Comportamiento de los clones de plátano Maricongo y FHIA-21 en presencia de la Sigatoka negra en la zona de altura húmeda en Puerto Rico^{1,2}

Agenol González-Vélez³

J. Agric. Univ. P.R. 98(1):21-30 (2014)

RESUMEN

Se evaluó el comportamiento agronómico y la severidad de la Sigatoka negra en los clones de plátano Maricongo y FHIA 21 en presencia de esta enfermedad en la zona de altura húmeda en Corozal, Puerto Rico. Se utilizó un diseño experimental factorial 2 x 2 (dos clones y dos métodos de manejo de la Sigatoka) con cuatro repeticiones. El manejo de la Sigatoka consistió en la remoción (deshoje) de hojas enfermas a los cinco meses de la siembra, seguido de aplicaciones de fungicidas sistémicos y de contacto en rotación cada 15 días. Este manejo se comparó con un tratamiento control en el cual no se realizaba ninguna práctica para controlar la Sigatoka negra. El FHIA 21 mostró una tolerancia mayor a la Sigatoka negra que el clon Maricongo. El manejo de la Sigatoka negra aumentó significativamente el peso promedio de los racimos y el peso promedio de las frutas en ambos clones de plátano. Los resultados también mostraron una incidencia alta (27.5% de las plantas) del virus del rayado del banano (BSV) en el clon de plátano FHIA 21 comparado con 3.5% en el clon Maricongo. No se recomiendan las siembras comerciales del clon FHIA 21 en Puerto Rico en este momento, pero sí evaluarlo en distintas zonas agroclimáticas.

Palabras clave: Sigatoka negra, virus del rayado, clones de plátanos

ABSTRACT

Behavior of plantain clones Maricongo and FHIA 21 under the presence of black Sigatoka at the humid uplands of Puerto Rico

Agronomic characteristics and black Sigatoka disease severity of plantain clones Maricongo and FHIA 21 were evaluated in the humid upland region in Corozal, Puerto Rico. A 2x2 factorial experimental design (two clones and two management practices for black Sigatoka) with four replications was used. The management of black Sigatoka consisted of removing (deleafing)

¹Manuscrito sometido a la Junta Editorial el 11 de febrero de 2013.

²El autor desea agradecer al Dr. Brian M. Irish (USDA-ARS, Tropical Agriculture Research Station, Mayagüez) por proveer las plántulas iniciales del clon FHIA 21 para realizar esta investigación.

³Catedrático, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales. Estación Experimental Agrícola, Corozal, P.R.

the infected leaves starting five months after planting followed by rotational applications of systemic and contact fungicides at 15 days intervals. This treatment was compared with a control treatment where no practices were performed for controlling Sigatoka. The FHIA 21 clone showed higher tolerance to black Sigatoka than the Maricongo clone. The management of black Sigatoka treatment significantly increased the average bunch and fruit weights for both plantain clones. On the other hand, results showed a high incidence (27.5%) of FHIA 21 clone plants with banana streak virus (BSV) symptoms compared with 3.5% in Maricongo. Commercial cultivation of FHIA 21 in Puerto Rico is not recommended at this moment, but further evaluation of the clone in different agroecological zones is recommended.

Key words: black Sigatoka, banana streak virus, plantain clones

INTRODUCCIÓN

El cultivo de plátano es de gran importancia económica en Puerto Rico con un valor de \$78 millones (Departamento de Agricultura, 2010a). El consumo anual per cápita de plátano es de aproximadamente 22 kg. Puerto Rico actualmente produce todo el plátano fresco que consume ya que las vedas fitosanitarias no permiten la introducción de plátano fresco a la isla (Departamento de Agricultura, 2010b).

Las plagas y enfermedades limitan la producción de plátanos y guineos, especialmente las enfermedades causadas por los hongos (Ploetz, 2004). La Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola* Leach) y la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) son las enfermedades que más afectan a las musáceas (Robinson, 1996). Ambas enfermedades causan manchas foliares que ocasionan daños de moderados a severos dondequiera que ocurren lluvias significativas (Jacome et al., 2003). La Sigatoka negra se presenta en las tierras bajas de los trópicos húmedos y tiene un amplio rango de hospederos dentro de las musáceas, incluyendo el subgrupo Cavendish (AAA) y los plátanos (AAB). La Sigatoka negra es considerada la limitación principal que confrontan los pequeños productores de bananos en América Latina (INIBAP, 2003). En plantaciones industriales, su control requiere el uso intensivo de fungicidas que afectan el medio ambiente y que incrementan los costos de producción (Cohan et al., 2003; INIBAP, 2001; Puch-Ceh et al., 2005). En guineos y plátanos se han reportado pérdidas que fluctúan entre 20 y 90% causadas por esta enfermedad (Etebu, 2005). El primer componente del rendimiento en los bananos es el peso de los racimos; como la Sigatoka negra afecta el área fotosintética de las hojas, ocasiona una disminución en la producción de materia seca. En el caso del plátano se ha reportado una disminución de 20 a 50% en los rendimientos (Lapeyre de Bellaire et al., 2010).

En Puerto Rico la Sigatoka negra se reportó por primera vez en el 2004 (Irish et al., 2006), desde entonces se ha dispersado por todas las

áreas sembradas de musáceas (Cortés et al., 2009). Se decidió realizar esta investigación para evaluar el comportamiento de los clones de plátano Maricongo y FHIA 21 en presencia de Sigatoka negra y cómo se afectan su rendimiento y otros parámetros hortícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en las facilidades de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico en Corozal, localizada en la zona climatológica norte húmeda, a una altitud de 195 metros sobre el nivel del mar. La temperatura máxima promedio es 29° C y la mínima promedio, 19° C. La precipitación durante los 13 meses de duración del experimento fue de 2,760 mm. El suelo es de la serie Dagüey (Typic Kandiodox, bien fino, mixto, isohipertérmico). El suelo mostró un pH de 7.6, contenido de materia orgánica de 1.51% y un contenido de P disponible (Bray I) de 13.2 mg/kg. El contenido de Ca, K y Mg intercambiable fue de 14.2, 0.62 y 0.86 cmol/kg, respectivamente.

El experimento se estableció en marzo de 2010 utilizando material de propagación de hijuelos tipo espada del clon Maricongo y el híbrido FHIA 21. Este último es un híbrido tetraploide (*Musa* AAAB) tipo francés desarrollado por la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (Rowe, 1998). Este híbrido fue introducido a Puerto Rico por la Estación de Investigación en Agricultura Tropical (Irish et al., 2009).

Se utilizó un diseño experimental factorial 2 x 2 (dos clones y dos métodos de manejo de la Sigatoka) con cuatro repeticiones. Se sembraron 15 plantas por unidad experimental a una distancia de 3.03 x 1.3 m. El abonamiento y manejo de las malezas se realizó de acuerdo al Conjunto Tecnológico para la Producción de Plátanos y Guineos (Estación Experimental Agrícola, 1995). Para el manejo del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y de los nematodos se utilizó etoprop (10 G)⁴ al momento de la siembra a una dosis de 60 gramos/planta, seguido por aplicaciones de oxamil a los cinco y 10 meses de la siembra a razón de 8 ml/planta.

El manejo de la Sigatoka consistió en el deshoje o remoción, comenzando a los cinco meses de la siembra, de toda hoja que mostrara más del 50% de su área foliar afectada por el patógeno. Las hojas removidas fueron colocadas entre las hileras con el envés hacia el suelo. Las aplicaciones de fungicidas mezclados con agua y Orocit como adyuvante se realizaron utilizando una bomba motorizada. Los fungicidas utilizados fueron propiconazol (Tilt, Syngenta) y azositrobina (Abound, Syngenta), ambos

⁴Los nombres de compañías y de marcas registradas sólo se utilizan para proveer información específica y su uso no constituye garantía por parte de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico, ni endoso sobre otros productos o equipo que no se mencionan.

sistémicos; mancozeb (Ditano F 45, Dow Agro Sciences), de contacto; y *Bacillus subtilis* (Serenade), biológico. Las aplicaciones comenzaron a los cinco meses de la siembra alternando los fungicidas sistémicos con los de contacto o biológico cada dos semanas. Se realizaron un total de 15 aplicaciones de fungicidas durante el experimento, en el siguiente orden: Abound, Ditano, Tilt y Serenade. Se utilizaron las dosis recomendadas en la etiqueta de cada producto. Se utilizó 200 ml de Orocit por cada bomba motorizada de 9.5 litros de capacidad. El otro tratamiento consistió en un control donde la Sigatoka no fue controlada.

Los datos de producción y otras características se tomaron para la plantilla. En el caso del clon FHIA 21 todos los racimos se podaron a cinco manos. El peso promedio de las frutas se obtuvo descartando el peso del raquis del racimo. Para determinar la reacción de los clones de plátano a la Sigatoka negra se utilizaron las guías técnicas de la Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano (Carlier et al., 2002). En estas guías se utiliza una escala de 0 a 6, donde 0 corresponde a ausencia de daño y 6 corresponde a un rango de infección de la lámina foliar de 51 a 100%. El índice de infección se calcula utilizando la siguiente ecuación.

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

donde n = número de hojas en cada nivel

b = nivel en la escala

N = número de niveles empleados en la escala (7)

T = número total de hojas evaluadas

Este índice de infección representa la cantidad de área foliar de la planta infectada por el patógeno. Este índice proporciona un parámetro confiable en la evaluación del género *Musa* y es más apropiado para la clasificación de híbridos nuevos (Orjeda et al., 1999). Además del índice de infección se tomó el dato de la hoja más joven manchada (HMJM). Esta 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 secos de color claro, contando las hojas de arriba hacia abajo (Calier et al., 2002). Los datos estadísticos se realizaron utilizando un arreglo factorial 2x2. Los análisis de varianza se hicieron utilizando el programa SAS con el procedimiento MLG. Para comparar las medias se usó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La altura y diámetro de la planta durante la florecida fueron afectados significativamente por ambos factores evaluados (clon y manejo de la Sigatoka) (Cuadro 1). Sin embargo, solo en el clon Maricongo las

CUADRO 1.—*Características de la planta y el racimo de dos clones de plátano con manejo de la Sigatoka negra.*

Tratamientos		Altura planta florecida m	Diámetro planta florecida cm	Días florecida	Días florecida a cosecha	Número frutas/ racimo	Peso/ racimo kg	Peso promedio/ fruta g
Clones (C)	Manejo Sigatoka (MS)							
Maricongo	Sí	3.5	17.7	251	103	47	16	3208
	No	3.2	16.51	286	90	37	9.5	229
Prueba de F (0.05)		* ¹	*	*	*	*	*	*
FHIA 21	Sí	3.2	18.5	275	118	71	22.8	287
	No	3.1	17.5	312	103	71	18.8	237
Prueba de F (0.05)		N.S. ²	*	*	*	N.S.	*	*
Clon (C)		*	*	*	*	*	*	N.S.
Manejo Sigatoka (MS)		*	*	*	*	*	*	*
C * MS		N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.

¹Significativo al $P < 0.05$.

²No significativo.

plantas que recibieron manejo de Sigatoka negra resultaron más altas. Por otro lado, el manejo de la Sigatoka aumentó significativamente el diámetro de la planta en ambos clones de plátano. Este aumento en el diámetro de la planta es importante en la producción, ya que se ha relacionado con un aumento en el peso de los racimos (Irizarry y Green, 1977).

Los días a la florecida y los días de florecida a cosecha fueron afectados por ambos factores evaluados. El clon Maricongo mostró que requiere menos días a la florecida que el FHIA 21. Este resultado también fue reportado en la República Dominicana donde evaluaron varios clones de plátanos, incluidos estos dos (Rengifo y Galván, 2005). Por otro lado, el manejo de la Sigatoka adelantó por más de un mes la fecha de florecida en ambos clones de plátano. Este resultado representa una ventaja para los productores de plátano, ya que puede significar una reducción en los costos de producción al disminuir el tiempo del cultivo en el campo. Ambos clones mostraron una disminución en el número de días entre la florecida y la cosecha cuando la Sigatoka no es manejada. Esta maduración prematura de las frutas ha sido reportada en guineo (Marengo-Santiago, 2010). Esto se atribuye a que los síntomas de la Sigatoka aumentan la producción de etileno, lo que ocasiona la madurez prematura de las frutas y que a su vez reduce su calidad.

El número de frutas por racimo fue afectado significativamente por ambos factores, los cuales también mostraron interacción significativa. Esta interacción indica que cuando se manejó la Sigatoka solo hubo diferencias en el número de frutas en el clon Maricongo y no en el clon FHIA 21. Sin embargo, hay que aclarar que para efectos del experimento todas las plantas del clon FHIA 21 fueron podadas a cinco manos. Esta práctica implica que va a existir poca o ninguna variación en el número de frutas/racimo en este clon, con o sin manejo de la Sigatoka (71 frutas). Con relación al clon Maricongo, hubo un aumento de 21% en el número de frutas cuando se maneja la Sigatoka. En Puerto Rico este factor es importante porque en muchos mercados se vende la fruta por unidad y no por el peso de esta, lo que implica que a mayor número de frutas mayor es la ganancia obtenida. El peso promedio del racimo fue afectado significativamente por ambos factores. El FHIA 21 presentó un peso significativamente mayor que el Maricongo. Por otro lado, el manejo de la Sigatoka aumentó en 41% el peso del racimo del clon Maricongo y en 18% el del clon FHIA 21. Este resultado indica, como señala la literatura, que este clon es tolerante a la Sigatoka negra. En trabajos realizados en Colombia (Escobar-Vélez y Castaño-Zapata, 2005) evaluando el clon Dominico hartón (Maricongo) reportaron un aumento de 30% en el peso del racimo cuando la Sigatoka negra fue manejada. Estos datos también están de acuerdo con lo reportado

por Lapeyre de Bellaire et al. (2010) de que ocurre una disminución de 20 a 50% cuando no se maneja la Sigatoka negra en plátano. El peso promedio de las frutas no fue afectado significativamente por los clones evaluados. Sin embargo, el manejo de la Sigatoka aumentó significativamente en 26% el peso promedio de las frutas en el clon Maricongo y en 17% en el clon FHIA 21. Las frutas obtenidas en ambos clones sin manejo de la Sigatoka tienen menos aceptación en nuestro mercado fresco, ya que no alcanzan el peso promedio sugerido de 270 g (Goenaga e Irizarry, 2006). En ambos clones es necesario manejar la Sigatoka negra para aumentar las posibilidades comerciales de mercadear sus frutas en Puerto Rico.

El Cuadro 2 muestra que ambos factores afectaron significativamente la HMJM (hoja más joven manchada) y su índice de severidad a los seis meses de la siembra. El clon Maricongo presenta en promedio (con y sin manejo de Sigatoka) su HMJM en la hoja 4.5, mientras que el clon FHIA 21 en la 8. Por otro lado, el manejo de la Sigatoka afectó la HMJM en el clon Maricongo pero no en el FHIA 21, lo que muestra parte de la tolerancia de este clon. El índice de severidad fue 25% menor en el FHIA 21 que en el Maricongo, lo que demuestra también la tolerancia de este clon a la Sigatoka negra. Sin embargo, el manejo de la Sigatoka es importante para ambos clones, ya que ocasiona una disminución significativa en su índice de severidad. Durante la florecida también ambos factores afectaron significativamente la HMJM y su índice de severidad. Estos datos también reflejan la superioridad del clon FHIA 21 sobre el Maricongo con relación a su tolerancia a la Sigatoka negra. El parámetro de HMJM muestra que la intensidad de

CUADRO 2.—*Hoja más joven manchada (HMJM) e índice de severidad de Sigatoka negra en dos clones de plátano con manejo de la enfermedad.*

Tratamientos		HMJM 6 meses	Índice severidad 6 meses %	HMJM florecida	Índice severidad florecida %
Clones (C)	Manejo Sigatoka (MS)				
Maricongo	Sí	4.8	24	4.9	38
	No	4.2	55	4.1	40
Prueba de F (0.05)		* ¹	*	*	NS
FHIA 21	Sí	8.4	22	8.2	11
	No	7.4	7	6.3	23
Prueba de F (0.05)		N.S. ²	*	*	*
Clon (C)		*	*	*	*
Manejo Sigatoka (MS)		*	*	*	*
C * MS		*	*	N.S.	*

¹Significativo al $P < 0.05$.

²No significativo.

la enfermedad es mayor en Maricongo, ya que en este clon se aprecian los síntomas de la Sigatoka en hojas más jóvenes que en FHIA 21. El índice de severidad a la florecida fue 56% mayor en Maricongo que en FHIA 21, mostrando también la tolerancia de este último. Por otro lado, el manejo de la Sigatoka afectó significativamente el índice de severidad en FHIA 21 pero no en Maricongo. Esta ausencia de diferencia en el índice de severidad de Sigatoka negra en Maricongo sugiere que en estudios futuros es necesario tomar datos del área foliar de las plantas, porque aunque el índice de severidad sea el mismo, el área efectiva para actividad fotosintética será mayor en plantas con área foliar mayor.

Las plantas del híbrido FHIA 21 mostraron una alta incidencia al virus del rayado del banano (BSV), algo que no se había anticipado en esta investigación. Los datos recolectados al finalizar el experimento (350 días) mostraban una incidencia promedio de 27.5% de plantas de FHIA 21 con síntomas de este virus, comparado con 3.5% en Maricongo (independientemente de los tratamientos para el manejo de la Sigatoka negra). Se ha establecido que el BSV es el virus más dispersado en estos momentos del género *Musa* (INIBAP, 1999). Los fitopatólogos conocían de la enfermedad del rayado del banano pero no es hasta finales de la década de los ochenta que se identifica el virus que lo causa. En 1999 es cuando se anuncia que secuencias integradas de BSV podrían desatar una infección (INIBAP, 2005). En los bananos, estas secuencias integradas del BSV son partes del genoma B, que es donado por la especie silvestre *Musa balbisiana*. Se ha establecido que casi la totalidad de los híbridos AAAB (resultantes de cruzamiento entre una AAB y un AA) son susceptibles de expresar los síntomas del BSV, originados por la activación de las secuencias integradas en el genoma B de dichos cultivos (Tomekpe et al., 2004). En el FHIA 21 ya se había reportado la presencia del BSV, aunque no se reportó la cantidad de plantas afectadas (Merchán-Vargas, 2000).

Los síntomas y severidad del BSV son variables y pueden depender de las condiciones ambientales y del hospedero. Los síntomas más comunes son estriado clorótico y/o necrótico en secciones definidas de la lámina foliar, subdesarrollo y distorsión de hojas y racimos, subdesarrollo y arrosetamiento de plantas e hijos y pudrición de la base del pseudotallo. Bajo condiciones severas se observa necrosis de la hoja candela y necrosis interna del pseudotallo (Geering and Thomas, 2002). Ambos síntomas fueron observados en las plantas de FHIA 21 durante esta investigación.

Esta investigación mostró la alta incidencia del virus del rayado en el híbrido de plátano FHIA 21. En la literatura revisada se menciona la susceptibilidad de este híbrido al virus, sin embargo, no se cuantifica el daño. Por lo tanto, es importante continuar evaluando este híbrido en

distintas áreas geográficas de Puerto Rico porque su comportamiento depende de las condiciones ambientales (Geering y Thomas, 2002). Al momento, no lo recomendamos para siembras comerciales.

Ambos clones tienen una altura y diámetro de la planta similares. Con relación a los días a la florecida y de florecida a cosecha, el FHIA 21 requiere mayor número de días al compararse con el Maricongo. El manejo de la Sigatoka es importante en ambos clones, ya que aumenta el diámetro del pseudotallo lo que está relacionado con el peso de los racimos. Cuando el FHIA 21 es podado a cinco manos tiene 41% más frutas que el clon Maricongo. Sin embargo, para que estas frutas tengan posibilidades comerciales en el mercado fresco es necesario manejar la Sigatoka para que alcancen un peso promedio de 270 g; lo mismo ocurre con las frutas del clon Maricongo. El FHIA 21 mostró mayor tolerancia a la Sigatoka negra que el Maricongo. Sin embargo, no tiene resistencia al patógeno, tal y como se mostró en este estudio y se ha reportado en otros países (Herrera y Aristizábal, 2003; Bermúdez et al., 2000).

LITERATURA CITADA

- Bermúdez, I., P. Orellana, J. Pérez-Ponce, J. Clavero, N. Veitía, C. Romero, R. Mujica y L. García-R., 2000. Mejoramiento del clon híbrido de plátano FHIA 21 con el uso de mutagénesis *In vitro*. INFOMUSA 9 (1):16-18.
- Carlier, J., D. de Waele y J. Escalant, 2002. Evaluación global de la resistencia de los bananos al marchitamiento por *Fusarium*, enfermedades de las manchas foliares causadas por *Mycosphaerella* y nematodos. Guías técnicas INIBAP 63 pp.
- Cohan, J. P., C. Abadie, K. Tomekpe y J. Tchango, 2003. Evaluación del desempeño agronómico y de la resistencia a la Sigatoka negra del híbrido de plátano CRBP-39. INFOMUSA Vol. 12 (1):29-32.
- Cortés, M., M. Díaz, L. Gayol, A. Alvarado, E. Rosa-Márquez y W. Almodóvar, 2009. Distribución de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P.R.* 93 (3-4):269-272.
- Departamento de Agricultura, 2010a. Ingreso Bruto Agrícola de Puerto Rico. Oficina de Estadísticas Agrícolas. Estado Libre Asociado de Puerto Rico.
- Departamento de Agricultura, 2010b. Cuarentena número 12. Para prohibir la introducción al Estado Libre Asociado de Puerto Rico de semillas o partes vegetativas y frutos de plátanos y guineos procedentes de cualquier país extranjero y derogar la cuarentena vigente sobre el mismo asunto. Estado Libre Asociado de Puerto Rico.
- Escobar-Vélez, J. H. y J. Castaño-Zapata, 2005. Manejo de las enfermedades causadas por *Mycosphaerella* spp. mediante la aplicación de ácidos fúlvicos. INFOMUSA 14 (2):15-17.
- Estación Experimental Agrícola, 1995. Conjunto Tecnológico para la Producción de Plátanos y Guineos. Publicación 97. EEA, RUM, UPR 45 pp.
- Etebu, E., C. Pasberg-Gauhl, F. Gauhl y L. Ayibo Daniel-Kalio, 2005. Efecto de la luz y aeración sobre la esporulación y crecimiento lineal de *Mycosphaerella fijiensis*. INFOMUSA Vol. 14 (1):24-45.
- Geering, A. D. y J. E. Thomas, 2002. Banana streak virus. Descriptions of plant viruses. Association of Plant Biologists. <http://www.dpvweb.net/dpv/showadpv>.

- Goenaga, R. y H. Irizarry, 2006. Yield performance of two French-type plantain clones subjected to bunch pruning. *J. Agric. Univ. P.R.* 90 (3-4):173-182.
- Herrera, J. W. y M. Aristizabal, 2003. Caracterización del crecimiento y producción de híbridos y cultivares de plátano en Colombia. *INFOMUSA*, 12 (2):22-24.
- INIBAP, 2005. INIBAP annual report, 2004. International network for the improvement of banana and plantain. Montpellier, France.
- INIBAP, 2003. Networking banana and plantain: INIBAP Annual Report, 2002. International network for the improvement of banana and plantain, Montpellier, France.
- INIBAP, 2001. Networking banana and plantain: INIBAP Annual Report, 2000. International network for the improvement of banana and plantain, Montpellier, France.
- INIBAP, 1999. Networking banana and plantain. INIBAP Annual Report, 1998. International network for the improvement of banana and plantain, Montpellier, France.
- Irish, B. M., A. Crespo, R. Goenaga, R. Niedz y T. Ayala Silva, 2009. Ploidy level and genomic composition of *Musa* spp. accessions at the USDA-ARS Tropical Agriculture Research Station. *J. Agric. Univ. P.R.* 93 (1-2):1-21.
- Irish, B., R. Goenaga and R. C. Ploetz, 2006. *Mycosphaerella fijiensis*, causal agent of black Sigatoka of *Musa* spp. found in Puerto Rico and identified by polymerase chain reaction. *Plant disease* 90 (5):684.
- Irizarry, H. y J. Green, 1977. Pseudostem diameter as an index of relative bunch weight in plantains. *J. Agric. Univ. P.R.* 61 (2):250-252.
- Jacome, L., P. Lepoivre, D. Marin, R. Ortiz, R. Romero y J. V. Escalant (eds.), 2003. *Mycosphaerella* leaf diseases of bananas present status and outlook. Proceedings of the 2nd International Workshop on *Mycosphaerella* Leaf Spot Diseases. San José, Costa Rica, 20-23 de mayo de 2002.
- Lapeyre de Bellaire, L., E. Fouré, C. Abadie y J. Carlier, 2010. Fighting against an emerging disease. The case of black leaf streak disease in the banana industry. *Memorias XIX Reunión Internacional ACORBAT*. Pág. 70-84. Medellín-Colombia, 8-12 noviembre, 2010.
- Marengo Santiago, J. I., 2010. Epidemiología de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en una plantilla de guineo en Puerto Rico. Tesis de maestría en Protección de Cultivos. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.
- Merchán-Vargas, M., 2000. Prevención y manejo de la Sigatoka negra. Segunda Edición. Instituto Colombiano Agropecuario. 30 pp.
- Orjeda, G., J. Escalant y N. Moore, 1999. Programa Internacional de Evaluación de *Musa* (IMTP) Fase II sinopsis del informe final y resumen de los resultados. *INFO-MUSA* 8 (1):3-10.
- Ploetz, R., 2004. Enfermedades y plagas: Un análisis de su importancia y manejo. *INFO-MUSA*. Vol. 13 (2):11-16.
- Puch-Ceh, M., K. García-Sosa y L. M. Peña-Rodríguez, 2005. Optimización de las condiciones de cultivo de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. *INFOMUSA* Vol. 14 (1):21-23.
- Rengifo, D. y E. Galván, 2005. Evaluación de clones de plátanos comerciales e introducidos tolerantes a Sigatoka negra. Musáceas, resultados de investigación. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. 115 pp.
- Robinson, J. C., 1996. Bananas and plantains. CAB International, Walling Ford, UK. 238 pp.
- Rowe, P., 1998. Latest developments in the FHIA banana and plantain breeding program: Bred hybrids are now being grown commercially. *Memorias del seminario internacional sobre producción de plátano*. San José, Costa Rica. 33-43.
- Tomekpe, K., C. Jenny y J. V. Escalant, 2004. Análisis de las estrategias de mejoramiento convencional de *Musa*. *INFOMUSA* 13 (2):2-6.