

# Patogenicidad de bacterias aisladas de plátano ‘Hua Moa’ con síntomas de pudrición blanda y aborto del racimo inoculadas en otros clones de plátano y guineo<sup>1,2</sup>

Judith Rengifo<sup>3</sup>, Mildred Zapata<sup>4</sup>,  
Manuel Díaz<sup>5</sup> y Rafael Inglés<sup>6</sup>

J. Agric. Univ. P.R. 91(1-2):19-30 (2007)

## RESUMEN

La producción del plátano (*Musa* spp.) en países de Centro y Sur América y el Caribe está limitada por enfermedades bacterianas. En Puerto Rico, la producción de clones de plátano hawaiano ‘Hua Moa’ se ve afectada por una condición conocida como aborto del racimo o ‘choke neck’. Esta condición en algunos casos está acompañada por síntomas de pudrición blanda, por lo que se cree puede estar relacionado con bacterias fitopatógenas. El propósito de este estudio fue identificar las bacterias relacionadas con la pudrición blanda de tejidos en plantas con la condición de aborto del racimo y determinar su virulencia en otros clones de plátano y guineo. Se aislaron bacterias de pseudotallos de Hua Moa en tres localidades de Puerto Rico, usando medios semiselectivos y agar nutritivo. Se determinó la patogenicidad en discos de papa y pseudotallos de plátano dentro de cámaras húmedas en condiciones in vitro. Las bacterias patogénicas se identificaron mediante el sistema BIOLOG®. En condiciones de invernadero se confirmó la patogenicidad de *Burkholderia gladioli*, *Pseudomonas spinosa*, *Erwinia chrysanthemi* y *Pseudomonas aeruginosa* en plátano (Maricongo, FIAH-121, Enano Común y Hua Moa) y de guineo (Grand Nain) usando una escala de 1 a 9. Todos los clones evaluados en condiciones de invernadero fueron susceptibles a *E. chrysanthemi*, posible agente causal de la pudrición blanda una vez se presenta el aborto del racimo. *Burkholderia gladioli* se informa por primera vez afectando a plátano y guineo. Esta bacteria fue más virulenta en Hua Moa y Grand Nain, con severidad 7 y 5, respectivamente, que en Maricongo, severidad 3. *Pseudomonas spinosa* y *P. aeruginosa* produjeron niveles de severidad menores de 4 comparado con *E. chrysanthemi* y *B. gladioli* que produjeron niveles de severidad mayores de 4. Esta investigación se realizó bajo condiciones in vitro y de invernadero y muestra que las principales bacterias relacionadas a la pudrición blanda en plantas con la

<sup>1</sup>Manuscrito sometido a la Junta Editorial el 14 junio 2005.

<sup>2</sup>Este trabajo se realizó bajo el proyecto T-STAR 116.

<sup>3</sup>Ex-estudiante Graduado, Departamento de Protección de Cultivos, Colegio de Ciencias Agrícolas, Univ. de Puerto Rico-Mayagüez.

<sup>4</sup>Catedrática e Investigadora en Bacteriología de Plantas, Departamento de Protección de Cultivos, Colegio de Ciencias Agrícolas, Univ. de Puerto Rico-Mayagüez, P.O. Box 9030, Mayagüez, PR 00681.

<sup>5</sup>Especialista del Servicio de Extensión Agrícola, Departamento de Horticultura.

<sup>6</sup>Catedrático e Investigador en Entomología, Departamento de Protección de Cultivos.

condición de aborto del racimo en el campo son *E. chrysanthemi* y *B. gladioli*. Se recomienda realizar estudios de campo evaluando plantas hasta la etapa reproductiva para determinar si estas bacterias se relacionan además como agentes causales del aborto del racimo.

Palabras clave: bacterias fitopatógenas, *Erwinia chrysanthemi*, *Burkholderia gladioli*, *Musa* spp.

#### ABSTRACT

**Pathogenicity of bacteria isolated from 'Hua Moa' plantain with bunch abortion symptoms inoculated into other clones of plantain and banana**

Plantain production (*Musa* spp.) in Central and South America and the Caribbean is affected by bacterial diseases. In Puerto Rico, production of the plantain 'Hua Moa' is affected by a condition known as bunch abortion or 'choke neck'. This condition in some cases is accompanied by soft rot symptoms and therefore could be related to phytopathogenic bacteria. The purpose of this study was to identify the bacteria related to the soft rot tissues on plants affected with the bunch abortion symptoms and determine their virulence in other clones of plantain and banana. Bacterial colonies were isolated from pseudostems of Hua Moa at three locations in Puerto Rico, using semi-selective and nutritive agar media. The pathogenicity was determined by using potato and plantain pseudostem discs in humid chambers under in vitro conditions. Pathogenic bacteria were identified by using the BIOLOG® system. Under greenhouse conditions, the virulence of *Burkholderia gladioli*, *Pseudomonas spinosa*, *Erwinia chrysanthemi* and *Pseudomonas aeruginosa* was confirmed on plantain (Maricongo, FIAH-121, Enano Común, and Hua Moa) and banana (Grand Nain) using a scale from 1 to 9. All clones evaluated under greenhouse conditions were susceptible to *E. chrysanthemi*, potential causal agent of soft rot in Hua Moa plantain once the bunch abortion appears. *Burkholderia gladioli* is reported for the first time affecting plantain and banana. This bacterium was more virulent in Hua Moa and Grand Nain clones with severity of 7 and 5, respectively, than in Maricongo, severity 3. *Pseudomonas spinosa* and *P. aeruginosa* produced less damage with severity less than 4, than *E. chrysanthemi* and *B. gladioli* with severity greater than 4. This research was conducted under in vitro and greenhouse conditions and demonstrates that the most important bacteria causing soft rot in plants with the choke neck condition are *E. chrysanthemi* and *B. gladioli*. It is recommended to conduct field studies using plants up to the reproductive stage to determine whether these bacteria are also related as causal agents of the choke neck.

Key words: phytopathogenic bacteria, *Erwinia chrysanthemi*, *Burkholderia gladioli*, *Musa* spp.

#### INTRODUCCIÓN

El cultivo de plátano (*Musa* spp.) es uno de los más importantes a escala mundial. El plátano está clasificado como alimento básico para millones de personas en los países tropicales en vías de desarrollo, además de ser una importante fuente de ingresos para los mercados locales e internacionales (Frison y Sharrock, 1998). En Puerto Rico, donde la mayor parte de la producción de plátano y guineo se encuentra en zonas montañosas, es la segunda cosecha económicamente más importante después del café (Díaz, 2002), reportándose 82,000 toneladas métricas

de plátano con un rendimiento promedio de 8,632 kg/ha (FAO, 2003). Varios factores bióticos y abióticos pueden afectar la productividad, entre éstos las bacterias fitopatógenas. Recientemente se ha reportado un síndrome conocido como estrechez del cuello ('choke neck') el cual reduce la producción del plátano (Robinson, 1998). Usualmente en presencia de este síndrome se observan síntomas y cambios fisiológicos como la retención del racimo debido a la compactación de las hojas pecioladas con entrenudos cortos, lo cual congestiona la salida del racimo. Esta condición afecta significativamente el rendimiento, reduce considerablemente la calidad y, como consecuencia, el precio de la fruta (Robinson, 1998). En algunos casos se ha observado necrosis y pudrición acompañada de abundante acuosidad y mal olor en el tejido que rodea la zona donde se une el racimo. Estos síntomas solo se presentan de la parte superior del pseudotallo hasta la parte media del mismo. Entre los agricultores de Puerto Rico este síndrome se conoce como 'aborto del racimo' y se ha observado en clones de plátano hawaiano o Hua Moa (*Musa* AAB) (Irizarry y Goenaga, 2001). Las pudriciones son ocasionadas por la maceración de los tejidos causadas por múltiples enzimas producidas por bacterias del grupo *Erwinia* spp., las cuales afectan un gran número de plantas (Dye, 1983). Recientemente se ha señalado a *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* como el agente causal de la pudrición blanda en el plátano 'Hartón' (*Musa* AAB) en Venezuela (Cedeño et al., 1990). Este estudio se llevó a cabo para identificar el agente causal relacionado con la pudrición blanda en el pseudotallo de plantas de Hua Moa con aborto de racimo y para determinar la virulencia de los organismos aislados en otros clones de plátano y guineo.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

**Aislamiento de bacterias.** Se tomaron muestras de pseudotallos sanos (planta control) y de aquéllos con síntomas de pudrición en el área donde el racimo era retenido en cultivos de plátano Hua Moa en tres localidades de Puerto Rico: Santa Isabel, Corozal y Gurabo. Se cortaron pedazos de pseudotallo de 3 a 4 cm de longitud cercanos al racimo, éstos se desinfectaron con hipoclorito de sodio comercial (clorox comercial al 5%) durante 3 min. Posteriormente, se enjuagaron tres veces con agua destilada esterilizada. Los tejidos desinfectados se cortaron en trozos pequeños que se colocaron en una solución de caldo nutritivo comercial diluido al 10%, durante 10 min. Se dispersaron 100 µl de la suspensión en placas petri con agar nutritivo (NA) (Schaad, 2001) y en dos medios semi-selectivos, para aislar bacterias de los géneros *Pseudomonas* (*Pseudomonas* Isolation Agar, PIA) y *Erwinia* (Miller-Schroth, MS) (King et al., 1954; Jones y Geider, 2001). A todos

los medios se les añadió ciclohexamida al 1% para evitar o reducir el crecimiento de hongos. Los aislamientos bacterianos se incubaron a 28° C por 24 a 48 h. Las colonias bacterianas que se desarrollaron se subcultivaron en los medios correspondientes de donde se aislaron, con el fin de obtener cultivos puros para utilizarse en las pruebas de identificación y patogenicidad.

**Identificación de bacterias.** Las bacterias se identificaron mediante descripción morfológica de las colonias, reacción a las pruebas de hidróxido de potasio (KOH) al 3%, prueba indirecta de la tinción Gram (Suslow et al., 1982), catalasa y oxidasa. Se utilizó la tinción con verde de malaquita para determinar la presencia de esporas en las bacterias Gram positivas (Benson, 1985).

**Prueba de patogenicidad in vitro.** Para las pruebas de patogenicidad in vitro se utilizaron papas enteras y secciones de pseudotallo de 35 cm de largo provenientes de hijuelos del clon Maricongo (seleccionado por la disponibilidad de semilla). Los tejidos se desinfectaron con hipoclorito de sodio (clorox comercial al 10%) durante tres minutos y se enjuagaron tres veces con agua destilada esterilizada. Se cortaron discos de estos tejidos y se colocaron en platos petri de vidrio (14 cm de diámetro por 2 cm de alto) esterilizados, los cuales sirvieron como cámara húmeda. La inoculación en los discos (tres discos por plato) se realizó siguiendo un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA) con tres repeticiones, donde cada disco correspondía a una repetición. En cada uno de los discos se aplicaron 25 µl de la suspensión bacteriana preparada a 0.7 Å de absorbancia en caldo nutritivo diluido al 10% con las bacterias de 24 h de crecimiento a 28° C en NA. En el tejido de plátano la suspensión bacteriana se aplicó en un área marcada con pabillos plásticos para diferenciar entre oxidación natural y necrosis. En los discos de papa, la suspensión bacteriana se aplicó directamente luego de realizar una pequeña incisión. Para cada prueba se utilizó un control aplicando 25 µl de caldo nutritivo diluido al 10%. Los discos inoculados se incubaron a temperatura ambiente ( $\pm 28^{\circ}$  C) y en oscuridad durante ocho días, al cabo de los cuales se midió el área necrótica producida por las bacterias. Las bacterias que mostraron patogenicidad (necrosis y pudrición) se identificaron utilizando la técnica de BIOLOG® basada en la utilización y oxidación de 95 fuentes de carbono que resultan en la producción de un perfil metabólico detectable por la reducción de tetrazolio (Garland, 1999). Luego se seleccionaron las cuatro bacterias más virulentas de acuerdo a parámetros visuales de necrosis y pudrición, éstas se utilizaron en las inoculaciones a plantas de plátano y guineo bajo condiciones de invernadero.

**Pruebas de patogenicidad en el invernadero.** Se utilizaron plantas de cuatro clones de plátano (Enano Común, FIAH-121, Mari-

congo y Hua Moa) y un clon de guineo (Grand Nain), las plantas se inocularon con *B. gladioli*, *P. spinosa*, *E. chrysanthemi* o *P. aeruginosa* y se dejó un control sin inocular. Los tratamientos se arreglaron siguiendo un diseño completamente aleatorizado (DCA) con tres repeticiones para cada clon. Se preparó una suspensión en solución salina al 0.85% con una absorbancia de 0.7 Å a un largo de onda de 590 nm para cada bacteria a evaluar. Las plantas se inocularon aplicando 15 ml de la suspensión bacteriana directamente con una jeringa en los pseudotallos. En los clones Grand Nain, FIAH-121 y Enano Común las plantas se inocularon luego de seis meses de sembradas; en los clones Maricongo y Hua Moa, luego de un mes de sembradas. A los 20 días después de la inoculación se evaluó la virulencia producida por las bacterias utilizando una escala de severidad para el daño general de la planta. Los valores de la escala fueron los siguientes: 1 a 3 plantas sanas (1: ausencia de hojas cloróticas y/o necróticas, 2: hojas inferiores cloróticas, y 3: hojas inferiores cloróticas y necróticas); 4 a 6 plantas con clorosis (4: inicio de clorosis en hojas superiores, 5: 50% de clorosis en hojas superiores, y 6: 80% de clorosis en hojas superiores); y 7 a 9 plantas con necrosis (7: inicio de necrosis en hojas superiores que mostraron clorosis, 8: 50% de necrosis en hojas superiores que mostraron clorosis, y 9: 100% de necrosis en hojas superiores). Para la evaluación de la pudrición interna en el pseudotallo, los valores de la escala fueron 1 a 3 pseudotallos sin síntomas (1: pseudotallos sanos, 2: necrosis leve en la parte externa del disco asociado a daño mecánico, y 3: necrosis severa en la parte externa del disco asociado a daño mecánico); 4 a 6 (4: necrosis con poca pigmentación marrón en aproximadamente 25% del disco, 5: necrosis con pigmentación intermedia en aproximadamente 25% del disco, y 6: necrosis con pigmentación marrón oscura en aproximadamente 25% del disco); y 7 a 9 (7: necrosis en el 50 al 100% del disco sin pudrición blanda, 8: necrosis en el 50 al 100% del disco y pudrición blanda en el 50% del disco, y 9: necrosis en el 50 al 100% del disco y pudrición blanda en más del 50% del disco) (Figura 1). También se tomaron datos de altura de la planta, grosor del pseudotallo y número de hojas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre las tres localidades examinadas se obtuvieron 167 colonias de bacterias, correspondientes a 90 de Santa Isabel, 38 de Corozal y 39 de Gurabo. Del total de colonias 131 (78.4%) fueron Gram negativas y 36 (21.6%) fueron Gram positivas. La prueba de patogenicidad *in vitro* permitió determinar su virulencia, detectando un total de 24 colonias con potencial fitopatogénico. El sistema BIOLOG® permitió identificar algunas de ellas dentro de los géneros *Pseudomonas* y *Erwinia*. De este

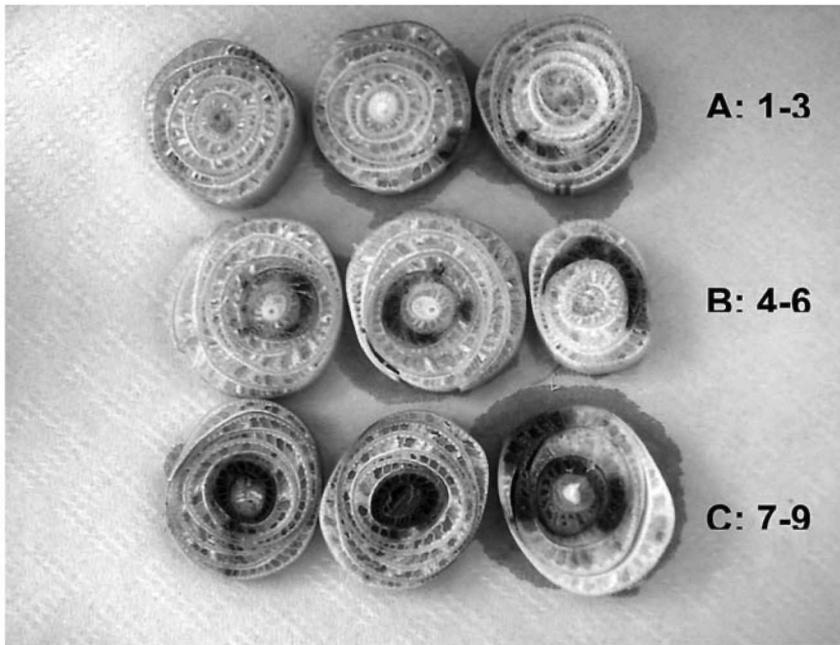


FIGURA 1. Escala para la evaluación del daño interno en los diferentes clones inoculados en invernadero A) 1-3: Sano; B) 4-6 Necrosis parte media del disco, y C) 7-9: Necrosis y pudrición parte interna del disco.

grupo de bacterias, *B. gladioli*, *P. spinosa*, *E. chrysanthemi* y *P. aeruginosa* mostraron mayor severidad en ambos tejidos (plátano y papa) o en uno más que en el otro. Estas fueron seleccionadas para confirmar la patogenicidad bajo condiciones de invernadero. Los resultados del ensayo en invernadero mostraron que existe una diferencia significativa en la virulencia de las bacterias identificadas sobre los diferentes clones de plátano y guineo evaluados. En todos los clones evaluados se observaron diferencias significativas en las variables daño general externo y pudrición interna del pseudotallo luego de ser inoculados con las bacterias *B. gladioli*, *P. spinosa*, *E. chrysanthemi* y *P. aeruginosa* (Cuadro 1). A diferencia de los demás clones, Maricongo y Hua Moa mostraron diferencias significativas en las variables altura de la planta y diámetro del pseudotallo (Cuadro 1). Al comparar las medias de las diferentes bacterias en las variables daño externo y pudrición interna se observó que *E. chrysanthemi* fue la de mayor virulencia mostrando valores mayores de 7 en la escala de severidad, lo que incluye hojas superiores necróticas y pudrición interna en todos los clones (Cuadro 2; Figuras 2 y 3).

CUADRO 1.—*Efecto de B. gladioli, P. spinosa, E. chrysanthemi y P. aeruginosa sobre daño externo, altura de la planta, diámetro del pseudotallo y pudrición interna del pseudotallo en los clones de plátano Maricongo, Enano Común, FIAH-121 y Hua Moa, y de guineo Grand Nain.*

Variables	Maricongo	Enano Común	FIAH-121	Hua Moa	Grand Nain
Daño externo	<0.0001**	<0.0001**	<0.0025*	<0.0001**	<0.0204*
Altura de planta	<0.0361*	0.5016	0.4957	<0.0001**	0.2970
Diámetro del pseudotallo	<0.0358*	0.3791	0.5905	<0.0049*	0.0973
Pudrición interna del pseudotallo	<0.0001**	<0.0034*	<0.0011**	<0.0001**	<0.0032*

$P < \alpha = 0.005.$

Se detectaron diferencias significativas entre las variables altura y diámetro de los clones Maricongo y Hua Moa. Esta diferencia puede atribuirse a que estos clones se inocularon un mes después de la siembra mientras que Grand Nain, Enano y FIAH-121 se inocularon a los seis meses después de la siembra. La edad de la planta se ha reportado como un factor que influye en la respuesta del plátano a enfermedades como la Sigatoka del banano (Mobambo et al., 1997).

CUADRO 2.—*Comparación de medias de las variables daño externo y pudrición interna en los diferentes clones de plátano (Maricongo, FIAH-121, Enano común y Hua Moa), y en guineo (Grand Nain).*

Bacteria	Medias Daño Externo				
	Maricongo	FIAH-121	Enano Común	Hua Moa	Grand Nain
<i>E. chrysanthemi</i>	8.33 a <sup>1</sup>	8.67 a	8.33 a	8.67 a	6.67 a
<i>B. gladioli</i>	3.00 b	4.33 b	3.33 b	6.67 b	5.33 a
<i>P. spinosa</i>	3.00 b	3.00 b	2.00 bc	1.00 c	4.00 ab
<i>P. aeruginosa</i>	1.67 b	3.00 b	3.00 bc	1.67 c	1.00 b
Control	1.67 b	2.00 b	1.33 c	1.00 c	1.67 b
	DMS: 1.99	DMS: 2.77	DMS: 1.82	DMS: 1.15	DMS: 3.45
Bacteria	Medias Pudrición Interna del Pseudotallo				
	Maricongo	FIAH-121	Enano Común	Hua Moa	Grand Nain
<i>E. chrysanthemi</i>	8.00 a	8.67 a	8.67 a	8.33 a	8.67 a
<i>B. gladioli</i>	1.67 b	4.33 b	4.67 b	7.00 b	5.67 ab
<i>P. spinosa</i>	1.33 b	3.33 bc	4.00 bc	3.67 c	4.33 b
<i>P. aeruginosa</i>	2.00 b	3.00 bc	3.00 bc	2.00 d	3.00 bc
Control	1.00 b	1.00 c	1.00 c	1.00 d	1.00 c
	DMS: 1.56	DMS: 2.56	DMS: 3.11	DMS: 1.05	DMS: 3.15

<sup>1</sup>Las medias en una columna seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes.

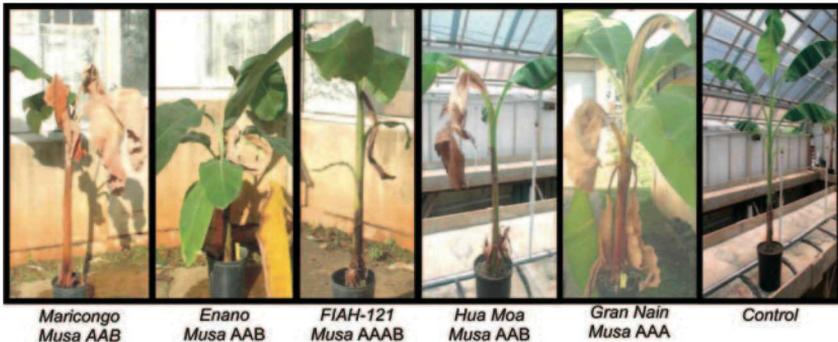


FIGURA 2. Daño externo, con hojas superiores necróticas producidas por la bacteria *E. chrysanthemi* en los clones de plátano Maricongo, Enano Común, FIAH-121 y Hua Moa y guineo Grand Nain.

El clon de guineo Gran Nain presentó el nivel más bajo de daño general (6) causado por *E. chrysanthemi* comparado con los clones de plátano Maricongo, Enano, FIAH-121 y Hua Moa, los cuales presentaron valores de 9 en la escala, lo que corresponde al 100% de necrosis en hojas superiores (Figura 4). Los controles en todos los clones mostraron valores menores en la escala, cercanos a 2, siendo considerados sanos o con niveles de severidad leves, producto de la muerte natural de hojas en el desarrollo de las plantas en invernadero. En cuanto al daño interno se considera que todos los clones se vieron afectados de la misma forma por *E. chrysanthemi* ya que presentaron niveles altos de necrosis y pudrición (50 a 100%). Los controles en este caso, al igual que en el daño externo, mostraron valores de 1 en la escala; este valor es considerado como sano o sin ninguna señal de necrosis o pudrición (Figura 4).

Estos resultados demuestran que el nivel de severidad de *E. chrysanthemi* sobre los diferentes clones fue similar. *Erwinia chrysanthemi* es la causante del mayor daño (necrosis y pudrición) en los ensayos in vitro y de invernadero por lo que se puede considerar como una de las bacterias causales de la pudrición blanda en los tejidos del plátano Hua Moa una vez que se presenta el aborto del racimo. Sin embargo, este resultado es contrario a lo reportado en la literatura, donde se ha descrito que los clones Cavendish, pertenecientes al grupo *Musa* AAA al cual pertenece Grand Nain, son los más susceptibles mientras que los clones tipo AAB o ABB, donde se encuentran Maricongo, Hua Moa y Enano, son más tolerantes a *E. chrysanthemi* (Stover y Simmonds, 1987; Robinson, 1998). Estudios similares, realizados bajo condiciones controladas con diferentes clones de musáceas inoculados con *E. carotovora* y *E. chrysanthemi*, mostraron resultados positivos en cuanto a pudrición

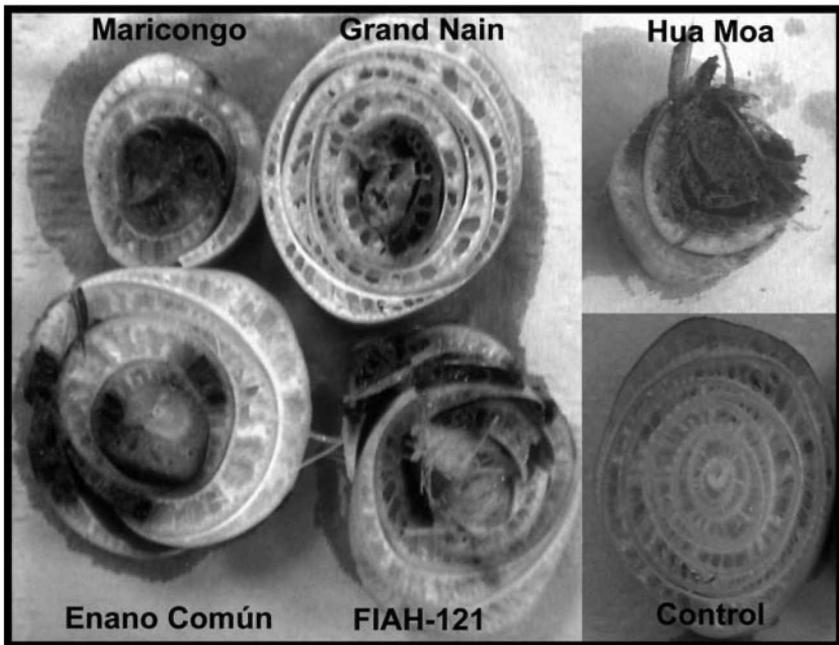
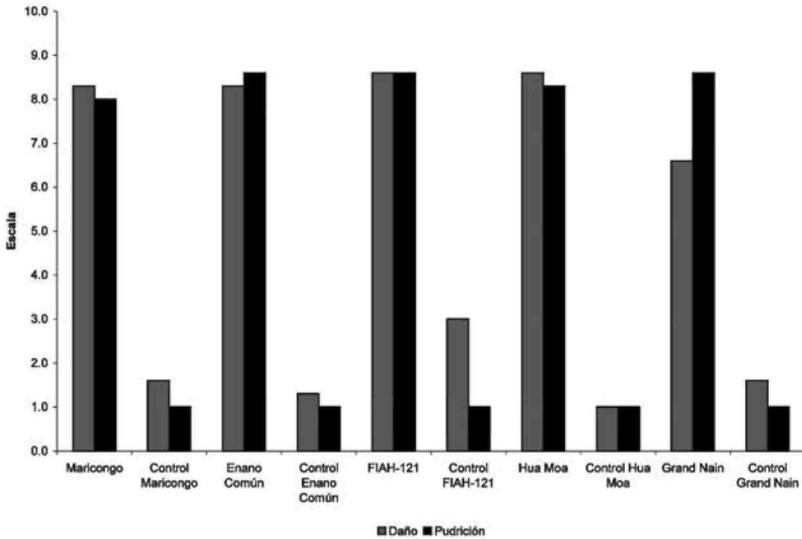


FIGURA 3. Pudrición interna (valor de 9 en la escala) producida por *E. chrysanthemi* en clones de plátano Maricongo, Enano Común, FIAH-121 y Hua Moa, y guineo Grand Nain.

nes acuosas (Ordosgoitti, 1987). En ellos se encontró que los efectos de la infección de estas bacterias fueron más severos en especies de *Musa balbisiana* e híbridos AAB y ABB, que en los clones de *M. acuminata* (AAA). Estos reportes, junto con los resultados encontrados en este trabajo, confirman que los cuatro clones evaluados en este estudio son susceptibles a *E. chrysanthemi* bajo condiciones de invernadero y que esta bacteria puede ser agente causal de la pudrición blanda del pseudotallo en los diferentes clones de plátano y guineo, siendo este resultado similar a lo reportado para *E. carotovora* subsp. *atroseptica*.

*Burkholderia gladioli* mostró un nivel intermedio de severidad en los diferentes clones comparado con el control. La severidad producida por esta bacteria mostró valores de 6 y 7 en la escala, observándose que los clones más afectados fueron Hua Moa y Grand Nain, y el menos afectado Maricongo (Figura 5).

*Burkholderia gladioli* ha sido reportada como patógena en cebolla y gladiolos, donde causa manchas foliares y pudriciones blandas (Hayward, 1983). También ha sido reportada causando pudriciones blandas en setas comestibles (Fermor y Lincoln, 2001). Hasta el momento a



Escala para daño externo: 1 a 3 hojas sanas, 4 a 6 hojas con clorosis 7 a 9 hojas con necrosis

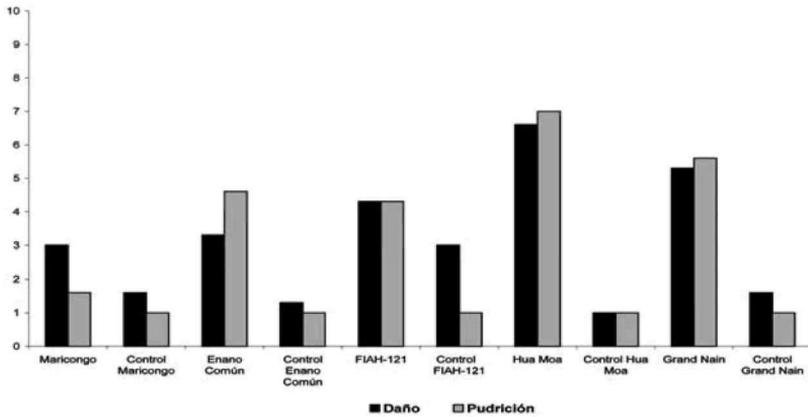
Escala para pudrición interna en el pseudotallo: 1 a 3 pseudotallos sanos 4 a 6 necrosis con pigmentación marrón y 7 a 9 necrosis y/o pudrición blanda.

FIGURA 4. Efecto de *E. chrysantemi* en los clones de plátano Maricongo, Enano Común, FIAH-121 y Hua Moa y de guineo Grand Nain, comparados con el control con relación a las variables daño externo y pudrición.

nivel mundial no ha sido reportada afectando plátanos y guineos. En el presente estudio se informa por primera vez *B. gladioli* como patógena en plátano y guineo, capaz de causar pudrición blanda en plátano y guineo.

*Pseudomonas spinosa* y *P. aeruginosa* produjeron valores de severidad de 4 en la escala; estos valores de severidad son bajos comparados con los controles los cuales mostraron valores menores a 2 en la escala, siendo consideradas todas las plantas dentro de este valor como sanas. *Pseudomonas spinosa* y *P. aeruginosa* son bacterias que pueden causar niveles bajos de necrosis sin maceración de tejido bajo condiciones de invernadero en los diferentes clones. Estos resultados demuestran que estas especies forman parte de la población bacteriana al igual que *B. gladioli* y *E. chrysantemi*, pero no son las causales de la pudrición blanda cuando se presenta el aborto del racimo.

En general, se pudo demostrar bajo condiciones de laboratorio y de invernadero que *B. gladioli* y *E. chrysanthemi* son agentes causales de la pudrición blanda en plantas afectadas por el aborto del racimo. Se recomiendan estudios de campo con el desarrollo completo de las plantas



Escala para daño externo: 1 a 3 hojas sanas, 4 a 6 hojas con clorosis 7 a 9 hojas con necrosis  
 Escala para pudrición interna en el pseudotallo: 1 a 3 pseudotallos sanos 4 a 6 necrosis con pigmentación marrón y 7 a 9 necrosis y/o pudrición blanda.

FIGURA 5. Efecto de *Burkholderia gladioli* en los clones de plátano Maricongo, Enano Común, FIAH-121 y Hua Moa y guineo Grand Nain comparados con el control en relación a daño y pudrición.

hasta la producción de racimos para determinar si estas bacterias además tienen una función en la expresión del aborto del racimo en plátano y guineo.

### LITERATURA CITADA

Benson, H. J., 1985. Microbiological applications a laboratory manual in general microbiology. Fourth edition. Wm. C. Brown Publishers, Iowa. 450 pp.

Cedeño, L. R., B. M. Nieves y E. L. Palacios, 1990. *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* causante de la pudrición blanda del plátano "Harton" (*Musa AAB*) en Venezuela. *Fitopatol. Venez.* 3(1): 6-9.

Díaz, M., 2002. Manual Práctico para el Cultivo Sustentable del Plátano. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, Colegio de Ciencias Agrícolas. 28 pp.

Dye, D. W., 1983. *Erwinia*: The "Amylovora" and "Herbicola" Groups. *En: Plant bacterial diseases a diagnostic guide*. P. C. Fahay y G. J. Persley (eds.). Academic Press, Sydney, Australia. pp. 67-86.

FAO, 2003. FAO Statistical Databases. <http://apps1.fao.org>

Fermor, T. y S. Lincoln, 2001. Rotten mushrooms. The International Society for Mushroom Science, ISMS. *Mushroom News* 48(4):16-17.

Frison, E. A. y S. L. Sharrock, 1998. Biodiversidad y producción sostenible del banano. Red Internacional para la Mejora del Banano y del Plátano. <http://www.banafair.de/publ/report/spa/5.htm>

Garland, J. L., 1999. Potential and limitations of BIOLOG for microbial community analysis. Methods of microbial community analysis in microbial bio systems: New frontiers. Proceedings of the 8th International Symposium on Microbial Ecology.

- C. R. Bell, M. Brylinsky y P. Johnson-Green (eds.). Atlantic Canada Society for Microbial Ecology, Halifax, Canada.
- Hayward, A. C., 1983. Primary differentiation of the genera of plant pathogenic bacteria. *En: Plant Bacterial Diseases A Diagnostic Guide*. P. C. Fahay y G. J. Persley (eds.). Academic Press, Sydney, Australia. pp. 13-26.
- Irizarry, H. y R. Goenaga, 2001. Yield potential of the false-horn "Hua Moa" plantain. *J. Agric. Univ. P. R.* 85(1-2):33-40.
- Jones, A. L. y K. Geider, 2001. Gram-Negative bacteria *Erwinia amylovora* group. *En: Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria*. Third edition. N. W. Schaad, J. B. Jones and W. Chun (eds.). pp. 40-54.
- King, E. O., M. K. Raney y D. E. Ward, 1954. Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescin. *J. Lab. Clin. Med.* 44:301-307.
- Mobambo, K. N., C. Pasberg-Gauhl, F. Gauhl y K. Zuofa, 1997. Host response to black sigatoka in *Musa* germoplasm of different ages under natural inoculation conditions. *Crop Protection* 16(4):359-363.
- Ordosgoitti, A., 1987. Enfermedades bacterianas de las musáceas en Venezuela. *FONAIAP Divulga* 5(26): 27-30.
- Robinson, J. C., 1998. Bananas and Plantains. *Crop Production Science in Horticulture*. CAB International. 230 pp.
- Schaad, N. W., 2001. Initial identification of common genera. *En: Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. Third edition. N. W. Schaad, J. B. Jones y W. Chun (eds.). American Phytopathological Society. pp. 1-15.
- Stover, R. H. y N. W. Simmonds, 1987. *Bananas*, 3rd Edn. London: Longman Scientific & Technical. 468 pp.
- Suslow, T. V., M. N. Schroth y M. Isaka, 1982. Application of rapid method for gram differentiation of plant pathogenic and saprophytic bacteria without staining. *Phytopathology* 72:917-918.