

Comparación de caracteres anatómicos y morfológicos de raíces de cambur ‘Manzano’ (*Musa AAB*) y ‘Gran Enano’ (*Musa AAA*)

Comparison of anatomical and morphological characters of roots of ‘Manzano’ and ‘Gran Enano’ bananas

Grace FORTUL, Dorian RODRÍGUEZ, María Elena SANABRIA  y Rosario VALERA

Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”; Postgrados de Agronomía. Apartado 400. Barquisimeto, estado Lara, Venezuela. E-mails: rdorian@ucla.edu.ve, mesanabria@ucla.edu.ve y mesanabria@yahoo.com

 Autor para correspondencia

Recibido: 27/06/2008 Fin de primer arbitraje: 18/04/2009 Primera revisión recibida: 16/07/2009
Fin de segundo arbitraje: 19/08/2009 Segunda revisión recibida: 31/08/2009 Aceptado: 17/09/2009

RESUMEN

Las plantas desarrollan en sus órganos barreras mecánicas, entre estas el espesor, cantidad y calidad de las ceras superficiales, grosor de la pared celular y de las células que constituyen los tejidos protectores; que dificultan la entrada de los agentes patógenos. Se compararon caracteres anatómicos y morfológicos de raíces de plantas de cambur ‘Manzano’ (*Musa AAB*) y ‘Gran Enano’ (*Musa AAA*), cultivares susceptibles y resistentes, respectivamente, al ataque de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (raza 1)”, obtenidas de una finca ubicada en el estado Trujillo, para analizar su relación con la resistencia o susceptibilidad al ataque del Mal de Panamá. Se utilizaron tres plantas de cada cultivar. Las raíces se subdividieron en tres tercios: apical, medio y basal y se midió su grosor en cada uno con la ayuda de un vernier digital. Se realizaron preparaciones semi-permanentes con secciones transversales a mano alzada, la tinción fue con safranina, el montaje con agua: glicerina (1:1) y la determinación de las variables con un microscopio óptico Olympus Bx40 a un aumento de 500X. Se presentaron diferencias significativas entre los cultivares, en cuanto al grosor de las raíces, pero no entre los tercios en cada clon. Las raíces de cambur ‘Manzano’ resultaron ser más gruesas (5,00 mm) en comparación con las de ‘Gran Enano’ (3,54 mm). No se observaron diferencias entre los clones en relación al espesor de las células rizodérmicas, pero si entre los tercios. El espesor de la corteza en el cultivar ‘Gran Enano’ fue menor que en el ‘Manzano’, pero no varió significativamente entre las secciones. Los valores del diámetro del cilindro vascular fueron similares y aumentaron desde el tercio apical al basal, para ambos cultivares. El número total de vasos conductores fue mayor en las raíces de ‘Manzano’, sin embargo, las secciones no mostraron diferencias. La mayoría de los vasos se observaron sanos por lo que la función de estos en las raíces se vería muy poco afectada y los mismos seguirían siendo activos en la conducción de agua y nutrientes. No se observó evidencia de características anatómicas asociadas con la resistencia o susceptibilidad a enfermedades y plagas.

Palabras clave: Tilides, *Musaceae*, *Fusarium oxysporum*

ABSTRACT

Plants develop mechanic barriers among which are the amount and quality of surface serum, cell wall thickness, and width of protective tissue cells, which make difficult for pathogenic agents to penetrate. Anatomical and morphological characters of plant roots were compared in ‘Manzano’ and ‘Gran Enano’ banana plants, susceptible and resistant to *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (race 1), respectively, obtained from a commercial farm in Trujillo state, to analyze their relationship with their resistance or susceptibility to the Panamá disease. Three plants per cultivar were used. Roots were subdivided in three sections: basal, middle and apex and their thickness were measured with a vernier. Semi-permanent preparations with free hand transversal sections of the root were obtained, stained with safranin, mounted with water:glycerol (1:1) and observed with an Olympus Bx40 microscope at 500X. Statistical differences were found between cultivars with regard to root thickness, but not among root sections within each clone. ‘Manzano’ banana roots were thicker (5.00 mm) than the ‘Grand Nain’ ones (3.54 mm). Significant differences were not observed between clons but they were among sections. Cortex width in ‘Gran Enano’ was less than in ‘Manzano’ and no differences were observed among root sections. Diameter of vascular cylinder was similar in both clones and increased from the apex to the base. The total number of vessels was higher in ‘Manzano’ roots; however, root sections did not show differences. Most of the vessels were not damaged, thus they would continue to be active conducting water and nutrients. There was not evidence of the association of the anatomical and morphological characteristics with resistance or susceptibility to pests.

Key words: Tilides, *Musaceae*, *Fusarium* wilt.

INTRODUCCIÓN

Los plátanos y cambures pertenecen a las Musaceae, una familia con pocos géneros, estrictamente tropicales y que corresponde al grupo de las Monocotiledóneas, orden *Zingiberales*, género *Musa* (Simmonds, 1973; Heslop-Harrison *et al.*, 2007). Las especies de Musaceae comestibles, se agrupan en la sección *Eumusa* y tienen sus orígenes en *Musa acuminada* Colla y *Musa balbisiana* Colla, ambas silvestres y que por cruzamientos interespecíficos han segregado caracteres, formando una amplia gama de materiales con características de ambas. La primera fue denotada como AA y la segunda BB, contando entonces con diferentes combinaciones genéticas de acuerdo a su ploidía y composición genómica (Simmonds y Shepherd, 1955).

Los cambures constituyen el principal cultivo frutícola en Venezuela, conjuntamente con el plátano, aportando el 44% del volumen total de frutas producidas en el país (FAOSTAT, 2006). La explotación se concentra, principalmente, en Trujillo, Aragua, Yaracuy, Barinas, Táchira, Mérida, Miranda y Sucre y la producción está dirigida, en su mayoría, al mercado nacional. Hasta hace pocos años, en el estado Trujillo, se cultivaban unas 1.350 ha de cambur ‘Gran Enano’ (*Musa* AAA) y unas 1.600 ha de cambur ‘Manzano’ (*Musa* AAB), de las cuales 1.500 ha eran dedicadas solo para mercado de exportación (Rodríguez, 2000). Sin embargo, la alta incidencia del Mal de Panamá en esa zona causó la destrucción de gran parte de las plantaciones, quedando en la actualidad una reducida superficie dedicada solo al mercado nacional (Rodríguez, 2000). Las áreas sembradas con ‘Gran Enano’ (subgrupo Cavendish), permanecen en pie gracias a su resistencia a la enfermedad.

El “Mal de Panama”, causado por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, conocido por sus siglas como ‘Foc’, se presenta como un marchitamiento general de la planta. Los síntomas iniciales se observan en las hojas externas y bajas, las cuales exhiben un amarillamiento progresivo que avanza rápidamente de los bordes hacia la nervadura principal. Estos órganos en pocos días se marchitan, se secan y quiebran en la unión con el pseudotallo, quedando colgadas; posteriormente mueren. También, en el tallo y en el pseudotallo se observan áreas de color rojo ladrillo como consecuencia de la enfermedad y no afecta al fruto (Stover, 1972; Nava,

1997). Este patógeno se caracteriza por penetrar por la raíz de las plantas e invadir los vasos del xilema y si no es bloqueado por obstrucciones vasculares del hospedante, éste avanza dentro del corno (Carlier *et al.*, 2002).

Dentro de Foc se reconocen cuatro razas, siendo tres de ellas patógenas principalmente en cambures. La raza 1 afecta a los clones ‘Manzano’ y ‘Cuyaco’ (‘Gros Michel’: *Musa* AAA). La raza 2 es patogénica en Topochos (*Musa* ABB) y tetraploides (*Musa* AAAA). La raza 3 es patogénica en especies de *Heliconia* (Waite, 1963); la raza 4, lo es en cultivares del subgrupo Cavendish, incluyendo a ‘Gran Enano’ (*Musa* AAA), además de los clones susceptibles de las razas 1 y 2. Inicialmente, esta raza 4 estaba limitada, geográficamente, a las áreas subtropicales como Australia, Islas Canarias, Sur África y Taiwán (Ploetz, 1990), pero, actualmente existe una variante, la Raza Tropical 4 (RT4), que afecta al cultivo en áreas tropicales y que constituye una amenaza para las zonas productoras de Cavendish en América (Molina, 2006).

No se conocen métodos de control químico eficaces contra Foc, solo el uso de variedades resistentes (Agusti, 2004). En Venezuela, se han identificado las razas 1 y 2 con variaciones fenotípicas entre ellas (Guédez y Rodríguez, 2004; Rodríguez *et al.*, 2006).

Las plantas desarrollan características estructurales o barreras mecánicas en sus órganos que dificultan el contacto o entrada de los agentes patógenos (Anderson Prouty y Albersheim, 1975). Entre éstas, el espesor, cantidad y calidad de las ceras superficiales, el grosor de la pared celular y de las células que constituyen los tejidos protectores pueden actuar en el impedimento físico para el establecimiento y penetración de microorganismos (Agrios, 2005).

En musáceas se ha señalado la presencia o formación de tílides en los vasos xilemáticos de las raíces, como una respuesta a la infección de tejidos vasculares por Foc, evitando de esta forma el avance del patógeno por la obstrucción de los mismos. Van der Molen *et al.* (1987) estudiaron la ultraestructura de la formación de tílides en materiales de cambures resistentes a Foc y observaron que en el lumen de los vasos de las raíces de plantas no inoculadas con el patógeno no se formaron geles ni tílides o cualquier otra inclusión citoplasmática; por el contrario, en

plantas inoculadas, a los cuatro días mostraban la formación de tílides, a partir de las células parenquimáticas en contacto con sus paredes, y la presencia de geles en el lumen del mismo, llegando a obstruirlo completamente ocho días después de la inoculación.

Beckman (1990) comparó el tiempo necesario para la formación de tílides en raíces de cultivares resistentes y susceptibles de cambur y tomate, observando que los vasos infectados de los materiales resistentes fueron obstruidos rápidamente y en los susceptibles, el desarrollo de estas estructuras de defensa fue retardado. Al ser las raíces de la planta de cambur el sitio primario de infección por *Foc*, resulta necesaria una evaluación de manera cuidadosa de éste órgano. Sin embargo, las investigaciones enfocadas al sistema radical de estas son escasas, debido a la dificultad que representa excavar plantas completas, procedimiento este que resulta molesto y lento (Sevem Ellis *et al.*, 2003). El objetivo de esta investigación fue comparar las características anatómicas y morfológicas de las raíces en plantas de cambur ‘Manzano’ y ‘Gran Enano’, el primero susceptible y el segundo resistente a la raza 1 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cúbense*, y discutir la posible relación de estos parámetros ante el patógeno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal

El material vegetal se obtuvo de plantas de cambur ‘Manzano’, clon susceptible, y ‘Gran Enano’, resistente a *Foc*, de la misma edad y aparentemente sanas, de la Finca “La Milagrosa”, Sector Punta Maya, Parroquia El Progreso, Municipio La Ceiba, en el estado Trujillo; el mismo consistió de seis raíces (10-15 cm de largo) de cada una de tres plantas de cada cultivar. Posteriormente, las raíces se lavaron con abundante agua corriente, se midieron y se subdividieron en tres tercios; apical (a 3 cm del meristemo sub-apical), medio y basal (a 3 cm del rizoma) y preservadas en etanol al 70% hasta su procesamiento en el laboratorio. En cada porción se tomó una sección de 1 cm de largo.

Determinación del grosor y estudio histológico de las raíces

A los tercios apical, medio y basal de las raíces se le determinó su grosor con la ayuda de un vernier digital. Para los estudios histológicos de las

raíces se prepararon láminas semipermanentes con secciones transversales a mano alzada. La tinción fue directa, total y pancromática con safranina y el montaje con agua:glicerina (1:1) (Castro Laporté *et al.*, 1991). Las observaciones y determinación de las variables se realizó en un microscopio óptico Olympus Bx40 a un aumento de 400X, provisto de una escala micrométrica. Las variables determinadas fueron: grosor de la rizodermis y de la corteza (incluyendo exodermis y endodermis), diámetro del cilindro vascular; número de vasos xilemáticos totales, sanos y con daños en el campo visual; se consideraron vasos dañados aquellos con presencia de tílides, gomas o cualquier otro contenido que los diferenciara del resto. Se realizaron 3 repeticiones por cada muestra y el análisis de varianza de los datos, el cual se hizo con el programa Statistix, versión 8.0 (Analytical Software), haciendo uso de una prueba factorial 2², y el análisis de comparación múltiple de medias se realizó por la prueba de Tukey HDS.

RESULTADOS Y DISCUSION

Determinación del grosor de los tercios apical, medio y basal de las raíces

Se presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) entre los cultivares en cuanto al grosor de las raíces, igualmente ($P \leq 0,05$) entre los tercios para cada cultivar (Cuadro 1). Las raíces de cambur ‘Manzano’ resultaron ser más gruesas (5,00 mm) que las de ‘Gran Enano’ (3,54 mm). Los valores obtenidos están dentro de los rangos señalados para éste órgano en Musaceae (5,0 a 8,0 mm) (Simmonds, 1973).

Cuadro 1. Grosor (mm) de los tercios apical, medio y basal de las raíces de cambur ‘Manzano’ (*Musa* AAB) y ‘Gran Enano’ (*Musa* AAA).

Cultivar	Grosor de la raíz (mm)
‘Manzano’	5,00 a
‘Gran Enano’	3,54 b
Significación	**
Tercios	
Apical	3,95 b
Medio	4,31 ab
Basal	4,54 a
Significación	*
C. V. (%)	21,33

C. V. : Coeficiente de variación

* Significativo ($p \leq 0,05$)

** Altamente significativo ($p \leq 0,05$).

Medias con letras diferentes indican diferencias según la Prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Stover y Simmonds (1987) señalaron que el grosor de la raíz está influenciado por la ploidía, encontrando que para los triploides era de 6,2 a 8,5 mm. En este caso se trata también de dos cultivares triploides, con la diferencia de que el cambur ‘Manzano’ tiene un juego de cromosomas de *Musa balbisiana* (AAB) que no está presente en ‘Gran Enano’, el cual tiene solo cromosomas de *M. acuminata* (AAA).

En los cultivares estudiados se observó una disminución del grosor de la raíz desde la base hacia el ápice, lo cual se explica por la formación de nuevas células, el alargamiento de las mismas y la diferenciación de los tejidos radicales (Lüttge *et al.*, 1993), es decir que por su crecimiento en longitud y el grado de diferenciación, ocurre un aumento desde el ápice hacia la base.

Determinación del espesor de la rizodermis, la corteza y el diámetro del cilindro central de los tercios apical, medio y basal de las raíces.

No se observaron diferencias ($p > 0,05$) entre los cultivares en cuanto al grosor de las células de la rizodermis, pero si entre los tercios ($p \leq 0,01$) y para

la interacción de estos dos factores (Cuadro 2). Esta variable se incrementó a medida que avanzó el desarrollo del órgano, desde el ápice hasta el tercio basal en el cambur ‘Manzano’; no siendo así en el clon ‘Gran Enano’, donde éstas fueron menos gruesas en el tercio medio. La rizodermis contribuye significativamente en la absorción de agua y nutrientes en la planta (Draye *et al.*, 2003), por lo que una variación en estas afectaría directamente dicha actividad.

En cuanto a la corteza y al diámetro del cilindro central, se observaron diferencias ($p \leq 0,01$) entre los clones, pero no entre los tercios ni las interacciones. Los valores fueron mas altos en ‘Manzano’ que en ‘Gran Enano’, esto quizás se deba a que el primer material posee en sus núcleos un juego de cromosomas de *M. balbisiana*, la cual es considerada mas robusta (Champion, 1975), lo que se traduciría en mayor tamaño de las células.

A pesar de no haber diferencias estadísticas entre los tercios, se observó una tendencia hacia un ligero aumento desde el ápice hacia la base, lo cual se debe a la formación de nuevos tejidos (Lüttge *et al.*, 1993).

Cuadro 2. Grosor (μm) de la rizodermis, corteza y diámetro del cilindro central en las secciones transversales de raíces de cambur ‘Manzano’ (*Musa* AAB) y ‘Gran Enano’ (*Musa* AAA).

Cultivares	Grosor de la Rizodermis (μm)	Grosor de la Corteza (μm)	Diámetro del Cilindro Central (μm)
‘Manzano’	3,23	182,55 a	177,57 a
‘Gran Enano’	3,15	147,04 b	161,56 b
Significación	ns	**	**
Tercio			
Apical	3,18 b	160,00	164,89
Medio	2,94 c	164,63	167,63
Basal	3,45 a	169,75	176,18
Significación	**	ns	ns
Cultivar x Tercio			
‘Manzano’ x Apical	3,16 b	178,20	176,61
‘Manzano’ x Medio	3,21 ab	178,86	174,76
‘Manzano’ x Basal	3,32 ab	190,59	181,33
‘Gran Enano’ x Apical	3,21 ab	141,80	153,18
‘Gran Enano’ x Medio	2,67 c	150,39	160,49
‘Gran Enano’ x Basal	3,58 a	148,92	171,02
Significación	*	ns	ns
C. V. (%)	21,65	23,49	29,25

C. V. : Coeficiente de variación

ns No Significativo ($p > 0,05$); * Significativo ($p \leq 0,05$); ** Altamente significativo ($p \leq 0,05$).

Medias con letras diferentes indican diferencias según la Prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Determinación del número de vasos totales, sanos y con daños en las secciones transversales de raíces

El número total de vasos conductores fue mayor en las raíces de cambur ‘Manzano’ que en las de ‘Gran Enano’ ($p \leq 0,01$), sin embargo, los tercios intra clon no mostraron diferencias significativas (Cuadro 3). La mayoría de los vasos se observaron sanos y en cuanto a los vasos dañados se observó una tendencia hacia un mayor número de ellos en los del cultivar ‘Gran Enano’, especialmente en el tercio apical; posiblemente asociado a la característica de resistencia de este clon. En general, la cantidad de vasos dañados fue muy baja para ambos materiales por lo que la función de los vasos se vería muy poco afectada y los mismos seguirían siendo activos en la conducción de agua y nutrientes (Flores-Vindas, 1999). La presencia de las tílides en los vasos indicó la invasión de las raíces por microorganismos, lo que demostró que las plantas no estaban completamente sanas. Es importante mencionar que la ausencia de síntomas pudo deberse a dos razones, que el organismo presente corresponda a Foc, pero en un estado temprano de la infección, u otro organismo endofítico que no induce síntomas (en ambos clones). Por otra parte, al observarse vasos dañados en ambos clones sugiere que los organismos penetran tanto al

susceptible como al resistente y que la existencia de esas estructuras no es indicativa de la respuesta del clon exclusivamente frente al patógeno (Figura 1).

Las estructuras histológicas de defensa observadas en las secciones transversales de las raíces de ambos materiales también han sido reportadas en plantas invadidas por otros patógenos como *Endothia parasítica*, el cual produce una toxina llamada diaportina, que estimula la formación de tílides en el castaño; igualmente en plantas de papa afectada por *Fusarium oxysporum* se producen, aparentemente para limitar la invasión del micelio y en el caso de alfalfa y *Verticillium albo-atrum* también limitan el avance del patógeno. En la marchitez del boniato, causada por *F. oxysporum* f. sp. *batatas*, éstas se originan en algunas variedades, cuando el hongo está todavía en las raicillas jóvenes y bloquean la diseminación de éste, por lo cual hacen resistentes a esas variedades (Carlier *et al.*, 2002).

CONCLUSIONES

Las raíces de cambur Manzano resultaron ser más gruesas que las de ‘Gran Enano’, así mismo, la corteza y el cilindro vascular, sin embargo, tales caracteres no parecen estar asociados con la

Cuadro 3. Número de vasos conductores totales, sanos y con daños en las secciones transversales de raíces de cambur ‘Manzano’ (*Musa* AAB) y ‘Gran Enano’ (*Musa* AAA) en el campo visual (400X).

Cultivares	No. Vasos totales	No. Vasos sanos	No. Vasos con daños ¹
‘Manzano’	61,30 a	59,96 a	1,35 b
‘Gran Enano’	39,07 b	36,37 b	2,63 a
Significación	**	**	**
Tercio			
Apical	47,71 b	45,15 b	2,56
Medio	51,68 a	49,55 a	2,03
Basal	51,17 ab	49,78 a	1,38
Significación	*	*	ns
Cultivar x Tercio			
‘Manzano’ x Apical	58,73	57,04	1,69
‘Manzano’ x Medio	63,08	61,88	1,20
‘Manzano’ x Basal	62,10	60,94	1,16
‘Gran Enano’ x Apical	36,69	33,26	3,43
‘Gran Enano’ x Medio	40,28	37,22	2,86
‘Gran Enano’ x Basal	40,24	38,63	1,61
Significación	ns	ns	ns
C. V. (%)	22,13	23,93	38,50

C. V. : Coeficiente de variación

ns No Significativo ($p > 0,05$); * Significativo ($p \leq 0,05$); ** Altamente significativo ($p \leq 0,05$).

Medias con letras diferentes indican diferencias según la Prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

¹Datos transformados mediante $\sqrt{(x+1,5)}$

resistencia o susceptibilidad a *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*. Se observó una tendencia a la mayor formación de tílides en el clon ‘Gran Enano’, el cual es resistente al hongo.

LITERATURA CITADA

Agrios, G. N. 2005. Plant pathology. Fifth Edition. Editorial Elsevier Academic press. 922 p.

Agusti, M. 2004. Fruticultura. Ediciones Mundi-Prensa. España. 493 p.

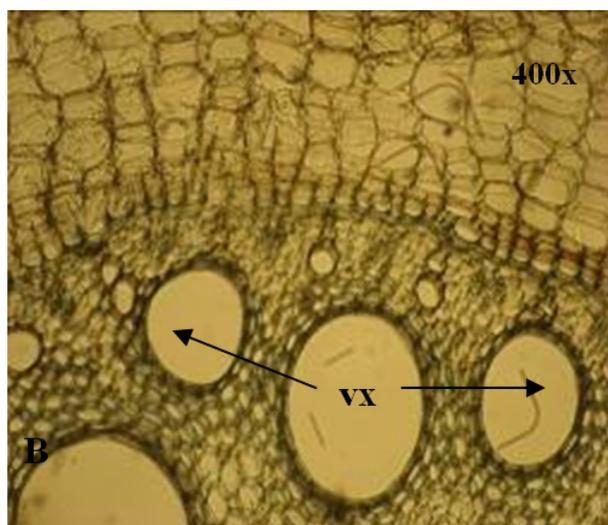
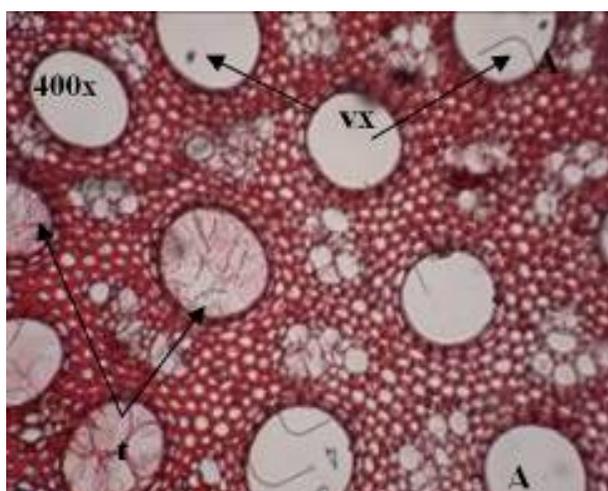


Figura 1. A. Sección transversal del cilindro central de la raíz de cambur ‘Manzano’ (*Musa* AAB), mostrando los vasos xilemáticos sanos (vx) y las tílides (t). B. Sección transversal del cilindro central de la raíz de ‘Gran Enano’ (*Musa* AAA) mostrando los vasos de xilema sanos (vx).

Anderson Prouty, A. and P. Albersheim 1975. Host pathogen interactions. *Plant physiology* 56: 286-291.

Beckman, C. 1990. Host response to the pathogen. *In: Fusarium Wilt of Banana*. Ed. R.C. Ploetz. APS Press, St Paul, Minnesota. 140 p.

Carlier J.; D. de Waele y J. Escalante. 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.

Castro Laporté, M.; J. Guevara y A. Magallanes. 1991. Anatomía de cuatro especies siempre verdes presentes en la zona de banco, sub-banco y bajío de la estación Experimental Caparo (Estado Barinas). *Ernstia* 11 (1): 56-73.

Champion, J. 1975. El Plátano. Editorial Blume, Barcelona, España. 247 p.

Draye, X.; F. Lecompte y L. Pagés. 2003. Distribution of banana roots in time and space: New tools for an old science. *Proceedings of an International Symposium held in San José, Costa Rica on 3-5 November 2003*.

FAOSTAT. 2006. Banano, notas sobre productos básicos: situación del mercado del banano en 2005 y comienzos de 2006. <http://www.fao.org> (Consultada Enero 12, 2008).

Flores Vindas, E. 1999. La planta: estructura y función. Libro Universitario Regional (LUR). Tomo II. 884pp.

Guédez, C. y D. Rodríguez. 2004. Compatibilidad vegetativa y raza patogénica de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* del estado Trujillo, Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 17: 30-32.

Heslop Harrison, J. and Schwarzacher, T. 2007. Domestication, Genomics and the Future for Banana. *Annals of Botany* 100: 1073-1084.

Lüttge, U.; M. Kluge y G. Bauen 1993. *Botánica*. Ediciones McGraw-Hill Interamericana de España. 573pp.

Molina, A. 2006. Transcontinental diseases that are potential threat to the banana industry in Latin

- America. XVII ACORBAT International Meeting. Joinville, Brasil.
- Nava, C. 1997. El plátano. Su cultivo en Venezuela. Ediciones Astro Data S. A. Maracaibo, Venezuela. 130 p.
- Paniagua, R.; P. Nistra, M. Alvares, B. Fraiel, R. Anadón y F. Sáez. 2002. Citología e histología vegetal y animal. Biología de las células y tejidos animales y vegetales. 3era Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana. 1002 p.
- Ploetz, R. 1990. Population biology of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. In Ploetz RC (Ed.). *Fusarium* wilt of Banana. APS Pres. St Paul, Mn, USA. P. 63-76.
- Rodríguez, D. 2000. Ocurrencia de *Fusarium oxysporum* en plantaciones de cambur manzano en el estado Trujillo, Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 13: 22-24.
- Rodríguez, D.; G. Martínez, N. Sanabria y B. Camacho. 2006. Ocurrencia de la marchitez por *Fusarium* en Venezuela. XVII ACORBAT International Meeting. Joinville, Brasil. p 650-652.
- Sevem Ellis, A.; M. Daneel, K. De Jager, y D. De Waele. 2003. Desarrollo de un sistema aeropónico para el estudio de la respuesta de las raíces de banano a la infección con *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* y *R. similis*. *INFOMUSA (FRA)*, 12 (1): 22-24.
- Simmonds, N. y K. Shepherd 1955. The Taxonomy and Origins of the Cultivated Bananas. *J. Linn. Soc. Lond., Bot.* 55: 302-312.
- Simmonds. N. W. 1973. Los Plátanos. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Primera Edición. Editorial Blume, Barcelona. 539 p.
- Stover, R. 1972. Banana, Plantain, and Abaca Diseases. Commonwealth Mycological Institute, Kew, England. 316pp.
- Stover, R. y N. Simmonds. 1987. Bananas. Tropical Agriculture Series. Third edition. Longman Scientific & Technical. 468 p.
- Van der Molen, G.; C. H. Beckman and E. Rodehorst. 1987. The ultrastructure of tylose formation in banana following inoculation with *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 31: 185-200.
- Waite, B. H. 1963. Wilt of *Heliconia* spp. caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 3. *Trop. Agric. (Trinidad)* 40: 299-305.