

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

HONGOS ASOCIADOS AL MANCHADO DEL FRUTO EN BANANO *Musa* spp., EN
LAS FINCAS BANANERAS DE BANDEGUA LOS AMATES, IZABAL.

CARLOS ALBERTO SAGASTUME FLORES

9216849

GUATEMALA, JULIO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

HONGOS ASOCIADOS AL MANCHADO DEL FRUTO EN BANANO *Musa spp.*, EN
LAS FINCAS BANANERAS DE BANDEGUA LOS AMATES, IZABAL.

TESIS
PRESENTADA A LA HONORBLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

CARLOS ALBERTO SAGASTUME FLORES

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, JULIO de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO

SECRETARIO

VOCAL PRIMERO

VOCAL SEGUNDO

VOCAL TERCERO

VOCAL CUARTO

VOCAL QUINTO

Dr. Ariel Abderraman Ortiz López

Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel

Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz

Maestro Elmer Antonio Álvarez Castillo

Perito Miriam Eugenia Espinoza Padilla

Guatemala, julio 2005

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía

Señores:

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

HONGOS ASOCIADOS AL MANCHADO DEL FRUTO EN BANANO *Musa* spp., EN LAS FINCAS BANANERAS DE BANDEGUA, LOS AMATES, IZABAL.

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

Respetuosamente,

Carlos Alberto Sagastume Flores

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Todopoderoso que me ayuda ser mejor cada día.
Gracias por darme vida para alcanzar mis metas.

Mis Padres: José Andrés Sagastume Palma
Berta Alicia Flores de Sagastume
Sea esta, oportunidad para mostrarles mí gratitud por sus sacrificios, desvelos y oraciones. Que Dios los bendiga siempre.

Mis abuelitos: José Gildardo Flores Carranza (papalalo) (QEPD)
Berta Arriola de Flores (mamaberta)
Rafael Austreberto Sagastume Osorio (papabeto) (QEPD)
María Luisa Palma Monteros (mamaíta) (QEPD)

Mis Hermanos: Roberto José, Luis Fernando y Ana Luisa. Con admiración y cariño. Gracias por su apoyo brindado y que nunca pierdan el deseo de superación.

Mis Tíos (a): Juanita Sagastume de Sagüil, Orlando Sagüil Vásquez, Bernabé Sagastume, Olga de Sagastume, Dolores Palma (Lolita) de Villatoro, Jorge Villatoro, Marina Sagastume de Contreras, Elizabeth Sagastume Palma, Amilcar Noe Flores, Quenelda Reyes de Flores, Julio Abraham Flores, Elvia Sánchez de Flores, Mirna Flores de Alvarado, Carlos Alvarado, David Enrique Flore, Berta Hernández de Flores, Vilma Flores de Núñez, José Núñez, Adela Flores de Soto y Luis Felipe Soto. Con mucho respeto, agradecimiento y cariño.

Mis Primos: Sagastume Palma, Sagüil Sagastume, Carpio Sagastume, Sagastume Samayoa, Villatoro Palma, Contreras Sagastume, Núñez Flores, Flores Reyes, Alvarado Flores, Flores Hernández, Flores Sánchez, Soto Flores. Con cariño por los momentos compartidos. Especialmente a Christian, Rony, Byron, Servelio, Henry, Lily (QEPD), Rebecca, Josué, Dina, Carlos y Sofía.

Mi familia en general: Agradecimiento al apoyo brindado a lo largo de mi carrera.

TESIS QUE DEDICO

A:

Guatemala

Municipio de Morales, Izabal

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Mis compañeros de estudio y amigos en general, en especial a Alex, Mario, Rodrigo, Juan Pablo, Amadeo, Roberto y Álvaro. Por los momentos vividos durante los años de estudio.

Mis amigos de toda la vida en especial Mario (bavi), Juan Carlos, Juan José y Milton. Como un recuerdo de nuestras experiencias compartidas y nuestra amistad.

Todas las personas que de una u otra forma me brindaron su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A:

Mi asesor de tesis
PhD Edin Francisco Orozco Miranda
Mi orientador de tesis
Ing. Agr. Rony Estuardo Mancilla Ruano
Por su valiosa colaboración en la ejecución de
las diferentes etapas para culminar la presente
investigación.

BANDEGUA por permitirme realizar el E.P.S. y
Tesis de grado. Trabajos que forjaron mi
formación profesional.

Departamento de Servicios Técnicos, Sección
Bananera, en especial al señor Eudaldo
Estaban por su ayuda en la etapa de
laboratorio.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	iii
1. Introducción	1
2. Definición del problema	3
3. Marco Teórico	5
3.1. Marco conceptual	5
3.1.1. El cultivo de banano en América	5
3.1.2. Clasificación taxonómica	6
3.1.3. Descripción de la planta de banano	6
3.1.4. Condiciones climáticas el cultivo	8
3.1.5. Cosecha, selección, empaque y transporte del banano	9
3.1.6. "Speckling" o manchado del fruto del banano	11
3.1.6.1. Síntomas ocasionados por agentes bióticos en el manchado del fruto en banano	12
3.1.6.2. Síntomas ocasionados por factores abióticos en el manchado del fruto en banano	14
3.1.7. Descripción de características de hongos asociados al manchado del fruto en banano	19
3.1.7.1. <i>Deightoniella torulosa</i>	19
3.1.7.2. <i>Colletotrichum</i> spp.	21
3.1.7.3. <i>Fusarium</i> spp.	23
3.1.8. Condiciones generales para el medio de cultivo de microorganismos	24
3.1.9. Patogenicidad	25
3.2. Marco Referencial	26
3.2.1. Ubicación y descripción del área de estudio	26
3.2.2. Clima	26
3.2.3. Zona de vida	26
3.2.4. Suelos	26
4. Objetivos	27
5. Metodología	28
5.1. Observación de los síntomas del manchado del fruto en banano	28
5.2. Aislamiento de hongos en muestras con síntomas del manchado del fruto	28
5.3. Determinación de los hongos	29
5.4. Determinación de la patogenicidad de los hongos	33
6. Resultados	35
6.1. Descripción de síntomas del manchado ("speckling") de frutos provenientes de campo	35
6.2. Descripción de hongos asociados al "Speckling"	37
6.3. Otros géneros encontrados	41
6.4. Patogenicidad de los hongos	42
7. Conclusiones	45
8. Recomendaciones	46
9. Bibliografía	47
10. Glosario	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Escala descriptiva para la determinación de severidad de manchas en frutos de banano según Contreras (7).	17
Cuadro 2. Escala de severidad del manchado ("speckling") del fruto de cuatro grados, según Pasberg-Gauhl (22).	18
Cuadro 3. Descripción de hongos encontrados en el manchado del banano	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructuras reproductivas de <i>Deighтониella torulosa</i> .	20
Figura 2. Formato de estructuras reproductivas de <i>Colletotrichum musae</i> (Sutton, 1980)	23
Figura 3. Síntomas del manchado ("speckling") en el fruto de banano.	37
Figura 4. Colonia de <i>Fusarium heterosporum</i> , macroconidia y clamidospora.	39
Figura 5. Colonia de <i>Fusarium moniliforme</i> , macro y microconidias.	39
Figura 6. Colonia de <i>Fusarium oxysporum</i> , macro y microconidias y clamidospora.	40
Figura 7. Colonia de <i>Deighтониella</i> y microconidióforo.	40
Figura 8. Colonia de <i>Colletotrichum</i> sp., células conidiogénicas, conidios y apresorio	41
Figura 9. Determinación de patogenicidad de hongos en frutos verdes de banano, método adaptado de Orozco (20).	44
Figura 10. Ubicación geográfica del área donde fue realizado el estudio.	53
Figura 11. Síntomas ocasionados por fenómenos bióticos y abióticos en el fruto.	54
Figura 12. Escala diagramática para determinar severidad del manchado ("speckling") en frutos según Contreras (7).	54
Figura 13. Niveles de severidad según Pasberg-Gauhl (22).	55
Figura 14. Zonas de la superficie del dedo de banano afectadas por el "speckling" o manchado del fruto: cuello (pedúnculo), centro y ápice.	55
Figura 15. Ciclo de reproducción de <i>Colletotrichum</i> sp., según Agrios, 1978.	56
Figura 16. Croquis de campo de donde fue colectada la muestra de banano en Finca Creek.	57
Figura 17. Croquis de campo de donde fue colectada la muestra de banano en Finca Maya.	57
Figura 18. Croquis de campo de donde fue colectada la muestra de banano en Finca Yaqui.	57
Figura 19. Metodología para el aislamiento de hongos en el fruto de banano.	58

HONGOS ASOCIADOS AL MANCHADO DEL FRUTO EN BANANO *Musa* sp., EN LAS FINCAS BANANERAS DE BANDEGUA, LOS AMATES, IZABAL.

FRUIT SPECKLING FUNGUS RELATED TO BANANA *Musa* sp., IN BANDEGUA'S FARMS LOS AMATES, IZABAL.

RESUMEN

El cultivo de banano es el tercer producto de exportación generador de divisas en Guatemala. La competencia comercial y la exigencia de fruta de alta calidad, hacen que se lleven a cabo investigaciones en la búsqueda de soluciones a problemas primordiales que afectan ese aspecto. La presente investigación fue enfocada a determinar hongos que afectan la calidad del fruto y provocan manchas en frutos, problema conocido como "speckling". Actualmente el manchado del fruto en banano es uno de los principales problemas de rechazo de fruta en época de invierno. El estudio se realizó en el laboratorio de Servicios Técnicos de Bandegua ubicado en Morales, Izabal. Se hizo muestreo en frutos de 3, 4, 5 y 6 semanas de desarrollo tanto en área comercial (Fincas Maya, Yaqui y Creek) como en área no comercial (parcelas experimentales), en época de invierno. A las muestras se les hizo descripción de los síntomas observados relacionados al manchado del fruto. Estos frutos se utilizaron posteriormente para el aislamiento de hongos previa desinfección superficial. La incubación de los hongos se hizo en medio PDA a 25 – 27°C por 7 días. De las colonias resultantes se obtuvieron aislamientos que fueron purificados para su posterior determinación. Fueron incrementados y utilizados para la realización de pruebas de patogenicidad. En esta fase, se inocularon frutos de la variedad Williams de 7, 15, 21 y

30 días de desarrollo con *Colletotrichum*, *Deightoniella* y *Fusarium*. Se realizaron lecturas a las 24, 48, 72 y 96 horas, adaptando el método de Orozco (2003).

Fueron determinados diez hongos asociados a las manchas ("speckling") del fruto del banano, siendo los de mayor incidencia *Colletotrichum* sp., *Deightoniella* sp. Y *Fusarium* sp. Las manchas empiezan a manifestarse a los 20 días de desarrollo del fruto en condiciones de campo. Los síntomas observados fueron pequeños puntos de color café de aproximadamente 1 mm de diámetro. Estos fueron menos severos en fruta de 3 semanas de desarrollo y mas severos en fruta de 6 semanas. En la prueba de patogenicidad hubo observación de síntomas análogos a los observados en el campo. Se recomienda mejorar algunas practicas de manejo del cultivo que se consideraron deficientes y propicias como fuente de inculo e iniciar estudios histopatológicos con los hongos determinados y la implementación del método de inoculación en frutos verdes para evaluar patogenicidad.

1. INTRODUCCIÓN

El banano, *Musa spp.*, es el tercer cultivo generador de divisas en Guatemala. En el año 2002, según el Banco de Guatemala (5) las exportaciones alcanzaron 213,880.5 miles de US\$ en enero a noviembre, mientras que en el 2003 generó 245,926.0 miles de US\$ en los mismos meses. Además, es una fuente de trabajo para habitantes de la Costa Atlántica de Guatemala, donde la Compañía Bananera de Desarrollo, S.A. (BANDEGUA) emplea aproximadamente 3,000 trabajadores.

Al considerar la extensión que ocupa Bandegua (3,100 ha), la industria bananera ha identificado un conjunto de factores que afectan la producción y la calidad de la fruta. Dentro de estos se encuentran varios microorganismos que provocan enfermedades, ocasionan pérdidas y mala calidad.

El manchado ("speckling") del fruto en banano es uno de los principales problemas que afecta la calidad del banano y provoca pérdidas en la producción. Durante el año 2002 el porcentaje de fruta rechazada por concepto del manchado del fruto en banano fue de 4%, mientras que en el 2003 fue de 2.6% (dato de enero a octubre), lo que indica que disminuyó un 1.4 % (4). Pero esto no significa que el daño se ha controlado, ya que por causa del manchado del fruto se rechazan miles de cajas de banano durante el año.

Existen diferentes tipos de manchado o "speckling", entre los cuales se encuentran: 1) manchas causadas directamente por hongos, 2) condiciones climáticas, 3) indirectamente por insectos, 4) manejo en corte y empaque, 5) manchas causadas por el impacto directo de agroquímicos utilizados en el control de sigatoka negra,

Mycosphaerella fijiensis como por ejemplo aceites, fungicidas, adherentes, fertilizantes foliares y en mezclas, entre otros (22).

Los síntomas del manchado (“speckling”) en banano se presentan en frutos de diferentes estadios de desarrollo, aunque al parecer, la mayor cantidad de la infección original ocurre cuando el fruto es joven. En general, el daño consiste en manchas pequeñas de 1 a 5 mm de diámetro de color café rojizo o marrón, con un halo acuoso que en la medida que se agrupan en estadios más avanzados da la apariencia de una mancha grasienta o mantecosa con cicatriz de color rojo óxido a negro.

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio del departamento de Servicios Técnicos de Bandegua en Morales, Izabal. Se hicieron aislamientos de hongos presentes asociados a síntomas del manchado (“speckling”) del fruto en esa región y descripción de características.

El objetivo del estudio fue el de aislar e identificar la presencia de hongos asociados al manchado (“speckling”) del fruto que más frecuentan el banano.

Se determinaron 10 géneros de hongos asociados a los frutos, entre ellos *Deightoniella* sp., *Colletotrichum* sp. y *Fusarium* sp. con mayor incidencia. Fue posible observar síntomas cuando fueron realizadas las pruebas de patogenicidad, los cuales fueron observados a los 3 días después de la inoculación de los hongos y consistieron de pequeños puntos de aproximadamente 1 mm de diámetro de color café.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo del banano como cualquier fruto o producto de exportación, tiene que pasar por varias etapas de selección para que cumpla con estrictos estándares de calidad.

Durante el proceso de selección, la fruta que presenta deficiencias de madurez, defectos físicos (cicatrices, lesiones, golpes, raspaduras), asimetría del gajo y problemas de patógenos, disminuye su valor comercial y es considerada como fruta de segunda calidad. El precio de ese producto es menor o simplemente se considera como rechazo y es eliminado en basureros o vendido en el mercado local.

El incremento de fruta de calidad deficiente propicia que la rentabilidad del cultivo disminuya. Dentro de los factores limitantes o que propician los daños están las enfermedades causadas por hongos que afectan el fruto. Microorganismos pueden causar diferentes índices de lesiones sobre la superficie del fruto de banano. El síntoma ocasionado por el manchado se puede apreciar en la superficie del banano. Se observa en la zona del pedúnculo del fruto, en la zona central y parte del ápice (Figura 14A); pero, las zonas donde ocasiona mayor daño es en el pedúnculo y en el ápice del fruto, con menor incidencia en la parte central (22).

El manchado (“speckling”) del fruto en banano, de acuerdo a la literatura es causado principalmente por hongos como *Deightoniella torulosa*, que ataca las hojas y las flores del cultivo. Además se menciona que estos síntomas también son ocasionados por *Colletotrichum* sp. y *Fusarium* sp. como agentes causales de dicho síntoma. Pasberg-Gauhl (22), menciona a *Deightoniella torulosa*, *Colletotrichum* sp. y *Fusarium* sp. como hongos que aparecen con frecuencia en época lluviosa, así como en época de menor precipitación.

En la producción de banano, el problema de hongos se da principalmente en época lluviosa o cuando existe rocío abundante, que es cuando se produce abundante inóculo y las esporas son transportadas por el viento. Además, un drenaje deficiente, altas densidades de población, prácticas agrícolas inadecuadas y bolsas con área insuficientemente perforada, propician significativamente las lesiones.

Cuando se encuentran síntomas del manchado del fruto en banano ocasionado por agroquímicos, junto con manchas del fruto asociados por microorganismos, el daño producido es mayor y hay más posibilidad de rechazo de fruta en la planta empacadora.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. MARCO CONCEPTUAL

3.1.1. EL CULTIVO DE BANANO EN AMÉRICA

La posibilidad de la presencia precolombina del cultivo de banano en América ha sido sugerida, pero no se tienen pruebas directas de ello. La introducción más reciente fue hecha a principios del siglo XIX y marcó el inicio del imperio bananero de la United Fruit Company (Izaquirre, 2000) (14).

Según el mercado de banano (2) que cita a la FAO y Snowdon (28), la producción mundial llega alrededor de los 69.8 millones de toneladas en el año 2002, donde los principales países productores son India, Ecuador, Brasil, China, Filipinas, Indonesia, y Costa Rica. Según el mercado de banano (2), en el año 2001 se comercializó el 21% de la producción mundial. Asia y América son los mayores productores de banano, con exportaciones en el año 2001 de 51% y 36% de la producción total. En ese mismo año los principales exportadores fueron Ecuador, Filipinas y Costa Rica, mientras que los mayores importadores fueron Estados Unidos y la Unión Europea (2).

De acuerdo al mercado de banano (2), la producción de banano presentó una tasa de crecimiento del 3% en el último quinquenio (1998 a 2002). India se ha mantenido como el mayor productor de banano mostrando 1.5% anual promedio en los últimos cinco años. Ecuador ha obtenido un crecimiento de 3% en el mismo período. Los restantes productores han mostrado crecimientos destacados desde 1998, Brasil 5%, China 10%, Filipinas 9% e Indonesia 4%. América Latina es un importante exportador a pesar de mostrar crecimientos negativos en el último quinquenio (1997 a

2001). En el año 2001 exportó 9.3 millones de toneladas, con una participación de 65% dentro del total.

3.1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

De acuerdo con Jones (15), el banano tiene su clasificación taxonómica de la siguiente forma:

Reino:	Plantae
Subreino:	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Zyngiberidae
Orden:	Zyngiberales
Familia:	Musaceae
Género:	<i>Musa</i>
Especie:	<i>M. sapientum</i>

3.1.3. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DEL BANANO

Soto (29) y Araya (3), mencionan que la planta presenta un tallo verdadero, corto que permanece prácticamente enterrado, llamándole rizoma o bulbo, aunque lo correcto es llamarlo cormo, pues es un tallo subterráneo erecto con poco crecimiento horizontal.

Interiormente, el cormo presenta dos regiones bien diferenciadas: el cilindro central y la corteza, que es de color más claro. En la parte superior del cormo y atravesando la corteza, está el punto de crecimiento donde su diferenciación da origen a las hojas y desarrollo externo de la planta (3).

Este tallo emite ramificaciones laterales denominadas retoños o hijos; además, le emergen numerosas raíces cordiformes, blancas y tiernas, las que al envejecer se

tornan amarillas y ligeramente duras (epidermis cutinizada). Se pueden encontrar de 200 a 300 raíces en un cormo sano, la mayor cantidad de raíces se localizan en los primeros 15 cm del suelo y, horizontalmente, se pueden extender hasta los 5 m de largo. Las raíces inferiores pueden llegar a profundizar 1.30 m (29).

El meristemo terminal del tallo produce hojas que poseen una parte basal bien determinada (vainas foliar). Sucesivamente, van apareciendo hojas dispuestas helicoidalmente y junto con las vainas forma lo que comúnmente se llama tallo, aunque en realidad es un pseudotallo (29).

Según Soto (29), las hojas de los hijos se mantienen estrechas y triangulares hasta que la planta madre inicia su floración y entonces estos hijos desarrollan los limbos o láminas. La iniciación de las raíces es independiente a la formación de las hojas anchas por lo que existe un único sistema de raíces que contribuye a la nutrición de la planta y sus retoños. El tallo floral, cuya función es enlazar vascularmente a las raíces, hojas y racimo, se eleva del cormo a través del pseudotallo y es visible hasta el momento de la emisión, de la inflorescencia. Según Snowdon (28) y Soto (29), cada inflorescencia tiene grupos de varias flores las cuales posteriormente se transforman en frutos de banano. De acuerdo a Araya (3) cada racimo consta de 12 a 20 frutos, los cuales están cubiertos por una bráctea de color rojo, la cual con el paso del tiempo se cae y deja descubierta el racimo de banano.

La hoja adulta consta de cuatro partes bien diferenciadas y una quinta temporal:

- a) la vaina, que es la parte basal y envolvente de la hoja que forma parte del pseudotallo;
- b) el pecíolo, de forma de media luna y acanalado;

- c) la nervadura central, que es la prolongación del pecíolo y se adelgaza hacia el ápice de la hoja;
- d) la lámina o limbo, de forma de óvalo-oblonga con su ápice obtuso;
- e) el apéndice, que es la prolongación del nervio central y le permite a la hoja nueva abrirse paso por el pseudotallo al ir emergiendo. Una vez que la hoja ha salido, éste se marchita rápidamente y cae (3).

Cada vaina es más larga que la anterior, por lo que los pecíolos están regularmente escalonados.

Los estomas se presentan en ambas superficies de la lámina, pero son de tres a cinco veces más numerosos en el envés. Se puede decir que son menos numerosos hacia la base de la lámina que en la parte media o en el ápice (3).

3.1.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL CULTIVO

De acuerdo a Soto (29), las condiciones climáticas para la producción de banano, están entre latitud de 30° norte y 30° sur, cuyas condiciones óptimas se encuentran entre los 0° y los 15°, altitud entre 0 y 300 msnm. Requiere temperaturas relativamente altas que varían entre los 21°C y los 29.5°C, con una media de 27°C, teniendo como mínima absoluta los 15.6°C y su máxima de 37°C. La temperatura tiene un efecto preponderante en el desarrollo y crecimiento del banano, exposiciones mayores o menores propician una lentitud en el desarrollo, además de ocasionar daños en la fruta. Champion mencionado por Izaquirre (14), cita que las condiciones climáticas del cultivo de banano tienen que tener una temperatura promedio de 27°C, mayores de 15°C y menores de 38°C.

Además requiere de gran disponibilidad de humedad en el suelo, para obtener cosechas rentables. Cantidad de 100 mm a 180 mm de agua por mes es necesario para

cumplir con los requerimientos de la planta (29). Según Peláez (23), también requieren de una buena fertilización de suelos, los cuales se hacen mediante estudios que incluyan frecuencia y época de aplicación de los nutrientes.

3.1.5. COSECHA, SELECCIÓN, EMPAQUE Y TRANSPORTE DEL BANANO

En Guatemala la fruta destinada a los mercados locales, puede ser dejada en la planta hasta que este totalmente desarrollada. Mientras que la fruta destinada a mercados internacionales debe ser cortada inmadura y embarcada. El banano para ser enviado a su destino tiene que pasar por una serie de fases, entre ellos selección de fruta de calidad, es decir sin defectos, sean estos golpes, manchas de látex, daño por insectos o microorganismos (28).

Según Ventura citado por Flores Barrios (11), la madurez puede ser estimada mediante el conteo del número de días desde el apareamiento del racimo floral. En las plantaciones comerciales, en el campo, se utiliza un sistema de cinta con colores los cuales indican la edad de la fruta y la semana en que deben de cosecharse. El diámetro de los frutos centrales de la fila de afuera del racimo son medidos por medio de una escala denominada grados, según Stover & Simmonds mencionado por Snowdon (28). El grado de corte de la fruta de banano es determinado por las condiciones climáticas durante el crecimiento de la fruta (28).

Durante la cosecha y posterior a ella, se debe de tener mucho cuidado con la fruta, primero prevenir que sea manchada con látex (que brota bastante en superficies que han sido cortadas o heridas) y minimizar daños por medio de fricciones durante el transporte de la fruta a la planta empacadora. Heridas hechas en la cosecha, pueden aparecer en la maduración. Estas lesiones producen un incremento de la respiración de la fruta y también está predispuesta al ataque de hongos que ocasionan antracnosis, los

asociados al manchado del fruto y otros. En las plantas empacadoras se debe de tener mucho cuidado con la desinfestación del producto antes de ser empacada ya que durante el desmane se puede contaminar dicha zona de la fruta. Un buen control de la pudrición de la corona es esencial, considerada la enfermedad más importante después de la cosecha según Slabaugh y Grove mencionados por Snowdon (28), Ventura citado por Flores Barrios (11) y Contreras (7).

Según George y Marriott mencionados por Snowdon (28), la evaporación del agua del fruto conlleva a una pérdida de peso, y así mismo, a un estrés debido al agua que pierde. Por lo tanto, la fruta madura prematuramente. Un incremento en la concentración de dióxido de carbono, tiene el efecto que reduce la respiración y por lo tanto prolonga el almacenamiento. Esto se puede obtener usando bolsas aislantes con una adecuada fórmula (preferiblemente que tenga absorbente de etileno) para poder modificar la atmósfera que rodea a la fruta.

Según Liu, mencionado por Snowdon (28), si se quiere evitar una prematura maduración, entonces, aparte de cosechar la fruta en su apropiada maduración, se debe llevar a cabo dos requerimientos. El primero es que no tiene que haber ninguna demora cuando es cosechada y cargada a los cuartos refrigerados. La fruta tiene que estar en los cuartos de refrigeración o debe de estar enfriada antes de 24 horas después de ser cosechada. Segundo, el proceso de enfriamiento debe ser lo más rápido posible, ya que la fruta no es pre-enfriada antes de ser ofrecida al embarque y en el barco se debe remover el calor que trae del campo y mantener una temperatura adecuada del contenedor.

La temperatura adecuada del contenedor es determinada también según el cultivar, las condiciones de desarrollo de la fruta y limitado por la susceptibilidad de todo los tipo de lesiones. La maduración durante el viaje puede ser causado por no enfriar el cargamento inmediatamente, por un mal almacenamiento, una falla en el equipo de refrigeración o mala técnica de acuerdo a lo escrito por Snowdon (28).

3.1.6. “SPECKLING” O MANCHADO DEL FRUTO DEL BANANO

El manchado del fruto se incluye en la categoría de todos aquellos defectos considerados como enfermedades causadas por microorganismos, que afectan el valor de calidad pre y post cosecha de la fruta. Ocasionalmente este tipo de defectos no tiene tolerancia alguna en pre-empaque y obliga a proteger la fruta para evitar su desarrollo post-empaque durante el transporte, maduración, distribución y consumo (7).

Existen otros factores que ocasionan éste tipo de daño al fruto del banano como por ejemplo: insectos, ácaros y daños físicos. De acuerdo a estudios realizados por Passberg-Gauhl (22), las inflorescencias recién emergidas contemplan poblaciones de insectos y ácaros, cuando las brácteas están cerradas. Según Pinese y Piper (1994) citados por Passberg-Gauhl (22), no se conoce la amplitud de síntomas atribuibles a estos insectos. Estos pueden causar un daño indirecto por contaminación interna de la inflorescencia cerrada o un daño en cuya superficie débil del fruto joven se abren heridas que pueden ser aprovechadas por hongos saprófitos.

En estudios realizados por Passberg-Gauhl (22) en Costa Rica, permitieron la identificación de trips (*Frankliniella* sp.) en la flor, dos diferentes especies de cicadas (*Psyllina*) y dos diferentes especies de ácaros, como habitantes del racimo de banano. De acuerdo al autor, al momento de que las brácteas se desprenden y dejan descubiertas los frutos de los racimos, se tornan de color verde y aparecen libres de

síntomas. El daño ocasionado por insectos y ácaros fue de manchas café rojizo de menos de 1 mm de diámetro y lesiones de color café oscuro con un diámetro de 1-2 mm. Según el autor únicamente los daños ocasionados por trips fueron visibles.

Según Contreras (7) y Snowdon (28), la mancha conocida como “speckling” se presenta en frutos de diferentes estadios de desarrollo aunque al parecer, la mayor cantidad de manchas ocurre cuando el fruto es joven. En general, el daño consiste en manchas pequeñas de 1 a 5 mm de diámetro de color café rojizo o marrón, con un halo acuoso que a medida se agrupan a estadios más avanzados da la apariencia de una mancha grasienta o mantecosa con cicatriz de color rojo óxido a negro. Inicialmente no debería confundirse con los daños ocasionados por trips de la flor, ya que el daño producido por estos, consiste en pequeños abultamientos ásperos al tacto. Cuando la lesión es baja, las manchas no se observan en la fruta madura.

Existen diferentes tipos de síntomas del manchado (“speckling”) del fruto tales como síntomas bióticos, síntomas abióticos y ambos.

3.1.6.1. SÍNTOMAS OCASIONADOS POR AGENTES BIÓTICOS EN EL MANCHADO DEL FRUTO EN BANANO

Estos son aquellos síntomas causados directamente por hongos, insectos o ácaros o indirectamente, por la reacción de susceptibilidad de la planta a los microorganismos.

Se encuentran diferentes tipos de síntomas ocasionados por fenómenos abióticos los cuales son: (25) (Figura 11A)

- a) Lesiones grandes de manchado del fruto; en los cuales los centros de dichas lesiones en crecimiento son oscuras, mayores a los síntomas típicos y su diámetro puede llegar a los 3 mm.
- b) Pizcas negras definidas de un diámetro menor de 1 mm sin halo.
- c) Daños de insectos y ácaros: se describen como pústulas café oscuro a negro, las cuales pueden llegar a tener un diámetro menor de 1 mm sin halo característico (trips de las flores, *Frankliniella* spp.).

De acuerdo a Passberg-Gauhl (22), estas manchas no crecen pero si aumentan en número, debido a que las células adyacentes al ataque del patógeno mueren de inmediato, aislando así al patógeno o causándole la muerte, al ser alejado de las sustancias vivas que le sirven para nutrirse, crecer y propagarse. Según Agrios (1), el tipo de defensa hipersensible como éste, es bastante común en enfermedades ocasionadas por virus, nemátodos y hongos parásitos obligados.

El hongo que con mayor frecuencia se encuentran en esta mancha, es *Deightoniella torulosa*, el cual parasita los banales. Los primeros síntomas aparecen de acuerdo a varios factores como períodos abundantes de lluvia, drenaje pobre, altas densidades de población, prácticas agrícolas deficientes y bolsas con baja área perforada, propician significativamente la infección (Contreras, 1997) (7).

Además de *Deightoniella torulosa*, se menciona la presencia de otros géneros afectando el fruto de banano como *Colletotrichum musae*, que causa la antracnosis en el fruto, *Fusarium pallidoroseum* y *Verticillium* sp. que ocasionan la pudrición del pedúnculo del fruto; otros géneros son *Fusarium moniliforme* y *Guignardia musae* (28).

3.1.6.2. SÍNTOMAS OCASIONADOS POR FACTORES ABIÓTICOS EN EL MANCHADO DEL FRUTO EN BANANO

Estos son causados por el impacto directo de agroquímicos empleados en el control de sigatoka, *Mycosphaerella fijiensis*, tales como el aceite, funguicidas, adherentes, emulsificantes y en mezclas. Si la técnica de aplicación es correcta, poca fruta se perderá por daños en la superficie del banano. El tipo y severidad del daño causado por químicos depende en gran parte de la naturaleza del producto, dosis, tecnología de aplicación e incluso de las prácticas culturales en el manejo del cultivo, así como de las condiciones de tiempo. La severidad del manchado del fruto está influenciada principalmente por la temperatura y humedad relativa. Con temperatura alta y bastante sol, especialmente durante las aspersiones tardías de la mañana, el riesgo de manchado por químicos aumenta en comparación con días nublados sin sol y con temperatura baja, según Passberg-Gauhl (22). Estos síntomas son totalmente diferentes y no tienen relación con la severidad e incidencia de los síntomas ocasionados por agentes bióticos (Palma, 2004) (21).

En trabajos realizados por Passberg-Gauhl (22) en Costa Rica, se menciona que después de una aspersión de un “cocktail” funguicida con bastante sol, se detectó depósitos del producto en la fruta sin embolsar. Bajo estas circunstancias, la necrosis del tejido aparece en forma inmediata después de la aspersión. Esto va a depender de la cantidad de depósito y los primeros síntomas aparecieron como pizcas, manchas acuosas o aceitosas, que cambian rápidamente a un color negro y de ahí a café rojizo o a manchas corchosas. En los casos menos severos, los síntomas aparecieron como una necrosis superficial café claro, que es una decoloración epidérmica. En días frescos y nublados, el riesgo de necrosis de tejidos es menor (Figura 11A).

Existen diferentes tipos de síntomas ocasionados por fenómenos abióticos y su descripción es la siguiente: (Figura 11A)

- a) Depósitos sin halo: sus tamaños los define los diámetros de las gotas de los productos.
- b) Depósitos con halo: manchas de infiltración aceitosa / acuosa, asociadas con el secado de las gotas del producto químico.
- c) Manchas acuosas: manchas verde oscuro sin brillo; pueden ser de un diámetro de hasta 3 mm (leve) y de un diámetro de mayor de 3mm con áreas de coalescencia (severo).
- d) Manchas aceitosas: color verde oscuro con brillo; pueden ser de un diámetro de hasta 3 mm (leve) y de un diámetro mayor de 3 mm con áreas de coalescencia.
- e) Manchas café rojizo: son corchosas o herrumbrosas de un diámetro mayor de 1 mm con un color típico después de la disposición de ciertos productos químicos sobre fruta joven. Este color podría tornarse café negruzco dependiendo del producto aplicado.
- f) Manchas de color café: de café claro o café oscuro, corchosas, con o sin halo de un diámetro mayor de 1 mm que aparecen después de la aplicación de cierto producto químico sobre fruta joven.
- g) Manchas de color gris: cambian de gris a color negro, dependiendo del producto aplicado. Hay daño sobre la superficie del fruto. El color también puede ser café oscuro de consistencia corchosa en el tejido impactado.
- h) Manchas negras: el tamaño depende del volumen del depósito sobre la fruta. El daño reciente es de color negro. Luego cambia a café oscuro con una apariencia corchosa.
- i) Quema negra: son casos severos de manchas negras, donde grandes áreas de la superficie de los frutos sufren daño. Cuando son recientes tienen color negro, luego cambian a café oscuro con una apariencia corchosa.

De acuerdo a lo descrito por Passberg-Gauhl (22), la severidad del manchado del fruto por factores bióticos, depende también de las condiciones ambientales. La lluvia, alta humedad relativa, alta temperatura y condiciones generales desfavorables que afectan su desarrollo, juegan una función importante en la aparición de los síntomas. En plantaciones con cosecha programada o en plantaciones nuevas con alta densidad de población en donde la humedad relativa es alta debajo del follaje, la severidad del manchado es mayor que en plantaciones viejas. De acuerdo al mismo autor, en Costa Rica han notado un incremento en la severidad de la enfermedad después de inundaciones. La severidad siempre es mayor durante y después de época o fuertes lluvias y en menor en época de menor precipitación.

Según Contreras (7), la descripción de los diferentes niveles de intensidad del manchado del fruto, causado únicamente por hongos, se presentan en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Escala descriptiva para determinación de severidad de manchas en frutos de banano según Contreras (7).

Nivel	Densidad	Descripción	Distribución
Muy leve	4 o menos pecas o manchas por cm ²	Pequeñas pecas con halo individual de 1 mm o menos de diámetro. Presentan núcleo marrón esporádico.	Hilera interna, parte frontal, más próximo a los pedicelos que a la parte media del fruto. La parte apical del fruto pocas veces tiene Manchas.
Leve	5 - 9 pecas o manchas por cm ²	Pequeñas manchas con halo grasiento individual de 1 a 2 mm de diámetro. La mayoría presenta núcleo marrón.	Hilera interna, de la base al ápice de los frutos.
Moderado	10 - 18 pecas o manchas por cm ²	Predominan las manchas grandes con halo grasiento individual de 2 mm de diámetro, pero ya es posible ver la unión de 2 manchas para formar pequeñas manchas grasientas con núcleo marrón cicatrizado.	Hilera interna, de la base al ápice de los frutos y ocasionalmente en las superficies laterales.
Severo	Mayor de 19 pecas o manchas por cm ²	Más de dos pecas unidas formando varias manchas grasientas muy próximas entre si. Núcleo marrón completamente cicatrizado como lesión vieja de algún insecto chupador o daño químico.	Hilera interna, hilera externa parte frontal de los frutos, de la base hasta el ápice y en la superficie lateral entre los frutos.

Fuente: Manual de Inspección de Calidad y Empaque. Del Monte Fresh Produce, 1997. Elaborado por Contreras (7).

Según Passberg-Gauhl (22) la severidad del manchado se estableció utilizando la escala tradicional con cuatro grados (Figura 13A), como se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Escala de severidad del manchado (“speckling”) del fruto de cuatro grados, según Passberg-Gauhl (22).

Grado	Nivel	Descripción	Distribución
0	Limpio o Leve	Sin o con pocos síntomas; Pizcas acuosas de menos de 1 mm de diámetro, de color café rojizo o café oscuro con halos verde oscuro.	Próximos a la corona
1	Bajo	Nivel bajo de severidad. Manchas acuosas de menos de 1 mm de diámetro. Color café rojizo o café oscuro.	Los síntomas cubren hasta una tercera parte del fruto, incluyendo el ápice.
2	Moderado	Nivel moderado de severidad. (fruto aun aceptable para exportación); pizcas café rojizo a café oscuro.	Numerosas en el tercio superior (cerca de la corona) e inferior (cerca del ápice) o que cubren en total hasta la mitad del fruto.
3	Severo	Nivel alto de severidad (manos individuales o todo el racimo se rechaza en la planta empacadora); pizcas café rojizo o café oscuro con un diámetro Menor de 1 mm y con halos acuosos verde oscuro.	Con coalescencia parcial, muy densa en mas de la mitad del fruto.

Fuente: El “Speckling del fruto” de banano en la zona Atlántica de Costa Rica, elaborado por Passberg-Gauhl (22).

3.1.7. DESCRIPCIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE HONGOS ASOCIADOS AL MANCHADO DEL FRUTO EN BANANO

3.1.7.1. *Deightoniella torulosa*

Es un hongo anamórfico, la colonia efusa, gris, café o negra, presenta un micelio superficial e inmerso en la mayoría de las especies. Estomas y setas ausentes. Conidióforos torsivos o en forma de hilo o cable (Figura 1). Usualmente no ramificados pero en ciertas especies están ramificados dicotómicamente de color café y lisas. Las células conidiogénicas son monoblasticas, integradas, terminales, cilíndricas, esféricas o semiesféricas. Después de que el primer conidio se haya caído, la parte delgada de arriba de la célula conidiogénica tiene a colapsar y el crecimiento comienza nuevamente por dentro y usualmente cerca de la base. Sus conidias son simples, solitarias, cilíndricas, doliformes, en general elipsoidales, ovoides o semiesféricas, de color claro a café, lisas o verruculosas, septadas de 0, 1, 2, 3 o más o bien pueden ser pseudoseptadas (10).

Tsukiboshi (32), indica que tiene conidióforos de color café, proliferando sucesivamente, ancho de 6 – 10 μm , dilatado en zona de formación de conidias. Sus conidias son rectas, de color café olivo a café, obpiriformes o obclavados y oscuros, de 35 – 150 x 13- 25 μm , pseudoseptas de 3 – 13.

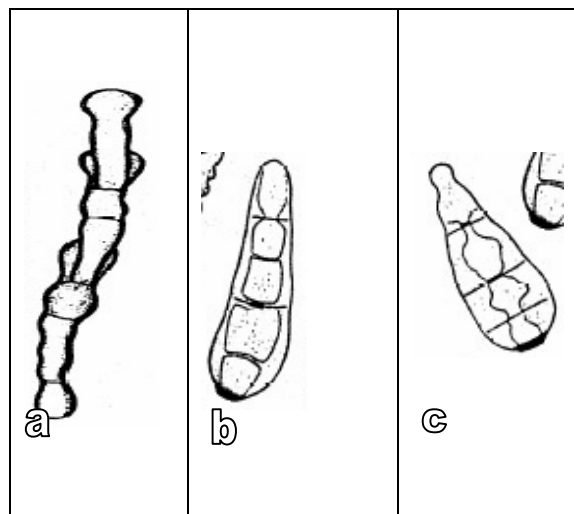


Figura 1. Estructuras reproductivas de *Deightoniella torulosa*
a) conidióforo; b-c) esporas, Ellis, 1971. (7)

Ikisan (13) y el Ministerio de Agricultura de Brasil (17), mencionan que la mancha de deightoniella es una enfermedad en frutos causada por el hongo *Deightoniella torulosa* encontrada también en hojas de banano en Brasil. Además mencionan que esta enfermedad es asociada al manejo inadecuado del cultivo, principalmente cuando presentan deficiencias nutricionales para el banano, produciendo extensivas áreas necróticas en las hojas.

Este hongo causa punta negra del fruto y también ocasiona el manchado (“speckling”) del fruto. De acuerdo a Srivastava & Tandon citados por Snowdon (28), este hongo se encuentra en todas las plantaciones de banano, pero la enfermedad que ocasiona (punta negra) no es reportada frecuentemente. Esta enfermedad fue observada primeramente en Bermuda y más tarde en Trinidad; en Mozambique se presenta en época de mucha lluvia. Una lesión de color negro que avanza lentamente aparece en la punta de la flor de uno o varios frutos, afectando particularmente solo un lado del fruto. El área afectada es rodeada por un margen angosto de color gris o

amarillo claro, mientras que en lesiones viejas la superficie tiende a agrietarse y bajo condiciones húmedas se desarrolla un moho de color café claro. Además, en Jamaica e India se han hecho investigaciones donde ha habido infecciones severas de la enfermedad (manchado o pequeado del fruto) causadas por este hongo. Los síntomas se desarrollan antes de la cosecha. Estos síntomas son puntos pequeños de aproximadamente 1 mm de diámetro, de color café-rojizo a negro con halo acuoso de color verde oscuro y tienden a ser más abundantes en las puntas y en los lados de los frutos (dedos, término utilizado por trabajadores de fincas bananeras). Este patrón de distribución permite inferir que las esporas son diseminadas por la lluvia y, por lo tanto, la enfermedad es más importante durante la época de lluvia (Snowdon, 1990) (28).

3.1.7.2. *Colletotrichum*

La especie de hongos que ocasiona la antracnosis a los frutos es *Colletotrichum musae*. Se pueden encontrar dos tipos de síntomas, como resultado de la infección. Las lesiones de esta enfermedad en fruta verde generalmente son de color café oscuro a negro con un borde claro, de forma lenticular poco hundidas. En fruta en maduración los síntomas típicos son de numerosos puntos pequeños oscuros que se juntan y dan una apariencia de hendidura. Según Simmonds (1963) citado por Snowdon (28), los puntos circulares son el resultado de infecciones pre-cosecha iniciados en fruta inmadura. Este hongo existe en su estado anamórfico (desarrollando conidias) y las esporas se desarrollan en restos de hojas en la plantación. Las esporas son liberadas por la lluvia o por el riego de agua y dispersada por el viento y por insectos que se encuentran en la fruta en desarrollo.

Cuando la superficie del fruto permanece húmeda las esporas germinan cada una formando un apresorio que se adhiere a la superficie (Simmonds (1963) citado por Snowdon, (28).

Algunos apresorios permanecen viables hasta que la fruta madure y se vuelva susceptible a la invasión (Brown & Swinburne (1980), Muirhead & Deverall (1981) y Swinburne & Brown (1983) citados por Snowdon (28).

Los apresorios son de color café, con márgenes irregulares simples o repetidamente germinando para producir columnas complejas de apresorios (30). *Colletotrichum musae* posee conidias rectas, cilíndricas de más de 12-17 μm de largo y de 4-6 μm de ancho (Figura 2); setas y sclerotia ausentes y sus apresorios son irregulares con grandes y profundos lóbulos (30).

De acuerdo a Peacock & Muirhead (1974) citados por Snowdon (28), este hongo hace que la fruta libere etileno y por lo tanto induce a una maduración prematura de la fruta. *Colletotrichum musae* se encuentran dentro del complejo de hongos que ocasiona la pudrición del pedúnculo del fruto.

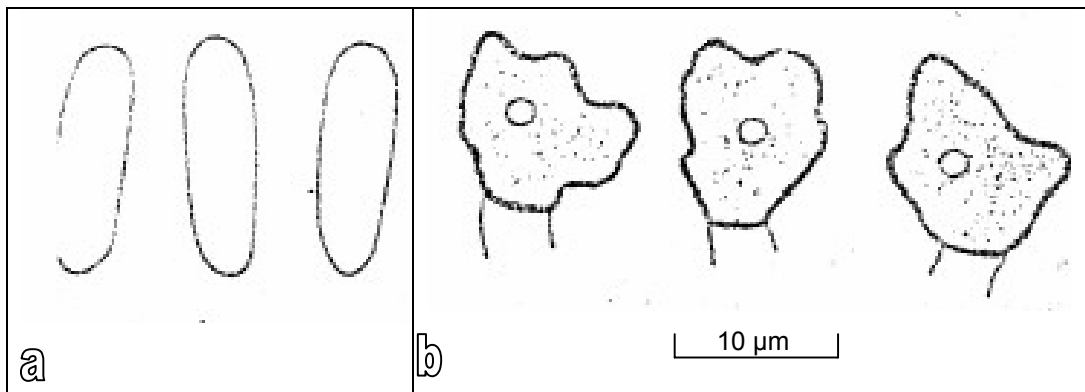


Figura 2. Formato de estructuras reproductivas de *Colletotrichum musae* (Sutton, 1980). a) conidios; b) apresorios.

La pudrición del pedúnculo (corona) del fruto o moho del pedúnculo (corona), es generalmente una enfermedad ocasionado por varios hongos, los cuales predominan de acuerdo al área y época del año que atacan (Meredith (1971) citado por Snowdon (28).

La infección se torna negra y puede avanzar al pedúnculo del fruto causando que los frutos inmaduros se caigan (Abdel-Sattar, Satour & El-Shehedi (1977) citados por Snowdon (28).

De acuerdo a Ogawa (1970) mencionado por Snowdon (28), muchos de los hongos causantes de esta enfermedad sobreviven en restos de hojas en la plantación. Las esporas son dispersadas por la lluvia o por el viento e infectar todo el racimo en desarrollo (Meredith (1971) citado por Snowdon, (1990).

3.1.7.3. *Fusarium*

De este género existen aproximadamente de 50 a 70 especies. Producen colonias lanosas a algodonosas, con colores rosado, anaranjado, púrpura, blanco, café, amarillo, rojo o violeta cuando se ven desde arriba y cuando son vistos de la parte

posterior los colores son café, rojo o púrpura oscuro. Se puede observar un esclerocio (masas de hifas que permanecen en reposo durante condiciones no favorables del hongo) microscópico, usualmente es de color azul oscuro. Esporodocios usualmente ausentes en medios de cultivo, pero si están presentes se pueden observar de color crema a café a anaranjado. Las hifas son hialinas y septadas. Las fialidas son cilíndricas, con un pequeño collarín solitario o producido como un componente de un sistema complejo de ramificación. Monofialidas y polifialidas (en cabezas o en cadenas) pueden ser observadas. Macroconidias de 3-8 x 11-70 μm son producidas de las polifialidas en conidióforos ramificados o no ramificados; son de 2 o más células, pared gruesa, lisa, y cilíndrica o en forma de hoz. Además tienen una célula basal en forma de pie y terminales punteagudas, las cuales tienden a acumularse en forma de pelotas. Las microconidias de 2-4 x 4-8 μm , son formadas en conidióforos cortos o largos y son de 1 célula (ocasionalmente son de 2 o 3 células), lisas hialinas, ovoides a cilíndricas y en arreglos en forma de pelotas (ocasionalmente dispuestas en cadenas). Las clamidosporas cuando están presentes son escasas, en parejas o en cadenas y tienen una pared gruesa, hialinas, intercaladas o terminales (16, 31).

3.1.8. CONDICIONES GENERALES PARA EL MEDIO DE CULTIVO DE MICROORGANISMOS

Pellizzari (24), Val (33) y Reina (26), mencionan que el desarrollo adecuado de los microorganismos en un medio de cultivo se ve afectado por una serie de factores de gran importancia y en algunos casos son ajenos por completo al propio medio. Estos factores son: disponibilidad de nutrientes adecuados, consistencia adecuada del medio, presencia (o ausencia) de oxígeno y otros gases, condiciones adecuadas de humedad, luz ambiental, pH, temperatura, esterilidad del medio.

Todo medio de cultivo esta formado por los siguientes elementos: soluciones salinas equilibradas, aminoácidos, vitaminas, otros suplementos orgánicos de bajo peso molecular, hormonas y factores de crecimiento e inhibidores del crecimiento de los contaminantes (antibióticos y antifúngicos).

3.1.9. PATOGENICIDAD

Las enfermedades infecciosas son las que se producen por la infección que ocasiona un patógeno en una planta, las cuales se caracterizan por la capacidad del patógeno de desarrollarse y reproducirse rápidamente en las plantas y por su destreza de dispersarse a otras plantas sanas (1).

Un parásito es un organismo que vive fuera o dentro de otro organismo, del cual se alimenta. La relación entre un parásito y su hospedero se denomina parasitismo. La obtención de los nutrientes y agua de la planta hospedera por el parásito da origen a una menor eficiencia en su desarrollo y reproducción. Por lo tanto, el parasitismo está estrechamente relacionada con la patogenicidad, debido a que la capacidad que tiene el parásito de invadir y establecerse en su hospedero provoca el desarrollo de un enfermedad (1).

En la mayoría de enfermedades de las plantas el daño ocasionado con frecuencia es mucho mayor que el que podría esperarse de la simple absorción de los nutrientes. Este daño se debe a las sustancias que secreta el parásito o que produce el hospedero en respuesta a los estímulos que provoca el parásito. Los tejidos afectados por esas sustancias muestran un mayor aumento, abscisión, elongación, y división celular anormales. Estas condiciones no benefician al parásito, por lo que el grado de patogenicidad de un parásito no es proporcional a la relación nutricional que establece

entre él y el hospedero. Por lo tanto la patogenicidad puede definirse como la alteración que ocasiona un parásito sobre una o varias de las funciones esenciales de la planta, donde con frecuencia el parasitismo tiene una importante función (1).

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El ensayo se llevó a cabo en las fincas de la Compañía de Desarrollo Bananero de Guatemala (Bandegua). Estas están ubicadas a 204 km de la ciudad capital en el municipio de Los Amates, departamento de Izabal; elevación de 47 msnm, Latitud Norte de 15°20' y Longitud Oeste de 88°52' (Figura 10A).

3.2.2. CLIMA

Según datos de información meteorológica de Bandegua, la temperatura media anual es de 26°C y precipitación media anual de 2,000 a 2,500 mm (4).

4.2.3. ZONA DE VIDA

Según de la Cruz (8), el área de las fincas de Bandegua se encuentra enmarcada dentro de la zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido), en donde el régimen de lluvia es de mayor duración influyendo en la composición florística y en la fisonomía de la vegetación.

3.2.4. SUELOS

Los suelos predominantes de la zona corresponden a la serie Inca. Son suelos aluviales profundos, mal drenados, por lo que se requiere de drenaje artificial. Están desarrollados en un clima cálido y húmedo. Ocupan relieves planos a elevaciones bajas al este de Guatemala, según Simmons et al.

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

- 4.1.1. Determinar los hongos y describir los síntomas asociados al manchado del fruto en el cultivo del banano *Musa* spp. en las fincas bananeras de Bandegua, Los Amates, Izabal.

4.2. ESPECÍFICOS

- 4.2.1. Determinar los hongos asociados al manchado ("speckling") del fruto en banano.
- 4.2.2. Realizar descripción de los síntomas asociados al manchado ("speckling") del fruto en banano.
- 4.2.3. Determinar la patogenicidad de los hongos asociados al manchado ("speckling") del fruto en banano.

5. METODOLOGÍA

5.1. OBSERVACIÓN DE LOS SÍNTOMAS DEL MANCHADO DEL FRUTO EN BANANO

Se seleccionaron racimos de diferentes edades (3, 4, 5 y 6 semanas) en el campo, en plantaciones comerciales y no comerciales. Luego se seleccionaron por diferentes niveles o grados de severidad del manchado del fruto. Estos frutos fueron colectados la semana 27 del año 2004 (8 de julio) en época lluviosa y se colocaron en bolsas plásticas transparentes identificadas, las cuales llevaron información del lugar de procedencia de la fruta. Se llevaron al laboratorio de Fitopatología de la Sección de Investigación de Servicios Técnicos de Bandegua.

Con la ayuda de un estereoscopio se realizó la caracterización de los síntomas del manchado del fruto. En el mismo se buscaron puntos de color café rojizo con su halo acuoso característico. Además, se observó la distribución de los síntomas sobre zonas de los frutos donde se ha detectado mayor daño: pedúnculo del fruto, parte central y ápice del dedo (fruto) del banano, la cual se comparó según la escala diagramática de Contreras (7).

5.2. AISLAMIENTO DE HONGOS EN MUESTRAS CON SÍNTOMAS DEL MANCHADO DEL FRUTO

1. De los frutos seleccionados en el campo tanto en áreas comerciales (Finca, Maya, Yaqui y Creek) (Figuras 16A, 17A y 18A) como en áreas no comerciales (parcelas experimentales) se seleccionaron frutos con síntomas típicos del

manchado ("speckling") del fruto en banano. Estos se seleccionaron el 8 de julio del 2004.

2. Luego se llevaron al laboratorio y se procedió a lavar los frutos enteros utilizando agua y jabón líquido.
3. Seguidamente se enjuagaron los frutos con agua estéril.
4. Después en la cámara de flujo laminar se esterilizaron los frutos enteros o pedazos de frutos con hipoclorito de sodio 1% (4% de NaOCl) diluido a 0.4% de NaOCl (una parte de Cloro con nueve partes de agua destilada), por 1 minuto.
5. Luego se lavaron con agua destilada estéril dos veces por 30 segundos cada vez.
6. Posteriormente se guardaron los frutos enteros o pedazos esterilizados sobre papel filtro estéril hasta que la superficie estuviera seca (Figura 19A).
7. Se cortaron fragmentos de la cáscara con síntoma cada uno de 2 mm e inmediatamente se colocaron con medio PDA en cajas petri.
8. Se incubó a una temperatura de 25-27°C por 7 días (Figura 19A).
9. Purificación de hongos que se desarrollaron en las muestras incubadas.

5.3. DETERMINACIÓN DE LOS HONGOS

De los cultivos puros de hongos se hizo réplica en medio de cultivo en cajas petri en medio PDA. Se seleccionó una pequeña porción del crecimiento del hongo y se hizo un montaje. Luego se colocó en un microscopio para observar y estudiar las estructuras del hongo.

Con el montaje del hongo en el microscopio y sus estructuras definidas se procedió a su determinación. Este proceso y su descripción se hizo con la ayuda de

claves de hongos fitopatógenos. Se utilizaron los libros de Coelomycetes de Sutton (1980) (30), Illustrated fungi imperfecti de Barnett & Hunter (6), Ellis (1971) (10) y otros.

Para el género *Deightoniella* se utilizaron los principales caracteres de la clave del libro de Barnett & Hunter (6):

- a) conidia con 3 o varios septos (fragmosporas)
- b) conidia exógeno
- c) conidia no catenular
- d) pared gruesa de conidia inusual; ápice redondo
- e) conidióforo simple o rara vez ramificado
- f) conidia cilíndrico a elipsoidal u ovoide
- g) ausencia de apéndice apical en conidia
- h) conidióforo solitario y no en estroma
- i) conidia apical, formado individualmente o en cadena
- j) conidia apical (annelospora), formada en cadena
- k) apareamiento de anillado cerca apéndice del conidióforo
- l) micelio interno; conidia de 3 células

Para la especie *D. torulosa* se utilizó los caracteres principales de la clave del libro de Ellis (10):

- a) características de colonia en medio de cultivo (color gris, efusa, café o negra)
- b) conidióforos (macronematoso, mononematoso, torsivos o flexibles, usualmente no ramificados).
- c) célula conidiogénica (monoblastica, integrada, terminal, cilíndrica, doliforme, esférica o semiesférica).
- d) conidia (frecuentemente con más de 3 septos o pseudoseptos, conidia obpiriforme).

En el caso de *Colletotrichum* se utilizó los caracteres primordiales de la clave del libro de Sutton (30):

- a) conidia sin ramificaciones y sin apéndices
- b) conidia hialino aseptado
- c) ausencia de protuberancias en conidia
- d) células conidiogénicas cilíndricas, solo ocasionalmente en conidióforos septados
- e) conidiomata acervular
- f) conidiomata usualmente setoso (algunas especies tienen ausencia de setas); conidia cilíndrico o encorvado; apresorio formado en cultivos

Para la determinación de *C. musae* se utilizaron los caracteres de la clave del libro de Sutton (30):

- a) conidias rectos
- b) conidias cilíndricos
- c) conidia más de 12 μm de largo
- d) conidias de 4,5-6 μm de ancho
- e) conidia 12-17 x 4.5-5.5 μm ; apresorio irregular pero con grandes o profundos lóbulos; setas y esclerotio ausentes, en *Musa*.

Para las especies del género *Fusarium* los caracteres primordiales utilizados de la clave del libro de Tousson, Nelson & Marasas (31) fueron:

Los principales caracteres para *Fusarium moniliforme*:

Característica de la colonia

Crecimiento micelial

- a) crecimiento rápido, más de 7 cm después de 10 a 14 días

Color del micelio aéreo

- a) blanco

Color de la colonia por debajo

- a) anaranjado, marrón o café pálido

Color de esporodoquio

- a) anaranjado o marrón

Características de macroconidia

Tamaño

- a) grandes, generalmente de 3-7 septos

Forma

- a) macroconidia sin marcas dorsi-ventrales con los lados casi rectos y paralelos para casi todas las esporas. Paredes delgadas.

Forma de la célula basal y apical

- a) célula basal de forma de pie

Características de microconidia de micelio aéreo

Presente o ausente

- a) presente y abundante

En cadenas o falsas cabezas

- a) en cadenas y falsas cabezas

Forma

- a) ovoides a forma de riñón

Conidióforos

Tipo

- a) solamente monifialidas, ya sea con micro o macroconidia

Clamidosporas

Presentes o ausentes

- a) ausentes

Los principales caracteres para *Fusarium heterosporum*:

Característica de la colonia

Crecimiento micelial

- a) crecimiento rápido, más de 7 cm de diámetro después de 10 a 14 días

Color del micelio aéreo

- a) blanco

Color de la colonia por debajo

- a) marrón o café

Color de sporodoquio

- a) esporas en masas concentradas en el centro de color anaranjado

Características de macroconidia

Forma

- a) curvadas pero con pared delgada generalmente paralelas en toda su longitud

Forma de la célula basal y apical

- a) célula basal de forma de pie

Características de microconidia de micelio aéreo

Presente o ausente

- a) escasas a ninguna

Conidióforos

Tipo

- a) solamente monifalidas, ya sea con micro o macroconidia

Clamidosporas

Presentes o ausentes

- a) presentes

Los principales caracteres para *Fusarium oxysporum*:

Característica de la colonia

Crecimiento micelial

- a) crecimiento rápido, más de 7 cm después de 10 a 14 días

Color del micelio aéreo

- a) blanco

Color de la colonia por debajo

- a) marrón a anaranjado

Color de sporodoquio

- a) anaranjado o marrón

Características de macroconidia

Tamaño

- a) pequeñas

Forma

- a) macroconidia sin marcas dorsi-ventrales con los lados casi rectos y paralelos para casi todas las esporas. Paredes delgadas.

Características de microconidia de micelio aéreo

Presente o ausente

- a) abundantes

En cadenas o falsas cabezas

- a) en falsas cabezas

Forma

- a) ovoides a forma de riñón

Conidióforos

Tipo

- a) cortas monifalidas produciendo microconidia

Clamidosporas

Presentes o ausentes

- a) abundantes

5.4. DETERMINACIÓN DE LA PATOGENICIDAD DE LOS HONGOS

Para esta fase, se adaptó el método utilizado por Orozco (20). Se colectaron frutos verdes de éste cultivo en fase de desarrollo, en donde no hubo aplicación de fungicidas. Estos frutos colectados se llevaron al laboratorio donde fueron desinfestados con alcohol 50% por 30 segundos, hipoclorito de sodio 1% por un minuto y lavados con agua destilada esterilizada. Aquellos frutos que presentaron lesiones fueron descartados. Los frutos se colocaron en bandejas plásticas, las cuales previamente fueron desinfestadas con alcohol 50% e hipoclorito de sodio 2%.

La inoculación de los frutos de banano en condiciones de laboratorio se realizó con suspensión de esporas del hongo con una concentración de 2×10^6 conidias mL^{-1} . Los frutos que se utilizaron como testigo se inocularon con agua destilada esterilizada.

Las esporas se obtuvieron utilizando una porción de micelio, colocada sobre un filtro de gaza a la que se le añadió agua, la suspensión de las esporas fue colectada en una caja petri plástica. Luego se tomó una muestra de 50 μL y se puso sobre dos soportes en una caja petri con agua para estimular la esporulación. Se tomó una alícuota y se colocaron tres gotas sobre la superficie del fruto del banano, en puntos localizados e identificados con marcador, las cuales se cubrieron con un disco de papel filtro, esterilizado previamente, para evitar el escurrimiento de las gotas. Los frutos utilizados como testigo se inocularon con agua estéril y se realizó el mismo

procedimiento. Los frutos inoculados se colocaron en una incubadora con una temperatura de 25°C con fotoperíodo de 12 horas.

Se realizó inoculación punteada en las zonas del pedúnculo, zona central y el ápice del fruto 5 veces en 40 frutos cada vez, sin diseño experimental, en frutos de 7-20 días de desarrollo de la variedad Williams. Esto se hizo para los géneros *Colletotrichum*, *Deightoniella* y *Fusarium*. Se hicieron lecturas a las 24, 48, 72 y 96 horas. Se midió la incidencia de manchas ("speckling") en los frutos. De las lesiones observadas se hicieron reaislamientos y determinación de los hongos.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Descripción de síntomas del manchado ("speckling") de frutos provenientes de campo.

Para determinar si el daño se presentaba en frutos jóvenes recién formados, se observaron frutos de racimos de 6, 10 y 15 días de desarrollo. Al realizar las observaciones al estereoscopio estos frutos no presentaron síntoma de manchado ("speckling"), (nivel de severidad sin síntoma, escala diagramática según Contreras, Figura 12A). Posteriormente se escogieron frutos que ya presentaban manchas. Estos estaban comprendidos de 3 (18 días), 4 (25 días), 5 (32 días) y 6 (39 días) semanas de desarrollo, los cuales si presentaban puntos característicos del manchado ("speckling") en las zonas del pedúnculo (con más daño), ápice y la zona central del fruto (con menos daño).

En frutos con 3 semanas de desarrollo de la variedad Williams, de las fincas Creek, Maya y Yaqui, se observó síntomas de color café de diámetro de aproximadamente 1 mm acompañado de una halo acuoso alrededor del mismo en la zona del pedúnculo del fruto (Figura 3a-3b), área con más daño que se encuentra cerca del raquis del racimo del banano. En frutos de 4 semanas de desarrollo el daño de severidad del manchado ("speckling") fue más notorio. Se observó la presencia de puntos del mismo color y con el halo acuoso característico de 1 mm de diámetro. Estos puntos se observaron tanto en la zona del pedúnculo (nivel de severidad leve, escala diagramática según Contreras, Figura 12A) como en la zona central (menos frecuentes) y el ápice. Los frutos de 5 semanas presentaron un nivel de severidad más avanzado donde los puntos de color café rojizo de 1 mm de diámetro se hicieron más presentes en la zona del pedúnculo del fruto y con menos incidencia en la zona del ápice y la zona

central del fruto de banano. Mientras que los frutos de 6 semanas de desarrollo presentaron el mismo síntoma que los frutos anteriores (5 semanas).

Estos frutos colectados de racimos cerca del pseudotallo, presentaron síntomas característicos del manchado ("speckling"), esto posiblemente debido a que entre los racimos y el pseudotallo se concentra mayor humedad que en aquellos racimos que están en la parte opuesta del racimo, proporcionando un ambiente adecuado para el desarrollo de hongos (Figura 3c). Se pudo observar que los frutos superiores del racimo presentaron mayor daño del manchado ("speckling"), en comparación de los frutos de la parte inferior del racimo, a consecuencia de presentar una película de agua sobre los frutos, efecto que ocasiona que los hongos se desarrollen fácilmente y rápidamente.

Lo anterior unido a que los frutos fueron colectados en invierno, con condiciones de alta humedad relativa arriba del 80%, lluvias constantes de 175 mm por semana y temperaturas mínimas de 19°C y máximas de 25°C, de acuerdo a datos del Departamento de Servicios Técnicos de Bandegua (4); y la observación en campo de algunas prácticas agrícolas no son realizadas adecuadamente, como hojas muertas sobre la parte superior del racimo (Figura 3d), así como también el capote sobre el racimo que es considerado fuente de inóculo (Figura 3e).

Además del manchado ("speckling") del fruto, también se pudo observar el daño ocasionado por trips a un costado de los frutos del racimo (Figura 3f), que a menudo es confundido como manchado ("speckling") del fruto. Estos síntomas se concentran entre los frutos de los racimos, e inician como parches circulares de color café rojizo (OIRSA, 19), y posteriormente se convierten en pequeños abultamientos de color negro y alrededor se torna de color café claro y se agrieta la superficie del fruto. En el centro del

mismo se observó una pinchadura o hendidura de no mayor de 1 mm de diámetro, el cual no presenta un halo acuoso

característico de las lesiones ocasionadas por los hongos. El insecto al alimentarse de la superficie del fruto causa daños entre los frutos jóvenes, que al observar detenidamente el daño o lo que unos llaman "speckling", son manchas que contienen excremento del insecto, como lo describe Pinese & Elder (25).

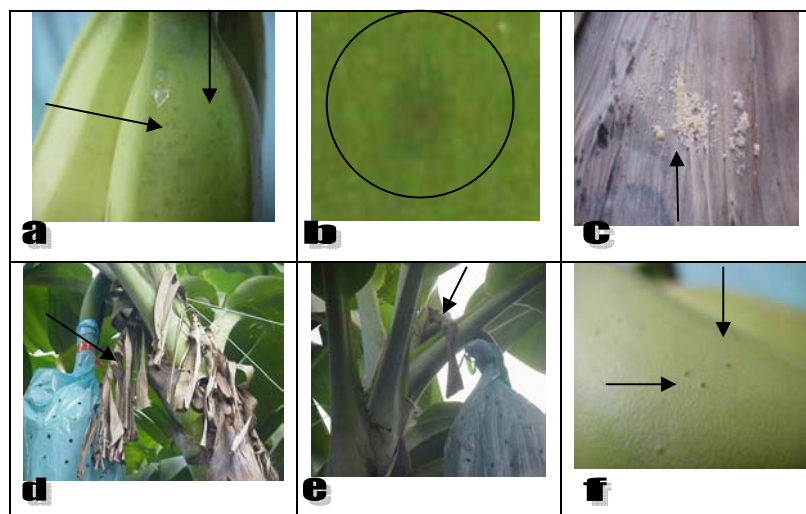


FIGURA 3. a) Flecha señala síntomas de “speckling” en zona del pedúnculo (cuello) del fruto de banano; b) cuadro marca síntoma biótico con un halo acuoso alrededor; c) flecha señala hongo sobre el pseudotallo; d) flecha indica deshoje dejado sobre la planta y encima del racimo; e) flecha señala capote dejado sobre el racimo; f) flecha señala cicatriz en medio del daño ocasionado por trips.

6.2. Descripción de hongos asociados al "Speckling"

En los aislamientos efectuados en los frutos de 3 a 6 semanas de desarrollo colectados en época de invierno con síntomas del manchado ("speckling"), se encontraron tres hongos que se aislaron y fueron determinados como *Deightonella* sp., *Colletotrichum* sp. y *Fusarium* sp. Este resultado es congruente con lo descrito por Pasberg-Gauhl (22) en estudios realizados en Costa Rica. Una descripción de dichos patógenos de acuerdo a lo observado se describe a continuación en el cuadro 3.

CUADRO 3. Descripción de hongos encontrados asociados al manchado del fruto en banano.

Hongo	Descripción	Conidias		Conidióforos	Clamidospora
		Microconidias	Macroconidias		
<i>Fusarium sp.</i> <i>F. moniliforme</i>	micelio color blanco Crecimiento micelial 9.1 cm de diámetro en 10 días. Por debajo de caja petri presentó un color morado oscuro.	forma ovoide a semiesféricas, de longitud 15.8-5.3 Mm y un ancho de 4.7-2.1 μm .	punteagudas de los dos lados, de 0-3 septos, de longitud de 39.5-26.3 μm y un ancho 5.3-4.5 μm .		ausentes.
<i>F. heterosporum</i>	micelio color blanco a rosado y denso. Crecimiento micelial 8.5 cm de diámetro en 10 días. Por abajo de la caja petri fue de color anaranjado.	ausentes.	forma de hoz, punteagudas en los dos lados, de 3 a 6 septos, con longitud de 27 μm .		en forma de cadenas.
<i>F. oxysporum</i>	micelio color blanco, Crecimiento micelial 9.1 cm de diámetro en 10 días. Color de la colonia morado a anaranjado, igual para la parte por abajo de la caja petri.	simples, de forma elipsoidal y de riñón, de longitud 13.2-7.89 μm y un ancho 5.3-6.63 μm .	un lado punteagudo y el otro forma de pie, de 0-5 septos, con longitud de 21-31 μm y un ancho de 3 μm .		formadas solitarias.
<i>Colletotrichum sp.</i>	color verde olivo, conidiomata acervular color negro, célula conidiogénica cilíndrica.	conidios hialinos, aseptados, rectos y cilíndricos con longitud de 10-26 μm y Un ancho de 4-7 μm ; apresorio de De color café con bordes irregulares, con un largo de 5 μm y ancho de 4 μm .			
<i>Deightoniella sp.</i>	de color café grisáceo o negra, con abundante micelio.	simples, cilíndricos, solitarios en general elipsoidales o semiesféricos, De color claro a café, septados de 0-3 septos.	torsivos, coloración café. 4 μm de ancho y 50 μm de largo.		

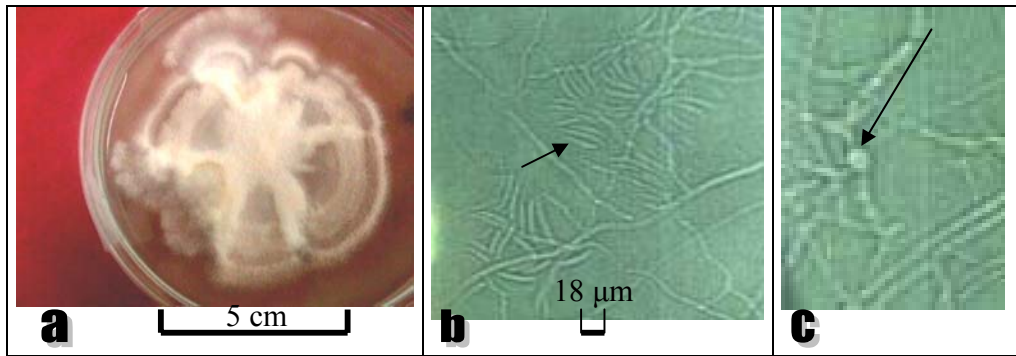


Figura 4. a) Colonia de *Fusarium heterosporum* en PDA; b) flecha señala macroconidia; c) flecha apunta clamidospora.

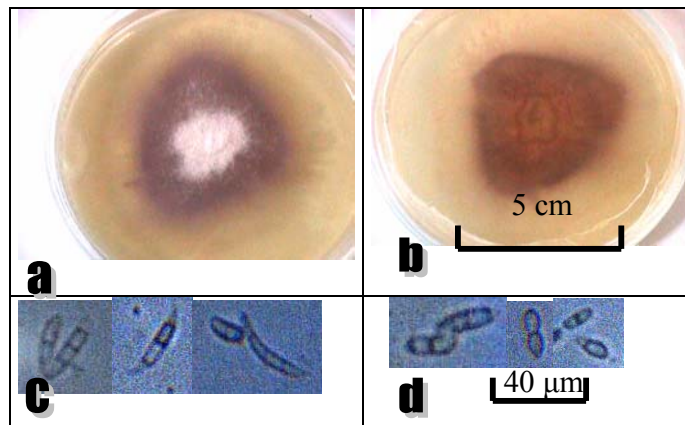


FIGURA 5. a-b) colonia de *Fusarium moniliforme* en PDA; c) macroconidias; d) microconidias.

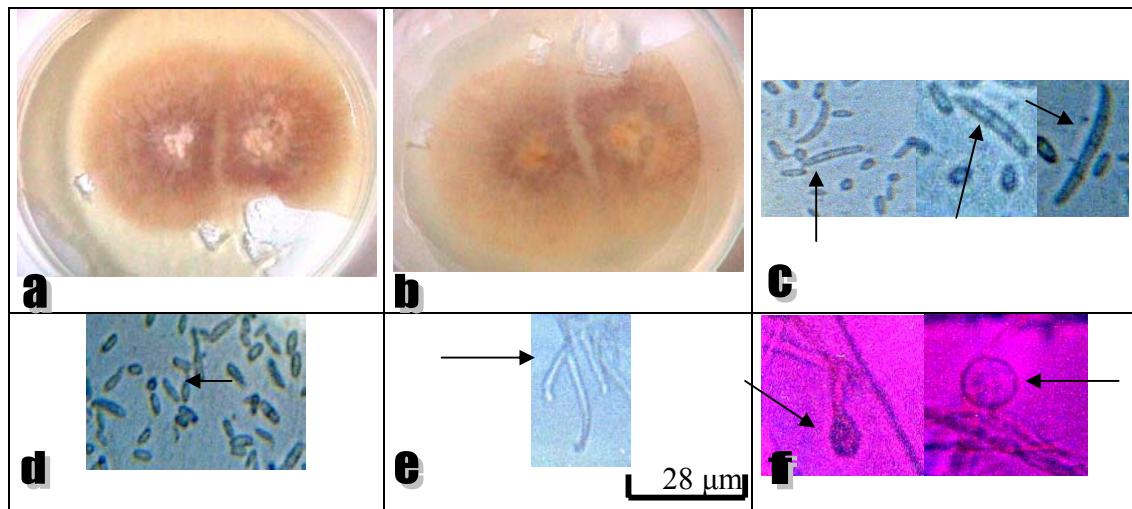


Figura 6. a-b) colonia de *Fusarium oxysporum* en PDA; c) flecha señala macroconidas; d) flecha apunta microconidias; e) flecha señala monofialides; f) flecha apunta clamidospora.

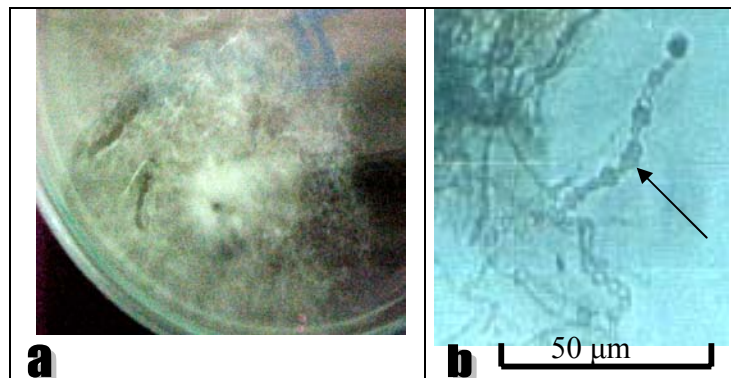


FIGURA 7. a) colonia de *Deightoniella* en PDA; b) flecha señala conidióforo de *Deightoniella torulosa*.

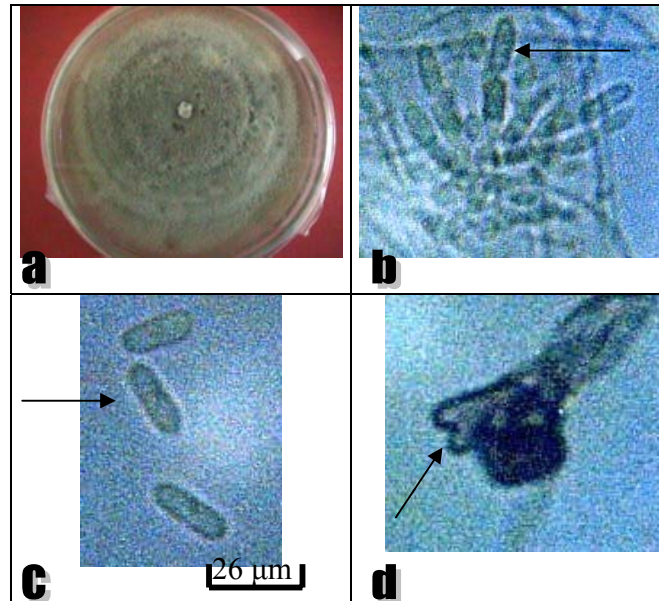


FIGURA 8. a) colonia de *Colletotrichum* sp. en PDA; b) flecha señala conidios en células conidiogénicas; c) flecha señala conidios; d) flecha apunta apesorio.

6.3. Otros géneros de hongos encontrados

Además de los géneros mencionados, se encontraron y determinaron otros géneros de hongos en el fruto del banano como *Curvularia* sp., *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Nigrospora* sp. *Acremonium* sp. y *Verticillium* sp., mismos géneros encontrados por Pasberg-Gauhl (22) en estudios realizados en la zona atlántica de Costa Rica, así como los aislados en el sureste de Nigeria, como lo mencionan Gauhl y Pasberg-Gauhl (12).

Estos hongos son comunes en varios sustratos y la mayoría de ellos son considerados como saprofitos (10).

6.4. PATOGENICIDAD DE LOS HONGOS

Para el género *Fusarium*, después de 48 horas, se quitó el papel filtro y se observó una porción de micelio sobre la superficie de los frutos en donde se colocó la suspensión de conidios. 72 horas más tarde, se pudo observar pequeños puntos de color café rojizo con un diámetro menor a 1 mm. Fuera de la zona no inoculada en el fruto no se observó ningún daño o sea que esa zona se encontró sana. A los 3 días se pudo observar síntomas en los frutos con 7, 15, 21 y 30 días de desarrollo. A los 7 y 15 días los síntomas se hicieron más fuertes conforme los frutos se mantenían incubados, o sea, las manchas fueron incrementando su diámetro. A los 21 días después de la inoculación se podía observar que los síntomas eran severos y las manchas se habían unido formando una sola mancha de color negro. Este mismo daño se pudo observar a los 30 días después de la inoculación de los frutos (Figura 9). Situación similar observó Orozco 2003 (20), en el patosistema *Colletotrichum* spp. en frutos de café, de donde se adaptó esta metodología.

Los frutos inoculados con agua, que fueron utilizados como testigo, no presentaron síntoma visible en la zona inoculada.

Para *Colletotrichum* los primeros síntomas se observaron a las 72 horas después de la inoculación. Los puntos café de diámetro menor a 1 mm se observaron a las 84 horas. Estos síntomas se hicieron más notorios a los 4 días después de inoculados los frutos y a medida que los frutos permanecían inoculados con el hongo, se hicieron más severos en las zonas aplicadas (Figura 9).

En el caso de *Deightoniella* los síntomas consistieron de puntos de color café menores de 1 mm de diámetro que empezaron a aparecer a las 72 horas después de inoculados los frutos. A los 5 días después la severidad era más notoria en los puntos de aplicación del hongo (Figura 9). De las inoculaciones de los diferentes hongos, manchas ocasionadas por este hongo son más pronunciados y severos tal como se observa en la figura 9.

A los 30 días después de la inoculación de los frutos se cuantificó que para *Colletotrichum* hubo 52% de incidencia, en 21 frutos inoculados de 40, mientras que para *Deightoniella* la incidencia fue de 56%. Para *Fusarium moniliforme* el porcentaje de incidencia fue del 65%, *Fusarium oxysporum* 67 % de incidencia, mientras que para *Fusarium heterosporum* el porcentaje de incidencia fue de 62%. De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de patogenicidad, se pudo determinar que los hongos aislados son patogénicos cuando inoculados en frutos verdes de banano. Otra característica que pudo apreciarse fue la maduración precoz en los frutos inoculados, estas diferencias en relación al testigo pueden apreciarse en la Figura 9. Esta aceleración de la maduración, posiblemente puede deberse a liberación de etileno siendo posible que en la naturaleza el banano infectado para exportación, presente situaciones similares. La prueba y adaptación del método de Orozco (20), de acuerdo a lo realizado y resultados obtenidos se considera funcional para este complejo de hongos y es una opción que puede utilizarse a futuro en banano para el mismo fin.

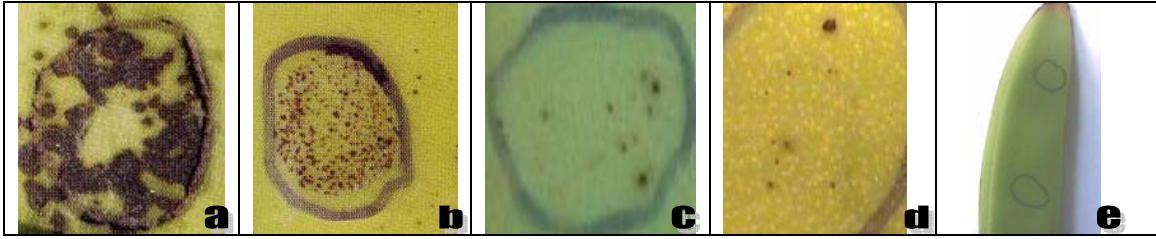


FIGURA 9. Determinación de patogenicidad de hongos en frutos verdes de banano, método adaptado de Orozco (20). Síntomas observados 30 días después de inoculación a) Daño ocasionado al fruto por inoculación de *Deightoniella*; b) daño ocasionado por inoculación de *Colletotrichum*. c-d) daño ocasionado por inoculación de *Fusarium*; e) fruto inoculado con agua (testigo).

7. CONCLUSIONES

1. Se determinaron 10 géneros de hongos asociados en el fruto del banano *Fusarium*, *Deightoniella*, *Colletotrichum*, *Curvularia*, *Trichoderma*, *Verticillium*, *Cladosporium*, *Nigrospora*, *Aspergillus* y *Acremonium*.
2. Los hongos *Fusarium* spp., *Colletotrichum* spp. y *Deightoniella* spp. fueron patogénicos cuando inoculados en frutos verdes y los síntomas fueron análogos a las manchas ("speckling") observados en el campo.
3. Los síntomas del manchado ("speckling") empiezan a manifestarse en fruta con 20 días de desarrollo (3 semanas de formación) en condiciones de campo, manifestándose como puntos de 1 mm de diámetro de color café.
4. En las pruebas de patogenicidad realizadas 30 días después de la inoculación de los frutos de banano, se cuantificó incidencia de 67% para *Fusarium oxysporum* con severidad leve y para *Colletotrichum* y *Deightoniella* 52% y 56% de incidencia con severidad severa.

8. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda mejorar las prácticas agrícolas para minimizar el manchado ("speckling") del banano, dirigidas a los hongos determinados y prácticas deficientes como deshoje, observadas en la investigación.
2. Realizar otras investigaciones como la identificación de insectos en el fruto del banano para verificar si estos son también agentes causales del manchado ("speckling").
3. Iniciar estudios histopatológicos, utilizando la prueba de patogenicidad y método adaptado en este estudio con los patógenos determinados.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, GN. 1978. Plant pathology. 2 ed. New York, US, Academic Press. 703 p.
2. Agrocadenas, CO. 2003. Mercado internacionales de bananos: inteligencia de mercados; exploración de mercados, banano (en línea). Colombia. Consultado 14 dic 2004. Disponible en http://www.agrocadenas.gov.co/inteligencia/int_banano.htm
3. Araya A, JM. s.f. *Musa* spp. Costa Rica, Dirección General Huertar Norte. 35 p.
4. Bamaca, S. 2005. Datos meteorológicos de la estación climatológica de Compañía de Desarrollo Bananero de Guatemala, BANDEGUA (Correspondencia personal). Guatemala, Compañía de Desarrollo Bananero de Guatemala, Departamento de Investigaciones y Servicios Técnicos. 3 p.
5. BANGUAT (Banco de Guatemala, GT). 2003. Ingreso de divisas por exportaciones, 2003 (en línea). Guatemala. Consultado 9 dic 2003. Disponible en <http://www.banguat.gob.gt/ver.asp?id=indicadores/gra052>.
6. Barnett, HL. 1972. Illustrated genera of imperfecti fungi. Minneapolis, US, Burgess Publishing. 225 p.
7. Contreras, MA. 1997. Manual de inspección de calidad y empaque. Guatemala, Del Monte Fresh Produce / Bandegua. p. 120-122.
8. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 14 p.
9. Ellis, D. 2004. Mycology on line: fungal descriptions (en línea). Australia, The University of Adelaide, School of Molecular & Biomedical Science. Consultado 3 dic 2004. Disponible en http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal_Descriptions/Hyphomycetes/.
10. Ellis, MB. 1971. Dematiaceous. Hyphomycetes. Surrey, England, Commonwealth Mycological Institute. 608 p.
11. Flores Barrios, WA. 2000. Efecto de 2 frecuencias de desflore y embolse precosecha de las manos del racimo de banano en la estética de la fruta en Los Amates, Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 60 p.
12. Gauhl, F; Passberg-Gauhl, C. 1994. Preharvest cigar end rot disease complex on *Musa* fruits in southeast Nigeria (en línea). In Annual meeting of the American Phytopathological Society (1994, Albuquerque, US). Phytopathology 84(10):1067. Consultado 1 nov 2004. Disponible en <http://www.inibap.com/musa?langue=EN&res=o&xnocon=Anual+Meeting+of+the+American+Phytopathological>.

13. IKISAN (Indian Farming Community Group, India). 2000. Banana: nutrient management (en línea). Consultado 3 nov 2004. Disponible en http://www.ikisan.com/links/tn_banananutrientManagement.shtml.
14. Izaquirre H, DE. 2000. Efecto de la bencilaminopurina (BAP) sobre la propagación *in vitro* de 3 clones de banano (*Musa acuminata* Colla). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 78 p.
15. Jones, S. 1987. Sistemática vegetal. Trad. por Maria Lourdes Hueca Tapio. 2 ed. México, McGraw-Hill. 536 p.
16. Link, GS. s.f. Introduction to fungi *Fusarium* spp. agriculture and agrifood (en línea). Canada. Consultado 21 mar 2005. Disponible en <http://www.doctorfungus.org/thefungi/fusarium.htm>.
17. Ministerio da Agricultura, Pecuaria e Abastecimento, BR. 2002. Sistema de producao de banana para o Estado de Para (en línea). Circular Técnica 27. Consultado 14 dic 2004. Disponible en <http://www.embrapa.br/online/circ.tec.27.pdf>.
18. Murad, Z. 2004. Banana freckle (en línea). Queensland, Australia, Agency for food and fibre sciences. Department of Primary Industries and Fisheries. Consultado 10 dic 2004. Disponible en <http://www.dpi.qld.gov.au/horticulture/7926.html>.
19. OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, GT) s.f. El cultivo del plátano: plagas que lo atacan; enfermedades (en línea). Guatemala. Consultado 18 ene 2005. Disponible en <http://www.oirsa.org/DTSV/Manuales/Manual10/cultivo-del-plátano-08.htm>.
20. Orozco Miranda, EF. 2003. Caracterización morfológica, bioquímica y patogénica de aislamientos de *Colletotrichum* spp. asociados al café en Minas Gerais, en comparación de *Colletotrichum kahawae*. Tesis Phd. Minas Gerais, Brasil, Universidad Federal de Lavras. p. 71-87.
21. Palma Barrientos, AE. 2004. Relación de las aplicaciones aéreas de funguicidas contra sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* var. *Difformis* con el apareamiento de los síntomas de speckling o “pequeado” del fruto de banano en Bandegua, Morales, Izabal. EPSA, Investigación Inferencial. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 37 p.
22. Passberg-Gauhl, C. 2000. El “speckling del fruto” de banano en la zona Atlántica de Costa Rica. San José, Costa Rica, BASF. 27 p.
23. Peláez Reyes, JA. 1987. Efecto del n, p y s aplicados antes de la floración sobre el peso y calidad del racimo de banano (*Musa sapientum* var. Grand Naine), en la zona de Los Amates y Morales, Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 51 p.
24. Pellizzari, EE. 1998. Tópicos de micología: trabajo práctico (en línea). Argentina, Universidad Nacional del Noreste. Consultado 30 ene. 2005. Disponible en <http://www.biologia.edu.ar/micologia/index.html>

25. Pinese, B; Elder, R. 2000. Banana-silvering thrips in bananas (en línea). Queensland, Australia, Queensland Horticulture Institute. Consultado 3 mar 2004. Disponible en <http://www.dpi.qld.gov.au/horticulture/5523.html>
26. Reina, M. 2003. El medio del cultivo (en línea). Argentina. Consultado 30 ene 2005. Disponible en <http://www.geocities.com/Rainforest/Andes/3026/medios.htm>.
27. Simmons, C; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación del reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
28. Snowdon, AL. 1990. A colour atlas of post-harvest diseases & disorders of fruits & vegetables. Barcelona, España, University of Cambridge. p. 104-121.
29. Soto, BM. 1992. Bananos, cultivo y comercialización. 2 ed. Costa Rica, LIL. 649 p.
30. Sutton, BC. 1980. The coelomycetes: fungi imperfecti with pycnidia acervuli and stromata. Surrey, England, Commonwealth Mycological Institute. 608 p.
31. Toussoun, TA; Nelson, PE ; Marasas, WFO. 1983. *Fusarium* species: an illustrated manual for identification. US, Pennsylvania State University. 193 p.
32. Tsukiboshi, T. 2003. *Deightoniella torulosa* (Syd.) Ellis. (en línea). In NIAES (Natural Resources Inventory Center, JP). Japanese Fungi on Plants no.29. Consultado 3 dic 2004. Disponible en <http://cse.niaes.affrc.go.jp/seya/eng/z50e-Dei-toru.htm>.
33. Val, D. s.f. Los medios de cultivo en microbiología (en línea). Consultado 30 ene 2005. Disponible en <http://danival.org/notasmicro/medioscult/medio.html>.

10. GLOSARIO

- Brácteas:** Término introducido en botánica por Linné. Llámese brácteas cualquier órgano foliáceo situado en la proximidad de las flores y distinto por su forma, tamaño, consistencia, color, etc., de las hojas normales, del cáliz y la corola.
- Gajo:** División de las manos de banano en secciones más pequeñas para facilitar el empaque de la fruta.
- Cormo:** Morfológicamente se define como un tallo que desarrolla hojas en la parte superior y raíces adventicias en la parte inferior o rizomorfo.
- Dedo:** Nombre que recibe cada fruto de banano, es decir, cada uno de los frutos partenocárpicos que forman las manos del racimo de banano, según personal bananero.
- Desmane:** Es la operación que consiste en la separación de las manos del raquis de racimo con la ayuda de una herramienta denominada cuchilla, procurando de cortar las mismas con toda su corona (pedúnculo), al ras del raquis.
- Grado:** Nombre que recibe el diámetro o grosor de los dedos del banano el cual es medido como un criterio de cosecha y empaque. Se expresa en 1/32" (treintaidosavos de pulgada).

- Hijos:** Brotes o retoños desarrollados a partir de las yemas laterales del corno de banano. La posición de las yemas en el corno obedece a la filotaxia de la planta.
- Manos:** Espiguillas de frutos partenocárpicos que en conjunto conforman el racimo de banano.
- Parición:** Se nombra así al momento de la emergencia floral.
- PDA:** Medio de cultivo utilizado para el crecimiento de microorganismos a base de papa+dextrosa+agar.

11. ANEXO

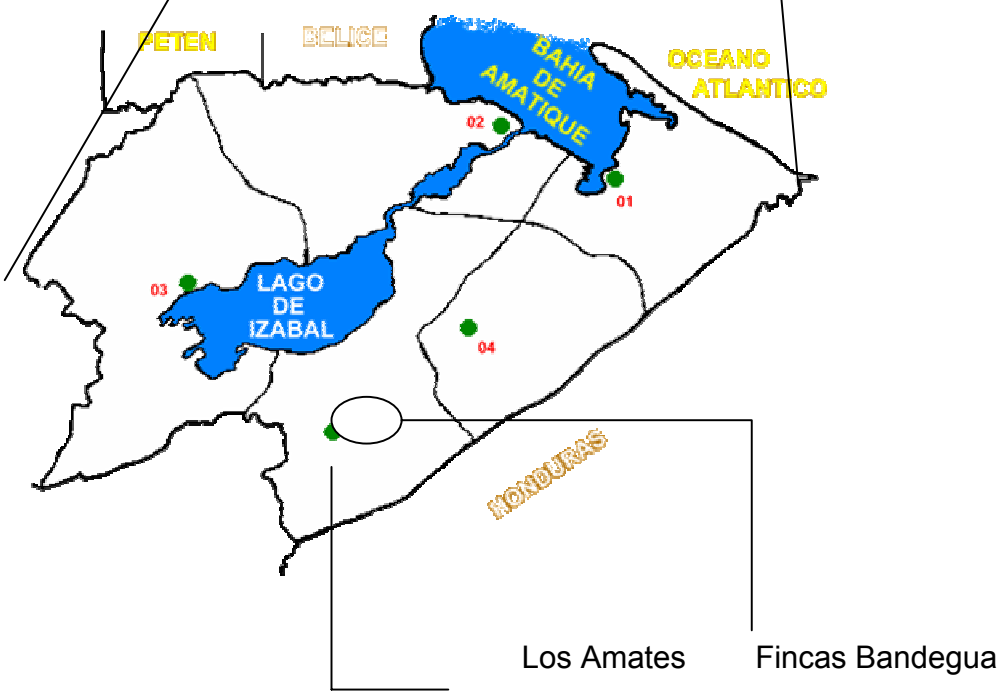
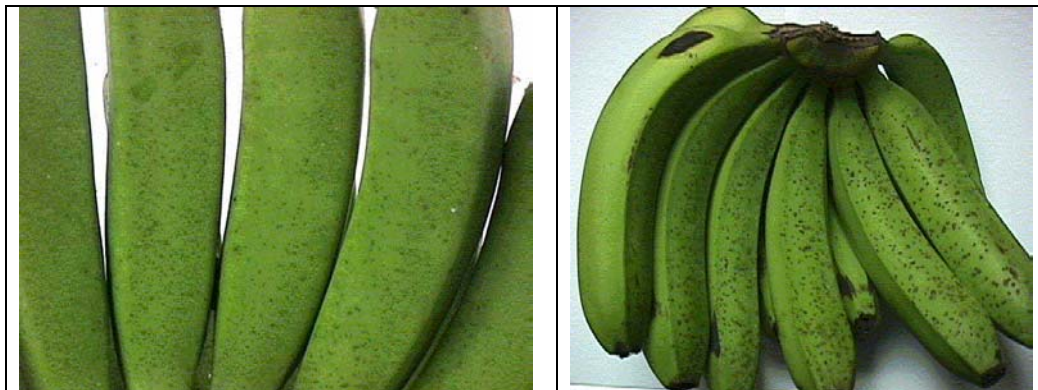


Figura 10A. Ubicación geográfica del área donde fue realizado el estudio.
 1. Puerto Barrios 2. Livingstone 3. El Estor 4. Morales 5. Los Amates.



Fotos: Alex Palma.

Figura 11A. a) Síntomas ocasionados por fenómenos bióticos en el fruto de banano;
b) síntomas ocasionados por fenómenos abióticos en el fruto de banano.

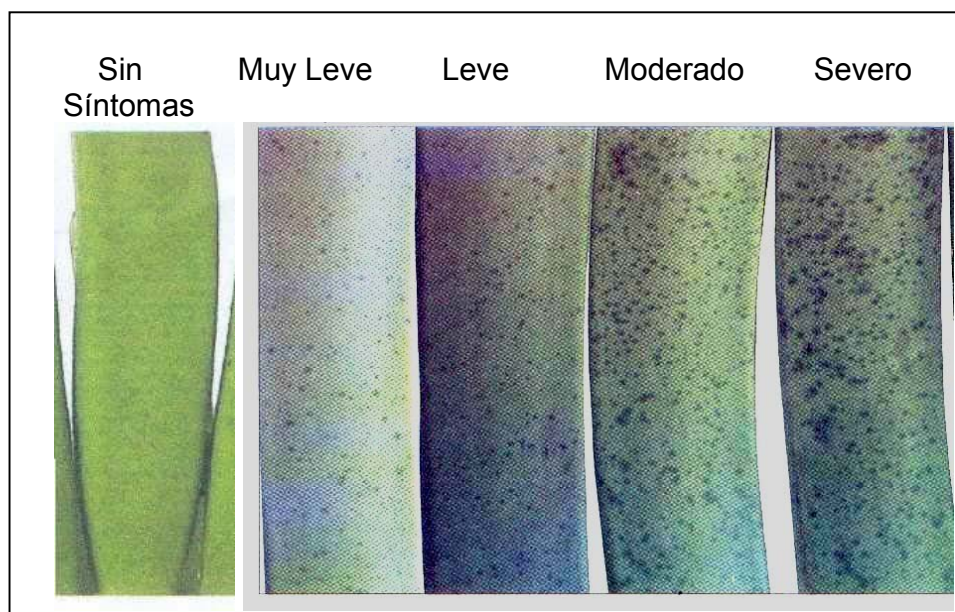


Figura 12A. Escala diagramática para determinar severidad del manchado ("speckling") en frutos según Contreras (7).

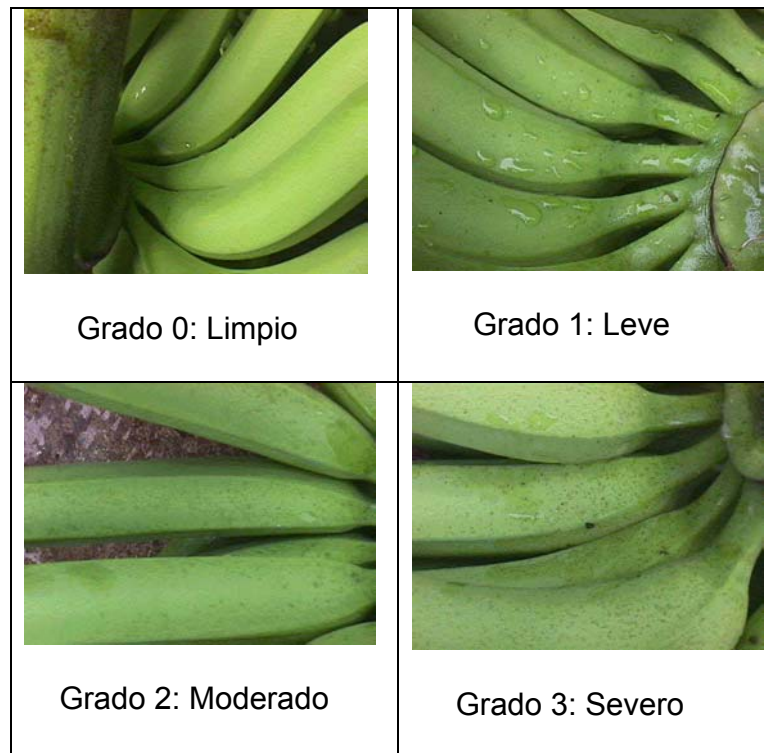


Figura 13A. Niveles de severidad según Passberg-Gauhl (22).

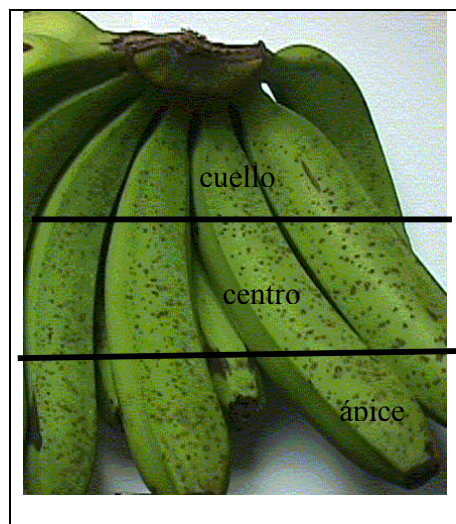


Figura 14A. Zonas de la superficie del dedo de banano afectadas por el manchado (“speckling”) o manchado del fruto: cuello (pedúnculo), centro y ápice.

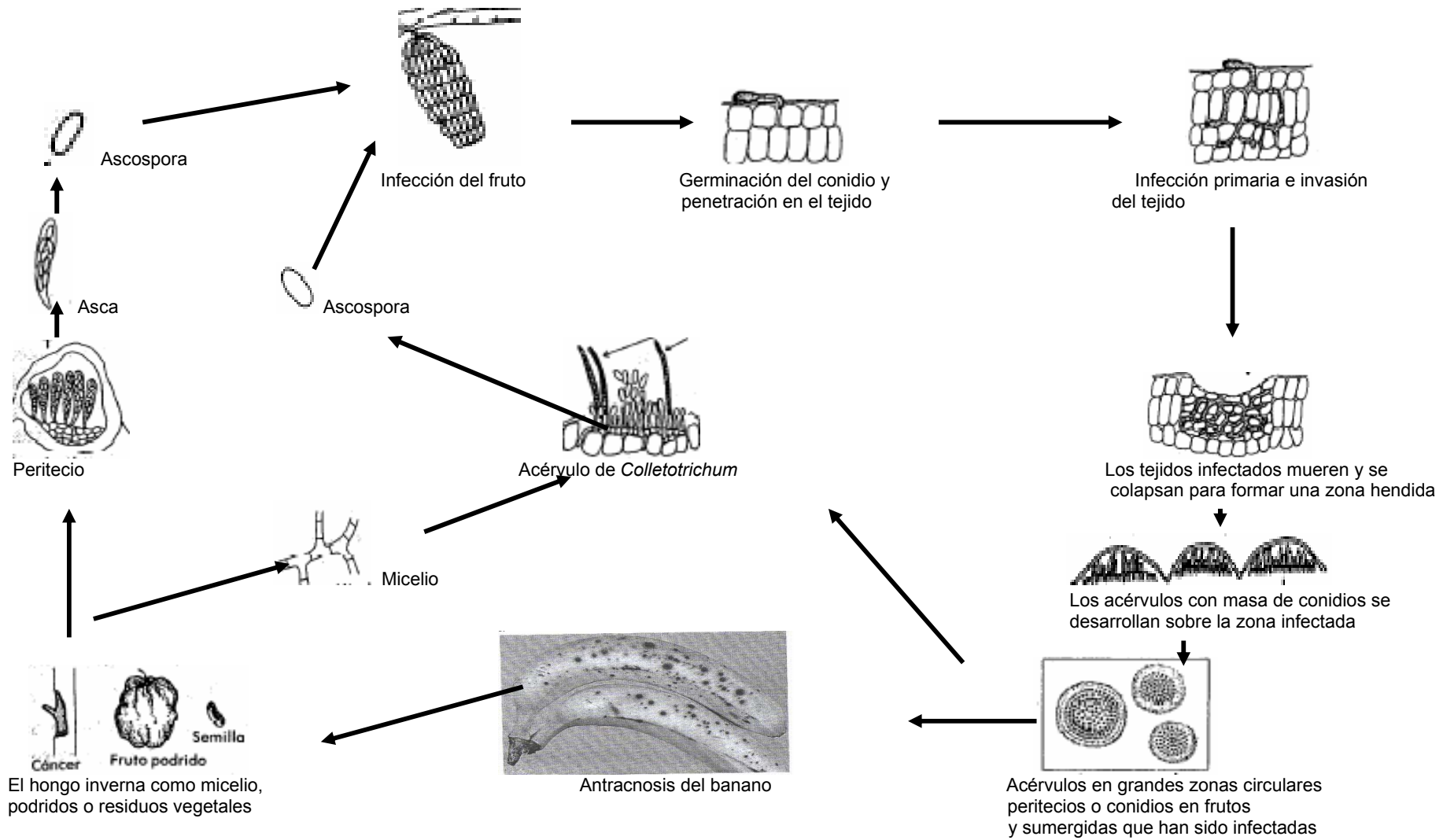


Figura 15A. Ciclo de reproducción de *Colletotrichum* sp., según Agrios, 1978.

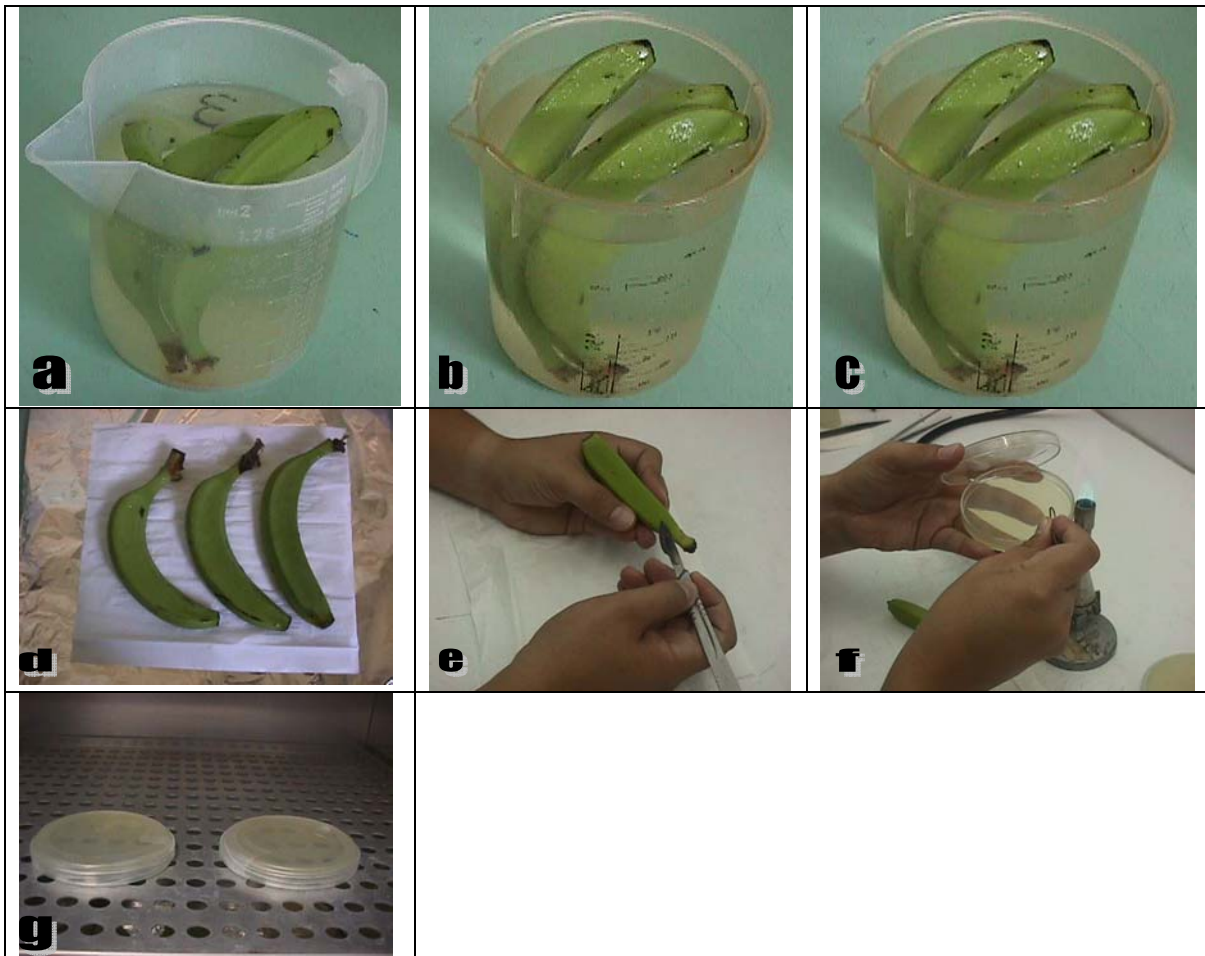


Figura 19A. Metodología para el aislamiento de hongos en el fruto del banano.

a) desinfección de superficie del fruto de banano con hipoclorito desodio 1%; b) lavado del fruto con agua destilada por 30 segundos; c) lavado con agua destilada por otros 30 segundos; d) secado del fruto en papel "kleenex"; e) extracción de parte infectada del fruto de banano; f) siembra de muestras en caja petri; g) incubación de cajas petri a 27°C por espacio de 7 días.