La solución al problema que constituye la "Sogatoka ne-

gra", como principal limitante de la producción de plátano en explotaciones pequeñas, se resume en las siguientes alternativas reales:

- a) A largo plazo; el mejoramiento genético de los cultivares comerciales, un programa de investigación extraordinariamente costoso.
- b) A mediano plazo; la identificación de germoplasma con resistencia, que eventualmente pudiera sustituir a los plátanos susceptibles.
- c) A corto plazo; mientras se logran obtener materiales valiosos, un método barato de control químico debe ser obtenido.

## LITERATURA CONSULTADA

- 1.- Agrios, G.N. 1985. Fitopatología. Primer Edición. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México 1, D.F. p.p. 375-77.
- 2.- Aguirre, J.A. 1983. Actividad platanera y Sigatoka negra en Costa Rica, una evaluación económica de la problemática. *Phytopathology*. 73(1):120 Abstract.
- 3.- Aguirre, J.A. 1983. Evaluación preliminar del impacto económico de los costos de control de la Sigatoka negra, en diferentes sistemas de producción de plátano. El caso de México. *Phytopathology*. 73(1):120 Abstract.
- 4.- Alexopoulos, C.J. y Mims, C.W. 1979. *Introductory Mycology*. Third edition. John Wiley & Sons, Inc. New York, U S A. p.p. 37-401.
- 5.- Alvarado, M.L. 1986. Aspectos biológicos y morfológicos de las tuzas en la región de Córdoba y Papaloapan, Ver. Azúcar, S.A. de C.V. Programa de protección vegetal IMPA. México.
- 6.- Anónimo. 1977. Algunas prácticas agronómicas para el cultivo del plátano. Ministerio de Agricultura y Cría. Dirección General de Desarrollo Agrícola. Programa de frutales. República de Venezuela. p.p. 12-24.
- 7.- Anónimo. 1978. Spray Tank Formulations (Oils). *Annual Review of Phytopathology*. 16:220-23.
- 8.- Anónimo. 1984. Calixin, fungicida para el control de la

Sigatoka negra y otras enfermedades de las hojas del banano. BASF Mexicana, S.A. de C.V. México, D.F. p.p. 2-10.

- 9.- Anónimo. 1980. Agenda técnica agrícola del estado de Chiapas. Dirección General de Producción y Extensión Agrícola. SARH. México. p.p. 121-26.
- 10.- Anónimo, 1983. Información agropecuaria y forestal 1983. SARH. Dirección General de Economía Agrícola. México, D.F.
- 11.- Avila, A.L. 1984. Efecto de diferentes tratamientos en la sobrevivencia de Mycosphaerella fijiensis var. difformis en condiciones de campo. XI Congreso Nacional de Fitopatología. San Luis Potosí, S.L.P.
- 12.- Barberá, C. 1976. Pesticidas agrícolas. Tercer Edición. Editorial Omega, S.A. Barcelona, España. p.p. 73-5.
- 13.- Becerra, R.S. 1977. El desperilado de los racimos del plátano en el estado de Colima. Desplegable 77- CIAB. Campo Experimental Tecomán. INIA. SARH. México.
- 14.- Bowman, F.G. 1979. Aprovechando los bananos rechazados. Agricultura de las Américas. 28(3):32-35.
- 15.- Bursch, H.R. 1984. Ensayo con Tilt 250 EC (Propiconazole) un nuevo fungicida sistémico para el control de la Sigatoka negra Mycosphaerella fijiensis var. difformis en banano. XI Congreso Nacional de Fitopatología, A.C. San Luis Potosí, S.L.P. p. 80.

- 16.- Champion, J. 1968, El plátano. Primer Edición. Editorial Blume, Barcelona, España. p.p. 151-62.
- 17.- Evans, E. 1973. Enfermedades de las plantas y su control químico. Editorial Labor, S.AA. Barcelona, España. p.p. 10-237.
- 18.- Feakin, S.D. 1972. Pest Control in Bananas. First Edition. Edited by Susan D. Feakin, B. S.c. Pans Manual No. 1.
- 19.- Fernández, V.M. 1978. Introducción a la Fitopatología. Tercera Edición. Colección científica del INTA. Buenos Aires, Argentina. p.p. 704-07.
- 20.- Galindo, A.G. 1981. Facetas de Fitopatología (Introducción de patógenos). Panagfa. 9(88):17-18.
- 21.- González, L.C. 1976. Introducción a la Fitopatología. Primer Edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José Costa Rica. p.p. 26-7.
- 22.- González, V.E. 1984. Plátano; mayores ingresos con técnicas modernas. Agrosíntesis. 5(8):81.
- 23.- Gracia, C.J.A. 1983. Aspectos generales sobre el control de la Purdición Texana Phymatotrichum omnivorum (Shear) Duggar. Seminario. Facultad de Agronomía. UANL. Marín, N.L. México. p. 21.
- 24.- Haarer, A.E. 1965. Producción moderna de bananas. Primer Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.p.p. 132-48.

- 25.- Holguin, M.F. 1982. Chamusco negro del plátano (Mycosphaerella fijiensis var. difformis) en Tabasco. X Congreso Nacional de Fitopatología. UAS. Culiacán, Sinaloa.
- 26.- Horsfall, J.G. 1960. Plant Pathology. Copyright by Academic Press, Inc. New York, USA. p. 70.
- 27.- Intner, R.M. 1984. Sigatoka negra en México, Mycosphaerella fijiensis var. difformis. XI Congreso Nacional de Fitopatología, A.C. San Luis Potosí, S.L.P. Resumen 87.
- 28.- Leandro, M.G. 1982. Enfermedades de reconocimiento reciente en México (Digatoka negra del plátano). Panagfa. 10(94):17-8.
- 29.- Martínez, S.B. 1986. El Nemátodo Barrenador del Plátano Radopholus similis (Cobb) Thorne. Seminario (Opción II-A). Facultad de Agronomía. UANL. Marín, N.L. México. p. 17.
- 30.- Mandujano, A.V. 1986. Marchitez bacterial de las Solanáceas causada por Pseudomonas solanacearum E.F. Smith. Seminario (Opción II-A). Facultad de Agronomía, UANL. Marín, N.L. México. p. 5.
- 31.- Osorio, J.A. 1981. Sigatoka negra. Serie: Enfermedades cuarentenarias para Venezuela. Editado por Comunicaciones Agrícolas. Ministerio de Agricultura y Cría. República de Venezuela. p.p. 2-7.
- 32.- Pardo, T.J. 1983. El Cultivo del Plátano. Primer Edición.

Serie: Cultivos mayores No. 7. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. p.p. 23-34.

- 33.- Pasberg-Gauhl, C. 1984. Pruebas de resistencia in vitro a la Sigatoka negra. Informe de progreso. Proyecto Sigatoka negra del Plátano. Departamento de Producción Vegetal. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. p.p. 43-50.
- 34.- Ramírez, S.G. 1984. El Chamusco (Sigatoka) del plátano, Micosphaerella musicola Leach, y su relación con el clima en la región de la Sierra, Tabasco. Tesis. Facultad de Ciencias Biológicas. UANL. San Nicolás de los Garza, N.L. p.p. 4-26.
- 35.- Rodríguez, A.R. 1983. Development of Black Sigatoka in the Atlantic Area of Costa Rica. *Phytopathology*. 73(1):124. Abstract.
- 36.- Rodríguez de L., R. 1986. Efectos fitotóxicos del aceite agrícola en el control de Sigatoka. *Agrosíntesis*, 7(11):42-3.
- 37.- Rodríguez de L., R. 1986. Efectos fitotóxicos en el plátano causados por el uso de aceite agrícola en el control de Sigatoka negra Mycosphaerella fijiensis var. difformis XIII Congreso Nacional. Sociedad Mexicana de Fitopatología. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- 38.- Rodríguez, R. 1984. Adaptación y resistencia de musáceas comestibles a la Sigatoka negra (Mycosphaerella fi-

jiensis var. difformis) en Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Informe de Progreso: Proyecyo Sigatoka Negra del Plátano. Departamento de Producción Vegetal. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. p.p. 7-29.

- 39.- Slabaugh, W.R. 1981. Chemical control of Black Sigatoka on banana foliage. *Phytopathology*. 71(2):255' Abstract.
- 40.- Slabaugh, W.R. Postharvest Diseases of Bananas and their Control. *Pl. Dis.* 66(8):747-51.
- 41.- Stover, R.H. 1970. Survival of Mycosphaerella musicola ascosporas in banana leaves. *Phytopathology*. 61:139-41.
- 42.- Stover, R.H. 1971. Leaf spot caused by Mycosphaerella musicola: Role of conidia in epidemiology. *Phytopathology*. 61:856-63.
- 43.- Stover, R.H. 1982. Sigatoka leaf spots of bananas and plantains. *Pl. Dis.* 64(8):751-59.
- 44.- Strobel, G.A. 1970. Outlines of plant pathology. Published by Van Nostrand Reinhold Company. New York, N.Y. USA. p. 139.
- 45.- Vázquez, R.E. 1985. Tilt (Propiconazol) 250 EC para el control de Mycosphaerella fijiensis var difformis, la Sigatoka negra del plátano. Resúmenes del XII Congreso Nacional. Sociedad Mexicana de Fitopatología. Guanajuato, México.

- 46.- Velasco, P.H. 1978. El picudo negro del plátano en la Cuenca del Bajo Papaloapan. Campo Agrícola Experimental Cotaxtla. Desplegable No. 2. SARH. INIA. México. p.p. 2-6.
- 47.- Villarreal, G.L.A. 1984. Plátano. Apuntes del curso de Estudios Fitopatológicos de Campo (Maestría en Fitopatología). Colegio de Postgraduados de Chapingo, México.
- 48.- Woods, T.L. 1981. Distribution of Black Sigatoka Disease of Bananas and Plantains in Central America. Phytopathology. 71(6):266. Abstract.
- 49.- Woods, T.L. 1982. Resurgence of tolerance to Benomyl in Mycosphaerella fijiensis var. difformis. Phytopathology. 72(10):988. Abstract.

**A P E N D I C E**

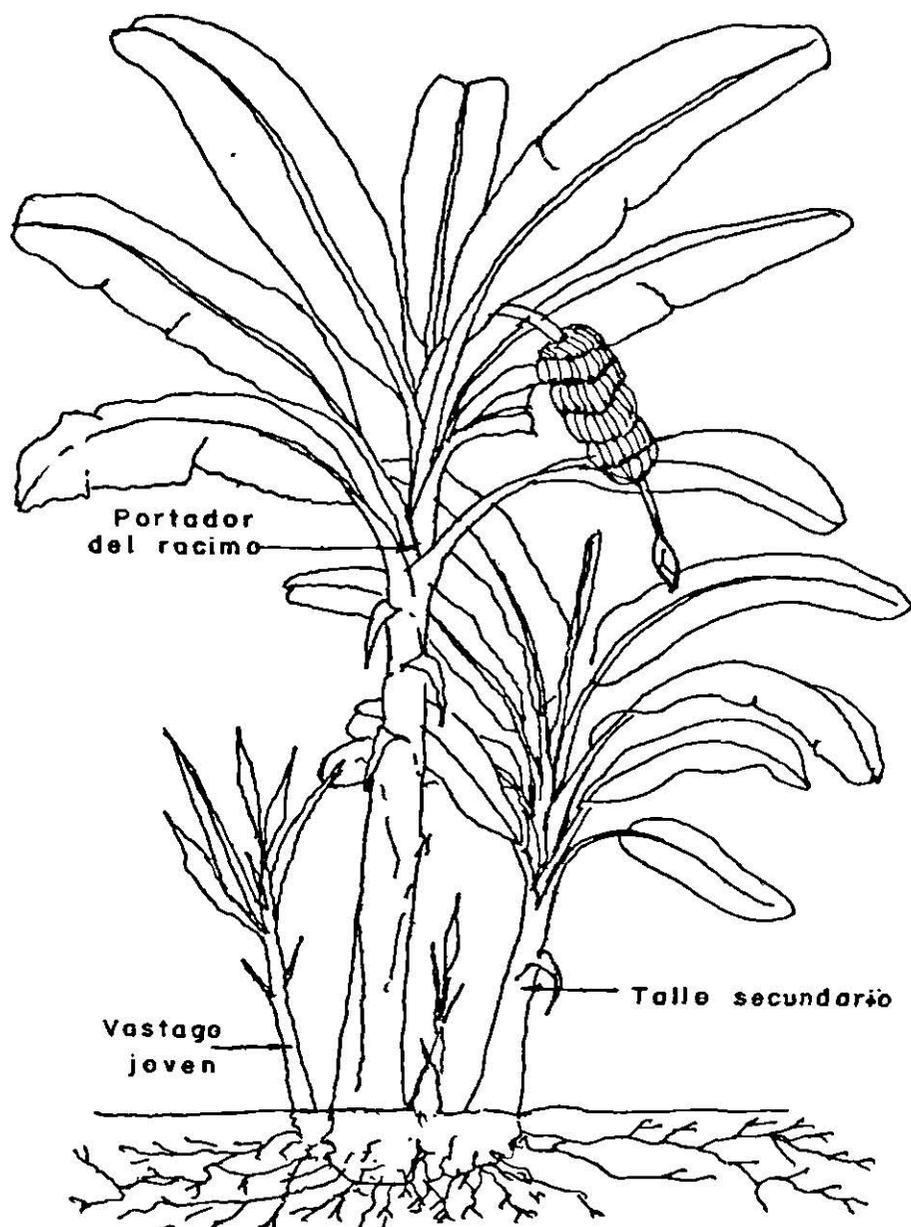


Figura 1. Vista esquemática de una planta de plátano en fructificación, junto con sus retoños. Copiado de Haarer (1965).



Figura 2. Principales zonas donde se cultiva el plátano (áreas negras): Sur de México (Tapachula), to dos los países centroamericanos y Colombia (Uraba). La Sigatoka negra se encuentra distribuida hasta 1983: en toda Centroamerica, sur de México y norte de Colombia. Copiado de Stover (1982).

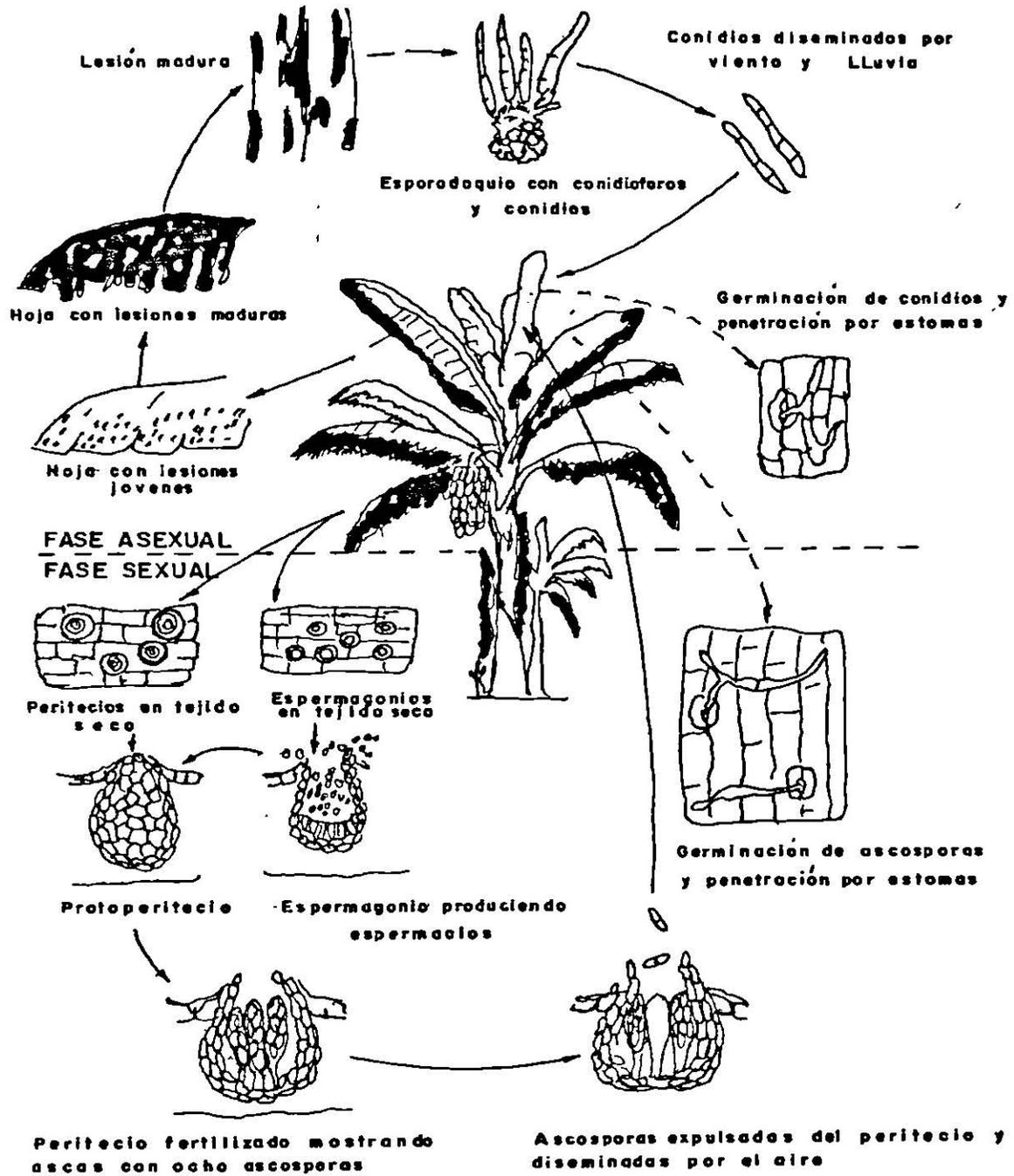


Figura 3. Ciclo patológico de la Sigatoka negra, enfermedad producida por el patógeno *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*. Copiado de González (1976).

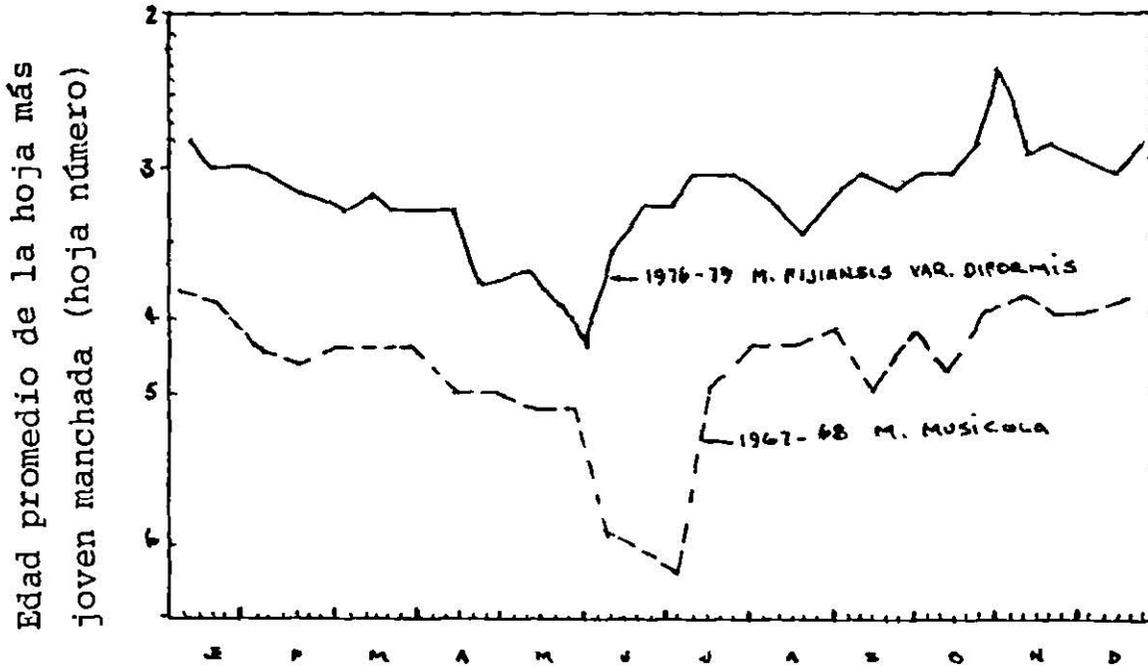


Figura 4. Diferencia en la proporción de desarrollo de la enfermedad del Chamusco común y la Sigatoka negra, indicada por la hoja sobre la cual aparece primero el síntoma de infección. Copiado de Stover (1982).

Aspectos a considerar:

- 1.- Total de hojas por planta sin considerar las que cuelgan
- 2.- La hoja más joven con 10 ó más manchas visibles (estrías) en el envés
- 3.- Número de hojas infectadas con 10 ó más estrías a partir de la hoja más joven manchada (Incluyendo esta)

Guía para el cálculo

- 1.- Suma total de hojas por planta ÷ total de plantas muestreadas =  $\bar{X}$  total de hojas por planta
- 2.- Suma de hojas más jóvenes con infección por planta ÷ cantidad de plantas con infección visible =  $\bar{X}$  de la hoja mas joven con infección visible
- 3.- Suma de hojas infectadas por planta ÷ total de plantas muestreadas =  $\bar{X}$  de hojas infectadas por planta
- 4.-  $\bar{X}$  hojas total por planta -  $\bar{X}$  hojas infectadas por planta =  $\bar{X}$  hojas sanas por planta
- 5.-  $\bar{X}$  hojas infectadas por planta ÷  $\bar{X}$  hojas total por planta x 100 = % hojas infectadas
- 6.- Cantidad de plantas infectadas ÷ total de plantas muestreadas x 100% = % plantas infectadas
- 7.- Cantidad de plantas con infección en la séptima hoja ÷ cantidad de plantas infectadas x 100 = % de hojas con infección en la séptima hoja

Cuadro 2. Forma morfológica del estado imperfecto de los tres patógenos de las manchas de Sigatoka.

C o n i d i ó f o r o s

Patógeno	Primer aparición	Forma	Distribución de las lesiones	Morfología	Conidia
<u>Cercospora musae</u>	Manchas	Densos racimos sobre un estroma oscuro (esporodocio).	Abundantes en ambas superficies de la hoja.	Rectos, hialinos, sin septos, geniculados o ramificados.	Cilíndrica, ocasionalmente obclavada, 1-5 septos más o menos gruesos en toda su longitud, sin distinción basal del núcleo.
<u>Cercospora fijiensis</u>	Rayas tempranas	Emergen individualmente o en pequeños grupos (2-5 tallos); nunca en esporodocio.	Unicamente en el envés foliar	Rectos o inclinados, con 0-3 septos, ocasionalmente se ramifican.	Obclavada a cilíndrica, 1-6 septos, con sus extremos aguzados y con distinción basal del núcleo.
<u>Cercospora fijiensis</u> var. <u>difformis</u>	Rayas tempranas	Emergencia escasa o en pequeños grupos, o bien sobre un estroma oscuro (esporodocio); ocasionalmente se producen grupos de 4-20 conidióforos sobre espermogonios.	Simples conidióforos en gran parte del envés; y esporodocios en ambas superficies foliares.	Similares a los de <u>C. fijiensis</u> ; pero nacen sobre un esporodocio igual que en <u>C. musae</u> , este esporodocio es pequeño (usualmente de casi la mitad del tamaño del de <u>C. musae</u> ).	Hialinas, recta a curvada, en forma de mazo invertido 1-9 septos, con distinción basal del núcleo y una cicatriz basal.

