

# FRECUENCIA DE LAS SIGATOKAS NEGRA Y AMARILLA EN PLÁTANO (*MUSA* SPP.) DE ACUERDO A LOS ESTADOS DE DESARROLLO DE LA PLANTA

Por

Mayary Torrado-Jaime<sup>1</sup> & Jairo Castaño-Zapata<sup>1</sup>

## Resumen

**Torrado-Jaime, M., & J. Castaño-Zapata:** Frecuencia de las sigatokas negra y amarilla en plátano (*Musa* spp.) de acuerdo a los estados de desarrollo de la planta. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 32(125): 465-470, 2008. ISSN 0370-3908.

En Colombia, las sigatokas negra y amarilla están entre las principales enfermedades que atacan al plátano. Aunque hay registros de su presencia, se desconoce la época en que aparecen de acuerdo a los estados fenológicos y condiciones ambientales. Se sembraron cormos de Dominico Hartón, África, FHIA-20 y FHIA-21, en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones con 10 plantas por repetición. Se definieron cinco etapas de desarrollo: brotación y emergencia, plántula, prefloración, floración, y llenado del racimo y madurez fisiológica. Las sigatokas se presentaron desde etapa de plántula hasta madurez fisiológica. La mayor población de conidias en D. Hartón y África, se presentó en etapas de prefloración y llenado del racimo; en los híbridos FHIA-20 y FHIA-21, coincidió con la etapa de floración. Temperatura, precipitación y humedad foliar favorecieron la incidencia y severidad de las sigatokas.

**Palabras clave:** estados de desarrollo, *Mycosphaerella fijiensis*, *Mycosphaerella musicola*, plátano.

## Abstract

In Colombia, black and yellow Sigatokas are two of the major diseases that affect plantain cultivation. Although there is information about their presence, the time that they appear according to plant development and environmental conditions is unknown. Rhizomes of Dominico Hartón, África, FHIA-20 and FHIA-21 were sowed following a random block design with four repetitions

<sup>1</sup> Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Maestría en Fitopatología. Apartado Aéreo 275. Manizales, Colombia. Correo electrónico: fitotecnia@ucaldas.edu.co

and 10 useful plants per repetition. It was defined five development stages for the crop: emergency, seedling, pre-bloom, bloom, and physiologic maturity. The sigatokas appeared from seedling stage and stayed during the whole cultivation cycle. The highest conidia population in D. Hartón and Africa was presented in pre-bloom and filled bunch stages; in the hybrids FHIA-20 and FHIA-21, it coincided with the bloom stage. Temperature, precipitation and foliar humidity influenced diseases incidence and severity.

**Key words:** stages of development, *Mycosphaerella fijiensis*, *Mycosphaerella musicola*, plantain.

## Introducción

En Colombia, la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*, anamorfo *Paracercospora fijiensis*) y la Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*, anamorfo *Pseudocercospora musae*) se encuentran entre las nueve enfermedades principales que afectan actualmente la producción de plátano en el país (Martínez *et al.*, 2006).

En el mundo en general, y en Colombia en particular, se conocen las principales enfermedades que atacan al cultivo del plátano, pero no se dispone de información que indique la presencia de éstas de acuerdo a los estados de desarrollo de la planta; tampoco se conoce la tasa de desarrollo de esas enfermedades a través del tiempo. Esta investigación permite determinar la época en que las sigatokas empiezan a atacar y cómo se desarrollan durante el primer ciclo del cultivo, de acuerdo a los elementos ambientales prevalentes en la región de Santágueda en el municipio de Palestina, Caldas. El conocimiento de la época en que las enfermedades aparecen en las cultivariedades de plátano África y Dominico Hartón, y en los híbridos FHIA-20 y FHIA-21, se complementa con curvas de incidencia de las enfermedades, lo cual permitirá diseñar estrategias efectivas de manejo en estos genotipos, antes de alcanzar niveles de daño económico.

## Metodología

El estudio se realizó en la granja Montelindo, propiedad de la Universidad de Caldas, ubicada en la región de Santágueda, en el municipio de Palestina departamento de Caldas, ubicado a 5°05' latitud norte y 75°40' longitud occidental, a una altitud de 1050 m., con temperatura media de 22.5°C, humedad relativa del 76%, precipitación anual de 2100 mm y brillo solar anual de 2010 h. El tipo de suelo es Inceptisol de la serie Montelindo (Trophepts Dystropepts).

Se empleó como semilla cormos de Dominico Hartón, África, FHIA-20 y FHIA-21, provenientes de las plantaciones existentes dentro de la misma granja. No se realizó tratamiento a la semilla. La distancia de siembra fue de 3 x 2 m entre surcos y plantas, respectivamente. Se realiza-

ron las prácticas agronómicas convencionales de fertilización, manejo de arvenses, descoline (dejando dos colinos por planta), desbellote, resiembras y deshoje fitosanitario, según análisis de suelo y las recomendaciones técnicas establecidas para el cultivo del plátano en la región. La fecha de inicio del experimento fue el 26 de mayo de 2004, día en que se realizó la siembra, y tuvo una duración total de 18 meses.

Se establecieron parcelas independientes de los cuatro materiales, con 10 plantas cada una, en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, sembrando una planta por sitio. Semanalmente a cada una de las plantas se le tomó datos de número de hojas e hijos, y el tiempo (días) a emergencia del primer hijo (DEH). En floración se hicieron registros de altura de la planta (AP), diámetro del pseudotallo (DP) y días a floración (DF).

Para enmarcar las enfermedades evaluadas dentro de la fenología del cultivo se establecieron las etapas de desarrollo para cada uno de los materiales. Para esto se simplificaron las etapas establecidas por Aristizábal y Jaramillo (2005) para la cultivariedad Dominico Hartón. Se utilizaron los datos recolectados en el presente estudio de días para emisión de hijuelos y días a floración. Los datos fueron complementados con los de días a cosecha obtenidos por Herrera y Aristizábal (2003) y los de Aristizábal y Jaramillo (2005) para brotación y emergencia y duración de la floración.

Semanalmente se llevaron a cabo lecturas de severidad de las sigatokas en la hoja más joven enferma (HMJE) de cada una de las plantas. Para esto se hizo uso de los diagramas estándares de Stover (1971) y la escala de grados de desarrollo de las sigatokas (Aranzazu *et al.*, 2002). Al momento de floración se realizó nuevamente lectura de la HMJE y además la hoja más joven manchada (HMJM). La HMJE representa la hoja más joven en manifestar estrías claramente visibles desde el suelo (Orjeda, citado por Gómez & Castaño-Zapata, 2001) y la HMJM corresponde a la primera hoja totalmente abierta que presenta 10 o más lesiones discretas necrosadas y maduras o un área grande necrosada con 10 centros de color claro, contando

las hojas de arriba hacia abajo (Stover & Dickson, citados por Gómez & Castaño-Zapata, 2001). Adicionalmente, con los datos recolectados se calculó el tiempo de evolución de los síntomas (TES) y la tasa de desarrollo (r) de las sigatokas. El TES es el número de días desde la aparición de los primeros síntomas hasta el estado de mancha con centro necrosado (grado 5-6) (Molina & Castaño-Zapata, 2003). Para la tasa de desarrollo se tomaron los valores promedios de severidad semanal y se transformaron a proporción; también se usaron los valores correspondientes a las semanas de evaluación y la diferencia de días transcurridos desde la primera evaluación y la última (Castaño-Zapata, 2002). Para tal fin, se empleó la siguiente fórmula:

$$r = \frac{1}{t_1 - t_0} \left( \text{Log}_e \frac{X_1}{1 - X_1} - \text{Log}_e \frac{X_0}{1 - X_0} \right)$$

Donde:  $t_1$  = tiempo final de evaluación,  $t_0$  = tiempo inicial de evaluación,  $X_1$  = severidad final y  $X_0$  = severidad inicial.

Para determinar la predominancia de ambas sigatokas se realizó cada 2 meses el método de la impronta desarrollada por Aguirre *et al.* (2003). Para fines de este estudio se tomaron dos improntas en la misma hoja, una por la haz y la otra por el envés, de una planta por repetición.

Se tomaron datos de precipitación y humedad relativa de la estación meteorológica de la granja. Los registros de temperatura y humedad foliar se obtuvieron de una microestación climatológica de Spectrum Technologies.

Utilizando el programa estadístico SAS (*Statistical Analysis System*, SAS Institute) se sometieron los datos obtenidos a análisis de varianza según un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones. La separación de medias se efectuó mediante la prueba de Tukey y se realizaron análisis de correlación de Pearson.

Resultados y discusión

El tiempo de floración de la cultivariedad África fue significativamente menor, entre 4 y 7 semanas, que el de los otros materiales, presentando un ciclo vegetativo más corto. En una investigación realizada anteriormente en la misma área de estudio, también se reporta al material África con un tiempo de floración significativamente menor que el de los otros materiales, caracterizándolo como un material precoz.

La duración de las etapas de crecimiento de los materiales, en las cuales se enmarcaron las enfermedades identificadas, se presenta en la Figura 1.

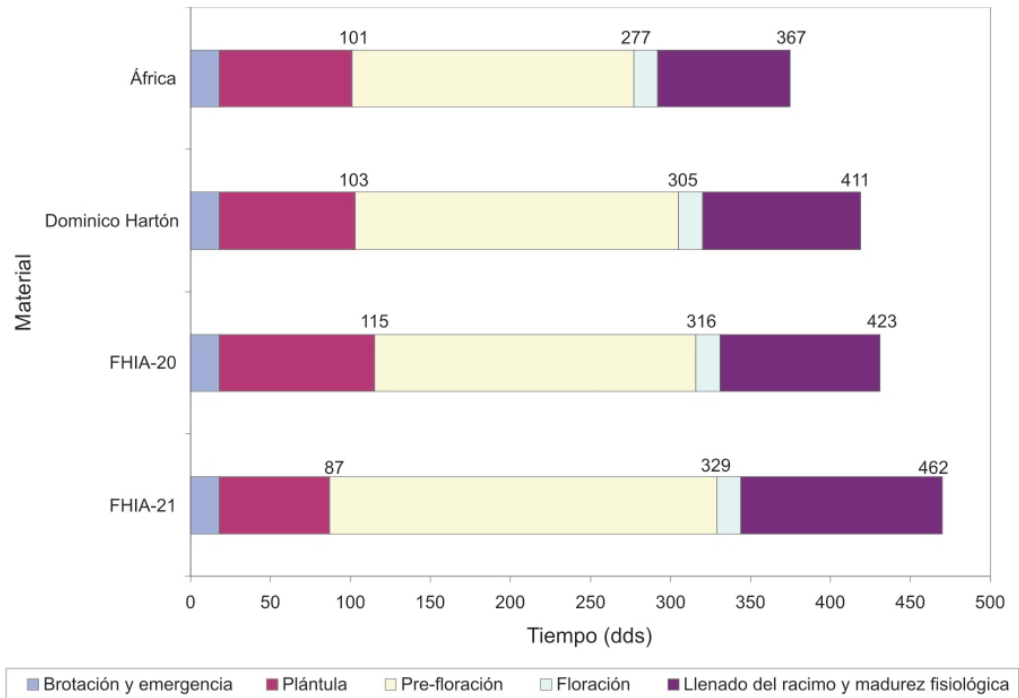


Figura 1. Duración de las etapas de crecimiento en cuatro materiales de plátano en la región Santágueda (Caldas).

La presencia de las sigatokas amarilla y negra se detectó en todos los materiales 70 días después de la siembra (**dds**), cuando las plantas se encontraban en etapa de plántula, presentando entre 4 y 5 hojas verdaderas. La presencia de las sigatokas en esta etapa, además de que el área de estudio presenta condiciones óptimas para el desarrollo de estas enfermedades, también se puede explicar por la existencia de hojas disponibles para permitir infección, ya que las hojas verdaderas son emitidas aproximadamente 30 **dds**, y el periodo de incubación (tiempo transcurrido desde la inoculación hasta la aparición de los primeros síntomas) que requieren estos hongos es de 29 días (**Belalcázar et al.**, 2000). Los valores de incidencia fueron mayores para África y Dominico Hartón, de 95 y 93% respectivamente, mientras que en FHIA-20 (84%) y FHIA-21 (72%) los valores fueron menores. La incidencia alcanzó su valor máximo 7 días después en Dominico Hartón y FHIA-21, en FHIA-20 tardó 14 días y en África después de 21 días ésta llegó al 100%. Estas incidencias se mantuvieron durante todo el ciclo del cultivo (Figura 2).

Dos semanas antes de ser detectadas las sigatokas se presentó un periodo de lluvias intensas. Posteriormente, las lluvias disminuyeron y surgió un periodo seco con incremento gradual en la temperatura desde 23.4°C hasta aproximadamente 26°C. La duración de la película de agua en las hojas igualmente mostró un aumento (de 7 a 10 h/día) en el tiempo que fueron detectadas las enfermedades, condiciones óptimas para la germinación de las conidias y ascosporas (**Craenen**, 1998) (Figura 2).

En general, los materiales presentaron un buen número de hojas funcionales a floración, **NHFF** (11 en promedio), teniendo en cuenta que se espera que las plantas tengan

un mínimo de ocho hojas funcionales en este estado (**Stover; Meredith; Martínez**, citados por **Gómez & Castaño-Zapata**, 2001). Los híbridos con 12 hojas y las cultivariedades África y Dominico Hartón con 9 y 10 hojas respectivamente, mostraron diferencias estadísticas altamente significativas. Estas diferencias posiblemente están relacionadas con la resistencia o susceptibilidad de los materiales a las sigatokas (Tabla 1).

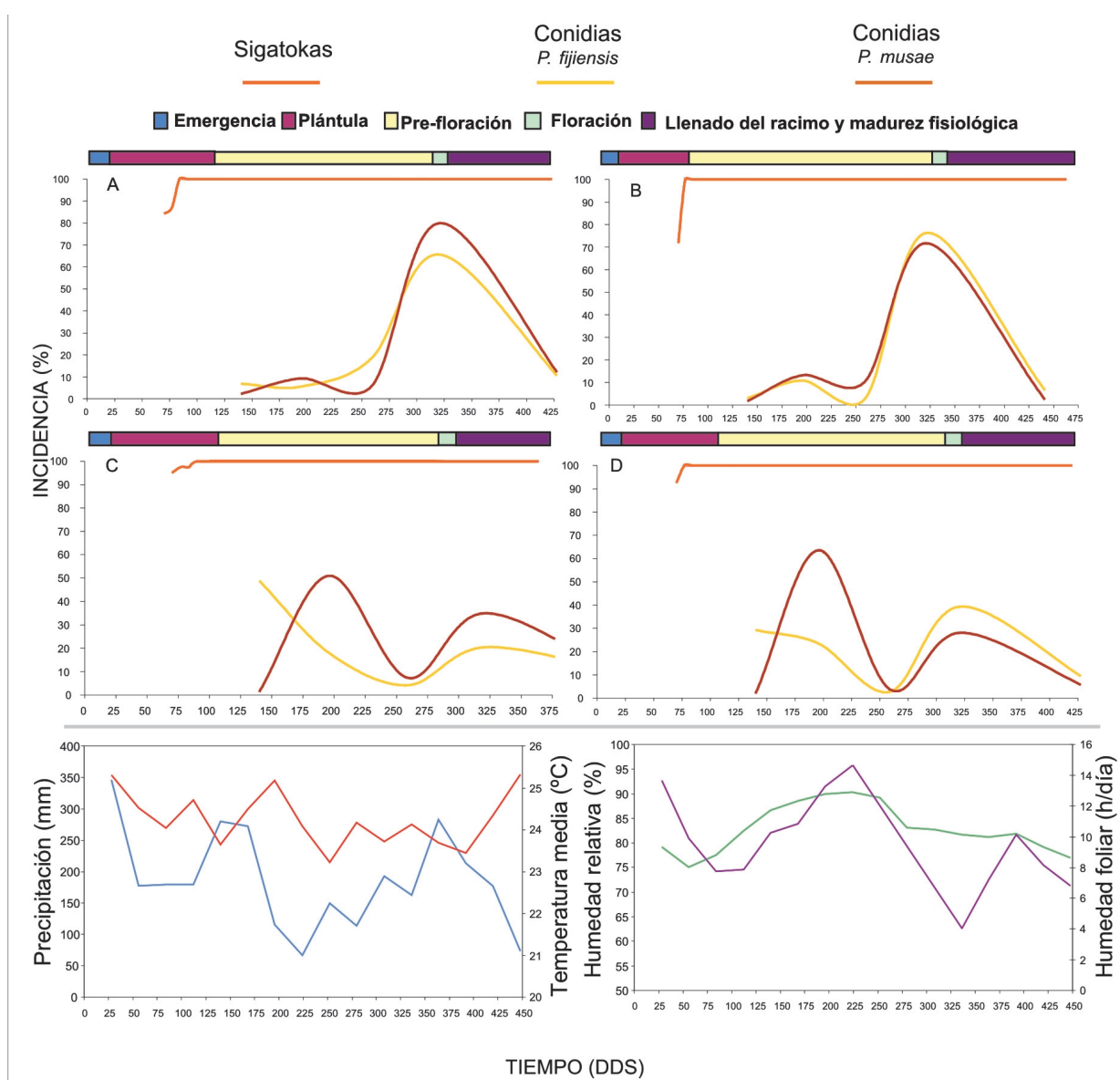
En las variables hoja más joven enferma, hoja más joven manchada y número de conidias de *P. fijiensis* y de *P. musae*, se aprecia claramente la resistencia a las sigatokas de los híbridos y la susceptibilidad de las cultivariedades. FHIA-20 presentó el valor más alto de hoja más joven enferma, **HMJE**, con diferencias significativas con las cultivariedades e igualmente junto a FHIA-21 obtuvieron los valores más altos de hoja más joven manchada, **HMJM**. En los híbridos se detectó un número significativamente menor de conidias, tanto de *P. fijiensis* como de *P. musae*, comparativamente con las cultivariedades lo cual reafirma la resistencia de estos materiales a las sigatokas. Así mismo, estos resultados corroboran el alto grado de susceptibilidad de África y Dominico Hartón, ya que presentaron una población de conidias con respecto a FHIA-21 y FHIA-20 en relación 4:1 y 5:1, respectivamente (Tabla 1).

Los datos obtenidos de tasa de desarrollo (**r**) y tiempo de evolución de los síntomas (**TES**) hacen más evidentes las diferencias entre los materiales en cuanto a su resistencia o susceptibilidad a las sigatokas. La tasa de desarrollo y el tiempo de evolución de los síntomas para Dominico Hartón y África presentaron diferencias significativas con los híbridos pero no entre sí. Para ambos materiales el desarrollo de las sigatokas fue rápido con valores

**Tabla 1.** Reacción a las sigatokas de cuatro materiales de plátano en la región Santágueda (Caldas).

Materiales	Variables de respuesta (Media)						
	NHFF	HMJE	HMJM	Conidias/cm <sup>2</sup> (Media)		r	TES
				<i>P. fijiensis</i>	<i>P. musae</i>		
FHIA – 20	12a*	6.3a	9a	8a	8a	0.81b	31b
FHIA – 21	12a	5.3ab	9a	14a	10a	0.34c	59c
África	9b	4.8b	7b	55b	31b	1.06a	27a
D. Hartón	10b	4.8b	8ab	52b	39b	1.12a	25a
D.M.S.(5%)	2	1.0	2.0			0.21	

\* Valores promedios en la misma columna seguidos por letras distintas denotan diferencias significativas según la prueba de comparación de medias de Tukey al 5%.



\* A) FHIA-20, B) FHIA-21, C) África, D) Dominico Hartón.

**Figura 2.** Fenología de cuatro materiales de plátano y la incidencia de las sigatokas en la región Santagueda (Caldas) con relación a las variables ambientales.

altos de tasa de desarrollo ( $r = 1.12$  y  $1.06$ , respectivamente) y periodos cortos de evolución de los síntomas ( $TES = 25$  y  $27$  días, respectivamente), reflejando una alta susceptibilidad a las sigatokas. Por otro lado, FHIA-20 con una tasa de desarrollo y un tiempo de evolución de síntomas con valores intermedios de  $0.81$  y  $31$  días, respectivamente, muestra cierta susceptibilidad a las sigatokas, lo cual podría indicar que su resistencia a estas enfermedades esta disminuyendo. Estas dos variables en el híbrido FHIA-21 son significativamente más lentas comparadas con las de

los otros materiales, con valores de  $r = 0.34$  y  $TES = 59$  días, lo cual pone de manifiesto su resistencia a dichas enfermedades (Tabla 1).

Aún cuando no se presentaron diferencias estadísticas significativas en las poblaciones de conidias a nivel de especie, *Paracercospora fijiensis* (estado anamorfo de *Mycosphaerella fijiensis*), con una población media de  $19$  conidia/cm<sup>2</sup> y *Pseudocercospora musae* (estado anamorfo de *Mycosphaerella musicola*) con  $13$  conidias/cm<sup>2</sup> (datos



transformados), la cantidad de conidias en las dos cultivariedades refleja que la Sigatoka negra es más agresiva en el área experimental. En Dominico Hartón el número medio de conidias de *P. fijiensis* fue de 52/cm<sup>2</sup> y de *P. musae* 39/cm<sup>2</sup>, y en África las poblaciones fueron de 55 conidias/cm<sup>2</sup> y 31 conidias/cm<sup>2</sup> para *P. fijiensis* y *P. musae*, respectivamente. Resultados similares han sido reportados por **Molina y Castaño-Zapata** (2003) en la misma área de estudio y por otros autores (**Cardona-Sánchez & Castaño-Zapata**, 2002; **Aguirre & Castaño-Zapata**, 2005) en una región cercana con condiciones similares. Ellos observaron la tendencia de la Sigatoka negra a desplazar la Sigatoka amarilla dada su mayor agresividad, basados en las poblaciones de conidias de materiales susceptibles a las Sigatokas como son el Dominico Hartón y el África, entre otros. El número de conidias de *P. fijiensis* fue significativamente mayor en el envés (838/cm<sup>2</sup>) que en la haz (200/cm<sup>2</sup>). Sin embargo, el valor medio de conidias de *P. musae* fue de 486 con./cm<sup>2</sup> en el envés y 224 con./cm<sup>2</sup> en la haz, valor significativamente mayor en el envés que en la haz, lo cual difiere de lo encontrado en la literatura (**APS**, 2005; **Gasparotto et al.**, 2006).

En la Figura 2, observando el comportamiento de los materiales susceptibles se aprecia claramente que, en general, en los periodos de menor pluviosidad (259 y 425 dds) el número de esporas disminuyó significativamente y en los periodos con incremento en la precipitación (192 y 322 dds) la población de esporas fue mayor. Sin embargo, esto no aplica para los materiales resistentes en los que la producción de conidias, si bien coincidió con época de precipitación, pareciera estar influenciada por el estado fenológico de la planta que coincide justamente con la época de floración. Ésto parece posible si se considera la etapa de floración como un periodo de gasto energético incrementado para la planta, lo cual podría en cierta forma presentarse como un factor predisponente. La temperatura y humedad relativa con promedios de 24.5°C y 83.7% favorecieron la producción de conidias. De acuerdo con **Craenen** (1998) temperaturas entre 20 y 35°C favorecen el desarrollo de las sigatokas y más aún cuando se presentan con humedades relativas mayores al 80% (**Merchán**, 1997). Estudios similares resaltan también la importancia de las condiciones ambientales, principalmente la precipitación, sobre la producción de conidias de *P. fijiensis* y *P. musae* (**Aguirre y Castaño-Zapata**, 2005; **Cardona-Sánchez y Castaño-Zapata**, 2002). De igual forma, la mayor producción de esporas, aún en materiales susceptibles como Dominico Hartón, fue obtenida en la época de pre-floración sin que ésta coincidiera con el mayor nivel de precipitación (**Cardona-Sánchez y Castaño-Zapata**, 2002).

## Bibliografía

- Aguirre, MC & J. Castaño-Zapata**. 2005. Epidemiología de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet y *M. musicola* Leach, en siete genotipos de Musáceas. Fitopatología Colombiana 29 (1): 7-11.
- Aguirre, MC, J. Castaño-Zapata & LE Zuluaga**. 2003. Método rápido de diagnóstico de *Mycosphaerella musicola* Leach y *M. fijiensis* Morelet, agentes causales de las Sigatokas amarilla y negra. Revista Academia Colombiana de Ciencias 27 (105): 619-623.
- APS**. The American Phytopathological Society. 2005. Sigatoka negra, síntomas y signos <<http://www.apsnet.org/Education/LessonsPlantPath/BlackSigatokaEspanol/symptom.htm>>.
- Aranzazu, F. et al.** 2002. El cultivo de plátano: manual técnico. Manizales: Corpoica. 114 p.
- Aristizábal, LM & C. Jaramillo**. 2002. Identificación y descripción de las etapas de crecimiento del plátano (*Musa AAB*) Dominico hartón. Pp. 79-90 In Memorias II Seminario Internacional sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Plátano. Manizales.
- Belalcázar, S. et al.** 2000. Plagas y enfermedades del plátano. In Boletín de Sanidad Vegetal. Santafé de Bogotá, 106 p.
- Cardona-Sánchez, CL & J. Castaño-Zapata**. 2002. Frecuencia de *Paracercospora fijiensis* y *Pseudocercospora musae* en plátano Dominico Hartón. Infomusa 11 (1): 9-13.
- Castaño-Zapata, J.** 2002. Principios básicos de fitoepidemiología. Manizales: Unicaldas, 398 p.
- Craenen, K.** 1998. Black Sigatoka disease of banana and plantain. A reference manual. Ibadan, Nigeria : IITA, 60 p.
- Gasparotto, L. et al.** 2006. Sigatoka-negra da bananeira. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 177 p.
- Gómez, LA & J. Castaño-Zapata**. 2001. Manejo integrado de las Sigatokas negra y amarilla en la cultivariedad de plátano África. Infomusa. 10(2): 3-7.
- Herrera, JW. & M. Aristizábal L.** 2003. Caracterización del crecimiento y producción de híbridos y cultivariedades de plátano en Colombia. Infomusa 12 (2): 22-24.
- Martínez, HJ, Y. Peña & C. Espinal**. 2006. La cadena de plátano en Colombia: una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Documento de trabajo No. 102. Bogotá (Colombia): Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <[http://www.agrocadenas.gov.co/platano/documentos/caracterizacion\\_platano.pdf](http://www.agrocadenas.gov.co/platano/documentos/caracterizacion_platano.pdf)>. 95 p.
- Merchán, VM.** 1997. Prevención y manejo de la Sigatoka negra. Boletín de Sanidad Vegetal 17. Santafé de Bogotá : ICA, 29 p.
- Molina, TOI & J. Castaño-Zapata**. 2003. Análisis de algunos componentes de resistencia en los híbridos de banano y plátano FHIA 01, FHIA 17 y FHIA 21 a las Sigatokas negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) y amarilla (*M. musicola* Leach). Revista Academia Colombiana de Ciencias 27 (103): 181-189.
- Stover, RH.** 1971. A proposed international scale for estimating intensity of banana leaf spot. Tropical Agriculture (Trinidad) 48; p. 185-196.

Recibido: junio 14 de 2007

Aceptado para su publicación: noviembre 3 de 2008