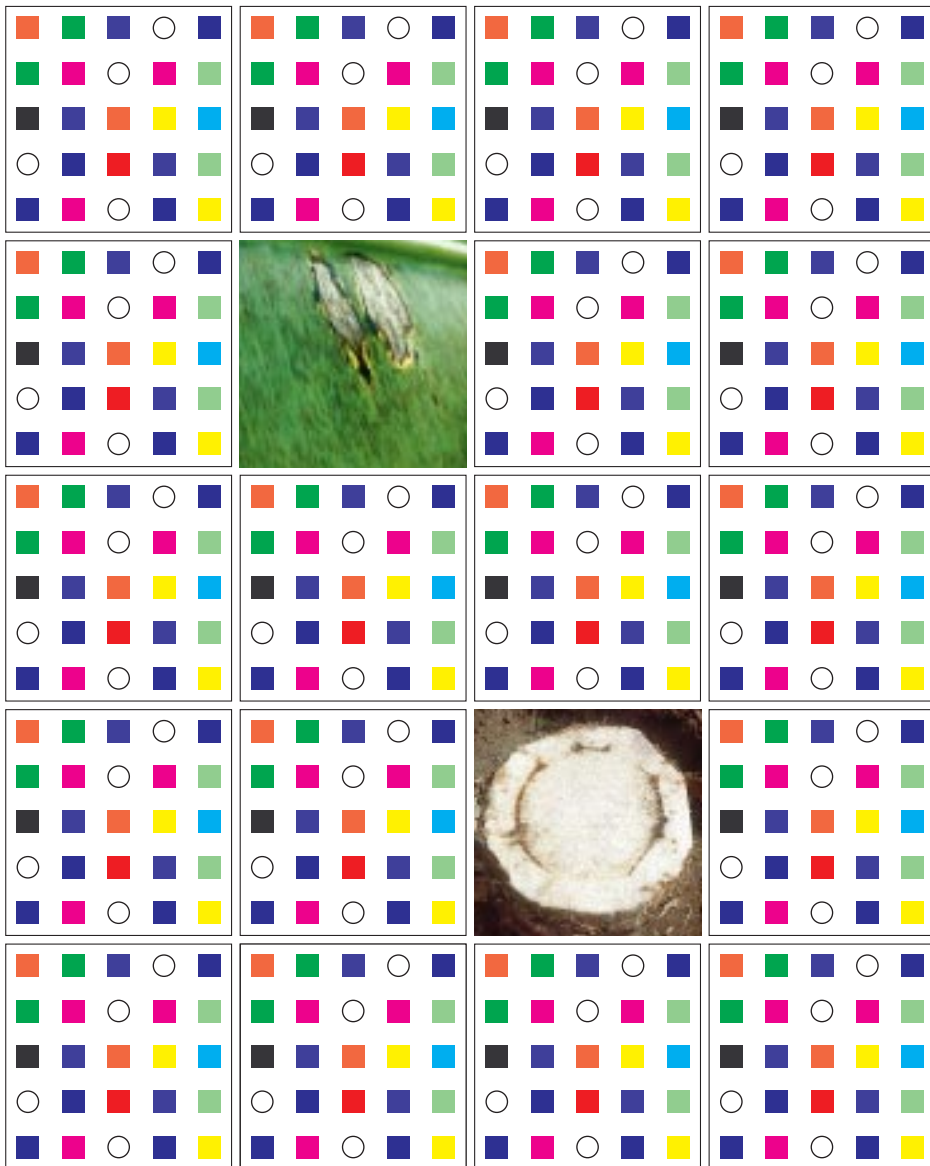


# Evaluación de la resistencia de los bananos a las enfermedades de Sigatoka y marchitamiento por Fusarium

Gisella Orjeda en colaboración con los grupos de trabajo sobre Sigatoka y Fusarium de PROMUSA



La misión de la **Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano** es aumentar la productividad y la estabilidad del banano y el plátano cultivados por pequeños productores para el consumo doméstico y mercados locales y de exportación.

INIBAP tiene cuatro objetivos principales:

- organizar y coordinar un esfuerzo global de investigación sobre banano y plátano para el desarrollo, la evaluación, y la diseminación de cultivares mejorados y para la conservación y utilización de la diversidad de las Musaceae;
- promover y fortalecer los esfuerzos regionales para resolver los problemas específicos de cada región y ayudar los programas nacionales a beneficiarse de y a contribuir con el esfuerzo global de investigación;
- fortalecer la capacidad de los SNIA para conducir investigaciones sobre banano y plátano;
- coordinar, facilitar y apoyar la producción, recopilación y el intercambio de información y de documentación sobre banano y plátano.

Desde Mayo de 1994, INIBAP es un programa del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI).

El **Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos** (IPGRI) es una organización científica, autónoma, de carácter internacional que funciona bajo los auspicios del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCAI). El mandato del IPGRI es realizar avances en la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos para beneficiar a las generaciones presentes y futuras. La sede de IPGRI es en Roma, Italia, tiene oficinas en 14 países en el mundo. Está operando con los tres programas siguientes (1) el programa de recursos fitogenéticos, (2) el programa de recursos genéticos del GCAI, y (3) la Red internacional para el mejoramiento del banano y plátano (INIBAP). El estatuto internacional ha sido conferido al IPGRI mediante un acuerdo de establecimiento firmado en enero de 1998 por los Gobiernos de los siguientes países: Argelia, Australia, Bélgica, Benin, Bolivia, Brasil, Burkina Faso, Camerún, Chile, China, Congo, Costa Rica, Côte d'Ivoire, Chipre, Dinamarca, Ecuador, Egipto, Grecia, Guinea, Hungría, India, Indonesia, Irán, Israel, Italia, Jordania, Kenia, Malasia, Mauritania, Marruecos, Pakistán, Panamá, Perú, Polonia, Portugal, República Checa, República Eslovaca, Rumania, Rusia, Senegal, Sudán, Suiza, Siria, Túnez, Turquía, Ucrania y Uganda. Prestan apoyo financiero al programa de investigación del IPGRI los Gobiernos de Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Brasil, Bulgaria, Canadá, China, Croacia, Chipre, Dinamarca, España, Estados Unidos, Estonia, F.R. Yugoslavia (Serbia y Montenegro), Finlandia, Filipinas, Francia, Grecia, Hungría, India, Irlanda, Islandia, Israel, Italia, Japón, Latvia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Méjico, Mónaco, Noruega, Pakistán, Países Bajos, Polonia, Reino Unido, República Checa, República Eslovaca, República Eslovenia, Rumania, Sudáfrica, Suecia, Suiza, Tailandia y Turquía así como el Banco Asiático de Desarrollo, el Fondo Común de Productos Básicos (CFC), el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Mundial, el CIID, el CTA, la FAO, el IFAD, el INTAS, el PNUD, la Unión Europea y la UNEP.

Citación: Orjeda G. 1998. Evaluación de la resistencia de los bananos a las enfermedades de Sigatoka y marchitamiento por Fusarium. Guías técnicas INIBAP 3. Instituto internacional de los recursos fitogenéticos, Roma, Italia ; Red internacional para el mejoramiento del banano y el plátano, Montpellier, Francia.

INIBAP ISBN: 2-910810-28-3

© International Plant Genetic Resources Institute 1998

IPGRI  
Via delle Sette Chiese 142  
00145 Roma  
Italia

INIBAP  
Parc Scientifique Agropolis II  
34397 Montpellier Cedex 5  
Francia

# Evaluación de la resistencia de los bananos a las enfermedades de Sigatoka y marchitamiento por Fusarium

Gisella Orjeda en colaboración con los grupos de trabajo sobre Sigatoka y Fusarium de PROMUSA.

## Agradecimientos

Estas guías técnicas son una revisión y expansión de las guías técnicas de la fase II del Programa Internacional de Evaluación de *Musa* (PIEM/IMTP) que iniciaron los expertos en Sigatoka participantes en una reunión organizada por INIBAP-LACNET (Colombia, Septiembre 1992) y por expertos en Fusarium participantes en otra reunión organizada por INIBAP-ASPNET (Taiwan, Diciembre 1992). Las guías técnicas de IMTP II fueron finalizadas por ambos grupos en la 1ra conferencia mundial de IMTP que se llevó a cabo en Honduras en 1994 y fueron editadas por David Jones.

Las revisiones han sido hechas tomando en cuenta las recomendaciones y comentarios prácticos hechos por los colaboradores de IMTP II en la 2da conferencia mundial de IMTP que se llevó a cabo en Guadalupe en Marzo de 1997. La sección sobre Sigatoka ha sido desarrollada con la activa contribución del grupo de trabajo sobre Sigatoka de PROMUSA. La sección sobre Fusarium fue preparada durante una reunión del grupo de trabajo sobre Fusarium de PROMUSA llevada a cabo en Tenerife en Diciembre de 1997.

INIBAP desea agradecer a todos los científicos que han contribuido a estas nuevas guías técnicas.

Gracias especiales para Inès van de Houwe quien preparó la sección sobre la manipulación del material *in vitro*, Suzanne Sharrock quien asistió con la edición del Inglés, Claudine Picq quien editó el estilo de estas guías y Lissette Vega quien realizó la traducción al Castellano.

Ilustración de la portada :

Arriba : síntomas de Sigatoka negra (Dr Eric Fouré, CIRAD-FLHOR).

Abajo : síntomas internos de marehitamiento por Fusarium (Dr Zilton Cordeiro, EMBRAPA-CNPMPF).

## Contenido

<b>1. Introducción</b>	5
Cómo obtener el material vegetal?	5
<b>2. Manipulación del material vegetal</b>	6
Cultivo de tejidos proliferantes	6
Multiplicación	6
Regeneración	7
Manipulación de las plántulas enraizadas <i>in vitro</i>	8
<b>3. Guías técnicas para evaluar la resistencia a la Sigatoka</b>	10
Clones para evaluación de la reacción hacia Sigatoka negra y Sigatoka amarilla	10
Cultivares de referencia	10
3.1 Sitios de evaluación de comportamiento	10
3.2 Sitios de evaluación extensiva	14
<b>4. Guías técnicas para evaluar la resistencia al marchitamiento por Fusarium</b>	19
Clones para evaluación de la reacción al marchitamiento por Fusarium	19
Cultivares de referencia	19
4.1 Sitios de evaluación de comportamiento	19
4.2 Sitios de evaluación extensiva	24
<b>Apéndices</b>	31
Apéndice I. Estadios de desarrollo de la hoja de banano	33
Apéndice II. Síntomas de la Sigatoka negra	34
Apéndice III. Síntomas de la Sigatoka amarilla	35
Apéndice IV. Calificación y cálculos de la severidad de la Sigatoka	36
Apéndice V. Formularios de campo y estructuras de base de datos para anotar la información agronómica y ambiental	38
Apéndice VI. Formularios de campo y estructuras de base de datos para anotar la información de los experimentos de resistencia a la Sigatoka	43
Apéndice VII. Formularios de campo y estructuras de la base de datos anotar la información de los experimentos de resistencia al marchitamiento por Fusarium	49
Apéndice VIII. ¿Cómo aislar muestras de Fusarium para analizar el grupo de compatibilidad vegetativa (GCV)?	58
<b>Bibliografía</b>	60
<b>Lista de colaboradores</b>	61

## 1. Introducción

Este documento suministra información sobre los protocolos para la evaluación de la resistencia a Sigatoka y Fusarium. Se han diseñado dos tipos de protocolos para ambas enfermedades que permiten dos niveles de evaluación. Estos protocolos fueron desarrollados en respuesta a la creciente demanda de numerosos programas nacionales que requerían efectuar evaluaciones de germoplasma bajo condiciones locales, y también debido a la necesidad de conducir investigaciones más detalladas sobre los patógenos y sus hospederos, en un número más limitado de sitios. Los dos tipos de evaluación son :

- (i) **evaluaciones de comportamiento** : este tipo de evaluación emplea un protocolo simplificado para obtener información sobre el comportamiento del cultivar /híbrido bajo condiciones locales así como información básica sobre su resistencia/tolerancia a las enfermedades.
- (ii) **evaluaciones extensivas** : estas son evaluaciones más completas sobre la resistencia a enfermedades en un número menor de sitios. Estos sitios servirán para realizar evaluaciones a los nuevos híbridos mejorados y, si lo solicitaran los programas de mejoramiento, a las líneas parentales de mejoramiento. Estos sitios también se utilizarán para efectuar investigación básicas sobre el patógeno y su relación con el hospedero.

Estas guías fueron elaboradas en colaboración con los grupos de trabajo sobre Sigatoka y Fusarium del programa PROMUSA y con aportes del personal de INIBAP, y su objetivo es ayudar a los investigadores a :

- diseñar su ensayo,
- escoger el lugar apropiado para el ensayo,
- infestar artificialmente el sitio, en caso de que no esté suficientemente infestado con el patógeno (sólo para los sitios con marchitamiento por Fusarium),
- manejar tejidos proliferantes,
- manejar plántulas enraizadas *in vitro*,
- manejar el endurecimiento y la transferencia de las plantas al campo,
- evaluar la resistencia/tolerancia de los genotipos a las enfermedades y características agronómicas.

### CÓMO OBTENER EL MATERIAL VEGETAL ?

INIBAP mantiene un lista de material disponible indizado contra virus, de donde se pueden seleccionar los genotipos. Por favor contactar al INIBAP.

## 2. Manipulación del material vegetal

El Centro de Tránsito (ITC) de INIBAP proveerá los clones, preferiblemente en forma de cultivo de tejidos proliferantes, a los laboratorios con infraestructura necesaria para el cultivo de tejidos. Los colaboradores en estos sitios de evaluación, tendrán la responsabilidad de producir plántulas para utilizarlas en los ensayo. Si los beneficiarios no tienen las facilidades para cultivo de tejidos, se les enviarán plántulas enraizadas provenientes del cultivo de tejidos. En ambos casos, las plántulas deberán mantenerse en bolsas/macetas de plástico con suelo pasteurizado o con una mezcla para enraizamiento.

### CULTIVO DE TEJIDOS PROLIFERANTES

El ITC envía los cultivos de yemas apicales proliferantes en frascos de poliestireno transparente, esterilizados y sellados con una tapa de rosca. Los cultivos se envían en un medio de crecimiento semi-sólido. Tan pronto llegan a su destino, deben ser sub-cultivados en un medio fresco.

Los cultivos de yemas apicales proliferantes se pueden seguir subcultivando en un medio de crecimiento apropiado y así multiplicar y regenerar más plántulas enraizadas (adecuadas para transferir al suelo). La adición de niveles relativamente altos de citoquinina en el medio tiende a estimular la formación de yemas y brotes múltiples; mientras que el desarrollo de plantas individuales es inducido al transferir los propágulos a un medio sin o con muy bajas concentraciones de citoquinina.

La composición de los medios empleados para la micropropagación de *Musa* en el Centro de Tránsito de INIBAP se describe en el Cuadro 1.

**Nota :** Se deben mantener condiciones asépticas durante todo el proceso de manipulación de los cultivos.

### MULTIPLICACIÓN

El número deseado de propágulos en proliferación se puede obtener a través de varios subcultivos utilizando el procedimiento siguiente :

- Destape el tubo del cultivo y flamee el borde durante unos cuantos segundos,
- Saque con cuidado el grupo de ápices y brotes del tubo,
- Separe el material en pequeños grupos de 2 ó 3 micro-ápices y/o brotes,
- Recorte el tejido superfluo del cormo y cualquier tejido ennegrecido. Reduzca los ápices a un tamaño de 5-7 mm de alto,
- Transfiera cada grupo de ápices/brotes recortados a un medio fresco de multiplicación pre-esterilizado,
- Incube los cultivos a una temperatura de  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$  con una intensidad de luz de 1,000-3,000 lux, y un fotoperíodo de 16 h,
- Este procedimiento se puede repetir después de 4-6 semanas, cuando se produzcan nuevos ápices/brotes laterales.

**Nota :** El índice de multiplicación depende del genotipo del cultivar y está influenciado por la composición del medio (particularmente la citoquinina), el tamaño del explante y la edad del cultivo.

**Cuadro 1. Composición del medio nutritivo Murashige y Skoog modificado, que se utiliza en el Centro de Tránsito de INIBAP para la propagación *in vitro* de bananos y plátanos.**

		mg/l
Macronutrientes	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1,650
	KNO <sub>3</sub>	1,900
	CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	440
	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	370
	KH <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	400
Micronutrientes	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6.18
	MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	16.90
	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	8.60
	KI	0.83
	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.24
	CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0.024
	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0.025
Hierro	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	27.80
	Na <sub>2</sub> .EDTA.2H <sub>2</sub> O	37.22
Vitaminas	Glicina	2.00
	Clorhidrato de Tiamina clorhidrato	0.10
	Acido nicotínico	0.50
	Clorhidrato de Piridoxina	0.50
Antioxidante	Acido ascórbico	10.00
Fuente de carbón	Sucrosa	30,000
Agente gelificante	Gelrite	2,000
	o Agar	8,000
Reguladores de crecimiento	N <sup>6</sup> -benzilaminopurina	2.25*
	Acido indol-3-acético	0.225**
		0.175

Ajuste el pH del medio a 5.8 antes de autoclavar.

\* para multiplicación

\*\* para regeneración

## REGENERACIÓN

El propósito de este paso es producir plántulas individuales enraizadas para su establecimiento en suelo.

- Destape el tubo del cultivo y flamee el borde durante unos segundos,
- Saque con cuidado el grupo de ápices o brotes del frasco,
- Subdivida los grupos proliferados en ápices individuales,
- Elimine el tejido superfluo del cormo y tejido ennegrecido. Recorte la parte superior de los ápices hasta dejarlos de 10 mm de alto,
- Coloque cada ápice recortado en un medio de regeneración fresco pre-esterilizado para inducir el alargamiento del ápice y promover el crecimiento de las raíces,
- Los cultivos deben mantenerse a una temperatura ambiente de 28 ±2°C con un ciclo de luz de 12-16 h. Se recomienda una alta intensidad de luz, entre 5,000 y 10,000 lux,

- Si surgen nuevos ápices o brotes laterales, repita el subcultivo hasta que obtenga ápices individuales enraizados,
- Mantenga en cultivo los ápices enraizados de 4 a 6 semanas,
- Las plantas *in vitro* que tengan de 5 a 10 cm de altura, con al menos cuatro hojas y un sistema radical bien desarrollado están listas para su traslado al suelo.

#### MANIPULACIÓN DE LAS PLÁNTULAS ENRAIZADAS *IN VITRO*

Las vitroplántulas enraizadas se distribuyen como cultivos estériles, en un medio de endurecimiento en bolsas herméticas Cultu saks®.

Las plántulas que tienen entre 5-10 cm de altura y raíces bien desarrolladas, se pueden sembrar en macetas. Si las plántulas son más pequeñas o no se pueden trasplantar inmediatamente, se aconseja colocarlas en las bolsas Cultu sak® en posición vertical, en un lugar donde reciban suficiente luz (no directamente del sol), y a una temperatura entre 20 y 30 °C. Bajo estas condiciones las plántulas se pueden mantener en buen estado por varias semanas.

El trasplante de las plántulas enraizadas al suelo requiere cuidado. Se recomienda utilizar el método que se presenta a continuación o su propio método validado :

- Abra cada bolsa Cultu sak® cortando uno de los bordes verticales,
- Con mucho cuidado, saque la plántula de la bolsa, sostenga la base cuidadosamente con unas tenazas sin filo. Coloque la plántula en la palma de su mano,
- Remueva el medio de cultivo adherido a las raíces y hojas, colocando la plántula en un recipiente (balde) con agua y sacudiéndola suavemente. Tenga cuidado de no dañar el tallo ni el sistema radicular,
- Trasplante la plántula a macetas de plástico o a bolsas (15 cm de diámetro) con una mezcla pasteurizada 30 : 70 turba : arena, cuyos 2 a 3 cm superiores estén tamizados finamente. Las raíces superiores deben cubrirse con 2-3 cm de suelo,
- Riegue las plántulas, inmediatamente después de trasplantarlas,

Mantenga las plantas en una atmósfera de alta humedad :

- Se puede construir una cámara sencilla de humedad colocando un marco de madera dentro de un plástico transparente fuerte. La cámara de humedad (de aproximadamente 40-60 cm de altura) se coloca sobre las macetas en un lugar sombreado donde la temperatura se mantenga entre 25 y 32°C.
- Para mantener la humedad dentro de la cámara es necesario nebulizar regularmente con agua para saturar el aire. El calor que se concentra dentro de la cámara disminuye si se deja una abertura de 2 a 3 cm en la base para que el aire circule.
- Durante la primera semana después del trasplante, nebulice la cámara dos veces al día para saturar la atmósfera. Este paso es muy importante pues una humedad relativa baja en esta etapa destruiría fácilmente las plántulas. Riegue las plantas una vez al día con un poquito de agua corriente.
- Una semana después del trasplante, rocíe la cámara húmeda y las plantas una vez al día.
- Un mes después del trasplante, saque las plantas de la cámara de humedad,

- Mantenga las plántulas en un invernadero, en una superficie alta (no directamente sobre el suelo) y bajo sombra, hasta que alcancen aproximadamente 30 cm de altura (2-3 meses antes de su establecimiento en el campo),
  - Podría ser necesario pasar las plantas a macetas más grandes,
  - Lleve las plantas al campo durante la estación lluviosa, máximo seis semanas antes de que empiece la estación seca.
-

### 3. Guías técnicas para evaluar la resistencia a las Sigatokas

#### *CLONES PARA EVALUACIÓN DE LA REACCIÓN HACIA SIGATOKA NEGRA Y SIGATOKA AMARILLA*

Los genotipos se pueden seleccionar de una lista compilada por INIBAP de materiales indizados contra virus, disponibles para su evaluación.

#### Cultivares de referencia

Yangambi Km 5	Altamente resistente	ITC1123
Pisang Ceylan	Parcialmente resistente	ITC0650
Grande Naine	Susceptible	ITC0180
Cultivar local	Seleccionado por el colaborador en cada sitio como el estándar local apropiado para comparar las reacciones	

#### 3.1 Sitios de evaluación de comportamiento

##### Objetivo

Obtener información sobre el comportamiento del germoplasma introducido a sitios infestados con Sigatoka, bajo condiciones y prácticas de manejo locales. Mediante el empleo un protocolo simple de evaluación se puede recolectar información sobre resistencia/tolerancia a las enfermedades ocasionadas por la Sigatoka, la cual será retroalimentada a los fitomejoradores y patólogos. De igual manera, se obtiene información agronómica básica de interés para los extensionistas y agricultores.

##### Establecimiento de las parcelas y ubicación apropiada

Las parcelas deben establecerse en sitios con suficiente presencia del patógeno. El sitio de evaluación deberá establecerse en los terrenos de un agricultor y manejarse de acuerdo con las prácticas locales empleadas para el banano. Aún más, el diseño de campo deberá incluir parcelas de clones susceptibles intercaladas con las que están bajo evaluación. Se pueden emplear los clones locales susceptibles. La Figura 1 presenta un ejemplo de un diseño de campo.

##### Diseño experimental

Una vez que las plantas alcancen una altura de 0.3-0.5 m, se pueden llevar al campo experimental. El diseño experimental dependerá de las características particulares del lugar. En esta misma sección se presentan varias alternativas. En aquellos lugares en donde sea práctico y factible, se debe utilizar un diseño de bloques completamente al azar. Sin embargo, cualquiera que sea el diseño, la densidad de siembra no deberá exceder las 2,000 plantas por hectárea.

##### Diseño completamente al azar (DCA)

Se deberá utilizar un diseño completamente al azar cuando no exista una fuente de variación identificable en el sitio de evaluación; por ejemplo, el sitio es uniforme en cuanto a tipo de suelo, pendiente, fecha de siembra, etc. Este es un diseño muy poderoso el cual permite efectuar análisis estadísticos aún cuando existan diferentes números de unidades experimentales por tratamiento.

Se recomienda un espaciamiento entre plantas de 2m x 2.5m, sin embargo, se puede utilizar un espaciamiento diferente si éste es más apropiado a las prácticas de manejo del instituto/agricultores.

### *Distribución*

Ocho a diez repeticiones por tratamiento. El sitio experimental estará rodeado por una hilera de plantas y su distribución en tresbolillo (intercalado con plantas susceptibles) como se muestra en la Figura 1.

### *Diseño de bloques completamente al azar (DBCA)*

Este tipo de diseño se puede utilizar cuando exista una fuente identificable de variación y las unidades experimentales se puedan agrupar de acuerdo a esta fuente. El objetivo de agrupar es el de mantener las unidades en un bloque lo más uniforme posible, de manera que las diferencias que surjan se deban en gran parte a los tratamientos (en este caso a los genotipos). Las fuentes de variación, tales como pendiente, gradiente de pH, fecha de siembra, etc. se deberán identificar y distribuir los bloques de acuerdo a esta variación. Los bloques, también llamados repeticiones, deberán consistir de un grupo de parcelas casi cuadrado.

### *Distribución*

Se deben sembrar de tres a cuatro bloques o repeticiones. Todos los genotipos serán asignados al azar a las parcelas dentro de los bloques. Cada parcela contará con tres a seis plantas. El número de bloques y plantas por parcela dependerá del terreno y de los recursos humanos disponibles. La distribución se muestra en la Figura 2.

*Para mayor información y recomendaciones sobre el diseño experimental, por favor comuníquese con el coordinador del IMTP en INIBAP.*

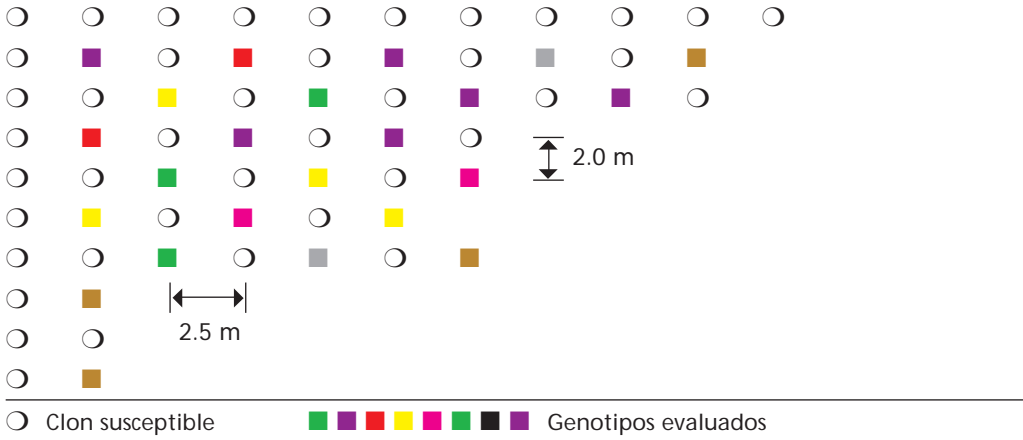
### **Prácticas agronómicas y duración del experimento**

Tanto la fertilización como la irrigación se deberán optimizar. No aplique ningún tipo de fungicidas. En aquellos lugares donde se practica en forma rutinaria, las matas deberán deshijarse cada tres meses utilizando los métodos locales y se deberá dejar únicamente un vástago. Los experimentos deberán conducirse durante el primer y segundo ciclo de producción.

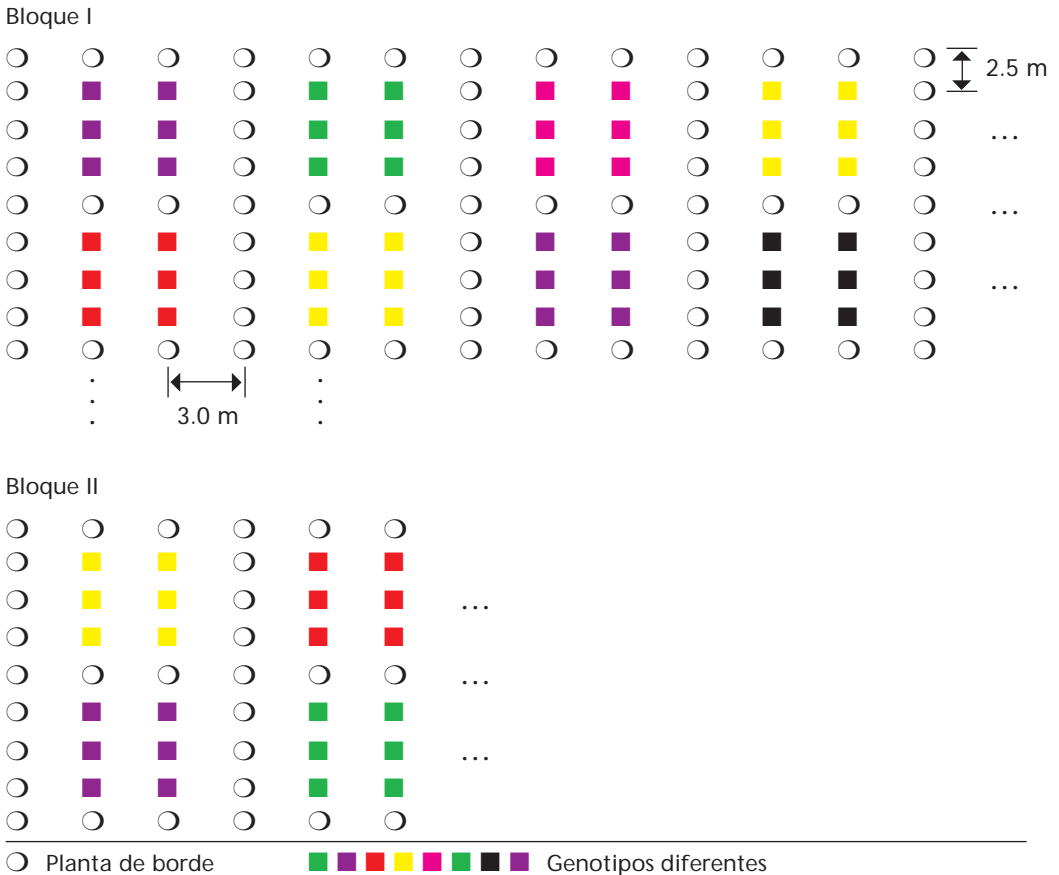
### **Evaluación de la enfermedad**

Solo se anotarán dos variables : La hoja más joven manchada al momento de la floración (Vakili 1968) y el número de hojas erectas al momento de la floración. Estas dos variables deberán registrarse para cada planta. A cada planta en el experimento se le asignará una identificación única, la cual facilitará su posterior identificación y seguimiento. Esta identificación podría ser un número entero entre 1 y el número total de plantas en el experimento, asignado en forma correlativa. El formulario de campo número 4 en el Apéndice VI, ofrece un modelo para las anotaciones. Por favor anote también el número de bloque o repetición. Este sistema permite analizar la información con submuestreo, lo cual es mas preciso.

**Figura 1.** Diseño completamente al azar en tresbolillo para evaluar las Sigatokas.



**Figura 2.** Diseño de bloques completamente al azar, distribución de un ensayo para evaluar las Sigatokas.



Las dos variables anotadas permitirán calcular el índice de hojas no manchadas (IHNM) (Ortiz *et al.* 1997) utilizando la ecuación siguiente :

$$\text{IHNM} = \frac{100 * (\text{HMJM} - 1)}{\text{NHE}}$$

donde :  
 HMJM = Hoja más joven manchada  
 NHE = Número de hojas erectas y,  
 IHNM = Índice de hojas no manchadas

#### Definiciones

**Hoja más joven manchada (HMJM)** : Es la primera hoja que presente 10 manchas con un centro necrosado seco.

**Número de hojas erectas (NHE)** : Es el número de hojas, contando desde la hoja más joven (p.e. la más alta y sin abrir) hacia abajo. No cuente aquellas hojas que tengan el peciolo doblado hacia atrás, las demás hojas deberán anotarse sin importar su color o el de su peciolo.

**Índice de hojas no manchadas (IHNM)** : Es la proporción de hojas en pie sin los síntomas típicos de la última etapa de la Sigatoka negra; o sea, una mancha negra con el centro necrosado. Este índice suministra una estimación del área de la hoja disponible para fotosíntesis antes del llenado de los frutos y es una medida de la resistencia de *Musa* a la Sigatoka. Además de lo anterior, corrige la diferencia en el número de hojas producidas por diferentes tipos de bananos y plátanos.

#### Información agronómica

La información que se presenta a continuación (INIBAP-IPGRI/CIRAD 1996) se deberá registrar para todas las plantas; puede utilizar el Formulario de Campo 1 que se encuentra en el Apéndice V, con la correspondiente estructura de base de datos para ingresar la información en su computadora :

- **Fecha de siembra**
- **Tiempo desde la siembra a la floración (d)**  
 Para calcularlo en días, utilice las fechas de siembra y de emergencia del racimo.
- **Ciclo de cultivo (d)** Para calcularlo en días, considere las fechas de siembra y de cosecha.
- **Altura del seudotallo al momento de la floración (emergencia del racimo) (cm)**  
 Corresponde a la distancia en cm desde la base del seudotallo hasta el punto de emergencia del racimo.
- **Circunferencia del seudotallo al momento de la cosecha (cm)**  
 Se mide a 1 m de la base del seudotallo.
- **Altura del vástago (hijo siguiente) al momento de la floración (cm)**  
 Corresponde a la distancia en cm desde la base del seudotallo hasta la última axila de la hoja. Todos los demás vástagos, con excepción del vástago seleccionado, deben ser eliminados conforme aparezcan.

- **Peso del racimo (kg)**  
Corte el pedúnculo del racimo encima de la primera mano y al nivel de la última cicatriz de bráctea inmediatamente bajo la última mano.
- **Número de manos en el racimo a la cosecha**  
Corte las manos de cada racimo después de pesarlo y anote el número de manos.
- **Número de frutos a la cosecha**
- **Peso del fruto (g)**  
Promedio : Dividir el peso colectivo de las manos (cortadas del pedúnculo) por el número de frutos.
- **Número de hojas funcionales a la floración**  
Las hojas funcionales son las que presentan actividad fotosintética. Una hoja es funcional si tiene más del 50 % de su área verde.
- **Número de hojas funcionales a la cosecha**

#### Información ambiental

La información que se solicita a continuación deberá recolectarse semanalmente de la estación meteorológica más cercana. El formulario de campo 3 (que se encuentra en el Apéndice V) se deberá utilizar para anotar esta información :

- Lluvia,
- Temperatura máxima,
- Temperatura mínima,
- Temperatura promedio,
- Humedad relativa máxima,
- Humedad relativa mínima,
- Humedad relativa promedio,
- Número de días de lluvia,
- Número de horas durante las cuales el promedio de humedad alcanzó 90 % o más.

### 3.2 Sitios de evaluación extensiva

#### Objetivo

Realizar evaluaciones detalladas de los nuevos híbridos mejorados y, si lo solicitaran los programas de mejoramiento, de las líneas de mejoramiento parentales, para obtener información sobre su resistencia/tolerancia a la Sigatoka negra y amarilla. Además, estos sitios se podrían utilizar para resolver preguntas clave sobre el patógeno, la enfermedad y su hospedero. Esta investigación podría incluir estudios epidemiológicos sobre las poblaciones del patógeno, estudios sobre las relaciones hospedero-patógeno en diferentes cepas del patógeno y estudios de adaptabilidad y productividad.

Las siguientes guías son específicamente para evaluar la resistencia/tolerancia, adaptabilidad y productividad.

#### Establecimiento de las parcelas y ubicación adecuada

Las parcelas deben establecerse en sitios con suficiente presencia del patógeno. Aún más, la distribución del sitio deberá incluir parcelas de clones susceptibles interca-

ladas con los que están bajo evaluación. Se pueden utilizar los clones locales susceptibles.

### Diseño experimental

El experimento es un diseño de bloques completamente al azar con 4-6 plantas por parcela y cinco repeticiones. Note que los clones están distribuidos aleatoriamente dentro de las cinco repeticiones. En la Figura 2 se presenta un ejemplo de este tipo de distribución en el campo. El objetivo de la distribución de los bloques en el campo es disminuir las variaciones esperadas (p.e. cambios en el suelo, tales como pH). El espacio entre plantas será de 2.5m en cada hilera y 3m entre hileras.

### Prácticas agronómicas

- El experimento deberá manejarse de acuerdo con las prácticas agronómicas locales de la organización colaboradora,
- Todas las prácticas de manejo deberán aplicarse uniformemente en todo el sitio de experimentación,
- No se deberán controlar las enfermedades foliares,
- Los experimento se ejecutarán para el primer y segundo ciclos de cultivo de la planta.

### Información a recolectar

Se resume a continuación la información que debe recolectarse por estadio de la planta. Luego se presentan guías y formularios detallados.

#### Siembra

- Fecha de siembra
- Nombre del encargado

#### Fase de crecimiento (tres meses después de la siembra hasta la floración)

- Tiempo de desarrollo de la enfermedad,
- Hoja más joven manchada,
- Índice de emisión foliar,
- Severidad de la enfermedad (seis meses después de la siembra).

#### Floración

- Severidad de la enfermedad,
- Tiempo desde la siembra hasta la floración (*d*),
- Altura del seudotallo al momento de la floración (emergencia del racimo) (*cm*),
- Altura del vástago al momento de la floración (*cm*),

#### Fase de la floración a la cosecha

- Hoja más joven manchada.

#### Cosecha

- Severidad de la enfermedad,
  - Ciclo de cultivo de la planta (*d*),
  - Circunferencia del seudotallo al momento de la cosecha (*cm*),
  - Peso del racimo (*kg*),
-

- Número de manos en el racimo al momento de la cosecha,
- Número de frutos al momento de la cosecha,
- Peso del fruto (*g*).

#### Factores ambientales

- Información ambiental.

#### Factores de manejo

- Prácticas de manejo.

#### Detalles de la información a recolectar

##### Generalidades

Para realizar la evaluación de la resistencia a la Sigatoka es necesario conocer las etapas tanto del proceso de apertura de la hoja como del desarrollo de los síntomas de la enfermedad. Esta información se encuentra en los Apéndice I, II y III. Las lecturas para la evaluación de la resistencia deberán comenzar tres meses después de la siembra. Se deberá obtener información de cada planta, con excepción de las plantas adicionales que se encuentra al final de las hileras. Las características agronómicas también se deberán anotar al momento de la floración y de la cosecha. Estas son prácticas estandarizadas sencillas. También es necesario monitorear las condiciones climáticas en una estación meteorológica que se encuentre lo más cerca posible de los campos de experimentación. Las lecturas deberán realizarse lo más temprano posible cada mañana y siempre a la misma hora. Para su conveniencia, en los Apéndices V y VI se suministran formularios y estructuras de base de datos para este propósito.

##### Tiempo de desarrollo de la enfermedad (TDE)

###### *Definición*

El TDE es el tiempo en días entre el estadio B de la hoja candela y la aparición de 10 o más lesiones discretas, necrosadas y maduras en esa hoja.

- El estadio B de Brun es un estadio de la apertura de la hoja de banano (ver Apéndice I)
- Fouré define la lesión madura de la Sigatoka negra como el estadio 6 (Apéndice II).
- Meredith define la lesión madura de la Sigatoka amarilla como el estadio 6 ó 'estadio de la tercera mancha' (Apéndice III).

Puede utilizar el formulario de campo 5 en el Apéndice VI para realizar sus anotaciones sobre el TDE. Deberá utilizar tantos formularios como plantas haya en su experimento y además emplear el mismo formulario para cada planta durante todo el ciclo.

###### *Procedimiento*

- Las plantas se inspeccionarán una vez por semana. Las que tengan hojas candela cerca del estadio B de Brun, se seleccionarán y marcarán (puede utilizar un marcador de tinta indeleble, cintas de color, o etiquetas) con la fecha en la que se estima que la hoja llegó al estadio B de Brun. Anote la fecha en el formulario.
- Estas hojas se inspeccionarán una vez por semana hasta que lleguen al último estadio de necrosis de la enfermedad (estadio 6) o hasta que se observe un área necrosada grande donde se puedan observar 10 o más centros secos de color

claro. Esta fecha deberá anotarse. Si las lesiones maduras aparecen entre inspecciones, se deberá calcular el momento en que éstas aparecieron. De esta forma se puede calcular el TDE en días para la hoja y anotarlo en el formulario.

- Este proceso deberá repetirse semanalmente, p.e. cada semana se seleccionan y observan las plantas que tienen hojas candela en el estadio B de Brun. Las observaciones para detectar las 10 lesiones maduras también se efectuarán semanalmente.

### Hoja más joven manchada (HMJM)

#### *Definición*

Esta corresponde a la primera hoja totalmente abierta que presenta 10 ó más lesiones discretas necrosadas y maduras o un área grande necrosada con 10 centros secos de color claro, contando las hojas de arriba hacia abajo.

#### *Procedimiento*

- Esta información se deberá anotar para cada hoja en la cual se ha evaluado el TDE (ver texto anterior). Luego de la parición, cuando ya no hay más producción de hojas, el valor del HMJM se deberá anotar semanalmente hasta la cosecha, en el formulario de campo 5, Apéndice VI.

### Índice de emisión foliar (IEF)

#### *Definición*

El IEF es un índice que corresponde al 'número de hojas producido por semana', el cual deberá ser menor que uno.

#### *Procedimiento*

- Este cálculo deberá efectuarse regularmente (por lo menos una vez al mes) para cada planta de prueba y de referencia a partir de los tres meses después de la siembra y hasta la emergencia del racimo (parición).
- El IEF se puede calcular de la lectura del TDE. Cuente el número de hojas producido entre las hojas marcadas que se encuentran en el estadio B de Brun en cada planta y divídalo por el número de semanas entre observaciones. Anote sus cálculos en el formulario de campo 5, Apéndice VI.

### Severidad de la enfermedad

#### *Definición*

La severidad de la enfermedad es la extensión del área de la hoja infectada por el patógeno de la Sigatoka. Este se puede expresar en porcentajes o en grados de la enfermedad.

#### *Procedimiento*

- Los grados de la enfermedad en la hoja se deben calificar utilizando el sistema de Stover modificado por Gauhl (ver Apéndice IV).
- El porcentaje del área de la hoja afectado por el patógeno de la Sigatoka, expresado en grados, se deberá anotar para cada hoja en cada planta de prueba (ver Apéndice IV).
- Esta información se obtendrá :
  - seis meses después de la siembra,

- al emerger el racimo (parición),
  - al momento de la cosecha.
  - Solo se deben anotar las hojas en posición vertical.
- Luego de anotar la severidad de la Sigatoka, se deberá calcular el índice de infección para cada planta de prueba, como se muestra en el Apéndice IV. El formulario de campo 6, Apéndice VI, le servirá a registrar esta información.

#### Características agronómicas

Por favor refiérase a la página 13 donde se encuentra una lista completa de variables a evaluar y al formulario de campo 1 en el Apéndice V para anotar esta información.

#### Tasa de Sigatokas

- Seis meses después de la siembra se deberán recolectar y examinar muestras de hojas de cada introducción, para determinar la relación de las lesiones producidas por la Sigatoka negra y por la Sigatoka amarilla.
- Se espera que en la mayoría de los lugares se presente un solo patógeno, aunque es posible encontrar los dos en algunos sitios donde la Sigatoka negra y la Sigatoka amarilla coexistan.
- La relación de la Sigatoka negra y de la Sigatoka amarilla deberá expresarse en porcentajes.

**Comentario :** Con frecuencia es difícil diferenciar en el campo los síntomas de la Sigatoka negra y de la Sigatoka amarilla en una misma hoja. Aún cuando la situación actual no es muy estable y podrían ocurrir cambios en los próximos meses (cf. área del Caribe), sería preferible seleccionar sitios bien definidos durante la fase de inicio del proyecto. Si se mezclan los dos patógenos, es más difícil comparar los resultados obtenidos en ese sitio con los de otros sitios de evaluación.

#### Información ambiental

- Esta información se deberá coleccionar en la estación meteorológica más cercana al experimento. En los experimentos que se encuentren en terrenos de institutos colaboradores, esto no será difícil pues muchos de ellos tienen sus propios registros ambientales.
- Las fluctuaciones de temperatura y humedad se deben monitorear diariamente. La precipitación podría calcularse semanalmente si no se pueden realizar lecturas diarias.
- Se debe analizar el suelo del sitio de evaluación.
- Se debe proveer un mapa de las tendencias climáticas a largo plazo, éste podría suministrar mayor información sobre las fluctuaciones anuales en cuanto a temperatura y precipitación.
- En el formulario de campo 3, Apéndice V se presenta un formato para anotar la información ambiental. Por favor refiérase a la página 14 donde se encuentra una lista completa de variables.

#### Prácticas de manejo

- Es necesario incluir información sobre la aplicación de fertilizantes, medidas de control de nemátodos/picudos y prácticas de irrigación/drenajes.

## 4. Guías técnicas para evaluar la resistencia al marchitamiento por *Fusarium*

### CLONES PARA LA EVALUACIÓN DE LA REACCIÓN AL MARCHITAMIENTO POR *FUSARIUM*

INIBAP mantiene un lista de material disponible indizado contra virus, para seleccionar los genotipos. Por favor comuníquese directamente a INIBAP.

#### Cultivares de referencia

Gros Michel (AAA)	Raza 1 Susceptible a Raza 1	ITC1122
Bluggoe (ABB)	Raza 2 susceptibleSusceptible a Raza 2	ITC0643
Cavendish (AAA) cv. Williams o cv. Grande Naine	Raza 4 susceptibleSusceptible a Raza 4	ITC0365
cv. Rose	Resistente	ITC0712
Cultivar local (si no es Cavendish)	Será seleccionado por el colaborador en cada sitio de evaluación como un material estándar apropiado	

### 4.1 Sitios de evaluación de comportamiento

#### Objetivo

Recabar información sobre el comportamiento del material introducido en sitios infestados con *Fusarium*, bajo condiciones ambientales y prácticas de manejo locales. Mediante la utilización de un protocolo simple de evaluación se puede recolectar información sobre la resistencia/tolerancia al marchitamiento por *Fusarium* la cual servirá para retroalimentar fitomejoradores y patólogos. Al mismo tiempo, se obtendrá información agronómica básica de interés para los extensionistas y agricultores locales.

#### Establecimiento de las parcelas y ubicación apropiada

Con el propósito de efectuar una evaluación apropiada de la resistencia del germoplasma al *Fusarium*, es importante que el sitio de evaluación esté una área de incidencia conocida. De ser posible que se establezca dentro de la propiedad de un agricultor, y además que se maneje siguiendo las prácticas locales aplicadas al banano. Antes del establecimiento del experimento, se debe determinar la identidad de la raza de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*) presente en el sitio. Si esta información no está disponible, se deberán recolectar muestras de plantas de banano del lugar y enviarlas a un laboratorio reconocido para su análisis. Los detalles sobre cómo enviar las muestras se encuentran en el Apéndice VIII. El sitio se deberá infestar uniformemente con una sola raza de *Foc*. Si es posible, se debe sembrar un clón altamente susceptible (p.e. Gros Michel, Silk o la variedad local susceptible) un ciclo antes del establecimiento del experimento. Al momento de la cosecha, éstas plantas se deberán cortar y arar incorporándolas al suelo. Antes de sembrar el experimento, el sitio deberá ser arado profundamente para distribuir uniformemente el inóculo en todo el lugar. Se debe tener cuidado de no infestar el sitio con más de una raza de *Foc*. Para evitar la contaminación con otras razas, se recomienda **no** introducir en el sitio de evaluación plantas infectadas ni suelo de otros sitios.

Se recomienda también incluir los clones de referencia estándar mundial (Gros Michel, Bluggoe y Cavendish o Gran Enano) como parámetros de comparación en todos los sitios en donde no se hayan efectuado evaluaciones anteriores sobre resistencia al marchitamiento por Fusarium

### Diseño experimental

Una vez que las plantas tengan entre 0.3 y 0.5 m de altura se pueden sembrar en el campo experimental. El diseño experimental dependerá de las características y alternativas particulares del lugar, las cuales se describen más adelante. En aquellos lugares donde sea práctico y factible, se deberá utilizar el diseño de bloques completamente al azar. Sin embargo, cualquiera que sea el diseño, la densidad de siembra no deberá exceder las 2,000 plantas por hectárea.

### Diseño completamente al azar (DCA)

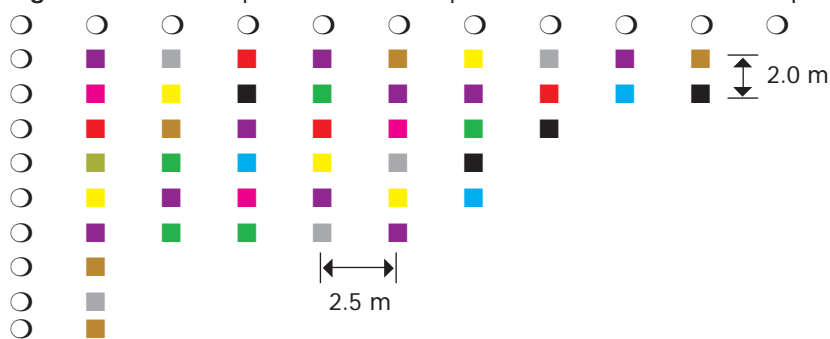
Este tipo de diseño se podrá utilizar donde no exista una fuente identificable de variación en el sitio de evaluación, p.e. que el sitio tenga uniformidad en cuanto a tipo de suelo, pendiente, fecha de siembra, etc. Este es un diseño muy poderoso, el cual permite realizar análisis estadísticos aún cuando existan números diferentes de unidades experimentales por tratamiento.

Se recomienda utilizar un espaciamiento entre plantas de 2m x 2.5m aunque éste puede variar para amoldarse a las prácticas de manejo normales utilizadas por el instituto/agricultor.

### Distribución

Veinte repeticiones por tratamiento. El sitio experimental estará rodeado por una hilera de plantas de borde. Esta distribución se presenta en la Figura 3.

**Figura 3.** Diseño completamente al azar para evaluar el marchitamiento por Fusarium.



○ Planta de borde      ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ Genotipos diferentes

### Diseño de bloques completamente al azar (DBCA)

Este sistema se utilizará cuando exista una fuente identificable de variación y las unidades experimentales se puedan agrupar significativamente. El propósito de agrupar es mantener las unidades en un bloque lo más uniforme posible, de manera que las diferencias que surjan se deban en su mayoría a los tratamientos (en este caso a los genotipos). Las fuentes de variación, tales como pendiente, gradiente de pH, fecha de siembra, etc. se deberán identificar y distribuir los bloques para justi-

ficar esta variación. Los bloques, también llamados repeticiones, deberán consistir de un grupo de parcelas casi cuadrado. Las parcelas entre bloques se deberán colocar en hileras escalonadas dobles, como se muestra en la Figura 4, con el propósito de disminuir los efectos de competencia entre los diferentes tratamientos (genotipos). Cada parcela deberá tener al menos seis plantas, sin embargo, la información se tomará sólo de las plantas centrales; las dos plantas que se encuentran en la parte de afuera se consideran plantas de borde.

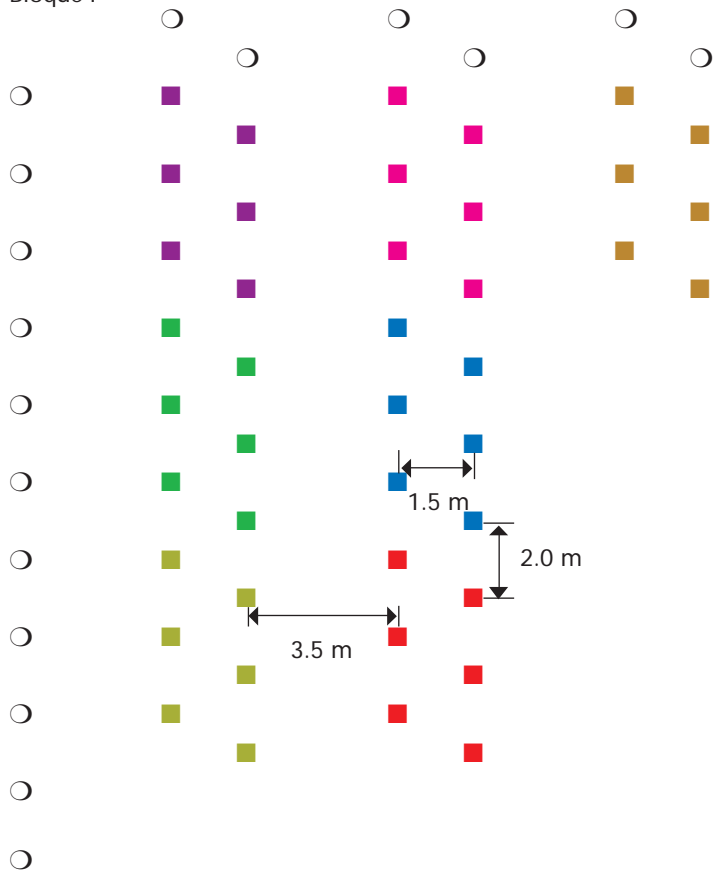
**Distribución**

Se deberán sembrar cinco bloques o repeticiones. Todos los genotipos se asignarán en forma aleatoria a las parcelas dentro de los bloques. En la Figura 4 se observa un ejemplo de este tipo de distribución.

*Si desea mayor información y recomendaciones sobre el diseño experimental, por favor diríjase al coordinador del IMTP en INIBAP.*

**Figura 4.** Diseño de bloques completamente al azar, distribución de una parcela para sitios de evaluación de comportamiento, marchitamiento por Fusarium.

Bloque I



○ Planta de borde    ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ Genotipos diferentes

Los bloques deben ser lo mas cuadrados posible para minimizar la variación.

### Prácticas agronómicas y duración del experimento

La aplicación de fertilizantes y la irrigación se deberá efectuar de acuerdo con las prácticas locales. No se deberá aplicar fungicidas. En los lugares donde es una práctica común, las matas se deberán deshijar cada tres meses empleando los métodos locales, para dejar un solo vástago. De igual manera, la práctica de deshojar se realizará sólo si esto constituye una práctica rutinaria en el sitio de evaluación. Los experimentos deberán conducirse para el primer y segundo ciclos de cultivo de la planta.

### Información sobre la evaluación de la enfermedad

Tres meses después de la siembra, las plantas se revisarán mensualmente para observar el desarrollo de los síntomas. Las plantas que sin lugar a duda estén afectadas por el marchitamiento por Fusarium se anotarán como enfermas en el formulario de campo 7, Apéndice VII y se marcarán para futuras referencias. De ahí en adelante, estas plantas se observarán únicamente cuando mueran o produzcan frutos. Los campos se deberán inspeccionar con mayor frecuencia (semanalmente) cuando se acerque la época de floración para determinar con exactitud ésta fecha. Si las plantas van a morir antes de dar frutos, se deberán examinar internamente para verificar la presencia de la enfermedad. Si éstas finalmente dan fruto, las estimaciones internas de severidad de la enfermedad se tomarán al tiempo de la cosecha.

Los síntomas internos delseudotallo para el primer ciclo de cultivo de la planta, se deberán recolectar como se explica a continuación :

Al momento de la cosecha, corte la planta en la base delseudotallo. Para determinar la extensión de la decoloración vascular en elseudotallo, haga cortes transversales desde la base delseudotallo hacia arriba para examinar los tejidos internos que aparezcan después de cada corte. Observe el punto en el cual la decoloración ya no es visible y anote la distancia que exista entre ese punto y la base delseudotallo. Utilice el formulario de campo 7.

Para la segunda cosecha (hijo siguiente), se deberán evaluar los síntomas dentro delseudotallo y si es posible dentro del cormo, como se describe para los sitios de evaluación extensiva (Ver página 27). Utilice el formulario de campo 11 si decide anotar la información del cormo.

### Información agronómica

La información mínima que aparece a continuación (INIBAP-IPGRI/CIRAD 1996) deberá anotarse para todas las plantas en los formularios de campo 1 y 2. Si usted utiliza un diseño completamente al azar, deseche la columna de # de planta. Si usted utiliza un diseño de bloques completamente al azar, utilice la columna de # de planta para realizar las mediciones individuales a cada planta en la parcela.

- **Fecha de siembra**
- **Tiempo de la siembra a la floración (*d*)**  
Para calcularlo en días utilice las fechas de siembra y emergencia total del racimo.
- **Ciclo de cultivo (*d*)**  
Para calcularlo en días considere las fechas desde la siembra hasta la cosecha.

- **Altura del seudotallo al momento de la parición (emergencia del racimo) (cm)**  
Corresponde a la distancia en cm desde la base del seudotallo hasta el punto de emergencia del racimo.
- **Circunferencia del seudotallo al momento de la cosecha (cm)**  
Se mide a 1m de la base del seudotallo.
- **Altura del vástago (hijo siguiente) al momento de la parición (cm)**  
Corresponde a la distancia en cm desde el suelo hasta la última axila de la hoja. Todos los demás vástagos con excepción del vástago seleccionado se eliminarán conforme aparezcan.
- **Peso del racimo (kg)**  
Corte el pedúnculo del racimo encima de la primera mano y al nivel de la última cicatriz de bráctea e inmediatamente debajo de la última mano.
- **Número de manos en el racimo a la cosecha**  
Corte las manos de cada racimo después de pesarlo y anote el número de manos.
- **Número de frutos a la cosecha**
- **Características de los dedos** (formulario de campo 2) (opcional para sitios de comportamiento, altamente deseable para sitios de evaluación extensiva) Se registrará la longitud, el diámetro y el peso de los dedos individuales de las manos número tres y siete. Para las variedades con menos manos (p.e. plátanos) estas mediciones deberán efectuarse en la segunda mano más vieja y en la segunda mano más joven.
- **Peso del fruto (g)**  
Promedio : Dividir el peso colectivo de las manos (cortadas del pedúnculo) por el número de frutos.
- **Número de hojas funcionales a la floración**  
Las hojas funcionales son las que presentan actividad fotosintética. Una hoja es funcional cuando presenta más del 50 % de área verde.
- **Número de hojas funcionales a la cosecha**

#### Información ambiental

La siguiente información se obtendrá semanalmente de la estación meteorológica más cercana. Para esto puede utilizar el formulario de campo 3 en el Apéndice V.

- Precipitación,
  - Temperatura máxima,
  - Temperatura mínima,
  - Temperatura promedio,
  - Humedad relativa máxima,
  - Humedad relativa mínima,
  - Humedad relativa promedio,
  - Número de días lluviosos,
  - Número de horas durante las cuales el promedio de humedad alcanzó 90 % o más (sólo si se dispone de esta información).
-

## 4.2 Sitios de evaluación extensiva

### Objetivos

Llevar a cabo evaluaciones detalladas sobre los nuevos híbridos mejorados, y si así lo solicitaran los programas de mejoramiento, de las líneas de mejoramiento parentales, con el propósito de obtener información sobre su resistencia/tolerancia al marchitamiento por Fusarium

Además de lo anterior, estos sitios se pueden utilizar para diseñar estudios que den respuesta a las principales interrogantes sobre el patógeno, la enfermedad y su hospedero. Tales investigaciones pueden incluir estudios epidemiológicos sobre las poblaciones de los patógenos, estudios sobre las relaciones hospedero-patógeno para diferentes razas del patógeno y estudios de adaptabilidad y productividad.

Los siguientes lineamientos se aplican específicamente a las evaluaciones de resistencia/tolerancia, adaptabilidad y productividad.

### Establecimiento de las parcelas

Se debe seleccionar un sitio con una infestación natural severa de Fusarium (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* - *Foc*). También se deben especificar los factores edáficos tales como tipo y pH del suelo. Se debe analizar también el contenido mineral del suelo. Además de lo anterior, es necesario documentar la historia de cultivos del sitio.

Es posible incrementar los niveles de inóculo de *Foc* realizando una siembra de cultivares susceptibles apropiados en el sitio antes de establecer el experimento. Losseudotallos y los cormos enfermos se deberán cortar después de la cosecha e incorporarlos al suelo. Antes de sembrar el experimento, el sitio debe ararse profundamente para distribuir el inóculo uniformemente. El suelo se debe evaluar por nematodos y si se encuentra infestado severamente se deberá tratar para reducir las poblaciones.

Las siembras deben efectuarse en surcos poco profundos o canales. Estos se deberán llenar con suelo una vez que las plantas se establezcan. Para un establecimiento exitoso, es necesario monitorear las plantas para asegurarse de que el suelo en la zona de la raíz permanezca húmedo. Idealmente, se deberá establecer un sistema de irrigación. Los fertilizantes se deberán aplicar al suelo de acuerdo con los requerimientos locales o con base en los resultados del análisis de suelo para estimular el crecimiento en las primeras etapas. Se deberán tomar las medidas necesarias durante el establecimiento para prevenir pérdidas ocasionadas por picudos.

### Diseño experimental

Una vez que las plantas alcancen de 0.3-0.5 m de altura se pueden llevar al campo experimental. El diseño experimental dependerá de las características particulares del sitio. Se describe alternativas más adelante. Se recomienda utilizar un diseño de bloques completamente al azar en los lugares donde sea práctico y factible. Sin embargo, cualquiera que sea el diseño, la densidad de siembra no deberá exceder las 2,000 plantas por hectárea.

### Diseño completamente al azar (DCA)

Este diseño se utilizará cuando no exista una fuente identificable de variación en el sitio de evaluación, p.e. cuando las condiciones de suelo, gradiente, fecha de siembra, etc. son uniformes. Este es un diseño muy potente, que permite efectuar análisis estadísticos aún cuando existan números diferentes de unidades experimentales por tratamiento.

Se recomienda un espaciamiento entre plantas de 2m x 2.5m, no obstante, este puede variar de acuerdo con las prácticas de manejo normales del instituto o del agricultor.

#### *Distribución*

Veinte repeticiones por tratamiento. El sitio experimental deberá estar rodeado por una hilera de plantas de borde. En la Figura 3 se presenta un ejemplo de este tipo de distribución.

### Diseño de bloques completamente al azar (DBCA)

Se puede utilizar este diseño cuando exista una fuente identificable de variación y las unidades experimentales se puedan agrupar apropiadamente. El objetivo de agrupar es el de mantener las unidades en un bloque lo más uniforme posible, de manera que las diferencias que se observen se deban en gran parte a los tratamientos (en este caso a los genotipos). Las fuentes de variación, tales como pendiente, gradiente de pH, fecha de siembra, etc. se deberán identificar y distribuir los bloques para justificar esta variación. Los bloques, también llamados repeticiones, deberán consistir de un grupo de parcelas casi cuadrado. Las parcelas entre bloques se deberán colocar en hileras escalonadas dobles, como se muestra en la Figura 4, para disminuir los efectos de competencia entre los diferentes tratamientos (genotipos). Deberá haber al menos seis plantas por parcela, sin embargo la información se tomará solo de las plantas centrales; las dos plantas que se encuentran en la parte de afuera se consideran plantas de borde.

#### *Distribución*

Se deberán sembrar cinco bloques o repeticiones. Todos los genotipos se asignarán en forma aleatoria a las parcelas dentro de los bloques. Esta distribución se puede observar en la Figura 4.

Si requiere mayor información o recomendaciones sobre el diseño experimental, por favor comuníquese con el coordinador del IMTP en INIBAP.

### **Prácticas agronómicas y duración del experimento**

- El experimento deberá manejarse de acuerdo con las prácticas agronómicas de los SNIA o del instituto.
  - Los experimentos deberán efectuarse para el primer y segundo ciclos de cultivo.
  - Todas las prácticas de manejo deberán aplicarse uniformemente a todo el sitio de experimentación.
  - Únicamente se permitirá que el vástago seleccionado continúe su desarrollo. Los demás vástagos se eliminarán conformen aparezcan.
  - No aplique fungicidas.
-

### Información a recolectar

La información a recolectar se resume de acuerdo con el estadio de la planta. Luego se presentan lineamientos detallados para este procedimiento. Los formularios de campo para recolectar esta información se encuentran en el Apéndice VII. Los formularios para esta etapa son los siguientes :

Formulario 9 de campo para síntomas externos,

Formulario de campo 10 para los síntomas internos del seudotallo los cuales se recogen para el primer y segundo ciclos de cultivo,

Formulario de campo 11 para los síntomas internos del cormo los cuales se recogen únicamente para el segundo ciclo,

Los formularios 1 y 2 son para las características agronómicas y del fruto y el formulario de campo 3 sirve para anotar la información ambiental.

### Siembra

- Fecha de siembra.

### Fase de crecimiento (tres meses después de la siembra hasta la parición y la cosecha)

- Severidad de la enfermedad (síntomas externos) mensualmente hasta la cosecha.

### Parición

- Tiempo de la siembra a la parición (*d*),
- Altura del seudotallo a la parición (emergencia del racimo) (*cm*),
- Altura del vástago (hijo siguiente) a la parición (*cm*),
- Número de hojas funcionales a la floración.

### Cosecha

- Severidad de la enfermedad (síntomas internos),
- Ciclo de cultivo (*d*),
- Circunferencia del seudotallo a la cosecha (*cm*),
- Peso del racimo (*kg*),
- Número de manos en el racimo a la cosecha,
- Número de frutos a la cosecha,
- Características de los dedos (formulario de campo 2, Apéndice V),
- Peso de los frutos (*g*),
- Número de hojas funcionales a la cosecha.

### Información ambiental

La siguiente información se obtendrá semanalmente de la estación meteorológica más cercana :

- Precipitación,
  - Temperatura máxima,
  - Temperatura mínima,
  - Temperatura promedio,
  - Humedad relativa máxima,
  - Humedad relativa mínima,
  - Humedad relativa promedio,
  - Número de días lluviosos,
  - Número de horas durante las cuales el promedio de humedad alcanzó 90 % o más (sólo si esta información está disponible).
-

Prácticas de manejo

- Se deberán anotar los datos sobre aplicaciones de fertilizantes, medidas de control de nemátodos/barrenadores y manejo de la irrigación/drenaje.

**Detalles sobre la información a ser recolectada**

Las lecturas mensuales efectuadas desde los tres meses de la siembra hasta la cosecha suministrarán la tasa de desarrollo de la enfermedad. Los campos deberán inspeccionarse con mayor frecuencia (semanalmente) al acercarse el tiempo de la floración para determinar la fecha exacta de ésta. Los síntomas externos se pueden desarrollar entre la floración y la cosecha. También se deben anotar las características agronómicas al momento de la parición y de la cosecha. Estas son prácticas estandarizadas sencillas. También es necesario monitorear las condiciones climáticas en una estación meteorológica lo más cercana posible al sitio experimental. Las lecturas deberán realizarse lo más temprano posible cada mañana y siempre a la misma hora. Para su conveniencia, en el Apéndice V encontrará las estructuras de base de datos y los formularios para anotar la información agronómica y ambiental y en el Apéndice VII los formularios para anotar la información solicitada sobre la enfermedad.

Síntomas externos

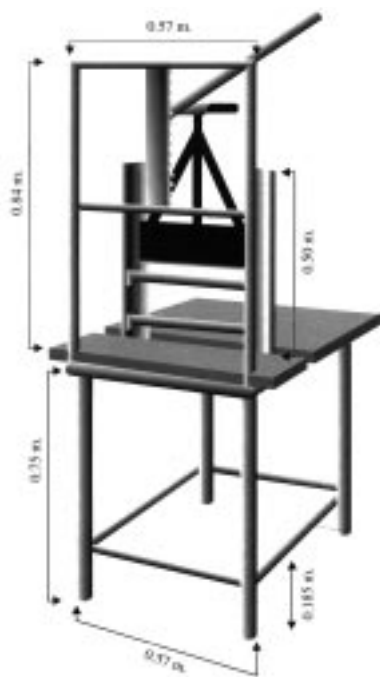
<b>Amarilleamiento del follaje (AF)</b>	(1)	síntomas ausentes
	(2)	síntomas presentes
<b>Rajaduras en la base del seudotallo (RS)</b>	(1)	síntomas ausentes
	(2)	síntomas presentes
<b>Cambios en las nuevas hojas (CNH) : márgenes pálidos irregulares, angostamiento, quemadura y rasgadura de la lámina y ésta se vuelve más erecta</b>	(1)	síntomas ausentes
	(2)	síntomas presentes
<b>Colapso del peciolo (CP)</b>	(1)	síntomas ausentes
	(2)	síntomas presentes

Síntomas internos

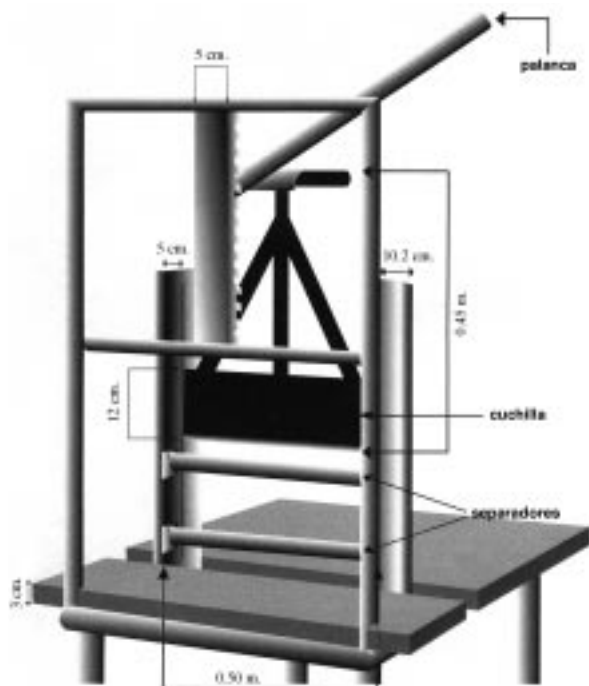
Para el **primer ciclo de cultivo**, sólo se deben anotar los síntomas internos del **seudotallo** :

- **Seudotallo** : Al momento de la cosecha corte la planta en la base del seudotallo. Para determinar la extensión de la decoloración vascular en el seudotallo haga cortes transversales desde la base del seudotallo hacia arriba para examinar los tejidos internos que aparezcan después de cada corte. Observe el punto en el cual la decoloración ya no es visible y anote la distancia que exista entre ese punto y la base del seudotallo.
- Para el segundo ciclo del cultivo, se anotarán los síntomas en el **seudotallo** y en el **cormo** :  
**Cormo** : saque el cormo completo del suelo, corte las raíces y quite el exceso de tierra. Utilice una “guillotina” (ver Figura 5) u otro instrumento apropiado, para cortar secciones transversales del cormo hasta obtener cinco partes de igual grosor por cormo. La parte superior de cada sección deberá examinarse y anotar la extensión de la decoloración vascular utilizando para esto una escala de 1 a 6, (ver láminas 1-6 p. 29).

**Figura 5.** Guillotina para cortar cormos de banano



5a. Vista general de la guillotina



5b. Detalles y medidas de la guillotina



5c. Superficie para cortar que muestra la hoja de corte y las muescas que sostienen las barras espaciadoras empleadas para definir el ancho del corte



5d. Vista detallada de la palanca y de la rejilla



5e. La guillotina en acción

Se debe calcular y anotar una calificación promedio para las cinco secciones.

**Nota :** El material del corno y delseudotallo no se debe remover del sitio de cosecha ni antes ni después de la evaluación.

### Características agronómicas

Los formularios de campo 1 y 2 en el Apéndice V se han preparado para ayudarle a registrar estos datos. Por favor refiérase a las páginas 22-23 donde se encuentra la lista completa de variables que se deben anotar.



1. Corno completamente limpio, sin decoloración vascular



2. Puntos aislados de decoloración en el tejido vascular



3. Decoloración de hasta 1/3 del tejido vascular



4. Decoloración de entre 1/3 y 2/3 del tejido vascular



5. Decoloración mayor a los 2/3 del tejido vascular



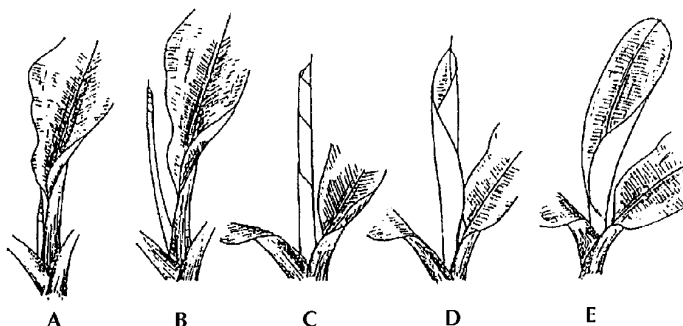
6. Decoloración total del tejido vascular

**Láminas 1-6.** Escala de evaluación de los síntomas internos ocasionados por el marchitamiento por Fusarium (Fotografías cortesía del Dr. Zilton Cordeiro, EMBRAPA-CNPMF)

# APÉNDICES

## Apéndice. Estadios de desarrollo de una hoja de banano (Brun J. 1963)

**Figura 6.**  
Estadios de desarrollo de una hoja de banano.



La hoja joven sin abrir está enroscada en una doble espiral. La parte derecha de la hoja se sitúa en la hendidura del peciolo central, en tanto que la izquierda cubre tanto al peciolo como el lado derecho de la hoja.

El lapso que toma la hoja para abrirse es variable. Bajo condiciones climáticas favorables, toma aproximadamente siete días, pero puede extenderse hasta 15 o 20 días bajo condiciones adversas (sequía, mala nutrición, etc.).

Para comprender mejor este proceso, es importante recordar que la formación de la hoja ocurre dentro delseudotallo antes de la parición. La hoja nueva se encuentra muy enroscada, es de color blancuzco y muy frágil.

La salida de la hoja da como resultado un crecimiento extraordinariamente rápido de la vaina de la hoja (4m en 10 días para Gros Michel). La hoja joven se desliza por el canal peciolar de la hoja anterior y es así como el desarrollo de una hoja corresponde a dos fenómenos sucesivos : el de 'crecimiento' y el de 'apertura'.

Para facilitar la descripción del proceso de apertura, éste se ha dividido en cinco estadios sucesivos, los cuales se definen arbitrariamente puesto que en realidad es un proceso continuo. Se puede decir que los primeros dos estadios corresponden a la etapa de 'crecimiento', el tercero representa el final del crecimiento y el inicio del proceso de apertura y los cuarto y quinto estadios son en sí la fase misma de la apertura. Los estadios mencionados anteriormente se definen a continuación :

- **Estadio A** : La hoja 'candela', de aproximadamente 10 cm de longitud, todavía se encuentra unida a la hoja anterior.
- **Estadio B** : La hoja 'candela' es más grande, pero aún no ha alcanzado su tamaño completo.
- **Estadio C** : La hoja 'candela' está completamente libre. Alcanza su tamaño total y el diámetro de su ápice ha aumentado considerablemente después de soltarse del espiral.
- **Estadio D** : El lado izquierdo ya está abierto y su apertura ocurre en el extremo del ápice.
- **Estadio E** : La parte de arriba de la hoja se abre y la base tiene la forma de una corneta abierta.

## Apéndice II. Síntomas de la Sigatoka negra (Fouré E. 1982)



7. Estadio 1.



8. Estadio 2.



9. Estadio 3.



10. Estadio 6.

**Láminas 7-10.**  
Síntomas de la  
Sigatoka negra  
(Cortesía del  
Dr. Eric Fouré,  
CIRAD-FLHOR).

- **Estadio 1** (Lámina 7) es el primer síntoma externo de la enfermedad. Aparece como una pequeña mancha de color blancuzco o amarillo que se asemeja a la primera etapa de la Sigatoka amarilla. Estos síntomas no son visibles con luz transmitida y solo se pueden observar en el envés de la hoja.
- **Estadio 2** (Lámina 8) surge como una raya, generalmente de color café y visible en el envés de la hoja; más adelante, este síntoma también aparece como una raya en la parte de arriba del limbo, su color amarillo se asemeja al estadio 1 de la Sigatoka amarilla. Este color cambiará progresivamente a café y más adelante a negro en la parte de arriba de la hoja; sin embargo mantendrá el color café en el envés de la hoja.
- **Estadio 3** (Lámina 9) se diferencia del anterior en sus dimensiones. La raya se hace más grande y bajo ciertas condiciones (poco inóculo y condiciones climáticas desfavorables), puede alcanzar una longitud de 2 a 3 cm.
- **Estadio 4** aparece en el envés de la hoja como una mancha café y en la parte de arriba como una mancha negra
- **Estadio 5** ocurre cuando la mancha elíptica se vuelve totalmente negra y se ha extendido al envés de la hoja. Esta mancha tiene un halo amarillo que la rodea y su centro se empieza a aplanar.
- **Estadio 6** (Lámina 10) ocurre cuando el centro de la mancha se seca, adquiere un color gris claro y lo rodea un anillo bien definido de color negro, rodeado a su vez por un halo de color amarillo brillante. Estas manchas se podrán observar aún después de que la hoja se ha secado ya que el anillo persiste.

## Apéndice III. Síntomas de la Sigatoka amarilla (Meredith D.S. 1970)

**Láminas 11-12.**  
Síntomas de la  
Sigatoka amarilla.  
(Cortesía  
del Dr Eric Fouré,  
CIRAD-FLHOR).

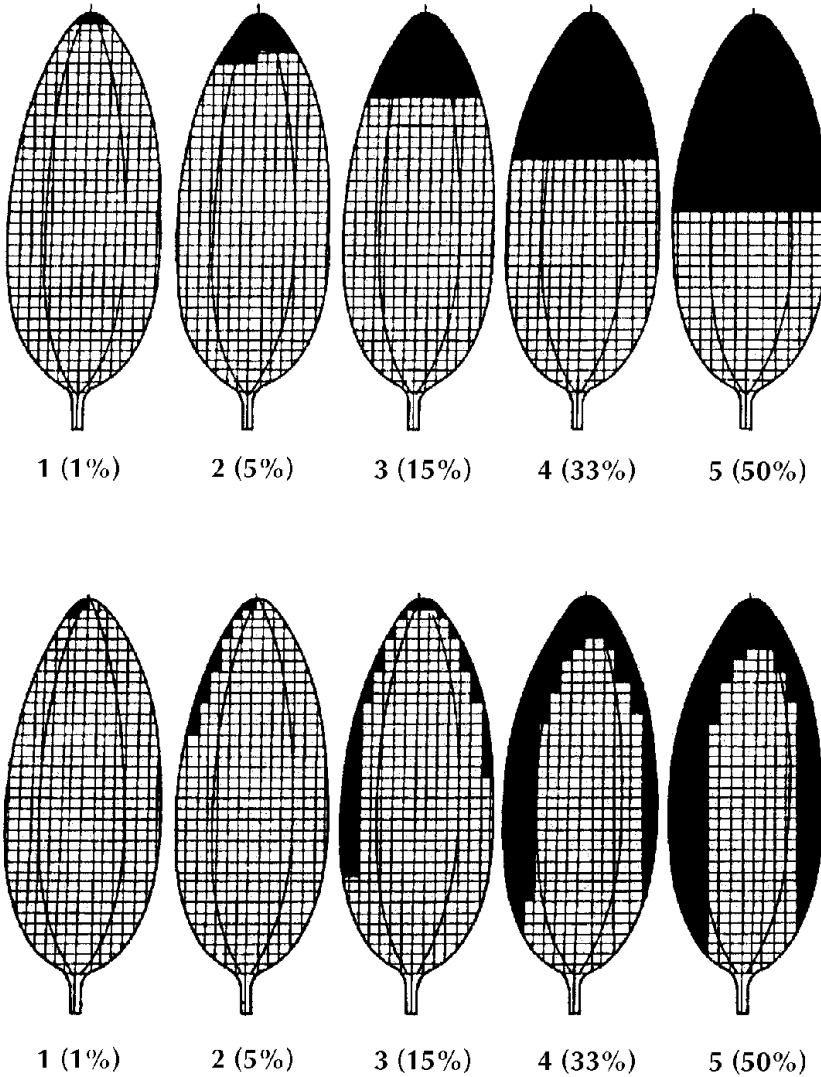


12. Segundo estadio de la raya.

11. Estadio  
inicial de la raya.

- **1. Estadio inicial de la raya.** (Lámina 11). La mancha se observa a simple vista como un pequeño punto de color amarillo verdoso (de aproximadamente 1.0 x 5.0 mm).
- **2. Segundo estadio de la raya.** (Lámina 12). El punto inicial aumenta de tamaño, más de largo que de ancho y mantiene el color amarillo verdoso.
- **3. Tercer estadio de la raya.** El punto se comienza a extender ligeramente, aumenta de tamaño y adquiere un color rojo oxidado, usualmente cerca del centro.
- **4. Primer estadio de la mancha.** La raya adquiere un color café oscuro y al mismo tiempo o en un lapso de 24 horas, se forman halos de color café claro empapados en agua alrededor de la mancha cuando la hoja está túrgida. Este halo se observa muy bien si la mancha se ve contra la luz, en las primeras horas del día. La mancha aumenta considerablemente de tamaño durante esta etapa. En esta etapa la raya se observa claramente.
- **5. Segundo estadio de la mancha.** La parte de color café oscuro de la mancha se encoge, aparece como hundida y el halo empapado de agua adquiere un color café aún más oscuro.
- **6. Tercer estadio de la mancha.** La mancha está totalmente desarrollada, el área central hundida es de color gris y el halo de color café oscuro o negro, forma un anillo bien definido alrededor de la mancha. Esta mancha continúa bien definida aun cuando la hoja esté muerta y el anillo oscuro que rodea la mancha también se mantiene bastante definido.

## Apéndice IV. Calificación y cálculos de la severidad de la Sigatoka



**Figura 7 :** Sistema de calificación de la severidad de la Sigatoka

En la Figura 7, se observa el sistema de calificación de Stover modificado por Gauhl para determinar la severidad de la Sigatoka.

**Cuadro 2. Calificación de la severidad de la Sigatoka. Debe ser completada para las hojas en posición vertical en cada planta de evaluación en las etapas de crecimiento indicadas (Los puntos se han incluido como ejemplo).**

Número de hoja	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Etapa de crecimiento :														
Seis meses	0	0	0	1	2	2	2	3	5	6	6	6	-	-
Emergencia del racimo	0	0	0	1	2	2	-	4	5	6	6	6	-	-
Cosecha	0	1	2	5	5	6	6	-	-	-	-	-	-	-

**Clave :**

- \* = Hoja más joven completamente cerrada
- 0 = sin síntomas
- 1 = menos de un 1 % de la lámina con síntomas (únicamente líneas y/o hasta 10 manchas)
- 2 = 1 a 5 % de la lámina con síntomas
- 3 = 6 a 15 % de la lámina con síntomas
- 4 = 16 a 33 % de la lámina con síntomas
- 5 = 34 a 50 % de la lámina con síntomas
- 6 = 51 a 100 % de la lámina con síntomas
- = hoja perdida o muerta colgando delseudotallo (cuando una hoja se pierde o muere y cuelga delseudotallo, no se debe incluir en los cálculos para el índice de la infección.).

**¿CÓMO CALCULAR EL ÍNDICE DE LA INFECCIÓN ?**

Calcule el índice de infección de cada planta en cada repetición y en cada etapa de crecimiento :

$$\text{Índice de infección} = \frac{\sum nb \times 100}{(N - 1) T} \times 100$$

Donde

n = número de hojas en cada nivel

b = clave

N = número de claves empleadas en la escala (7)

T = número total de hojas evaluadas

Ejemplo : al momento de emergencia del racimo como en el Cuadro 2 :

$$\text{Índice de infección} = \frac{3(0) + 1(1) + 2(2) + 1(4) + 1(5) + 3(6)}{(7 - 1) 11} \times 100$$

$$\frac{1 + 4 + 4 + 5 + 18}{6 \times 11} \times 100 = \frac{32 \times 100}{66} = 48,5$$

(Cálculo para el índice de infección, cortesía del Dr Ronald Romero).



## ESTRUCTURA DE BASE DE DATOS PARA LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

**Nombre de la base de datos : "AGRxx. ext"**

Donde "xx" es el número de sitio y "ext" es la extensión que su base de datos asigna a los archivos.

Campos	Tipo	Número de caracteres	
<b>IU#</b>	numérico	3 enteros	
<b>Rep</b>	numérico	2 enteros	
<b>ITC#</b>	numérico	4 enteros	
<b>planta#</b>	numérico	1 entero	
<b>Fecha_SI</b>	fecha	dd/mm/aa	
<b>Fecha_PA</b>	fecha	dd/mm/aa	
<b>Altura_PI</b>	numérico	2 enteros	2 decimales
<b>Días_sco</b>	numérico	3 enteros	
<b>Fecha_C</b>	fecha	dd/mm/aa	
<b>días_spa</b>	numérico	3 enteros	
<b>Altura_H</b>	numérico	1 entero	2 decimales
<b>Peso_R</b>	numérico	2 enteros	3 decimales
<b>N_manos</b>	numérico	3 enteros	
<b>N_dedos</b>	numérico	2 enteros	
<b>PP_dedo</b>	numérico	1 entero	2 decimales
<b>HO_flr</b>	numérico	2 enteros	
<b>HO_co</b>	numérico	2 enteros	

Donde :

**IU#** es una identificación única para cada planta.

**Rep** es el número de repetición : De 1 a 20 si el diseño experimental es DCA y de 1 al número total de bloques, si el diseño experimental es DBCA.

**ITC#** es el código del Centro de Tránsito de INIBAP y se refiere a los clones bajo evaluación.

**planta#** es el número de la planta igual al que tiene asignado en la parcela, tiene valores de 1 hasta el número total de plantas en la parcela. Se empleará únicamente si el diseño experimental es DBCA.

**Fecha\_SI** es la fecha de siembra.

**Fecha\_PA** es la fecha de parición.

**Altura\_PI** es la altura de la planta al emerger el racimo.

**Días\_sco** es el número de días de la siembra a la cosecha.

**Fecha\_C** es la fecha de cosecha.

**Días\_spa** es el número de días de la siembra a la parición.

**Altura\_H** es la altura del vástago a la cosecha.

**Peso\_R** es el peso del racimo a la cosecha.

**N\_manos** es el número de manos en el racimo.

**N\_dedos** es el número de dedos en el racimo.

**PP\_dedo** es el peso promedio de cada dedo.

**HO\_flr** es el número de hojas funcionales a la floración.

**HO\_co** es el número de hojas funcionales a la cosecha.



ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS PARA LA INFORMACIÓN AGRONÓMICA :  
CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO

**Nombre de base de datos : FR\_CARxx. ext**

Donde “xx” es el número de sitio y “.ext” es la extensión que su base de datos asigna a los archivos.

Campos	Tipo	Número de caracteres
<b>ITC#</b>	numérico	4 enteros
<b>Rep</b>	numérico	2 entero
<b>Planta#</b>	numérico	1 entero
<b>Mano#</b>	numérico	1 entero
<b>longitud3</b>	numérico	3 enteros
<b>diam3</b>	numérico	3 enteros
<b>peso3</b>	numérico	3 enteros
<b>longitud7</b>	numérico	3 enteros
<b>diam7</b>	numérico	3 enteros
<b>peso7</b>	numérico	3 enteros

Donde :

**ITC#** es el código del Centro de Tránsito de INIBAP.

**Rep** es el número de repetición : De 1 a 20 si el diseño experimental es el DCA y de 1 hasta el número total de bloques, si el diseño experimental es DBCA.

**Planta #** : es el número asignado a cada planta en la parcela. Se empleará sólo cuando el diseño experimental es DBCA.

**Mano#** se utilizará si la mano no es la tercera ni la séptima.

**longitud3** es la longitud del dedo central de la tercera mano\* en cm.

**diam3** es el diámetro del dedo central de la tercera mano\* en cm.

**peso3** es el peso del dedo central de la tercera mano\* en g.

**longitud7** es la longitud del dedo central de la séptima mano\* en cm.

**diam7** es el diámetro del dedo central de la séptima mano\* en cm.

**peso7** es el peso del dedo central de la séptima mano\* en g.

\* El número de la mano puede ser diferente a la tercera y a la séptima si el racimo tiene pocas manos (ver las guías).

**FORMULARIO DE CAMPO 3. INFORMACIÓN AMBIENTAL QUE SE RECOLECTARÁ EN CADA SITIO DESDE LA SIEMBRA HASTA LA COSECHA**

Información a recolectar	Semana				
	1	2	3	4	5
Precipitación (mm)					
Temperatura máxima (°C)					
Temperatura mínima (°C)					
Temperatura promedio (°C)					
Humedad relativa máxima (%)					
Humedad relativa mínima (%)					
Humedad relativa promedio (%)					
No. días sin lluvia					
No. de horas durante las cuales la humedad relativa alcanzó 90 % o más					





## ESTRUCTURA DE BASE DE DATOS PARA TDE, HMJM, TEF

**Nombre de la base de datos : TDExx. ext**

Donde “xx” es el número de su sitio y “ext” es el sufijo que su base de datos asigna automáticamente

Campos	Tipo	Número de caracteres
<b>IU#</b>	numérico	3 enteros
<b>Rep</b>	numérico	1 entero
<b>ITC#</b>	numérico	4 enteros
<b>Planta#</b>	numérico	1 entero
<b>Semana#</b>	numérico	2 enteros
<b>Fecha_B</b>	fecha	dd/mm/aa
<b>Fecha_10</b>	fecha	dd/mm/aa
<b>TDE</b>	numérico	3 enteros
<b>HMJM</b>	numérico	2 enteros
<b>HNU</b>	numérico	2 enteros
<b>TEF</b>	numérico	1 entero 2 decimales

Donde :

**IU#** es una identificación única para cada planta.

**Rep** se refiere al número de bloque o repetición y utiliza valores entre 1 y 5.

**ITC#** se refiere a los clones bajo evaluación incluyendo el cultivar local.

**Planta#** es el número de la planta en el orden que está en la parcela, utiliza valores de 1 a 5. Este número se debe asignar una vez que la planta está en el campo y debe ser el mismo durante todo el experimento.

**Semana#** es el número marcado en la hoja cuando llega al estadio B de Brun : Primero, segundo, cada semana.

**Fecha\_B** es la fecha cuando la hoja llega al estadio B de Brun.

**Fecha\_10** es la fecha cuando se observan 10 o más lesiones maduras en la hoja marcada.

**TDE** es el tiempo de desarrollo de la enfermedad en días. Sustraiga Fecha\_10 - Fecha\_B.

**HMJM** es la hoja más joven manchada en la Fecha\_10.

**HNU** es el número de hojas nuevas producidas entre lecturas consecutivas de Fecha\_B.

**TEF** es el promedio de la tasa de emisión foliar calculado semanalmente.

FORMULARIO DE CAMPO 6. SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD (EVALUACIONES EXTENSIVAS)

**Sitio :** .....

**Encargado :** .....

**Rep :** .....

**Planta # :** .....

**ITC# :** .....

**Identificación única :** .....

		Número de Hoja													
Evaluación a :	fecha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Seis meses															
Emergencia racimo															
Cosecha															

		Número de Hoja											Suma
Evaluación a :	fecha	15	16	17	18								
Seis meses													
Emergencia racimo													
Cosecha													

## ESTRUCTURA DE BASE DE DATOS PARA SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD

**Nombre de la base de datos : “SEVERxx. ext”**

Donde “xx” es el número del sitio y “ext” es cualquier extensión que su base de datos asigna automáticamente a los archivos.

Campos	Tipo	Número de caracteres
<b>IU#</b>	numérico	3 enteros
<b>Rep</b>	numérico	1 entero
<b>ITC#</b>	numérico	4 enteros
<b>Planta#</b>	numérico	1 entero
<b>Eval_T</b>	numérico	1 entero
<b>LN1key</b>	numérico	1 entero
<b>LN2key</b>	numérico	1 entero
<b>LN3key</b>	numérico	1 entero
<b>LN4key</b>	numérico	1 entero
<b>LN5key</b>	numérico	1 entero
<b>LN6key</b>	numérico	1 entero
<b>LN7key</b>	numérico	1 entero
<b>LN14key</b>	numérico	1 entero
<b>Suma</b>	numérico	3 enteros

Donde :

**IU#** es una identificación única para cada planta.

**Rep** se refiere al número del bloque y tiene valores de 1 a 5.

**ITC#** se refiere a los clones bajo evaluación.

**Planta#** es el número de la planta en el orden en que está en la parcela, tiene valores de 1 a 5. Este se asignará una sola vez al inicio del experimento.

**Eval\_T** se refiere al tiempo cuando se realizó la evaluación. El valor de las evaluaciones es el siguiente : 1 : después de la siembra; 2 : al momento de la emergencia del racimo y 3 : al momento de la cosecha.

**LNxkey** es el grado de calificación para Sigatoka de acuerdo con el Apéndice IV de estas guías. Tiene valores de 0 a 6. La ‘x’ en ‘Lnxkey’ indica el número de la hoja donde se califica el grado.

**Suma** es la suma de los valores LN1key + LNxkey



ESTRUCTURA DE BASE DE DATOS PARA LA SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD :  
SÍNTOMAS EXTERNOS E INTERNOS PARA EL CICLO DE CULTIVO

**Nombre de la base de datos : SINTELxx. ext**

Donde “xx” es el número del sitio y “ext” es cualquier extensión que su base de datos asigna automáticamente a los archivos.

Campos	Tipo	Número de caracteres
<b>ITC #</b>	numérico	4 enteros
<b>Rep</b>	numérico	2 enteros
<b>Planta #</b>	numérico	1 entero
<b>enferma</b>	numérico	dd/mm/aa
<b>muerta</b>	numérico	dd/mm/aa
<b>extcm</b>	numérico	3 enteros

Donde :

**ITC#** es el código del Centro de Tránsito de INIBAP.

**Rep** es el número de repetición. De 1 a 20 si el diseño experimental es DCA y de 1 a 5 si el diseño experimental es DBCA.

**Planta #** es el número asignado a cada planta en la parcela. Se utilizará únicamente cuando el diseño experimental sea DBCA.

**enferma** es la fecha en la cual los síntomas son evidentes.

**muerta** es la fecha de muerte de la planta.

**extcm** es la extensión de la decoloración a la cosecha o a la muerte.





ESTRUCTURA DE BASE PARA LA EVALUACIÓN MENSUAL DE LA SEVERIDAD DEL MARCHITAMIENTO POR FUSARIUM : SÍNTOMAS EXTERNOS

**Nombre de la base de datos : SINTExx. ext**

Donde “xx” es el número de sitio y “ext” es cualquier extensión que su base de datos asigna a los archivos.

Campos	Tipo	Número de caracteres
ITC #	numérico	4 enteros
Rep	numérico	2 enteros
Planta #	numérico	1 entero
MDS	numérico	2 enteros
AF	numérico	1 entero
RS	numérico	1 entero
CNH	numérico	1 entero
CP	numérico	1 entero

Donde :

**ITC#** es el código del Centro de Tránsito de INIBAP.

**Rep** es el número de la repetición. De 1 a 20 si el diseño experimental es DCA y de 1 a 5 si es DBCA.

**Planta#** es el número asignado a cada planta en el campo. Se utilizará únicamente si el diseño experimental es DBCA y tendrá valores entre 1 y 4.

**MDS** corresponde a meses después de la siembra

**AF** es amarilleamiento del follaje (AF4 al cuarto mes, AF5 al quinto mes después de la siembra).

**RS** es rajaduras en la base del seudotallo en el mismo mes.

**CNH** significa cambios en las nuevas hojas.

**CP** significa colapso del peciolo.

**Nota** : De acuerdo con las guías, todas las variables de la enfermedad tienen valores de 1 a 2.



ESTRUCTURA DE BASE DE DATOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD DEL MARCHITAMIENTO POR FUSARIUM EN EL SEUDOTALLO : SÍNTOMAS INTERNOS

**Nombre de la base de datos : SINTISxx. ext**

Donde “xx” es el número del sitio y “ext” es cualquier extensión que su base de datos asigna a los archivos.

Campos	Tipo	Número de caracteres
<b>ITC #</b>	numérico	4 enteros
<b>Rep</b>	numérico	2 enteros
<b>Planta #</b>	numérico	1 entero
<b>extcm</b>	numérico	2 enteros

Donde :

**ITC#** es el código del Centro de Tránsito de INIBAP

**Rep** es el número de repetición : De 1 a 20 si el diseño experimental es DCA y de 1 a 5 si el diseño es DBCA.

**Planta#** es el número asignado a cada planta en el campo. Se utilizará únicamente si el diseño experimental es DBCA y empleará valores de 1 a 4.

**extcm** es la extensión de la decoloración al momento de la cosecha o de la muerte.



ESTRUCTURA DE BASE DE DATOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD DEL MARCHITAMIENTO POR FUSARIUM EN EL CORMO : SÍNTOMAS INTERNOS

**Nombre de la base de datos : SINTICxx. ext**

Donde “xx” es el número del sitio y “ext” es cualquier extensión que su base de datos asigna a los archivos.

Campos	Tipo	Número de caracteres
<b>ITC #</b>	numérico	4 enteros
<b>Rep</b>	numérico	2 enteros
<b>Planta #</b>	numérico	1 entero
<b>PA1</b>	numérico	1 entero
<b>PA2</b>	numérico	1 entero
<b>PA3</b>	numérico	1 entero
<b>PA4</b>	numérico	1 entero
<b>PA5</b>	numérico	1 entero
<b>ProSE</b>	numérico	1 entero                      2 decimales

Donde :

**ITC #** es el código del Centro de Tránsito de INIBAP.

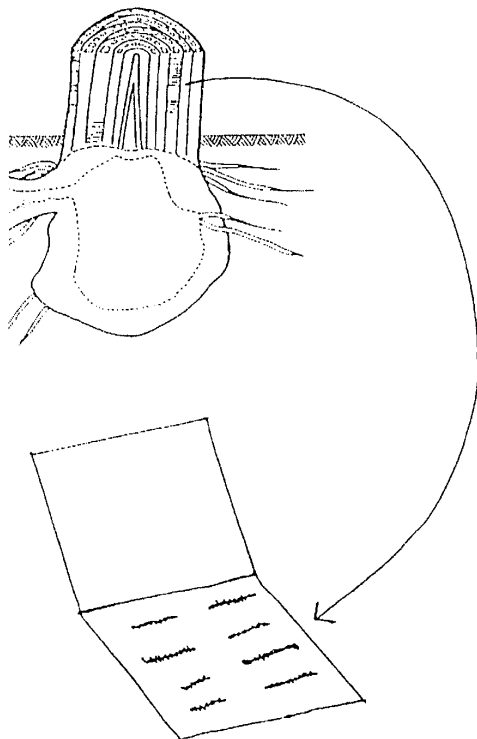
**Rep** es el número de la repetición : de 1 a 20 si el diseño experimental es DCA y de 1 a 5 si el diseño experimental es DBCA.

**Planta #** es el número asignado a cada planta en la parcela. Se utilizará únicamente donde el diseño experimental sea DBCA y empleará valores de 1 a 4.

**PA1** es la sección distal en tanto que **PA5** es la sección proximal del cormo.

**ProSE** es el promedio de severidad de la enfermedad en el cormo considerando las 5 secciones.

## Apéndice VIII. ¿Cómo aislar muestras de *Fusarium* para analizar el grupo de compatibilidad vegetativa (GCV)?



Corte secciones de tejido decolorado del pseudotallo y disecte fibras vasculares individuales a partir de estas secciones.

Coloque las fibras vasculares y las secciones de tejido sin tocarlas entre hojas de papel secante estéril para que se sequen.

### Figure 8.

Pasos a seguir para la preparación de muestras de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* para su envío (cortesía del Dr. Ken Pegg, QDPI).

Cuando secas, coloque el papel secante y su contenido en un sobre de papel, séllelo y rotúlelo con:

- número de aislamiento
- nombre del cultivar
- procedencia
- nombre del colector.

Las muestras de tejido del pseudotallo o del cormo de plantas enfermas se deberán preparar y enviar a un laboratorio especializado para su análisis.

Si todas las plantas de una introducción están infectadas, muestree al azar entre 4 y 5 plantas para su análisis. Si únicamente unas cuantas plantas están afectadas, deberá muestrearlas todas para su análisis. Se deben preparar 8 cortes por planta (Ver lámina 13).



**Lámina 13.** Tejido vascular decolorado cortado sobre papel secante para recuperar el *Foc* de plantas de banano (Cortesía de la Dra. Natalie Moore, QDPI)

Se puede disminuir la pérdida de viabilidad de las muestras si se preparan rápidamente después de su recolección y se envían inmediatamente después de que los cortes estén secos (aproximadamente tres días en papel secante estéril).

Para enviar las muestras utilice sobres de papel pues el plástico hace que las muestras transpiren y promueve el crecimiento de contaminantes bacterianos. Recuerde que para mantener la viabilidad del hongo dentro de los cortes vasculares debe evitar que éstos estén muy calientes, muy fríos o muy húmedos. Las muestras deberán mantenerse todo el tiempo en papel y secarse sobre una superficie, bajo condiciones normales de laboratorio, **no en hornos**.

(Protocolo cortesía de la Dra. Natalie Moore, QDPI, Australia)

---

**Bibliografía**

- Brun J. 1963. La cercosporiose du bananier en Guinée. Etude de la phase ascosporee de *Mycosphaerella musicola* Leach. Thèse de doctorat ès science. Orsay, Paris, France.
- Fouré E. 1982. Les cercosporioses du bananier et leurs traitements : Etude de la sensibilité variétale des bananiers et des plantains à *M. fijiensis* Morelet au Gabon. *Fruits* 37 : 749-771.
- INIBAP-IPGRI/CIRAD. 1996. Descriptors for banana (*Musa* spp.). 55pp.
- Meredith D.S. 1970. Banana leaf spot disease (Sigatoka) caused by *M. musicola*. *Phytopath. Paper No. 11. Commonw. Mycol. Inst.* 147pp.
- Ortiz R., D. Vuylsteke, R.S.B. Ferris, J.U. Okoro, A. N' Guessan, O. B. Hemeng, D.K. Yeboah, K. Afreh-Nuamah, E.K.S. Ahiekpor, E. Fouré, B.A. Adelaja, M. Ayodele, O.B. Arene, F.E.O. Ikiediugwu, A.N. Agbor, A.N. Nwogu, E. Okoro, G. Kayode, I.K. Ipinmoye, S. Akele & A. Lawrence 1997. Developing new plantain cultivars for Africa. *Plant Varieties and Seeds* 10: 39-57.
- Vakili N.G. 1968. Response of *Musa acuminata* species and edible cultivars to infection by *Mycosphaerella musicola*. *Trop. Agr. (Trinidad)* 45 : 13-22.
- Vuylsteke D. 1989. Shoot-tip culture for the propagation, conservation and exchange of *Musa* germplasm. *Practical manuals for handling crop germplasm in vitro 2*. International Board of Plant Genetic Resources, Rome. 56pp.
-

## Lista de colaboradores

### **Grupo de trabajo sobre Sigatoka de PROMUSA**

FOURE, Eric  
 CIRAD-FLHOR  
 BP 5035  
 34032 Montpellier Cedex 1  
 FRANCIA  
 Tel.: +33 467615928  
 Fax: +33 467617147  
 e-mail: foure@cirad.fr

JOHANSON, Andrea  
 Pest Management Department  
 NRI  
 Central Avenue  
 Chatham Maritime ME4 4TB  
 REINO UNIDO  
 Tel.: +44 1634883600  
 Fax: +44 1634880066/77  
 e-mail: andrea@easynet.co.uk

MOURICHON, Xavier  
 CIRAD-AMIS  
 BP 5035  
 34032 Montpellier Cedex 1  
 FRANCIA  
 Tel.: +33 467615869  
 Fax: +33 467615581  
 e-mail: mourichon@cirad.fr

PIRES DE MATOS, Aristoteles  
 EMBRAPA/CNPMF  
 Rua EMBRAPA s/n  
 Caixa Postal 007  
 Cruz das Almas  
 Bahia 44380-000  
 BRASIL  
 Tel.: +55 757212120  
 Fax: +55 757211118  
 e-mail: apmatos@cnpmf.embrapa.br

ROMERO CALDERON, Ronald  
 Apdo Postal 217-1150  
 La Uraca  
 San José  
 COSTA RICA  
 Tel.: +506 2553424 ext. 281  
 Fax: +506 2230511

### **Grupo de trabajo sobre Fusarium de PROMUSA**

DE BEER, Zaag  
 ARC-ITSC  
 Private Bag X11208  
 Nelspruit 1200  
 SUDAFRICA  
 Tel.: +27 137532071  
 Fax: +27 137533854  
 e-mail: zaag@itsc.agric.za

HERNÁNDEZ, Julio  
 ICIA  
 Apartado aéreo 60  
 38080 La Laguna, Tenerife  
 Iles Canarias  
 ESPAGNE  
 Tel.: +34 22476355  
 Fax: +34 22476303  
 e-mail: jhernand@icia.icia.rcanaria.es

KANGIRE, Africano  
 NARO-KARI  
 PO Box 7065  
 Kampala  
 OUGANDA  
 Tel.: +256 41567158  
 Fax: +256 41234922  
 e-mail: banana@imul.com

MOORE, Natalie  
 Plant Pathology Building,  
 Farming System Institute  
 QDPI  
 80, Meiers Road  
 Indooroopilly QLD 4068  
 AUSTRALIE  
 Tel.: +67 138969337  
 Fax: +61 738969533  
 e-mail:  
 MooreN@prose.dpi.qld.gov.au

PEGG, Ken  
 Plant Protection Unit  
 QDPI  
 80, Meiers Road  
 Indooroopilly QLD 4068  
 AUSTRALIE  
 Tel.: +67 138969341  
 Fax: +61 738969533  
 e-mail: peggk@dpi.qld.gov.au

PIRES DE MATOS, Aristoteles  
 EMBRAPA/CNPMF  
 Rua EMBRAPA s/n,  
 Caixa Postal 007  
 Cruz das Almas 44380-000, Bahia  
 BRESIL  
 Tel.: +55 757212120  
 Fax: +55 757211118  
 e-mail: apmatos@cnpmf.embrapa.br

PLOETZ, Randy C.  
 IFAS, Tropical Research &  
 Education Center  
 University of Florida  
 18905 SW  
 280<sup>th</sup> Street  
 Homestead FLA 33031  
 ETATS-UNIS  
 Tel.: +1 3052467005  
 Fax: +1 3052467003  
 e-mail: rcp@gnv.ifas.ufl.edu

RIVERA, Mauricio  
 FHIA  
 Apartado postal 2067  
 San Pedro Sula  
 HONDURAS  
 Tel.: +504 6682078/2470  
 Fax: +504 6682313  
 e-mail: dinvest@simon.intertel.hn

RUTHERFORD, Mike  
 IWMI  
 Bakeham Lane  
 Egham, Surrey TW20 9TY  
 ROYAUME UNI  
 Tel.: +44 784470111  
 Fax: +44 784470909  
 e-mail: m.rutherford@cabi.org

SMITH, Mike  
 Maroochy Horticultural Research  
 Station  
 QDPI  
 PO Box 5083, SCMC  
 Nambour  
 QLD 4560 AUSTRALIE  
 Tel.: +61 7412211  
 Fax: +61 7412235  
 e-mail: smithmk@dpi.qld.gov.au

***y el personal de INIBAP***

VAN DEN HOUWE, Inès  
 INIBAP Transit Center  
 Laboratory of Tropical Crop  
 Improvement  
 KUL  
 Kardinaal Mercierlaan 92  
 B-3001 Heverlee  
 BELGIQUE  
 Tel.: +32 16321417  
 Fax: +32 16321993  
 e-mail: ines.vandenhouwe  
 @agr.kuleuven.ac.be

ORJEDA, Gisella  
INIBAP  
Parc Scientifique Agropolis II  
34397 Montpellier Cedex 5  
FRANCE  
Tel.: +33 467611302  
Fax: +33 467610334  
e-mail: g.orjeda@cgiar.org

SHARROCK, Suzanne  
INIBAP  
Parc Scientifique Agropolis II  
34397 Montpellier Cedex 5  
FRANCE  
Tel.: +33 467611302  
Fax: +33 467610334  
e-mail: s.sharrock@cgiar.org

---

Diagramación : Louma productions  
Impreso por Louis-Jean, Gap  
Dépôt légal : 866 - octobre 1998