

CARIOTIPO DE SELECCIONES DE *Psidium* spp. SUSCEPTIBLES, TOLERANTES Y RESISTENTES A *Meloidogyne incognita*

Tamara Molero¹, Julia Molina² y Ana Maria Casassa-Padrón³

¹Departamento de Biología, Facultad de Humanidades.

Correo electrónico: taymarajo@cantv.net

²Laboratorio de Citogenética, Departamento de Biología,

Facultad Experimental de Ciencias. Correo electrónico: jbetilde@cantv.net

³Unidad Técnica Fitosanitaria, Instituto de Investigaciones Agronómicas,

Facultad de Agronomía. Correo electrónico: casassae@cantv.net;

anamariacasassa@yahoo.es

Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela

Resumen. Se determinó el cariotipo de tres selecciones de *Psidium guajava* tolerantes (“AgroLUZ-14”, “AgroLUZ-42” y “AgroLUZ-45”), una susceptible (“Criolla Roja”) y una de *Psidium friedrichsthalianum* (Cas) resistente al nematodo agallador *Meloidogyne incognita*. La investigación se llevó a cabo en el campo experimental del Centro Frutícola del Estado Zulia-CORPOZULIA, Venezuela, y se empleó la técnica del aplastamiento para el estudio mitótico. Las selecciones de *P. guajava* presentaron $2n = 22$ cromosomas, con longitudes variables entre 0,6 y 2 μ m y un número fundamental (NF) de 40, mientras que *P. friedrichsthalianum* presentó $2n = 44$, con una longitud de 0,6 y 2.5 μ m y un NF de 80. El cariotipo de las selecciones de *P. guajava* tolerantes presentó 7 pares de cromosomas metacéntricos, 2 pares submetacéntricos y 2 pares acrocéntricos, mientras que la selección susceptible presentó 8 pares metacéntricos, 1 par submetacéntrico y 2 pares acrocéntricos. Por su parte, *P. friedrichsthalianum*, mostró 14 pares de cromosomas metacéntricos, 4 pares submetacéntricos y 4 pares acrocéntricos. Los porcentajes de germinación de las semillas fueron mayores del 72%, excepto para la selección “Criolla Roja” (56%). Los resultados permitieron diferenciar cromosómicamente a las selecciones de *Psidium* spp. susceptibles, tolerantes y resistentes a *M. incognita*.

Recibido: 24 Febrero 2006 / Aceptado: 26 Junio 2006

Received: 24 February 2006 / Accepted: 26 June 2006

ta y constituyen un aporte básico para planificar programas de mejoramiento genético en el cultivo del guayabo.

Palabras clave: Cariotipo, cromosomas, guayabo, *Meloidogyne*, nemátodo, número fundamental, *Psidium*.

KARYOTYPE OF SELECTIONS OF *Psidium* spp. SUSCEPTIBLE, TOLERANT AND RESISTANT TO *Meloidogyne incognita*

Abstract. The karyotype of three selections of guava tolerant *Psidium guajava* (“AgroLUZ-14”, “AgroLUZ-42” and “AgroLUZ-45”), one susceptible selection (“Criolla Roja”) and one of *Psidium friedrichsthalianum* (Cas) resistant to the nematode *Meloidogyne incognita* was determined. Vegetation samples were collected in Venezuela, at CORPOZULIA’S Zulia State Fruit Culture Center. The squash technique was used for mitotic study. The mitotic study revealed that all *P. guajava* selections had $2n = 22$ chromosomes with a variable length from 2 to 0.6 μ , and a fundamental number (FN) of 40, whereas the *P. friedrichsthalianum* selection had $2n = 44$ chromosomes with a length of 2.5 to 0.6 μ and a FN of 80. Karyotypes of the tolerant selections of *P. guajava* had 7 metacentric, 2 submetacentric and 2 acrocentric pairs of chromosomes. The susceptible selection presented 8 metacentric, 1 submetacentric and 2 acrocentric pairs of chromosomes while the *P. friedrichsthalianum* karyotype had 14 pairs of metacentric, 4 pairs of submetacentric and 4 pairs of acrocentric chromosomes. Germination surpassed 72% in all the selections, except for “Criolla Roja” (56%). The results show that *Psidium* spp. selections, susceptible, tolerant and resistant to *M. incognita*, may be differentiated chromosomically, and the cytogenetic data obtained constitutes a basic contribution toward planning genetic improvement programs for guava culture.

Key words: Chromosomes, fundamental number, guava, karyotype, *Meloidogyne*, nematode, *Psidium*.

INTRODUCCIÓN

El guayabo (*Psidium guajava* L.) es una especie que se encuentra distribuida desde México hasta Brasil y constituye uno de los ru-

bros más cultivados por su precocidad, su demanda para el consumo como fruta fresca, su alto valor nutritivo y por la variedad de usos que tiene como materia prima (Manica *et al.* 1998, El-Borai y Duncan 2005).

En las décadas de los 80 y 90 el guayabo se consideró como uno de los cultivos frutales más importantes en Venezuela, específicamente en la región noroccidental del estado Zulia, constituyendo casi el 80% de la producción a nivel nacional con un rendimiento calculado entre 25.000 a 35.000 Kg/ha en un total de 3.500 ha aproximadamente (Ministerio de Producción y Comercio 2000). Sin embargo, estas plantaciones comenzaron a sufrir graves problemas fitosanitarios lo cual trajo como consecuencia una reducción del área total cultivada (Crozzoli *et al.* 1991, Chirinos *et al.* 2000).

Los nematodos del género *Meloidogyne* representan el problema más importante para los principales países cultivadores de guayaba, ya que limita drásticamente la producción comercial (Cuadra y Quincosa 1982, De Moura y De Moura 1998). En Venezuela se ha identificado a *Meloidogyne incognita* como causante de la “muerte regresiva de guayabo” desde 1989, lo cual ocasiona reducción del crecimiento, disminución en la producción, clorosis, defoliaciones y en casos extremos la muerte de los árboles (Crozzoli *et al.* 1991).

Se ha evaluado la efectividad de varias estrategias de manejo para enfrentar esta plaga, siendo la más perdurable en el tiempo, y con menos riesgos para el ambiente, el uso de portainjertos resistentes a *Meloidogyne spp.* (Cuadra y Quincosa 1982, Babatola y Oyedunmade 1992, Maranhao *et al.* 2001) entre los cuales *P. friedrichsthalianum* (Berg.) Nied. constituye la especie más estudiada (Casassa *et al.* 1997, Matheus *et al.* 1999).

La variación citológica dentro del género *Psidium* es alta, y en *P. guajava* se han registrado formas diploides, triploides, tetraploides y aneuploides (Hirano y Nakasone 1969, Mohamed y Majumder 1974, Srivastava 1977). Se ha señalado que el número cromosómico de *P. friedrichsthalianum* es diverso pues presenta 44 cromosomas en El Salvador, 66 en Costa Rica y 22 en la India (Hirano y Nakasone

1969). Atchinson (1947) indica que el número cromosómico básico de este género se inició con 11 cromosomas, y a partir de este valor se ha obtenido variabilidad en la cantidad de los mismos.

La variabilidad genética en las poblaciones de guayabo en el estado Zulia, Venezuela, originada por la propagación por semillas (Tong *et al.* 1991), unido a la propia biología floral de esta especie (Caraballo 2001) ha permitido seleccionar adicionalmente “tipos” de *Psidium* que poseen comportamientos diferenciales en relación a su tolerancia a *M. incognita* (Matheus *et al.* 1999, Casassa *et al.* 2000, 2005) y la gran diversidad en la forma de las hojas, flores y frutos de estos árboles (Molero *et al.* 2004).

Es por ello, que resulta imprescindible llevar a cabo estudios citogenéticos de estas selecciones de *Psidium*, que permitan un mayor conocimiento sobre su constitución cromosómica, con el objeto de establecer programas de mejoramiento mediante técnicas tradicionales o de ingeniería genética.

El objetivo de este trabajo es determinar el cariotipo de tres selecciones tolerantes y una susceptible de *P. guajava*, y una selección de *P. friedrichsthalianum* resistente a *Meloidogyne incognita*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó la selección de árboles de guayabo (*P. guajava*) y *P. friedrichsthalianum* localizados en el campo experimental del Centro Frutícola del Zulia-CORPOZULIA, ubicado en el municipio Mara, estado Zulia, Venezuela (10° 49' 15" LN, 71° 46' 20" LO), en una zona de vida de bosque seco tropical (Ewel y Madriz 1968).

Se escogió un árbol de cada una de las selecciones, constituidas por tres selecciones de *P. guajava* tolerantes a *M. incognita*, denominadas “AgroLUZ-14”, “AgroLUZ-42”, y “AgroLUZ-45”, una selección susceptible denominada “Criolla Roja” y una selección de *P. friedrichsthalianum* resistente, denominada “Cas” (Molero *et al.* 2004, Casassa *et al.* 2005).

Para el estudio mitótico se recolectaron las semillas de tres frutos de cada árbol por cada selección y se desinfectaron con alcohol al 60% y una solución de hipoclorito de sodio con agua destilada (agua-cloro comercial 3:1). Las semillas se sembraron en cápsulas de Petri previamente esterilizadas (20 semillas/cápsula) y se mantuvieron a una temperatura entre 25 y 30°C por 2 semanas.

Se empleó el método de aplastamiento de los tejidos o “squash” para la preparación de las láminas microscópicas. Al germinar las semillas, se procedió a separar las raíces al alcanzar de 1,5 a 2 cm de longitud. Las raíces se colocaron en una solución antimitótica de 8-Hidroxiquinolina al 0,5% por 3 h a 12°C, se lavaron con NaCl al 0,03% por 20 min y se fijaron en Carnoy (etanol-ácido acético 3:1) por 24 h a 12°C. El material se lavó con agua destilada por 2 min, previo al montaje de las láminas microscópicas, y se hidrolizó el tejido con HCl al 25% durante 15 min y se lavó nuevamente con agua destilada por 2 min. La coloración se realizó con orceína FLP al 2% por 10 min.

Se contaron y midieron los cromosomas mediante un micrómetro ocular y se tomaron, aproximadamente, 50 fotografías por cada selección, con un aumento de 2500X en un fotomicroscopio marca Olympus modelo BX, con cámara digital. La determinación del número de cromosomas se realizó usando el número modal.

La descripción de la morfología de los cromosomas se realizó basada en la posición del centrómero establecida por Levan *et al.* (1964) y se determinó el número fundamental (García 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio de las selecciones de *P. guajava* reveló que todas presentaron un número cromosómico de $2n = 22$ y un número fundamental (NF) de 40. La especie resistente *P. friedrichsthalianum*, en contraste, presentó 44 cromosomas en células diploides y un NF de 80 (Fig. 1).

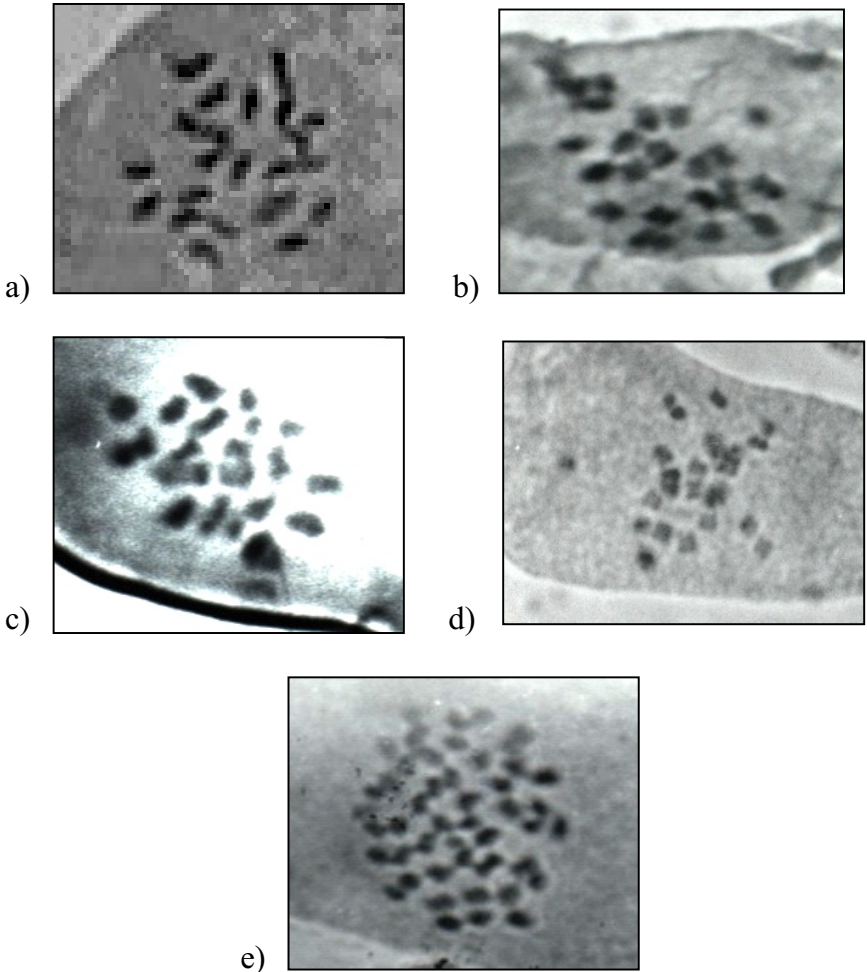


FIGURA 1. Cromosomas de *P. guajava* 2n: 22: a) "AGROLUZ-14" b) "AGROLUZ-42" c) "AGROLUZ-45" d) "CRIOLLA ROJA" y e) Cromosomas de *P. friedrichsthalianum* 2n:44.

Atchinson (1947) reportó que el número cromosómico de *P. guajava* es $2n = 22$, lo que coincide con los resultados obtenidos en esta investigación. Los datos encontrados en *P. friedrichsthalianum* con $2n = 44$, sugieren que sea un tetraploide, si se toma en consideración que el número original reportado para el género *Psidium* es

de 11 cromosomas (Atchinson 1947). Probablemente esta especie se pudo originar a partir de un proceso de poliploidía, en el cual se duplicó el complemento cromosómico de su ancestro diploide.

Los resultados obtenidos para *P. friedrichsthalianum* coinciden con el reporte de Hirano y Nakasone (1969) para plantas procedentes de El Salvador, donde encontraron individuos tetraploides con 44 cromosomas.

La longitud de los cromosomas en las selecciones de *P. guajava* varió entre 0,6 y 2 (Tabla 1). En las selecciones tolerantes, los cromosomas fueron más largos (0,72 y 2), con respecto a la selección susceptible “Criolla Roja”, la cual presentó una longitud variable entre 0,6 y 1,5 (Tablas 2-5). Los valores reportados por Hirano y Nakasone (1969), para esta especie, fueron de $2,74 \pm 0,14$, sin detallar en la medición específica para cada par de cromosomas homólogos. Estos datos son mayores que los correspondientes a las selecciones estudiadas. Es probable que estas diferencias se deban al estadio de condensación de los cromosomas en las metafases analizadas en esta investigación o a otros factores como la temperatura, la disponibilidad de determinados nutrientes, la técnica empleada en el tratamiento de las células y el tiempo de exposición de las células al antimitótico, entre otros factores (Valdez 1997).

TABLA 1. Número y longitud de los cromosomas de las selecciones de *Psidium*.

Especie	Selección	Nº de cromos.	Tamaño de los cromos.
<i>P. guajava</i>	“AgroLUZ-14”	22	0,75 a 2
	“AgroLUZ-42”	22	0,72 a 1,8
	“AgroLUZ-45”	22	0,72 a 1,8
	“Criolla Roja”	22	0,6 a 1,5
<i>P. friedrichsthalianum</i>	Cas	44	0,6 a 2,5

TABLA 2. Medidas y posición del centrómero de los cromosomas de *P. guajava*, selección “AgroLUZ-14”.

Par cromosóm.	P. L. Total (μ)	P. Long. B. Largo (μ)	P. Long. B. Corto (μ)	P. Valor r Lar/cor	Posición del centrómero
1	2	1,1	0,7	1,55	M
2	1,47	0,9	0,6	1,61	M
3	1,27	0,7	0,5	1,33	M
4	1,09	0,6	0,5	1,14	M
5	1,09	0,7	0,4	2,00	SM
6	1,09	0,6	0,5	1,39	M
7	1,07	0,5	0,3	1,66	M
8	0,90	0,5	0,4	1,04	M
9	0,87	0,6	0,3	2,02	SM
10	0,92	0,8	0,2	5,00	A
11	0,75	0,7	0,1	6,5	A

P.L. Total: Promedio longitud total. P. Long. B. Largo: Promedio longitud brazo largo. P. Long. B. Corto: Promedio longitud brazo corto. P. Valor r Lar/cor: Promedio del valor r: brazo largo/ brazo corto. M: metacéntrico. SM: submetacéntrico. A: acrocéntrico.

Los cromosomas de la especie *P. friedrichsthalianum* fueron los que presentaron mayor longitud (2,5 μ) entre todas las selecciones estudiadas (Tabla 1).

Las Tablas 2-4 muestran la longitud de cada uno de los cromosomas del complemento de las selecciones de *P. guajava* tolerantes “AgroLUZ-14”, “AgroLUZ-42” y “AgroLUZ-45” respectivamente. El cariotipo de estas selecciones se caracterizó por presentar 7 pares de cromosomas metacéntricos, 2 pares submetacéntricos y 2 pares acrocéntricos (Fig. 2).

La Tabla 5 muestra la longitud de cada uno de los cromosomas del complemento de la selección de *P. guajava* susceptible “Criolla

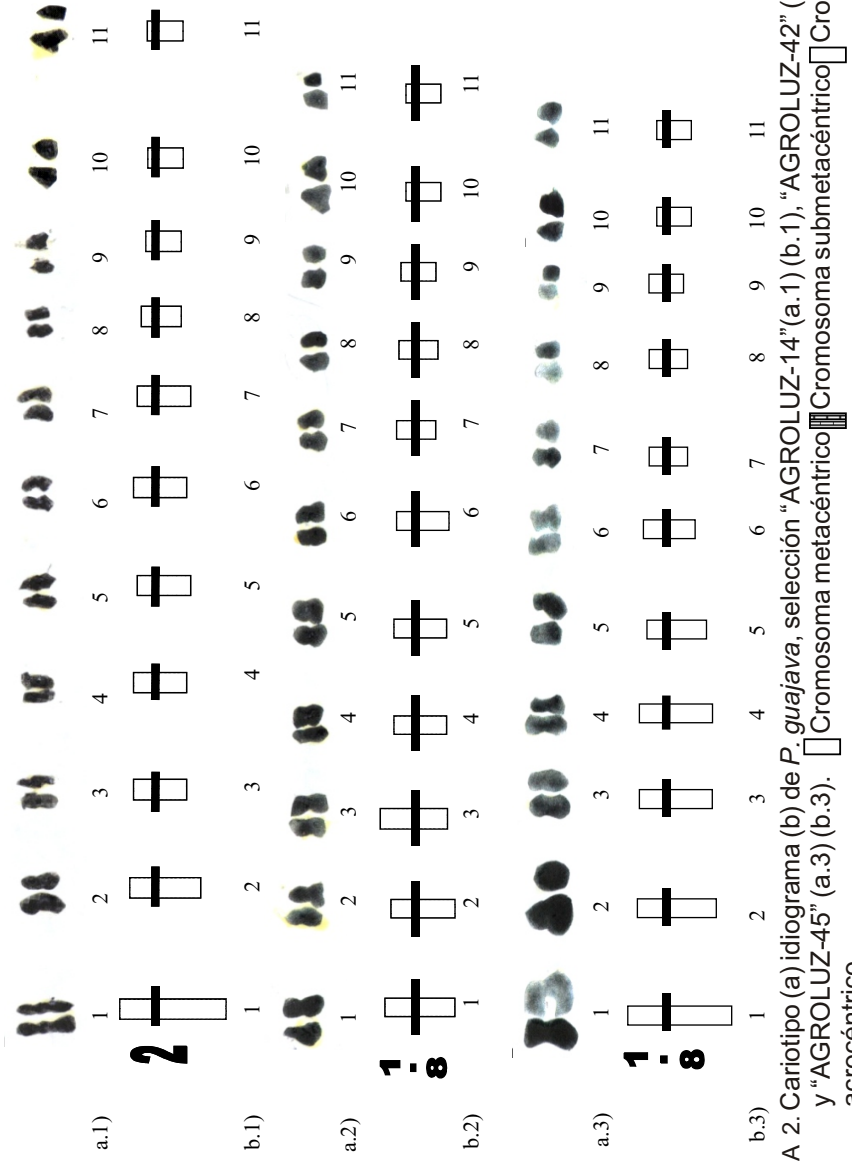


FIGURA 2. Cariotipo (a) idiograma (b) de *P. guajava*, selección "AGROLUZ-14" (a.1) (b.1), "AGROLUZ-42" (a.2) (b.2) y "AGROLUZ-45" (a.3) (b.3). Cromosoma metacéntrico Cromosoma submetacéntrico Cromosoma acrocéntrico.

TABLA 3. Medidas y posición del centrómero de los cromosomas de *P. guajava*, selección "AgroLUZ-42".

Par cromosóm.	L. Total ()	Long. B. Largo ()	Long.B. Corto ()	Valor r Lar/cor	Posición del centrómero
1	1,8	1	0,7	1,51	M
2	1,6	1	0,6	1,66	M
3	1,6	0,8	0,8	1,10	M
4	1,6	0,9	0,7	1,28	M
5	1,53	0,8	0,7	1,14	M
6	1,41	0,9	0,5	1,87	SM
7	1,26	0,8	0,4	1,81	SM
8	1,26	0,8	0,5	1,69	M
9	0,72	0,4	0,3	1,18	M
10	1,43	1,1	0,3	3,76	A
11	1,22	1,0	0,2	5,42	A

P.L. Total: Promedio longitud total. P. Long. B. Largo: Promedio longitud brazo largo. P. Long. B. Corto: Promedio longitud brazo corto. P. Valor r Lar/cor: Promedio del valor r: brazo largo/ brazo corto. M: metacéntrico. SM: submetacéntrico. A: acrocéntrico.

Roja", cuyo cariotipo está formado por 8 pares de cromosomas metacéntricos, 1 par submetacéntrico y 2 pares acrocéntricos (Fig. 3).

Hirano y Nakasone (1969) indican que en el cariotipo de *P. guajava* hay un predominio de centrómeros en posición media y parece tener de dos o tres pares de cromosomas con constricciones secundarias. En la presente investigación se determinó que la mayoría de los cromosomas de esta especie, tanto en las selecciones tolerantes como en la susceptible, son metacéntricos y con un menor predominio de los otros tipos. Los 2 pares acrocéntricos observados en el cariotipo de todas las selecciones de *P. guajava* probablemente correspondan a los cromosomas con constricciones secundarias, ya

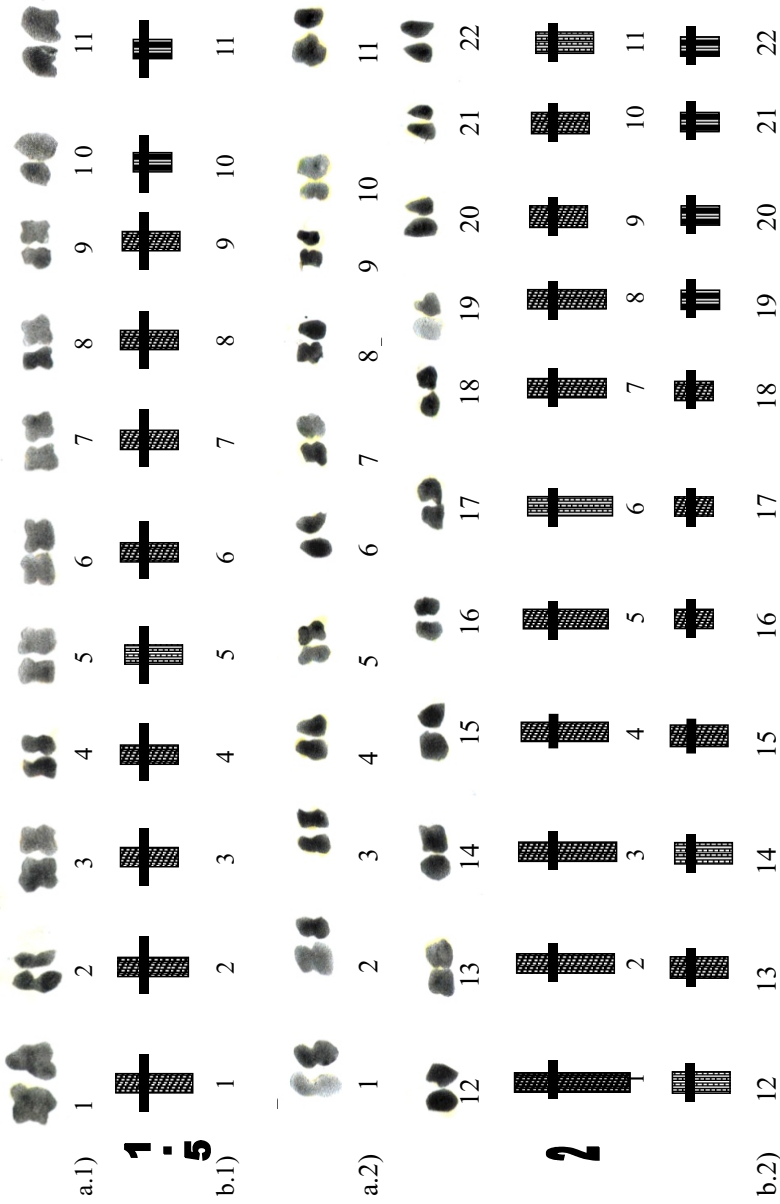


FIGURA 3. Cariotipo (a) ideograma (b) de *P. guajava*, selección "Criolla Roja" (a.1) y *P. friedrichstalianum* (a.2) (b.2). ◻ Chromosoma metacéntrico ◻◻ Chromosoma submetacéntrico ◻◻◻ Chromosoma acrocéntrico.

TABLA 4. Medidas y posición del centrómero de los cromosomas de *P. guajava*, selección "AgroLUZ-45".

Par cromosóm.	L. Total()	Long. B. Largo()	Long.B. Corto()	Valor r Lar/cor	Posición del centrómero
1	1,8	1,1	0,7	1,62	M
2	1,6	1,0	0,6	1,53	M
3	1,42	0,8	0,6	1,24	M
4	1,4	0,8	0,6	1,18	M
5	1,35	0,9	0,5	1,92	SM
6	1,03	0,6	0,4	1,44	M
7	0,93	0,5	0,4	1,24	M
8	0,93	0,6	0,3	2,27	SM
9	0,72	0,4	0,3	1,11	M
10	1,28	1,0	0,2	4,3	A
11	1,25	1,0	0,2	4,6	A

P.L. Total: Promedio longitud total. P. Long. B. Largo: Promedio longitud brazo largo. P. Long. B. Corto: Promedio longitud brazo corto. P. Valor r Lar/cor: Promedio del valor r: brazo largo/ brazo corto. M: metacéntrico. SM: submetacéntrico. A: acrocéntrico.

que frecuentemente en estos tipos de cromosomas es donde se visualizan estas estructuras.

Los resultados obtenidos en el cariotipo, evidencian que existe una diferencia cromosómica entre las selecciones tolerantes y la susceptible de *P. guajava*, ya que las primeras poseen mayor número de cromosomas submetacéntricos y menor número de metacéntricos con respecto a la selección susceptible. De la misma manera se observó una diferencia en la identificación de la morfología de los cromosomas dentro de las selecciones tolerantes. Estos datos permiten caracterizar genótipicamente cada una de estas selecciones en cuanto a su reacción frente al nematodo, ya que sólo aquellas que presentaron una

TABLA 5. Medidas y posición del centrómero de los cromosomas de *P. guajava*, selección “Criolla Roja”.

Par cromosóm.	L. Total()	Long. B. Largo()	Long.B. Corto()	Valor r Lar/cor	Posición del centrómero
1	1,5	0,9	0,7	1,30	M
2	1,48	0,8	0,6	1,29	M
3	1,2	0,7	0,5	1,4	M
4	1,03	0,6	0,4	1,56	M
5	1,00	0,7	0,3	2,00	SM
6	1,00	0,5	0,5	1,12	M
7	0,96	0,5	0,4	1,20	M
8	0,91	0,5	0,4	1,19	M
9	0,85	0,5	0,4	1,36	M
10	0,9	0,7	0,2	4,00	A
11	0,6	0,5	0,1	5,00	A

P.L. Total: Promedio longitud total. P. Long. B. Largo: Promedio longitud brazo largo. P. Long. B. Corto: Promedio longitud brazo corto. P. Valor r Lar/cor: Promedio del valor r: brazo largo/ brazo corto. M: metacéntrico. SM: submetacéntrico. A: acrocéntrico.

fórmula $7m+2sm+2a$ son tolerantes a *M. incognita*, mientras que las de fórmula $8m+1sm+2a$ son susceptibles. Esto sugiere que la presencia de aquellos factores que intervienen en la tolerancia al patógeno podría depender de la carga cromosómica diploide de la planta.

La Tabla 6 señala que el cariotipo de *P. friedrichsthalianum* resistente, está constituido por 22 pares de cromosomas, 14 pares metacéntricos, 4 pares submetacéntricos y 4 pares acrocéntricos (Fig. 3). Esta información es novedosa, puesto que sólo Hirano y Nakasone (1969) reportan la presencia de dos pares de constricciones secundarias y un par de satélites en el complemento cromosómico de esta especie, pero no los clasifica según la morfología.

TABLA 6. Medidas y posición del centrómero de los cromosomas de *P. friedrichsthalianum*.

Par cromosóm.	L. Total()	Long. B. Largo()	Long.B. Corto()	Valor r Lar/cor	Posición del centrómero
1	2,5	1,5	1,0	1,52	M
2	1,7	1,0	0,7	1,50	M
3	1,5	0,8	0,7	1,25	M
4	1,42	0,8	0,6	1,35	M
5	1,42	0,8	0,7	1,15	M
6	1,42	0,8	0,4	1,92	SM
7	1,39	0,8	0,6	1,56	M
8	1,26	0,7	0,5	1,35	M
9	1,26	0,7	0,6	1,29	M
10	1,25	0,7	0,6	1,15	M
11	1,25	0,9	0,4	2,37	SM
12	1,12	0,7	0,4	1,80	SM
13	1,10	0,7	0,4	1,68	M
14	1,07	0,7	0,4	2,05	SM
15	1,05	0,6	0,4	1,47	M
16	1,01	0,5	0,5	1,12	M
16	0,85	0,5	0,3	1,65	M
18	0,6	0,4	0,2	1,5	M
19	1,39	1,2	0,2	6,55	A
20	1,25	1,0	0,2	4,00	A
21	1,21	1,0	0,2	4,50	A
22	1,17	1,0	0,2	5,88	A

P.L. Total: Promedio longitud total. P. Long. B. Largo: Promedio longitud brazo largo. P. Long. B. Corto: Promedio longitud brazo corto. P. Valor r Lar/cor: Promedio del valor r: brazo largo/ brazo corto. M: metacéntrico. SM: submetacéntrico. A: acrocéntrico.

El mayor número de cromosomas encontrados en *P. friedrichsthalianum* (poliploide), no estaría relacionado necesariamente con la resistencia a *M. incognita*, ya que las selecciones de *P. guajava*, siendo diploides, han mostrado grados de tolerancia al nematodo (Casassa *et al.* 1997, 2000).

Las investigaciones realizadas por Molero *et al.* (2006) han demostrado otras diferencias citogenéticas entre las selecciones de *Psidium* spp. con respecto a su reacción al nematodo, ya que las selecciones tolerantes y resistentes presentan una disminución del porcentaje del índice mitótico con respecto a las susceptibles.

A pesar de que la fórmula cromosómica no es la misma para todas las selecciones a las que se les determinó el cariotipo, se deduce que desde el punto de vista evolutivo en las selecciones de *P. guajava* no se ha operado ningún cambio importante ya que el número cromosómico y el número fundamental de brazos (NF) se mantienen constantes. Estos fenómenos ocurren cuando las poblaciones no están expuestas a presiones de agentes evolutivos (García 1990).

El tamaño y la forma de los cromosomas tiene importancia evolutiva, ya que se estima que las plantas con cromosomas grandes son más primitivas que las que tienen cromosomas pequeños y mientras las que poseen cromosomas metacéntricos son más primitivas que las que poseen otros tipos (Valdez 1997). Lo anterior hace pensar que las selecciones de *Psidium* estudiadas han evolucionado desde el punto de vista citogenético, si se considera que sus cromosomas son pequeños y por la existencia de submetacéntricos y acrocéntricos. Estos mismos datos indican que las fórmulas cromosómicas son progresivamente asimétricas ya que poseen cromosomas con tamaños muy diferentes.

CONCLUSIONES

Las selecciones de *P. guajava* susceptibles y tolerantes son diploides ($2n = 22$) con fórmulas cromosómicas diferentes. La selec-

ción de *P. friedrichsthalianum* resistente es tetraploide con 44 cromosomas.

Esta información permite establecer bases para planificar programas de mejoramiento genético del guayabo y así obtener cultivos resistentes a plagas.

AGRADECIMIENTO

Al Fondo Nacional de Investigaciones Científicas, Tecnológicas e Innovación (FONACIT) por el cofinanciamiento otorgado a través de los Proyectos S1-2000000795, S1-2808 y F-2001001117. Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES-LUZ), Proyectos N° CC-0802-01, N° CC-0194-03, N° 1736-98, al Centro Frutícola del Estado Zulia-CORPOZULIA y al Laboratorio de Citogenética de la Facultad Experimental de Ciencias de la Universidad del Zulia por permitir realizar parte de la fase experimental de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- ATCHINSON E. 1947. Chromosome numbers in the Myrtaceae. *Am. J. Bot.* 34: 159-164.
- BABATOLA J. O. y E. E. A. OYEDUNMADE. 1992. Host-parasite relationships of *Psidium guajava* cultivars and *Meloidogyne incognita*. *Nematología Mediterránea* 20: 233-235.
- CARABALLO B. 2001. Biología floral del guayabo (*Psidium guajava* L.) en la planicie de Maracaibo. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 18(2): 41-55.
- CASASSA A., J. MATHEUS, R. CROZZOLI, V. BRAVO y C. GONZÁLEZ. 1997. Respuesta de algunas selecciones de guayabo al nematodo *Meloidogyne incognita* en el municipio Mara del estado Zulia, Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 10: 5-8.
- CASASSA-PADRÓN A., V. BRAVO, J. MATHEUS, C. GONZÁLEZ y M. MARÍN. 2000. Resistencia de selecciones de guayabo (*Psidium guajava* L.) al nematodo agallador *Meloidogyne incognita* en el estado Zulia, Venezuela. *Nematropica* 30 (2):66-69.

- CASASSA-PADRÓN A., T. MOLERO, C. GONZÁLEZ, J. VILCHEZ y M. MARIN. 2005. Selecciones de guayabo (*Psidium guajava*) tolerantes a *Meloidogyne incognita* y su comportamiento en campo. *Nematropica* 35(2) (en prensa).
- CHIRINOS-TORRES L., F. GERAUD-POUEY, D. CHIRINOS, C. FERNÁNDEZ, N. GUERRERO, M. POLANCO, G. FERNÁNDEZ y R. FUENMAYOR. 2000. Efecto de insecticidas sobre *Capulinia* sp. cercana a *jaboticabae* von Ihering (Homoptera: Eriococcidae) y sus enemigos naturales en el municipio Mara, estado Zulia, Venezuela. *Boletín de Entomología* 15: 1-16.
- CROZZOLI R., A. CASASSA, D. RIVAS y J. MATHEUS. 1991. Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del guayabo en el estado Zulia, Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 4: 2-6.
- CUADRA R. y A. QUINCOSA. 1982. Comportamiento de diferentes especies de *Psidium* como patrones para guayabo resistentes a *Meloidogyne*. *Ciencias de la Agricultura (Cuba)* 13: 32-33.
- DE MOURA R. M. y A. M. DE MOURA. 1998. Root-knot on guava: a severe disease in Pernambuco State, Brazil. *Nematologia Brasileira* 13: 13-19.
- EL-BORAI F. E. y W. DUNCAN L. 2005. Nematode parasites of subtropical and tropical fruit tree crops (Chap 12). *En: LUC, M.; SIKORA, R.; BRIDGE J. (Ed). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical. CABI. 2nd Edition. p. 470-471.*
- EWEL J. y A. MADRIZ. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el Mapa Ecológico. Edit. Sucre. M.A.C. Dirección de Investigación. Caracas. 264 p.
- GARCÍA A. 1990. Técnicas y procedimiento de citogenética vegetal. Universidad Autónoma de Chapingo. Colegio de Postgraduados. Tercera edición. Talleres Gráficos de la Nación. México. 44 p.
- HIRANO R. y H. NAKASONE. 1969. Chromosome number of ten species and clones in the genus *Psidium*. *Journal of America Society Horticulture Science* 94: 83-86.
- LEVAN A., K. FREDGA y A. SANDBERG. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52: 206-218.

- MANICA I., H. KIST, E. MICHELETTO y C. KRAUSE. 1998. Competição entre quatro cultivares e duas seleções de goiabeira. Pesquisa Agropecuária Brasileira 33(8): 345-349.
- MARANHAO S. R., R. DE MOURA, E. PEDROSA y R. M. DE MOURA. 2001. Reaction of guava genotypes in relation to *Meloidogyne incognita* race 1 and *M. mayaguensis*. Nematologia Brasileira 25: 191-195.
- MATHEUS J., Z. SUÁREZ, L. ROSALES, F. TONG, A. CASASSA, V. BRAVO y A. NAVA. 1999. Reacción histológica de selecciones de *Psidium* spp. a *Meloidogyne incognita* en Venezuela. Nematología Mediterránea 27: 247-251.
- MINISTERIO DE PRODUCCIÓN Y COMERCIO. 2000. Principales cultivos permanentes y semipermanentes en estadísticas Agrícolas de VI Censo Agrícola de Venezuela. p. 47-50.
- MOHAMED S. y P. MAJUMDER. 1974. Investigation on the breeding behaviour of aneuploid of guava. Euphytica 23: 181-185.
- MOLERO T., A. CASASSA-PADRÓN y J. MOLINA. 2004. Descripción morfológica de selecciones de *Psidium guajava* tolerantes y *Psidium friedrichsthalianum* resistente a *Meloidogyne incognita*, estado Zulia, Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 20 (4): 478-492.
- MOLERO T., J. MOLINA y A. CASASSA. 2006. Proceso mitótico en células radicales de *Psidium* spp. tolerantes, susceptibles y resistentes a *Meloidogyne incognita* en es estado Zulia, Venezuela. Bol. Centro Invest. Biol. 40(1): 41-56.
- SRIVASTAVA H. 1977. Chromosome behaviour of a spontaneous autotetraploid guava *Psidium guajava* L. Citología 42: 389-394.
- TONG F., D. MEDINA y D. ESPARZA. 1991. Variabilidad en poblaciones de guayaba (*Psidium guajava* L.) en el municipio Mara del estado Zulia. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 8 (3): 15-27
- VALDÉZ B. 1997. Caracteres citotaxonómicos: citología y citogenética. En IZCO, J. (Ed.). Botánica. McGraw Hill Interamericana. p. 133-154.