

## COMPORTAMIENTO DE MATERIALES DE LOS GÉNEROS *Carica* Y *Vasconcellea* FRENTE A *Erwinia papayae*, *Meloidogyne incognita* Y *Rotylenchulus reniformis*

Anna Maselli\*, Ligia Carolina Rosales\*\*, Yolanda Guevara\*, Zoraida Suárez H\*\*

INIA-CENIAP. Protección Vegetal, Laboratorios de Bacteriología\* y Nematología\*\*,  
Apdo. 4653, Maracay 2101, Aragua, Venezuela. Correo electrónico: amaselli@inia.gob.ve

**RESUMEN:** La bacteriosis del cancro y el ataque de los nematodos constituyen graves obstáculos en la extensión del cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.). El objetivo principal de este trabajo fue la selección de genotipos tanto comerciales como silvestres resistentes a los patógenos mencionados. Para la evaluación del comportamiento ante la bacteria del cancro causada por *Erwinia papayae*, se seleccionaron once accesiones de *C. papaya*, *Vasconcellea goudotiana* y *V. cauliflora* y se inocularon 10 plantas de cada genotipo con una suspensión bacteriana de concentración de  $10^8$  UFC.mL<sup>-1</sup>. La inoculación se realizó produciendo heridas en los tallos de las plantas sanas. Los testigos se trataron de igual forma con agua destilada estéril. Para la evaluación de la resistencia a nematodos se realizaron dos experimentos; en el primero se utilizaron materiales de *C. papaya* y *V. goudotiana*, los cuales se inocularon con una población mixta de *Meloidogyne incognita* raza 1 y *Rotylenchulus reniformis* con 2000 huevos+juveniles.1000 cm<sup>-3</sup> en suelo-arena estéril. Para el segundo experimento se usaron, además de los materiales mencionados, *V. cauliflora*, *V. cundinamarcensis*, *V. microcarpa* var. *microcarpa*, *V. microcarpa* var. *pilifera*, inoculados sólo con *M. incognita* raza 1 con 2500 huevos+juveniles.1000 cm<sup>-3</sup>. A las 12 semanas se calculó la población final y se midieron las siguientes variables: peso aéreo y radical fresco y seco. Los resultados del comportamiento de los genotipos frente a la bacteria determinó que *V. goudotiana* y *V. cauliflora* no se enfermaron, no así el género *Carica*, donde todas las plantas resultaron susceptibles, coincidiendo con la evaluación de nematodos, donde todas las accesiones de *C. papaya* y *V. goudotiana* fueron susceptibles y no tolerante al ataque de la población mixta de *M. incognita* raza 1 y *R. reniformis*, por afectarse las variables agronómicas evaluadas; mientras que la mayoría de los materiales de *V. cundinamarcensis* y *V. microcarpa* resultaron resistentes al ataque de *M. incognita* raza 1. Estos resultados permiten la obtención de genes de resistencias en los materiales silvestres, los cuales podrían ser incorporados a los genotipos mejorados o comerciales, y permitiría un mejor manejo de los patógenos mencionados, que resultan limitantes severos en el cultivo de papaya en Venezuela.

(Palabras clave: nematodos; bacteriosis; papaya; *Erwinia papayae*; *Meloidogyne incognita*; *Rotylenchulus reniformis*)

---

### REACTION OF THE GENERA *Carica* AND *Vasconcellea* MATERIALS TO *Erwinia papayae*, *Meloidogyne incognita* AND *Rotylenchulus reniformis*

**ABSTRACT:** The bacterial canker and the attack of nematodes are serious obstacles to the extension of *Carica papaya* L. crop. The main objective of this work was the selection of both commercial and wild genotypes resistant to the above mentioned pathogens. To assess the response to the bacterial canker caused by *Erwinia papayae*, eleven accesions of *C. papaya*, *Vasconcellea goudotiana* y *V. cauliflora* were selected and ten plants of each genotype were inoculated with a bacterial suspension with a concentration of  $10^8$  CFU.mL<sup>-1</sup>. The plants were inoculated by wounds on the stems of the healthy plants. The controls were similarly treated but with sterile distilled water. Two trials were carried out to evaluate the resistance to nematodes. In the first trial, materials of

*C. papaya* and *V. goudotiana* were inoculated with a mixed population of *Meloidogyne incognita* race 1 and *Rotylenchulus reniformis*, with 2000 eggs+juveniles. 1000 cm<sup>3</sup> in sterile soil-sand. In the second trial, *V. cauliflora*, *V. cundinamarcensis*, *V. microcarpa* var. *microcarpa* and *V. microcarpa* var. *pilifera*, in addition to the genotypes previously used, were inoculated only with *M. incognita* race 1, with 2500 eggs+juveniles. 1000 cm<sup>3</sup>. After 12 weeks, the final population was calculated and the fresh and dried weights of the aerial parts and roots were determined. The results of the reaction of the genotypes towards the bacterium determined that *V. goudotiana* and *V. cauliflora* did not get the disease, what differed from the *Carica* genus, where all the plants resulted susceptible, a result that was similar to the evaluation to nematodes, where all the genotypes of *C. papaya* and *V. goudotiana* were susceptible and non-tolerant to the attack of the mixed populations of *M. incognita* race 1 and *R. reniformis*, since the agronomic variables were affected while most materials of *V. cundinamarcensis* and of *V. microcarpa* resulted resistant to the attack of *M. incognita* race 1. These results allow to direct the search for genes of resistance in wild materials, which could be incorporated into improved or commercial genotypes. This would permit a better management of the mentioned pathogens, which are serious limiting factors in the papaya crop in Venezuela.

(Palabras clave: nematodos; bacterioses; papaya; *Erwinia papayae*; *Meloidogyne incognita*; *Rotylenchulus reniformes*)

## INTRODUCCIÓN

La papaya o lechosa (*Carica papaya* L.) se encuentra entre los frutales de mayor importancia económica en los trópicos, por ser un alimento con alto valor nutritivo al poseer un considerable contenido de vitaminas A, B y C, hierro, calcio, azúcares y fibras. Además, posee la papaína, un fermento proteolítico de múltiples usos en la industria (1).

La producción de papaya en Venezuela está alrededor de los 13.200 kg.ha<sup>-1</sup>, pero este valor es cuatro veces menor que en los países mayores productores del mundo, como Brasil, Nigeria, México y la India (2). Estos bajos valores de rendimientos están estrechamente ligados a la alta incidencia de plantas enfermas, debido principalmente al ataque de bacteriosis (3) y nematodos en el cultivo a nivel nacional. Los productores se han visto en la necesidad de alternar las plantaciones con otros cultivos tradicionales como la yuca, en el estado Zulia y los cítricos en el estado Sucre, de manera de poder subsanar sus pérdidas (4).

Así mismo, resultan alarmantes los estudios realizados en el cultivo de la papaya. Se indica que la producción tiende a bajar año tras año, por la alta incidencia de enfermedades ocasionadas por la bacteria y los nematodos antes mencionados. En tal sentido, el objetivo principal de este trabajo es evaluar el comportamiento de materiales de *Carica* y *Vasconcellea* ante la enfermedad del cancro bacteriano y al ataque de dos nematodos de importancia económica en el cultivo de papaya.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diagnóstico fitosanitario en las zonas central y oriental de Venezuela. Identificación de la bacteria

Se realizó un diagnóstico fitosanitario en las zonas central y oriental de Venezuela, con el objeto de evidenciar la presencia de la enfermedad del cancro en papaya en parcelas comerciales. Para ello, se visitaron los sectores siguientes: Aragua de Maturín, Altos de Pérez, Taguaya, Maturagua, Campo Alegre y Agua Blanca (Edo. Monagas), El Limón (Edo. Aragua) y Calabozo (Edo. Guárico). Se recolectaron muestras de plantas de *Carica papaya* L. var. Cartagena y Solo con síntomas de manchas acuosas en el tallo y en algunos casos se observó maceración del tejido del tallo formando el cancro bacteriano. Los análisis se efectuaron en el Laboratorio de Bacteriología del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas-Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA-CENIAP).

Para realizar los aislamientos se extrajeron muestras de tallos con síntomas, usando los métodos de macerado y dilución. Las colonias bacterianas obtenidas y purificadas se inocularon en plantas sanas de la variedad Solo (variedad susceptible), con una suspensión bacteriana a una concentración de 0,2 D.O equivalente a 10<sup>8</sup> UFC.mL<sup>-1</sup> (5).

### Evaluación del comportamiento de genotipos ante la bacteriosis del cancro producida por *Erwinia papayae*

Para la evaluación de los genotipos se utilizaron 10 plantas de los materiales siguientes: *C. papaya*

('Maradol', 'Pajarera', 'Cartagena amarilla' (San Felipe), 'Varadero', 'Costa Rica', 'Criolla redonda', 'Paraguanera amarilla' y la variedad Solo que fue utilizada como testigo susceptible), *Vasconcellea goudotiana* Triana y Planch tipo A y tipo B y *V. cauliflora* (Jacq.) A.DC. Rank. A los 45 días de edad las plántulas se inocularon con una suspensión bacteriana del aislamiento 1497 (aislamiento de referencia) de *Erwinia papayae* (Gordon, Christen, Achouax y Prior) perteneciente a la colección de bacterias del Laboratorio de Bacteriología Vegetal (INIA- CENIAP). Para la inoculación se utilizó una concentración de  $10^8$  UFC.mL<sup>-1</sup>, la cual se efectuó realizando heridas en la unión del pecíolo con el tallo, ápice y hojas con una jeringa hipodérmica. Las plantas inoculadas se colocaron en cámara húmeda con una humedad relativa de 90% y una temperatura de 32°C. Los testigos recibieron el mismo tratamiento, pero fueron inoculados con agua destilada estéril. El diseño estadístico utilizado fue completamente aleatorizado y las evaluaciones de la reacción se efectuaron utilizando una escala arbitraria de intensidad de los síntomas de cinco grados de avance de la enfermedad (Tabla 1) utilizada por Borges (6).

**TABLA 1.** Escala para la evaluación de los síntomas de *Erwinia papayae*./ *Scale for evaluating Erwinia papayae symptoms*

Grado	Criterio
1	Plantas sin síntomas, desarrollo normal
2	Inicio de manchas aceitosas en punto de inoculación, en tallo o pecíolo, hoja o ápice
3	Avance de manchas aceitosas, prolongación del tallo o pecíolo, marchitamiento de hoja o ápice
4	Inicio de pudrición de los tejidos inoculados
5	Marchitamiento de las plantas, muerte del ápice y del pecíolo

### Evaluación del comportamiento de genotipos al ataque de *Rotylenchulus reniformis* y/o *Meloidogyne incognita* raza 1

Los experimentos se realizaron en el invernadero del Laboratorio de Nematología del CENIAP, con una temperatura promedio de 34°C y una humedad relativa de 78%, durante 12 semanas. En el primer experimento las plantas se inocularon con una población mixta de *M. incognita* raza 1 y *R. reniformis* por encontrarse estas especies frecuentemente juntas en los muestreos de campo. Para ello, se evaluaron los materiales siguientes: *Carica papaya*: ('Pajarera', 'Red Lady',

'Maradol-Aragua'); *Vasconcellea goudotiana* tipo A y *V. goudotiana* tipo B. En el segundo experimento las plantas se inocularon sólo con *M. incognita* raza 1 por ser la especie de mayor importancia en el cultivo. Se evaluaron los materiales siguientes: *C. papaya* ('Sofía', 'Paraguanera', 'Cartagena amarilla', 'Varadero', 'Criolla roja', 'Costa Rica', 'San Felipe', 'La Habana', 'Maradol-Falcón'), *V. cauliflora*, *V. cundinamarcensis* V.M.Badillo (Las Lomas, Trujillo, La Azulita, Chorotal, La Porquera), *V. microcarpa* var. *microcarpa* (Jacq.) A.DC y *V. microcarpa* var. *pilifera* (V.M. Badillo) V.M. Badillo.

Las plantas de un mes de edad fueron sembradas en macetas de 1000 cm<sup>3</sup> con una mezcla estéril de suelo-arena (2:1). Se utilizaron 10 plantas por material. En el primer experimento se inocularon la mitad de las plantas con 2000 huevos+juveniles.planta<sup>-1</sup> de una población mixta de *M. incognita* raza 1 (7) y *R. reniformis* provenientes de una siembra comercial de lechosa ubicada en el Estado Aragua. Cinco plantas se dejaron como testigos sin inocular. En el segundo experimento se usó el mismo número de plantas, la mitad se inoculó con 2500 huevos+juveniles.planta<sup>-1</sup> de *M. incognita* raza 1 y cinco se dejaron como testigos.

En ambos experimentos, las plantas se colocaron sobre mesones en un umbráculo con un diseño completamente aleatorizado y recibieron riego y fertilización periódicamente. Al finalizar los experimentos, se tomaron para cada planta los datos de las siguientes variables agronómicas: peso fresco aéreo y radical, peso seco aéreo y radical y el índice de agallamiento en las raíces (7). Para la extracción de nematodos del suelo, de cada maceta se homogenizó la muestra y se procesaron 100 cm<sup>3</sup> de suelo por el método de Cobb modificado (8) y 10 g de raíces se licuaron en 100 cm<sup>3</sup> de agua, a velocidad media durante 30 s ó hasta romper el tejido. Se tamizaron en cedazos de 30, 200 y 325 mallas (9). Se lavaron con agua y se recogió lo retenido en los cedazos 200 y 325. La limpieza se realizó, tanto para el suelo como para las raíces, con el embudo de Baermann. Después de 24 h se recogió la suspensión, y se concentró (tamiz 500 mallas) en 50 cm<sup>3</sup> de agua, contándose 2 alícuotas de 5 cm<sup>3</sup> cada una. Se calculó el Factor de Reproducción de Nematodos (FR=Población final/Población inicial). Se consideró una planta resistente si el FR era < 1 y si no eran afectadas las variables agronómicas evaluadas se consideraron como tolerantes, en caso contrario como no tolerante, según el esquema establecido por Cook (10).

Los datos obtenidos se analizaron a través de la prueba *t* de Student para muestras independientes al

5%. Para la observación de nematodos endoparásitos en el tejido afectado se utilizó la tinción con fucsina ácida (11).

## RESULTADOS

### Diagnóstico fitosanitario en las zonas central y oriental de Venezuela. Identificación de la bacteria

En relación a los aislamientos realizados a partir de plantas enfermas en las zonas mencionadas se determinó la presencia de colonias que resultaron patogénicas cuando se inocularon en plantas sanas de papaya, las cuales presentaron las siguientes características fisiológicas y bioquímicas:

Bacteria Gram negativa, forma de bastón, anaeróbica facultativa, de lento crecimiento en Agar nutritivo y B de King, D<sub>3</sub> de Kado positivo, producción de Indol negativa, reducción de nitratos variable. Las colonias son blanco grisáceo, produce ácido pero no gas de los siguientes azúcares: glucosa, sucrosa, manitol y dulcitol, catalasa positiva y oxidasa negativa y licuefacción de la gelatina variable. Por las reacciones descritas la bacteria aislada del cancro bacteriano pertenece al género *Erwinia*, señalado como el agente causal del cancro en papaya (12,13). Con los estudios realizados no se pudo determinar la especie de la bacteria, ya

que existe una gran variabilidad entre las cepas obtenidas. Al realizar los estudios utilizado el perfil bioquímico se observaba que algunas cepas se acercaban a *E. chrysantemi* y otras a *E. carotovora*, cuando se realizaron los estudios moleculares utilizando los primers de las bacterias antes mencionadas, la cepa 1497 no amplificó. Se concluye que la bacteria aislada en este trabajo probablemente sea *E. papayae*, teniendo en cuenta que los síntomas observados y que las características obtenidas en la identificación son semejantes a las informadas por Gardan *et al.* (14) para esta especie. Este hallazgo permite continuar con los estudios moleculares utilizando los primers específicos para esta bacteria (Tabla 2).

### Evaluación del comportamiento de los genotipos ante la bacteriosis del cancro producida por *E. papayae*

En la evaluación del comportamiento de los genotipos se evidenciaron los primeros síntomas a partir de los 4 a 5 días después de la inoculación. Las plantas que presentaron primero los síntomas fueron consideradas más susceptibles que aquellas que aun no los presentaban para el mismo tiempo. Los síntomas se caracterizaron por ser manchas acuosas en el punto de inoculación, posteriormente se incrementan en tamaño observándose en el tallo y las hojas. El alto

**TABLA 2.** Caracterización bioquímica de cepas de la bacteria *Erwinia* sp. recolectada de distintas zonas de Venezuela./ *Biochemical characterization of Erwinia* sp. strains collected in different zones of Venezuela

Características	Procedencia de las cepas						
	Aragua de Maturín	Altos de Pérez	Taguaya	Campo Alegre	Agua Blanca	El Limón	Calabozo
Crecimiento	+	+	+	+	+	+	+
Anaeróbico D de Kado	+	+	+	+	+	+	+
Forma de bastón corto	+	+	+	+	+	+	+
Liquef. Gelatina	+	+	+	-	+	-	+
Prod. Indol	-	-	+	-	-	-	-
Red. Nitratos	-	-	+	-	+	+	+
Tinción de Gram	-	-	-	-	-	-	-
Catalasa	+	+	+	+	+	+	+
Oxidasa	-	-	-	-	-	-	-
Producción de ácido a partir de:							
Glucosa	+	+	+	+	+	-	+
Manitol	+	-	+	+	+	+	+
Ducitol	+	+	+	+	+	+	+
Sucrosa	+	+/	+	+	+	+	+

grado de degradación de los tejidos en los puntos de inoculación provocó marchitez y muerte de las plantas, ejemplo en la variedad Solo (15,17) (Tabla 3).

En la Tabla 3 se evidencia que todos los genotipos comerciales evaluados se comportaron como susceptibles a la enfermedad, sin embargo, los genotipos 'Costa Rica' y 'Cartagena amarilla' presentaron los grados de severidad más bajos, así como el menor número de plantas que se enfermaron. Esto permite establecer que los genotipos mencionados manifiestan cierta resistencia bajo estas condiciones, no obstante, se deberá realizar los ensayos a nivel de campo para observar si este comportamiento se mantiene. El genotipo 'Pajarera' que es un material local de Venezuela, resultó susceptible. Los genotipos *V. goudotiana* (tipo A y tipo B) y *V. cauliflora* resultaron inmunes a la enfermedad. Este resultado coincide, con los informados por otros investigadores (15,16,17), lo cual permite utilizar estos genotipos como fuente de genes de resistencia para los programas de mejoramiento en lechosa. En el trabajo se pudo observar que la gran mayoría de los genotipos comerciales presentaron una alta susceptibilidad a la enfermedad.

Es importante destacar que la respuesta de resistencia a esta enfermedad de aquellos genotipos que reúnan características deseables para los mercados nacionales e internacionales, representaría un gran logro, debido a que la bacteriosis en lechosa ocasiona grandes pérdidas y en muchos países del Caribe este

frutal ha sido totalmente eliminado a causa de esta enfermedad, ya que es imposible su cultivo (17).

En este trabajo se observa que los genotipos que presentan resistencia son los no comerciales y esto se relaciona con otros trabajos previos, donde se señala cierta resistencia en cultivares silvestres de la zona del Caribe (13), sin embargo, cuando son probados con inoculaciones artificiales han resultado susceptibles. La región del Caribe se considera un centro secundario de diversificación de la lechosa y es frecuente el cruzamiento natural entre poblaciones silvestres, donde existe gran variedad de genotipos con posibles genes de resistencia, pudiendo ser utilizados en los programas de mejoramiento para obtener genotipos comerciales resistentes a la bacteriosis (3).

Los resultados obtenidos ofrecen una herramienta para los programas de mejoramiento ya que los genotipos del género *Vasconcellea* resultaron resistentes a la enfermedad cuando fueron probados con las cepas venezolanas. Es importante destacar, el comportamiento menos susceptibles de los genotipos comerciales como 'Cartagena amarilla', variedad que se cultiva en buena parte de Venezuela y 'Costa Rica' que es una variedad foránea, las cuales representan una alternativa para minimizar los daños de la enfermedad, las cuales podría cultivarse en las zonas donde las condiciones agroclimáticas son las apropiadas para el cultivo de la papaya, pero donde la bacteriosis del cancro no ha sido señalada.

**TABLA 3.** Evaluación del comportamiento de genotipos de *Carica* y *Vasconcellea* frente a la bacteria *Erwinia papayae*. / Evaluation of the reaction to *Erwinia papayae* of *Carica* and *Vasconcellea* genotypes

Materiales	Grado de la enfermedad	Plantas con síntomas	Observaciones
<i>V. goudotiana</i> tipo A	0	0/10	Sin síntomas
<i>V. goudotiana</i> tipo B	0	0/10	Sin síntomas
<i>V. cauliflora</i>	0	0/10	Sin síntomas
<i>C. papaya:</i>			
'Costa Rica'	1	2/10	Manchas pequeñas aceitosas en el tallo
'Cartagena amarilla'	2	3/10	Manchas aceitosas en el punto de inoculación
'Varadero'	3	5/10	Muerte del ápice y manchas aceitosas en el tallo
'Paraguanera amarilla'	3	6/10	Muerte del ápice y manchas aceitosas en el tallo
'Criolla redonda'	3	7/10	Muerte del ápice y pudrición parcial del tallo
'Pajarera'	3	8/10	Muerte del ápice y pudrición parcial del tallo
'Maradol'	4	8/10	Marchitez severa
'Solo' (Susceptible)	4	9/10	Marchitez severa, pudrición del tallo y muerte del ápice
Testigo	0	0/10	Sin síntomas

**TABLA 4.** Efecto de *Meloidogyne incognita* raza 1 y *Rotylenchulus reniformis* sobre las variables agronómicas, factor de reproducción de los nematodos e índice de agallamiento en plantas de *Carica papaya*. / *Effect of Meloidogyne incognita* race 1 and *Rotylenchulus reniformis* on agronomic variables, nematodes reproduction factor and root-knot index in *Carica papaya* plants

Material	Tratamiento	Peso Aéreo (g)		Peso Radical (g)		FR(Pf/Pi)	Índice de Agallamiento
		Fresco	Seco	Fresco	Seco		
<i>C. papaya</i> 'Pajarera'	Inoculado	14,96*	1,62*	2,50*	2,30*	2,46	3
	Testigo	18,82	2,14	10,24	7,78		
<i>C. papaya</i> 'Maradol'	Inoculado	25,54	2,30	32,40	2,28*	2,35	3
	Testigo	25,38	2,72	34,72	11,46		
<i>C. papaya</i> 'Red Lady'	Inoculado	17,06*	2,08	23,58	2,08	1,94	3
	Testigo	23,06	2,16	23,06	4,90		
<i>V. goudotiana</i> Tipo A	Inoculado	36,02	6,24	23,66	2,90	1,83	2
	Testigo	33,50	2,48	23,66	2,50		
<i>V. goudotiana</i> Tipo B	Inoculado	25,36	5,12	24,98	2,86*	1,29	2
	Testigo	22,60	2,82	31,74	6,66		

\*Los valores presentan diferencias estadísticamente significativas, según la Prueba *t* de Student para muestras independientes al 5%

#### Evaluación del comportamiento de genotipos al ataque de *Rotylenchulus reniformis* y/o *Meloidogyne incognita* raza 1

En el Tabla 4-7 se observan los resultados de las variables agronómicas evaluadas al finalizar el experimento. La acción de los nematodos disminuyó de forma significativa el peso aéreo y el peso radical fresco para *C. papaya* en todos los materiales comerciales. Es interesante destacar que algunos materiales de *Vasconcellea* no presentaron diferencias significativas para ninguna de las variables evaluadas, a excepción de *V. goudotiana*

**TABLA 5.** Reacción de los materiales evaluados respecto al ataque *M. incognita* raza 1 y *R. reniformis*. / *Reaction of the materials evaluated respect to M. incognita* race 1 and *R. reniformis* attack

Material	Reacción
<i>Carica papaya</i> 'Pajarera'	Susceptible- No tolerante
<i>Carica papaya</i> 'Red Lady'	Susceptible- No tolerante
<i>Carica papaya</i> 'Maradol'- Aragua	Susceptible- No tolerante
<i>Vasconcellea goudotiana</i> Tipo A	Susceptible- Tolerante
<i>Vasconcellea goudotiana</i> Tipo B	Susceptible- No tolerante

tipo B, *V. cundinamarcensis*, *V. cauliflora* y *V. microcarpa* las cuales mostraron diferencias en algunas de las variables agronómicas evaluadas. Estos resultados son similares a los señalados por varios autores, quienes informaron que el nematodo *M. incognita* afecta agrónomicamente variables, tales como, diámetro del tallo, peso radical y peso del follaje (18,19, 20, 21, 22, 23).

Los materiales de *C. papaya* evaluados previamente por Rosales y Suárez (24) con respecto a *M. incognita* se comportaron igual ante la raza 1 de este nematodo y solo la especie *C. cauliflora* tuvo una reacción contraria a las mencionadas por los autores, es decir, en el presente estudio se comportó como susceptible, aun cuando mantuvo su condición de no tolerante. Muy probablemente puede deberse a alguna variación genética de los materiales o a que estuvo sometida a una presión de inóculo muy superior, por lo que se debe continuar evaluando este material.

Sobre la base de los resultados obtenidos en este estudio y bajo las condiciones ya expuestas, se considera que todos los materiales de *C. papaya* y *V. goudotiana* tipo B son susceptibles y no tolerante al ataque de la población mixta de *M. incognita* raza 1 y *R. reniformis*, por afectarse las variables agronómicas evaluadas, mientras que sólo algunos materiales de *V. cundinamarcensis* y *V. microcarpa* resultaron resistentes y tolerantes al ataque de *M. incognita* raza 1. Todos los materiales comerciales de *C. papaya* disminuyeron algunas de sus variables agronómicas y presentaron susceptibilidad a los nematodos, por lo que los

**TABLA 6.** Efecto de *Meloidogyne incognita* raza 1 sobre las variables agronómicas en plantas de la familia *Caricaceae*. / Effect of *Meloidogyne incognita* race 1 on agronomic variables on plant of *Caricaceae* family

Material		Peso aéreo (g)		Peso radical (g)		FR (Pf/Pi)	Índice de Agallamiento
		Fresco	Seco	Fresco	Seco		
<i>C. papaya</i> 'Sofia'	Inoculado	16,46 *	2,12*	5,50*	2,30*	2,34	3
	Testigo	21,12	3,34	14,64	5,78		
<i>C. papaya</i> 'Paraguanera'	Inoculado	18,54a	2,90	35,40	3,68*	2,45	3
	Testigo	17,78	2,82	30,72	7,96		
<i>C. papaya</i> 'Cartagena amarilla'	Inoculado	27,06	2,98*	23,58*	2,08*	2,00	3
	Testigo	30,05	5,76	31,31	4,78		
<i>C. papaya</i> 'Varadero'	Inoculado	15,45	1,98*	17,98	1,98	2,31	3
	Testigo	16,66	2,76	18,65	2,76		
<i>C. papaya</i> 'Criolla roja'	Inoculado	17,06	1,98*	18,58*	2,08*	5,60	2
	Testigo	20,05	3,76	21,31	4,38		
<i>C. papaya</i> 'Costa Rica'	Inoculado	25,45	2,98*	23,98	2,98*	2,30	2
	Testigo	26,16	5,66	24,95	4,76		
<i>C. papaya</i> 'San Felipe'	Inoculado	12,54	1,90	15,60	1,68*	1,98	3
	Testigo	11,88	1,82	16,72	5,26		
<i>C. papaya</i> 'La Habana'	Inoculado	10,45	1,08*	11,98	0,98	2,88	2
	Testigo	9,66	1,76	11,65	1,96		
<i>C. papaya</i> Maradol-Falcón	Inoculado	13,86*	1,34	16,46*	0,32	7,10	3
	Testigo	17,32	1,30	18,60	2,51*		
<i>V. cauliflora</i>	Inoculado	20,56	3,87	17,77	2,09*	2,11	2
	Testigo	23,02	3,23	15,98	3,11		
<i>V. cundinamarcensis</i> Las Lomas	Inoculado	2,2	0,15	3,16*	0,24*	0,56	2
	Testigo	1,17	0,21	2,32	0,04		
<i>V. cundinamarcensis</i> Trujillo	Inoculado	1,48	0,13	1,94	0,06*	0,81	2
	Testigo	1,40	0,16	1,96	0,28		
<i>V. cundinamarcensis</i> La Azulita	Inoculado	1,00	0,15*	1,92	0,12*	0,98	2
	Testigo	1,50	0,11	2,34	0,23		
<i>V. cundinamarcensis</i> Chorotal	Inoculado	2,14	0,10	3,32	0,15	2,02	3
	Testigo	2,26	0,14	3,32	0,22		
<i>V. cundinamarcensis</i> La Porquera	Inoculado	2,14	0,19	3,30*	0,12*	0,88	2
	Testigo	2,30	0,18	2,82	0,31		
<i>V. microcarpa</i> var. <i>microcarpa</i>	Inoculado	5,20*	0,53*	3,60*	0,58*	0,43	2
	Testigo	1,42	0,05	1,10	0,25		
<i>V. microcarpa</i> var. <i>pilifera</i>	Inoculado	1,00	0,15	1,52*	0,24	0,81	2
	Testigo	1,50	0,11	2,34	0,23		

\* Los valores presentan diferencias estadísticamente significativas según la prueba "t" para pruebas independientes al 5%.

estudios de mejoramiento en la búsqueda de una papaya comercial resistente a los mismos, podría incluir algunos materiales silvestres.

Del presente estudio se puede concluir que *V. goudotiana* tipo A y tipo B y *V. cauliflora* resultaron inmunes a los aislamientos bacterianos venezolanos, pero susceptibles a nematodos, mientras que la mayoría de los materiales de *V. cundinamarcensis* y *V. microcarpa* se comportaron como resistentes a nematodos. Estos resultados permiten dirigir la búsqueda de genes de resistencias en los mate-

riales silvestres que podrían ser incorporados a los genotipos mejorados o comerciales, lo cual permitiría un mejor control en el manejo de los patógenos mencionados, que son limitantes severos en el cultivo de la lechosa en Venezuela, lo cual ha sido señalado por Rosales y Suárez (24) y Crozzoli (25). Por otra parte, se debe profundizar en los estudios moleculares de estos materiales ya que se observaron comportamientos diferentes en genotipos de la misma especie, pero de diferentes localidades.

**TABLA 7.** Reacción de los materiales evaluados respecto al ataque *M. incognita* raza 1./ *Reaction of the materials evaluated respect to M. incognita* race 1 attack

Material	Reacción
<i>Carica papaya</i> 'Sofia'	Susceptible- No tolerante
<i>Carica papaya</i> 'Paraguanera'	Susceptible- No tolerante
<i>Carica papaya</i> 'Cartagena amarilla'	Susceptible- No tolerante
<i>Carica papaya</i> 'Varadero'	Susceptible- No tolerante
<i>Carica papaya</i> 'Criolla roja'	Susceptible- No tolerante
<i>Carica papaya</i> 'Costa Rica'	Susceptible- No tolerante
<i>Carica papaya</i> 'San Felipe'	Susceptible- No tolerante
<i>Carica papaya</i> 'La Habana'	Susceptible- No tolerante
<i>Carica papaya</i> 'Maradol-Falcón'	Susceptible- No tolerante
<i>V. cauliflora</i>	Susceptible- No tolerante
<i>V. cundinamarcensis</i> 'Las Lomas'	Resistente- No tolerante
<i>V. cundinamarcensis</i> 'Trujillo'	Resistente- No tolerante
<i>V. cundinamarcensis</i> 'La Azulita'	Resistente- No tolerante
<i>V. cundinamarcensis</i> 'Chorotal'	Susceptible- Tolerante
<i>V. cundinamarcensis</i> 'La Porquera'	Resistente- No tolerante
<i>V. microcarpa microcarpa</i>	Resistente- No tolerante
<i>V. microcarpa pilifera</i>	Resistente- Tolerante

## REFERENCIAS

- Alonso M, Ramos R, Torney Y. Caracterización y evaluación de los recursos genéticos de papaya (*Carica papaya* L.). Citrifrut. 2006;23(2):21-25.
- FAO. Producción Agrícola. FAO-STAT, 2007. (En línea). (Consultada: 5 ene 2010). Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
- Ollitrault P, Bruyère S, Ocampo J, De Lapeyre L, Gallard A, Argoud L, et al. Papaya breeding for tolerance to bacterial decline (*Erwinia* sp.) in the Caribbean Region. In: I International Symposium on Papaya; 2007.
- Guevara Y, Rondón A, Maselli A, Salcedo F, Betancourt J. Marchitez bacteriana del lechoso *Carica papaya* L. en Venezuela. Agronomía Tropical. 1993;43:107-116.
- Schaad NW, Jones JB, Chen W. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. Thrid Edition. Gram- Negative Bacteria. *Erwinia* and *Pantoea*. 2001; pp 36-72.
- Borges FO. Selección para la resistencia a la quemazón bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) y a la roya (*Uromyces appendiculatus vulgaris* L.) Maracay, Venezuela. Trabajo de ascenso para optar a la categoría de profesor Asociado, UCV Facultad de Agronomía. 1982, 111 pp.
- Taylor AL, Sasser JN. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). International *Meloidogyne* Project. North Carolina State University, Raleigh. 1978; 111 pp.
- Flegg FFM, Hooper DF. Extraction of free-living stages from soil. In: Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Minist. Agric. Fish. and Food, London. Bull 1970;2:9-10.
- Hooper DF. Extraction and processing of plant and soil nematodes. CABI International. 1993;56-63.
- Cook R. Nature and inheritance of nematode resistance in cereals. J Nematology. 1974;6:165-174.
- Bird DW Jr, Kirkpatrick T, Barker KR. An improved technique for clearing and staining plant tissue for detection of nematodes. J Nematol. 1983;15:142-143.
- Muñoz J. Lechoza. Serie Petróleo y Agricultura. FUSAGRI. 1984;6:59-60.
- Prior P, Beramis M, Rousseau MTh. Le deperissement bacterien de papayer aux Antilles francaises. Revue d'agronomie. 1995;10:877-885.
- Gardan Louis, Christen R, Achouak W, Prior P. *Erwinia papayae* sp. nov., a pathogen of papaya (*Carica papaya*). Int J Syst Evol Microbiol. 2004; 54:107-113.



15. Webb RR. Variations in response of 42 papaya varieties infected with bacterial canker. *Phytopathology*. 1983;73:811.
16. Webb RR. Epidemiology and control of bacterial canker of papaya caused by an *Erwinia* sp., on St. Croix, U.S. Virgin Islands. *Plant Dis*. 1985;69:305-309.
17. Frossard P, Verniere R, Hugon C. Un deperissement bacterien de papayer aux Antilles francaises associe a un *Erwinia* sp. do groupe amylovora. *Fruits*. 1985;40(9):583-593.
18. Mc Sorley R. Plant parasitic nematodes associated with tropical and subtropical fruits. *Agric. Exp. Sta. IFAS. Univ. of Florida. Bulletin 823*. 1981; p. 1-49.
19. Petit P. Reconocimiento de nematodos fitoparásitos asociados a frutales de importancia económica en Venezuela. *Fitopatol Venez*. 1990;3:2-5.
20. Suárez HZ, Rosales LC. 1998. Frutales de Importancia y nematodos asociados. I. Frutales anuales. *Fonaiap Divulga* 1998;60:38-41.
21. Bustillo Y, Crozzoli R, Greco N, Lamberti F. Efecto del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* sobre el crecimiento de la lechosa (*Carica papaya*) en vivero. *Nematol mediterr*. 2000; 28:163-170.
22. Rosales LC, Suárez HZ. Reacción de cinco materiales de caricáceas al ataque del nematodo *Meloidogyne incognita*. *Nematol mediterr*. 2001;29:177-180.
23. Rosales LC, Suárez HZ. Importancia de nematodos asociados al lechoso y distribución geográfica en Venezuela. *Fitopatol Venez*. 2001;14:21-23.
24. Jaraba JD, Lozano Z, Espinoza M. Nematodos agalladores asociados al cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) en el departamento de Córdoba, Colombia. *Agronomía Colombiana*. 2007; 25(1):124-130.
25. Crozzoli R. Nematodes of tropical fruits crops in Venezuela. In: Ciancio A, Mukeryi KJ, editors. *Integrated Management of Fruits Crops and Forest Nematodes*. 2009; p 63-83

(Recibido 18-6-2009; Aceptado 2-3-2010)

## ¿QUIÉNES PUBLICAN EN NUESTRA REVISTA?

### DESDE EL EXTRANJERO

- FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA, ARGENTINA
- FACULTÉ D'AGRONOMIE ET DES SCIENCIES AGRICOTES, CAMEROUN
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS (INIA, VENEZUELA)
- SERVICIO DE SANIDAD VEGETAL DEL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA, ESPAÑA
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ, PANAMÁ
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITA-UNIDAD XOCHIMILCO (UAM-X)

