

## Evaluación de algunas variables de la epidermis foliar en tres clones de *Musa* y su relación con resistencia a sigatoka (*Mycosphaerella* sp.)

Gustavo Rodríguez\*<sup>1</sup>, Manuel Negrín<sup>1</sup> y Marina García<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Agronomía e <sup>2</sup>Instituto de Botánica Agrícola. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay. Apdo. 4579. Aragua. Venezuela

### RESUMEN

A los fines de evaluar la posible relación entre algunas variables anatómicas de la epidermis foliar en tres clones de *Musa* y su resistencia a la enfermedad de sigatoka, se realizó un ensayo en la Estación Experimental "Experta", de la Universidad Central de Venezuela, ubicada en Maracay. Se evaluaron los clones 'Titiaro' (*Musa* AA), 'Gran Enano' (*Musa* AAA) y 'FHIA-18' (*Musa* AAAB), clasificados como susceptible, medianamente resistente y resistente a sigatoka respectivamente. En un diseño completamente aleatorizado, se tomaron muestras de la lámina foliar de plantas entre 6 y 7 meses de edad, seleccionando la hoja número 3 en sentido ápice-base. Las variables evaluadas a nivel de epidermis adaxial y abaxial fueron grosor de cutícula y epidermis ( $\mu\text{m}$ ), longitud de los estomas ( $\mu\text{m}$ ) y densidad estomática (estomas/ $\text{mm}^2$ ). Se efectuaron secciones transversales y macerados, observando los mayores valores de grosor de cutícula adaxial y abaxial en 'FHIA-18', mientras que los menores registros correspondieron al clon 'Titiaro'. La densidad estomática en la epidermis abaxial fue menor en 'FHIA-18' (110,5 estomas/ $\text{mm}^2$ ), seguido por 'Gran Enano' (168,2 estomas/ $\text{mm}^2$ ) y 'Titiaro' (211,6 estomas/ $\text{mm}^2$ ), evidenciando que a mayor ploidía, menor densidad estomática. Los resultados muestran características anatómicas foliares evaluadas en el clon 'FHIA-18' que podrían representar barreras físicas más efectivas a la penetración y colonización del hongo, lo cual pudiera asociarse con su comportamiento resistente, mientras el clon 'Titiaro' mostró la mayor densidad estomática, lo cual podría relacionarse con su grado de susceptibilidad a sigatoka.

**Palabras clave:** anatomía foliar, densidad estomática, *Musa*, *Mycosphaerella*, ploidía, sigatoka.

### Evaluation of some variables on foliar epidermis in three *Musa* clones and its relationship to sigatoka (*Mycosphaerella* sp.) disease resistance

### ABSTRACT

To evaluate the possible relationship of some anatomic variables of foliar epidermis in three *Musa* clones and its resistance to sigatoka disease a studied was conducted at the Experta Experimental Station of the Central University of Venezuela, in Maracay. The clones 'Titiaro' (*Musa* AA), 'Gran Enano' (*Musa* AAA), and 'FHIA-18' (*Musa* AAAB), classified as susceptible, half resistant, and resistant to sigatoka disease respectively, were evaluated. Leaf blade tissues of plants with 6 to 7 months old were taken, and leaf number 3 from top to base was sampled. Fixed and transverse sections and macerates of the blade were prepared. The evaluated variables in adaxial and abaxial epidermis were thickness of cuticle and largest epidermis ( $\mu\text{m}$ ), stomatal length ( $\mu\text{m}$ ), and stomatal density (stomata/ $\text{mm}^2$ ). It was observed that the highest adaxial and abaxial cuticle thickness were found on 'FHIA-18', while the smallest values of these variables were found on

---

\*Autor de correspondencia: Gustavo Rodríguez

E-mail: rodriguezg@agr.ucv.ve

Recibido: 19 febrero, 2009

Aceptado: 25 noviembre, 2009

'Titiaro'. The stomatal density on the abaxial epidermis was lower in 'FHIA-18' (110.5 stomata/mm<sup>2</sup>), followed by 'Gran Enano' (168.2 stomata/mm<sup>2</sup>) and 'Titiaro' (211.6 stomata/mm<sup>2</sup>). These density values of stomata seem to be related to ploidy level, corresponding the largest ploidy with the lower stomatal density. Also, it showed the presence of anatomic characteristics in the epidermis of 'FHIA-18' which could represent more effective physical barriers against the penetration and invasion of the fungi and it could be associated to fungi resistance. 'Titiaro' clone had the highest stomatal density, which could be associated to its susceptibility to the sigatoka disease.

**Key words:** foliar anatomy, stomatal density, *Musa*, *Mycosphaerella*, ploidy, sigatoka,

## INTRODUCCIÓN

En Venezuela prácticamente todas las zonas donde se producen bananos y plátanos se ven afectadas por la sigatoka negra y sigatoka amarilla, enfermedades causadas por los hongos *Mycosphaerella fijiensis* Morelet y *M. musicola* Leach et Mulder, respectivamente (Aguirre et al., 1999). En los últimos años, Venezuela y otros países productores de banano y plátano han recurrido al uso de cultivares resistentes, prácticas agronómicas y culturales como estrategias para generar manejos integrales que reduzcan la incidencia y severidad de los daños causados por dichas enfermedades en las plantaciones de *Musa*.

La sigatoka amarilla y sigatoka negra repercuten negativamente sobre diferentes zonas productoras de banano y plátano del país, afectando tanto a pequeños como grandes productores con una reducción en la productividad y un incremento en los costos de producción de estos rubros (Martínez et al., 1998). El control químico resulta una práctica común en los sistemas de producción intensivos; no obstante, la adopción de ciertas prácticas culturales como deshoje fitosanitario y manejo del riego han provocado una reducción en la cantidad de ciclos de aplicación/año en el cultivo, haciendo que disminuyan los altos costos por concepto de adquisición de agroquímicos.

El comportamiento de los clones tradicionalmente cultivados es variable en cuanto a sigatoka, existiendo diferentes grados de susceptibilidad, ya que algunos materiales poseen características de resistencia debido al mejoramiento genético (González et al., 2003). Adicionalmente, algunos clones presentan características intrínsecas que les confieren cierto grado de resistencia a la enfermedad, lo cual resulta interesante de estudiar para comprender los mecanismos que regulan dicho comportamiento, y así poder enfocar los programas de control integrado de la enfermedad, o bien orientar el mejoramiento genético (Valerio et al., 2002). El uso de clones resistentes en los sistemas de pequeños agricultores representa una estrategia para la sostenibilidad de la producción de estas comunidades, en virtud que les resulta muy difícil adoptar el control químico por el elevado costo de los productos.

La incidencia de sigatoka está asociada a variables climáticas, donde la precipitación, temperatura y humedad relativa juegan un papel importante. La mayor incidencia de la enfermedad se presenta en zonas con precipitaciones mayores a 1 500 mm/año y humedad relativa superior al 80% (Martínez et al., 2000; Nava, 2002).

En cuanto a estudios de incidencia de sigatoka en clones de *Musa*, Leiva et al. (2002) evaluaron el empleo de inóculos de *M. fijiensis* en vitroplantas de 'Gran Enano' y 'FHIA-18' bajo condiciones de invernadero. Del mismo modo, otros clones de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) han sido ampliamente evaluados frente a esta enfermedad en diferentes países y condiciones agroecológicas (Romero y Sutton, 1997; González et al., 2003).

Por otra parte, y considerando la existencia de posibles barreras físicas al hongo, se han realizado estudios orientados a relacionar la anatomía foliar (fundamentalmente tejidos foliares, así como cantidad y tamaño de estomas) con la incidencia de sigatoka en distintos clones de *Musa*, encontrando respuestas y mecanismos diferenciales en los materiales evaluados (Aguilar y Smits, 1997; Craenen et al., 1997; Valerio et al., 2002; García et al., 2004; Hernández et al., 2006)

La presente investigación se desarrolló con la finalidad de estudiar algunas variables anatómicas de la epidermis foliar en tres clones de *Musa* de diferente ploidía y su comportamiento ante sigatoka, a los fines de establecer la posible relación entre dichas variables y la resistencia a la enfermedad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron clones de diferente ploidía, los cuales son señalados por la literatura como materiales de distinta composición genómica y comportamiento ante sigatoka (Haddad, 2001; Valerio et al., 2002). Los materiales evaluados fueron: 'Titiaro' (*Musa* AA), 'Gran Enano' (*Musa* AAA) y 'FHIA-18' (*Musa* AAAB), clasificados

como susceptible, medianamente resistente y resistente a sigatoka, respectivamente.

De los materiales seleccionados, se tomaron muestras de la lámina foliar en plantas del Banco de Germoplasma de *Musa*, adscrito a la Estación Experimental Experta de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela (UCV), la cual se halla localizada en una zona correspondiente a un Bosque Seco Tropical. Por cada clon, se seleccionaron tres plantas en etapa vegetativa, entre 6 y 7 meses de edad, y un tamaño aproximado equivalente a 3/4 partes de la altura de la planta madre. Como criterio de selección del material foliar estudiado, en sentido ápice-base se tomó la hoja número tres, por representar ésta la hoja más joven completamente expandida. En dicha hoja se muestreó una porción de aproximadamente 3x3 cm, localizada en el tercio medio del semilimbo derecho. Las muestras se lavaron con agua destilada y se fijaron en FAA (formalina, ácido acético y etanol 70%) hasta su procesamiento, el cual se realizó en el Laboratorio de Anatomía Vegetal del Instituto de Botánica Agrícola, Facultad de Agronomía, UCV.

Se realizaron secciones transversales a mano alzada de la lámina, y macerados para la observación de la epidermis en vista frontal, empleando en éstos últimos una solución de hipoclorito de sodio al 2,5% a temperatura ambiente. Todas las secciones transversales y macerados se tiñeron con azul de toluidina acuosa al 1% y se montaron en una solución de agua:glicerina (1:1) para la obtención de láminas semipermanentes, las cuales se estudiaron bajo un microscopio marca Leitz, equipado con un ocular calibrado para determinar algunas variables anatómicas cuantitativas. Asimismo, se tomaron imágenes digitales tanto de las secciones transversales como de los macerados empleando un microscopio Olympus BX40 y una cámara digital Canon PowerShot S410.

A nivel de epidermis adaxial y abaxial, se evaluaron grosor de cutícula ( $\mu\text{m}$ ), grosor de epidermis ( $\mu\text{m}$ ), longitud de los estomas ( $\mu\text{m}$ ) y densidad estomática (estomas/ $\text{mm}^2$ )

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones, donde los tratamientos estuvieron representados por cada uno de los clones seleccionados. Para el análisis de los datos se efectuó un análisis de varianza (ANAVAR) previa revisión del cumplimiento de los supuestos del mismo. El nivel de significancia fue 5%, y la diferencia entre medias se evaluó a través de la prueba de Tukey. En el caso de las variables que no cumplieron con los supuestos del ANAVAR, el análisis se realizó vía no paramétrica, empleando la prueba de Kruskal-Wallis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Grosor de cutícula

En el Cuadro 1 se observa que en los clones medianamente resistentes y resistentes como 'Gran Enano' y 'FHIA-18', respectivamente, el grosor de la cutícula adaxial fue mayor respecto a 'Titiaro'. En cuanto a la cutícula abaxial, 'FHIA-18' mostró el mayor espesor, mientras que 'Gran Enano' y 'Titiaro' exhibieron los menores valores, sin diferencias significativas entre estos últimos. La cutícula es una película acelular compuesta principalmente por ceras y cutina, la cual reviste la superficie externa de las células epidérmicas y cuya función es disminuir las pérdidas no controladas de agua en los tejidos foliares frescos. Algunas veces, ésta puede servir como barrera física al ataque de insectos y patógenos (Dickison, 2000).

Por su parte, la cutícula abaxial reviste importancia en cuanto a la epidemiología de la enfermedad, ya que el hongo causante de sigatoka penetra fundamentalmente por la superficie abaxial de la hoja, siendo el grosor de la cutícula una barrera física determinante para la posible entrada del patógeno (Craenen *et al.*, 1997). La presencia de una cutícula de mayor espesor en ambas epidermis en el clon 'FHIA-18' sugiere la existencia de una posible barrera física que puede ofrecer mayor protección contra el ataque del patógeno, tal como ha sido reportado por otros autores (Aguilar y Smits, 1997; Romero y Sutton, 1997; Craenen *et al.*, 1997). En este sentido, Valerio *et al.* (2002) evaluaron la anatomía foliar en diferentes clones de *Musa*, indicando que los materiales con mayor grosor de cutícula adaxial y abaxial se correspondían con el mayor grado de resistencia frente a sigatoka, lo cual coincide con los resultados obtenidos en la presente investigación.

### Grosor de la epidermis

Al igual que en el caso anterior, esta variable arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los clones (Cuadro 1). Se encontró que para 'Titiaro' el grosor de epidermis adaxial y abaxial fue menor comparado con los otros clones evaluados. Esto corrobora lo planteado por Aguilar y Smits (1997), quienes señalaron que materiales susceptibles poseen menores grosores de tejidos foliares asociados a barreras físicas contra la entrada del patógeno a la planta. La cara abaxial presentó mayor variación de espesor de epidermis entre los clones estudiados. Se destaca el hecho que los valores encontrados en 'FHIA-18' y 'Gran Enano' fueron similares, pero mayores a los obtenidos en 'Titiaro'.

Al relacionar la epidermis foliar con la epidemiología de la enfermedad, existen estudios que indican que mayores

**Cuadro 1.** Grosor de la cutícula y epidermis adaxial y abaxial en tres clones de *Musa* con diferente ploidía

Clon	Cutícula ( $\mu\text{m}$ )		Epidermis ( $\mu\text{m}$ )	
	Adaxial	Abaxial	Adaxial	Abaxial
'Titiaro'	1,07 b <sup>1</sup>	1,02 b	18,47 b	10,80 c
'Gran Enano'	2,38 a	1,11 b	20,60 a	16,53 a
'FHIA-18'	2,76 a	1,76 a	20,00 ab	15,33 b
P rob.	*	*	*	*
CV (%) <sup>2</sup>	16,65	15,09	17,04	15,41

<sup>1</sup>Medias con letras iguales en una misma columna forman grupos homogéneos de acuerdo con la Prueba de Medias de Kruskal-Wallis ( $\alpha = 0,05$ )

<sup>2</sup>CV: Coeficiente de variación.

espesores guardan relación con su condición de resistente a sigatoka, comparado con los menores espesores en los clones clasificados como susceptibles (Valerio *et al.*, 2000; Hernández *et al.*, 2006). Los mismos autores reportan que el hongo *Mycospharella sp.* penetra fundamentalmente por el envés de la hoja o superficie abaxial, y precisamente en esa superficie fue donde el clon clasificado como susceptible presentó los menores espesores de epidermis, evidenciando así el posible efecto de barrera frente a la entrada del patógeno a la planta.

### Densidad estomática

En ambas superficies se presentó la tendencia a una mayor densidad estomática en el clon 'Titiaro', disminuyendo progresivamente en 'Gran Enano', con los menores valores para 'FHIA-18' (Cuadro 2). En relación con la variable densidad estomática adaxial, los resultados obtenidos indican que los clones 'Gran Enano' y 'FHIA-18' se comportaron en forma similar, perteneciendo al mismo grupo jerárquico. En estos dos clones, los valores resultaron inferiores a los encontrados en 'Titiaro', sugiriendo una mayor cantidad de

**Cuadro 2.** Densidad y longitud estomática en epidermis adaxial y abaxial de tres clones de *Musa* con diferente ploidía

Clon	Densidad (estomas/mm <sup>2</sup> )		Longitud ( $\mu\text{m}$ )	
	Adaxial	Abaxial	Adaxial	Abaxial
'Titiaro'	47,47 a <sup>1</sup>	211,64 a	34,00 c	29,18 c
'Gran Enano'	21,31 b	168,20 b	41,40 b	34,82 b
'FHIA-18'	16,07 b	110,50 c	45,80 a	43,02 a
Prob.	*	*	*	*
CV (%) <sup>2</sup>	43,07	13,56	9,17	11,76

<sup>1</sup>Medias con letras iguales en una misma columna forman grupos homogéneos de acuerdo con la Prueba de Medias de Kruskal-Wallis ( $\alpha = 0,05$ )

<sup>2</sup>CV: Coeficiente de variación.

aperturas naturales para la posible penetración del hongo en el clon diploide. En la superficie abaxial aumentó notablemente la densidad estomática, lo cual es una característica de la familia *Musaceae* (Soto, 1992), además de ser una tendencia común en hojas anfiestomáticas (Dickson, 2000). En los clones estudiados, la relación entre la densidad estomática abaxial y adaxial osciló entre 4:1 y 8:1, respectivamente. Los resultados señalan que 'FHIA-18' presentó el menor valor de densidad estomática, mientras que el clon 'Titiaro' mostró la mayor densidad, lo cual puede relacionarse en forma directa con el grado de susceptibilidad ante la enfermedad de sigatoka para este último clon.

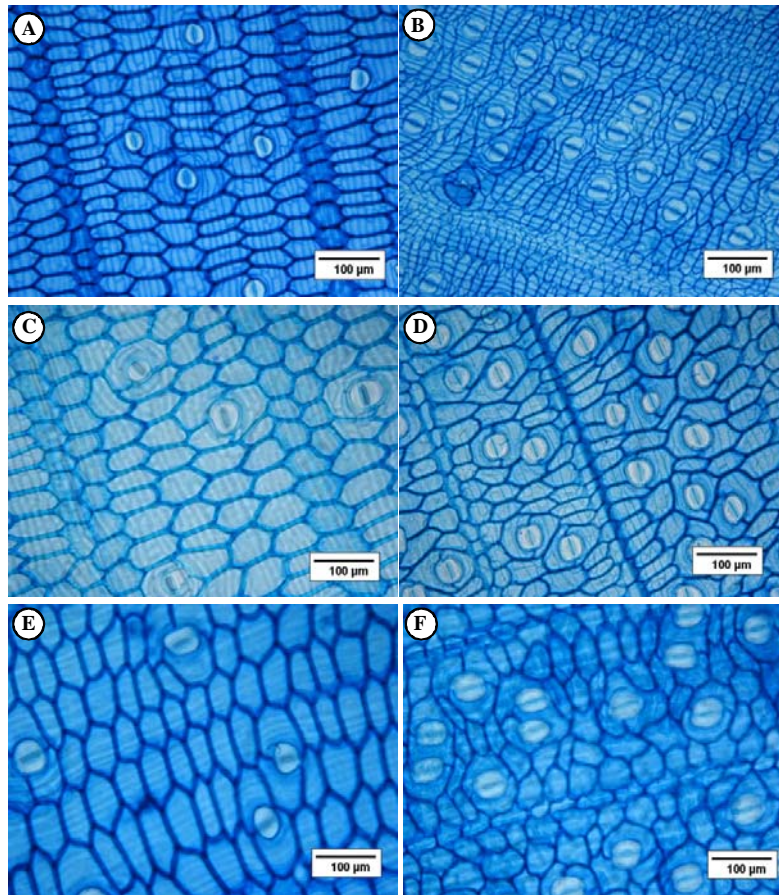
Es necesario destacar que el hongo realiza el proceso de infección con mayor eficiencia y patogenicidad a través de la cara abaxial de la hoja en *Musa* (Craenen *et al.*, 1997). Por esta razón, se puede inferir que los clones que presentan menor densidad estomática en la epidermis abaxial poseen una reducción del área efectiva para que ocurra la penetración del patógeno, y por consiguiente, mejor defensa natural frente al ataque del hongo causante de la enfermedad. Esto se hace evidente en los resultados obtenidos, ya que el clon clasificado como resistente muestra la menor densidad de estomas. Por otra parte, existe una relación inversa entre el grado de ploidía y la densidad estomática, siendo el clon diploide el de mayor densidad en comparación con el triploide o tetraploide. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Vandenhout *et al.*, (1995), Valerio *et al.*, (2002) y Hernández *et al.*, (2006).

### Longitud de estomas

Con relación a la longitud de estomas (Cuadro 2), se observó que a mayor densidad estomática menor fue la longitud de éstos, tendencia referida para otras especies por Lindorf *et al.* (1991). En la superficie adaxial y abaxial, los mayores valores correspondieron al clon 'FHIA-18', seguido por 'Gran Enano' y finalmente 'Titiaro'. De esta manera, se observó una relación directamente proporcional entre la ploidía y longitud de estomas, lo cual coincide con lo reportado por Borges (1971) y Valerio *et al.* (2002). En la Figura 1 se presentan vistas frontales de la epidermis adaxial y abaxial en los tres clones evaluados, apreciándose las variaciones en la longitud y densidad estomática.

Por otra parte, Soto (1992) señala que la variable densidad estomática es más relevante que la longitud, ya que la superficie de entrada para el patógeno se encuentra principalmente determinada por el número de aperturas naturales por unidad de área que posee la hoja de *Musa*. Esto sugiere que un clon con estomas de mayor longitud, pero en menor proporción (como lo es el caso del 'FHIA-18') se protege mejor frente a la posible incidencia de





**Figura 1.** Vistas frontales de la epidermis adaxial y abaxial en los clones evaluados de *Musa*. Epidermis adaxial en 'Titiaro' (A), 'Gran Enano' (C) y 'FHIA-18' (E). Epidermis abaxial en 'Titiaro' (B), 'Gran Enano' (D) y 'FHIA-18' (F).

sigatoka, en comparación con un clon que tenga estomas de menor longitud, pero en mayor densidad, tal como se encontró en 'Titiaro'.

El incremento del espesor de la cutícula adaxial y abaxial, así como la menor densidad estomática del clon 'FHIA-18' sugieren ser variables que indican mecanismos de protección de la planta que dificultan la entrada del patógeno en la hoja. En este sentido, Ordosgoitti (1999) y Martínez *et al.* (2000) reconocen que en sigatoka la entrada del patógeno ocurre vía estomas en 70% de los casos, lo cual sugiere una clara relación entre la densidad estomática y el posible comportamiento ante la enfermedad en un determinado clon. El tubo de germinación de la conidia penetra en los tejidos de la hoja por el ostiolo, y luego de formar un estomatopodio sobre el ostiolo, la hifa se desarrolla a lo largo de la superficie interior de la cámara de aire subestomática, alcanzando el parénquima en empalizada donde se ramifica y crece entre las células, causando posteriormente los daños y síntomas característicos de la enfermedad (BASF, 1985). Además de las barreras físicas contra la posible entrada y fijación del hongo en los tejidos

foliares, Riveros y Lepoivre (1998) y Valerio *et al.* (2002) señalan que existen otros factores y mecanismos que pueden afectar la condición de resistencia en un determinado clon, tales como reacciones bioquímicas, enzimas hidrolíticas (ej. glucanasas y quitinasas), fitoalexinas, proteínas relacionadas con la patogenicidad, proteínas ricas en hidroxiprolina y moléculas inductoras de hipersensibilidad, entre otros.

Por lo anteriormente expuesto, al evaluar este estudio uno de los posibles mecanismos asociados a la resistencia a sigatoka en clones de *Musa*, permite generar información básica de uso potencial en el diseño de alternativas de mejoramiento genético o prácticas de manejo agronómico a ser consideradas en programas integrales para enfrentar esta enfermedad.

## CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio señalan que dentro de las características anatómicas foliares consideradas, el grosor de la cutícula abaxial y la densidad estomática son

las variables con mayor grado de asociación a la condición de resistencia o susceptibilidad a sigatoka por parte de los clones de *Musa* evaluados. Adicionalmente, se resalta que la densidad estomática guardó relación inversa con la ploidía de los clones evaluados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, R.; G. Smits. 1997. Estructuras anatómicas en hojas de *Musa spp.* que sirven como defensa contra la sigatoka amarilla. XV Congreso Venezolano de Fitopatología. Sociedad Venezolana de Fitopatología. Maracaibo, Venezuela. pp. 27-28
- Aguirre, M.; J. Castaño; L. Zuluaga. 1999. Método rápido de diagnóstico de *Mycosphaerella musicola* Leach y *M. fijiensis* Morelet, agentes causales de la Sigatoka Amarilla y Sigatoka Negra. Rev. Infomusa 8: 7-9.
- BASF. 1985. Calixin: Fungicida para el control de la sigatoka y otras enfermedades del plátano. BASF. Alemania.
- Borges, O. 1971. Tamaño y densidad de estomas en clones cultivados y especies silvestres de *Musa*. Agron. Trop. 21: 139-143.
- Craenen, K.; J. Coosemans; R. Ortiz. 1997. The role of stomatal traits and epicuticular wax in resistance to *Mycosphaerella fijiensis* in banana and plantain (*Musa sp.*). Tropicult. 15: 136-140.
- Dickson, W. 2000. Integrative Plant Anatomy. Academic Press. New York, EUA.
- García, E.; A. Mejías; T. Vargas; A. Ramírez. 2004. Aspectos morfoanatómicos y moleculares de la infección *in vitro* de plantas de plátano cv. Hartón (AAB) por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*. In: Orozco, M; Orozco, J.; Robles, M.; Velázquez, J.; Medina, V.; Hernández, J. (Eds.). XVI Reunión Internacional de la Asociación para la Cooperación en Investigaciones de Bananos en el Caribe y la América Tropical. Oaxaca, México. p. 217.
- González, A; C. Gómez; M. Aristizábal. 2003. Características de crecimiento y producción de híbridos FHIA en Colombia. Rev. Infomusa 12: 46-49.
- Haddad, O. 2001. Estudio de la resistencia en musáceas a la sigatoka negra y amarilla. Aspectos químicos, bioquímicos, moleculares y genéticos. Informe Proyecto CONICIT G-97000-700. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 14 p.
- Hernández, Y; F. Portillo; M. Portillo; C. Navarro; M. Rodríguez; J. Velasco. 2006. Densidad estomática en materiales de plátano (*Musa* AAB, AAAB y ABB) susceptibles y resistentes a Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*, Morelet). Rev. Fac Agro. LUZ. 23: 294-300.
- Leiva, M; D. Rodríguez; Y. Alvarado; M. Acosta; L. García; I. Bermúdez. 2002. Empleo de diferentes inóculos de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet en condiciones de invernadero para evaluar el comportamiento de dos cultivares de banano. Rev. Infomusa 11: 41-42
- Lindorf, H; L. Parisca; P. Rodríguez. 1991. Botánica. Universidad Central de Venezuela. Ediciones de la Biblioteca. Caracas, Venezuela.
- Martínez, G.; R. Pargas; D. Muñoz. 1998. La sigatoka negra y su avance en el territorio venezolano. Implicaciones socioeconómicas. FONAIAP Divulga 59: 40-42.
- Martínez, G.; J. Hernández; A. Aponte. 2000. Distribución y Epidemiología de la Sigatoka Negra en Venezuela. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, Venezuela.
- Nava, C. 2002. Las Enfermedades del Plátano en Venezuela. Su Control. Ediciones Astro. Maracaibo, Venezuela.
- Ordosgoitti, A. 1999. Enfermedades del Banano y Plátano en Venezuela. Medidas de Control. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, Venezuela.
- Riveros, A; P. Lepoivre. 1998. Mecanismos de defensa asociados con la resistencia total en la interacción *M. fijiensis-Musa*. Seminario Internacional sobre Producción de Plátano. Armenia, Colombia. pp. 27-32.
- Romero, R.; T. Sutton. 1997. Reaction of four *Musa* genotypes at three temperatures to isolates of *Mycosphaerella fijiensis* from different geographical regions. Plant Dis. 81: 1139-1142.
- Soto, M. 1992. El Banano. Técnicas de Producción. Manejo Poscosecha y Comercialización. 2<sup>da</sup> Ed. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Valerio, R.; H. Linfor; E. García. 2002. Relación entre la anatomía foliar de variedades de *Musa sp.* y su comportamiento frente a la sigatoka (amarilla y negra). XV Reunión Asociación para la Cooperación en Investigaciones de Bananos en el Caribe y la América Tropical. Cartagena de Indias. Colombia. pp. 249-254.
- Vandenhout, H.; R. Ortiz; D. Vuylsteke; R. Swennen; K. Bai. 1995. Effect of ploidy on stomatal and other quantitative traits in plantain and banana hybrids. Euphytica 83:117-122