

**Proceso mitótico en células radicales
de *Psidium* spp. tolerantes, susceptibles y resistentes a
Meloidogyne incognita en el estado Zulia, Venezuela**

**Tamara Molero Paredes^{1*}, Julia Molina Barrios²
y Ana Casassa Padrón³**

¹Departamento de Biología, Facultad de Humanidades y Educación.

²Laboratorio de Citogenética, Facultad Experimental de Ciencias.

³Instituto de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía.

Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

Correo electrónico: taymarajo@cantv.net

Resumen

Se determinó el proceso mitótico en células radicales de *Psidium* spp. tolerantes, susceptibles y resistentes a *Meloidogyne incognita* en el estado Zulia, Venezuela. La investigación se llevó a cabo en siete selecciones de *Psidium guajava* tolerantes a *Meloidogyne incognita* (AGROLUZ-13, AGROLUZ-42, AGROLUZ-18, AGROLUZ-21, AGROLUZ-14, AGROLUZ-43 y AGROLUZ-45), una selección de *Psidium guajava* susceptible ("Criolla Roja") y una selección de *Psidium friedrichsthalianum* resistente ("Cas"). Las especies seleccionadas crecieron en el Centro Frutícola del estado Zulia (CORPOZULIA) y se empleó la técnica del aplastamiento con acetorceína para el análisis mitótico, estudiando un promedio de 1050 células/planta. Los cortes de la raíz se realizaron a diferentes horas del día (entre 6:00h y 9:00h, entre 9:00h y 12:00h y entre 12:00h y 16:00h). La mayor cantidad de células mitóticas se observaron en raíces colectadas entre 6:00h y 9:00h donde se registraron los mayores índices mitóticos (IM), de 14,9 a 25,10% para las diferentes selecciones AGROLUZ, un 30% fue para Criolla Roja y un 15% para *P. friedrichsthalianum*. El estudio de las frecuencias de los estadios mitóticos en las selecciones, indicó que la profase se presentó en mayor proporción (30% y 51,75%), seguida de la metafase (48,23% y 24%), anafase (22,58% y 8,2%) y telofase (20% y 2,35%) respectivamente. Los resultados demostraron que el proceso mitótico en las selecciones de *P. guajava* tolerantes a *M. incognita* se aproximan más al de *P. friedrichsthalianum* o selección resistente, que al de la selección susceptible, lo que podría estar asociado a un mecanismo de resistencia contra el parásito.

Palabras clave: Células radicales, estado Zulia, *Meloidogyne incognita*, mitosis, *Psidium* spp., Venezuela.

Mitosis in radical cells of *Psidium* spp. tolerant, susceptible and resistant to *Meloidogyne incognita*, in Zulia state, Venezuela

Abstract

The mitotic process in radical cells of *Psidium* spp., tolerant, susceptible and resistant to *Meloidogyne incognita*, in Zulia State, Venezuela, was determined. The investigation was carried out in seven *Psidium guajava* selections tolerant to *Meloidogyne incognita* (AGROLUZ-13, AGROLUZ-42, AGROLUZ-18, AGROLUZ-21, AGROLUZ-14, AGROLUZ-43 and AGROLUZ-45), one susceptible selection of *Psidium guajava* ("Criolla Roja"), and one resistant selection of *Psidium friedrichsthalianum* ("Cas"). The selected species were raised at the Zulia State Fruit Center (CORPOZULIA). Mitosis was studied in an average of 1,050 cells/plant, using the squash technique with acetic orcein. Root cuts were made between 6:00h and 9:00h, 9:00h and 12:00h, and 12:00h and 16:00h. Most mitotic cells were observed in roots collected between 6:00h and 9:00h, when the highest mitotic indices were found (IM), from 14.9% to 25.10% for the different AGROLUZ selections, 30% for "Criolla Roja" and 15% for *P. friedrichsthalianum*. Study of the frequencies of the mitotic stages in the selections indicated prophase to be in higher proportion (30.0% and 51.8%), followed by metaphase (48.2% and 24.0%), anaphase (22.6% and 8.2%) and telophase (20.0% and 2.4%), respectively. Mitosis in *P. guajava* selections tolerant to *M. incognita* was more similar to *P. friedrichsthalianum* (or resistant selection) than to the susceptible selection, indicating the presence of a resistance mechanism against the parasite.

Key words: *Meloidogyne incognita*, mitosis, *Psidium* spp., radical cells, Venezuela, Zulia State.

Recibido: 12 Diciembre 2005 / Aceptado: 22 Marzo 2006

INTRODUCCIÓN

El municipio Mara, localizado en la región noroccidental del estado Zulia, Venezuela, tiene un alto potencial para la producción de frutales, especialmente aquellos de origen tropical. Entre éstos, las especies del género *Psidium*, específicamente, *Psidium guajava* y *Psidium friedrichsthalianum*, han demostrado tener una excelente adaptación a las condiciones agroecológicas predominantes en la región, manifestando altos rendimientos y una buena calidad de los frutos, por lo cual se produjo su rápida expansión durante la década de los 80 (Sánchez 1997).

Sin embargo, en los últimos años el cultivo comercial de la guayaba (*P. guajava*), que aportaba importantes ingresos económicos a la región, ha sido susceptible al ataque de plagas y enfermedades, afectando significativamente sus rendimientos y el número de hectáreas cultivadas (Araujo *et al.* 1997). Dentro de las plagas que han generado mayores consecuencias negativas se destaca el nemátodo agallador *Meloidogyne incognita*, causante de la reducción del crecimiento, disminución de la producción, clorosis y defoliaciones y la muerte de los árboles (Crozzoli *et al.* 1991).

En Cuba, Cuadra y Quincosa (1982) estudiaron el comportamiento de *P. friedrichsthalianum* ante *M. incognita* y señalaron que es totalmente resistente al daño causado por este patógeno. Además se demostró que es compatible con injertos por disponer de gran vigor y alta calidad para emitir nuevas raíces. Otras especies como *P. cattleianum* Sabine, *P. molle* Bertol, *P. guayabita* A. Rich y *P. guineensis* Sw son susceptibles a *Meloidogyne* spp. (Cuadra y Quincosa 1982, Babatola y Oyedunmade 1992).

Se ha señalado que una alternativa para hacer frente a esta plaga es el establecimiento de programas de mejoramiento genético, partiendo de portainjertos resistentes o tolerantes al nemátodo. Los estudios realizados en el municipio Mara, estado Zulia han permitido determinar a *P. friedrichsthalianum* como portainjerto resistente; y a algunas selecciones de *P. guajava* como tolerantes a *M. incognita* (Casassa *et al.* 1997, 2000).

La realización de programas de mejoramiento genético en plantas requiere del conocimiento de la constitución cromosómica de la especie a través del estudio del proceso de división celular y estudios citogenéticos. Debido a que las células mantienen un ritmo cíclico de división, es posible estudiar la distribución de los distintos estadios de los grupos celulares, la proporción de células que están en cada fase de la mitosis y las estructuras observables en el núcleo de las células (Rodríguez y Seijo 2001). Además, el índice mitótico de un cultivo celular se puede usar como parámetro de crecimiento de una planta ya que aporta información sobre el potencial proliferativo de las células (Matos *et al.* 1995, Rodríguez y Seijo 2001).

Los estudios mitóticos en plantas se han realizado para lograr diversos objetivos, como por ejemplo, determinar el efecto del stress biótico o abiótico en la fisiología de las plantas (Westin *et al.* 1999), analizar ciclos celulares y procesos mitóticos (Matos *et al.* 1995, Matos y Molina 1997, Rodríguez y Seijo 2001) realizar estudios citotaxonómicos (Torabinejad *et al.* 1987) y determinar los efectos de la interacción de las plantas con patógenos o con otras plantas (Alam *et al.* 1987, Goverse *et al.* 2000). Muchos de estos

estudios se han llevado a cabo para emprender programas de mejoramiento genético en diversos cultivares (Bejarano *et al.* 1993).

En el género *Psidium* varios autores han realizado investigaciones citogenéticas sobre especies del género y clones de *P. guajava*, que por sus características agronómicas, se han empleado en programas de mejoramiento genético (Hirano y Nakasone 1969, Mohamed y Majumder 1974, Srivastava 1977).

El objetivo de esta investigación es determinar el proceso mitótico en células radicales de siete selecciones de *P. guajava* tolerantes a *Meloidogyne incognita*, una selección de *P. guajava* susceptible y una de *P. friedrichsthalianum* resistente a este nemátodo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los árboles de guayabo seleccionados se encuentran ubicados en el campo experimental del Centro Frutícola del Zulia (CENFRUZU-CORPOZULIA), municipio Mara, estado Zulia, Venezuela. Esta zona se caracteriza por presentar una precipitación media anual entre 560 y 782 mm, temperatura promedio entre 25 y 33°C, suelos limitados con textura gruesa, fertilidad natural de moderada a baja, con un horizonte argílico a diferentes profundidades, de textura franco arenoso, baja capacidad de retención de humedad y un pH entre 6 y 7 (Crozzoli *et al.* 1991).

Se escogieron nueve selecciones de *Psidium* spp. conformadas por siete correspondientes a *P. guajava* tolerantes a *M. incognita* ("AGROLUZ-13", "AGROLUZ-42", "AGROLUZ-18", "AGROLUZ-21", "AGROLUZ-14", "AGROLUZ-43" y "AGROLUZ-45"), una selección de *P. guajava* susceptible ("Criolla Roja") y una selección de *P. friedrichsthalianum* resistente ("Cas") (Casassa *et al.* 1997, 2000). Se utilizó un árbol de cada una de las selecciones de *Psidium* investigadas.

Se recolectaron las semillas de tres frutos de cada árbol, las cuales se desinfectaron en alcohol al 60% y en solución de cloro comercial con agua destilada (agua-cloro comercial 3:1). Las semillas se sembraron en cápsulas de Petri previamente esterilizadas, colocando 20 semillas por cápsula y se mantuvieron a una temperatura de 25 a 30°C.

Se empleó el método de aplastamiento de los tejidos o "squash" para la preparación de las láminas microscópicas, de acuerdo la técnica propuesta por Matos y Molina (1997) con algunas modificaciones. Al germinar las semillas, se procedió a separar las raíces cuando alcanzaron entre 1,5 a 2 cm de longitud. El corte de la raíz se realizó a diferentes horas del día: entre 6:00 y 9:00 am, entre 9:00 y 12:00 m y entre las 12:00 m y 16:00 pm,

cortándolas cada media hora. Las raíces se lavaron con NaCl al 0,03% por 20 minutos y se fijaron en Carnoy (etanol-ácido acético 3:1) por 24 horas o más a 12°C. Luego de la fijación, el material se lavó con agua destilada por 2 minutos, se hidrolizó el tejido en HCl al 25% durante 15 minutos y se lavó el material nuevamente con agua destilada por 2 min. Para la coloración se empleó la orceína FLP al 2% por 10 minutos.

El número de células estadísticamente representativo se estimó de acuerdo a la fórmula

de Snedecor y Cochran (1984): $n = \frac{Z_{\alpha}^2 \times S^2}{e^2}$, donde $\frac{Z_{\alpha}^2}{2}$ tiene un valor de 1,96 según la estadística tabulada de la normal estándar y S^2 , que significa la varianza muestral, es de 13,66. El error del muestreo (e^2) es de 0,05. De acuerdo a esta fórmula, 1050 células/planta es el valor mínimo de células que se deben analizar para obtener resultados confiables.

La observación de las células vegetales se llevó a cabo en un fotomicroscopio marca Olympus BX-40 y se cuantificó el número de células en interfase y mitóticas por campo microscópico en objetivo de inmersión (100X) y la fase de la mitosis presente en cada célula en división.

Los cálculos del Índice Mitótico (IM) y de los Índices de Fases (IF) se llevaron a cabo usando las ecuaciones utilizadas por Del Campo (1988), donde el IM se obtiene mediante la ecuación: $IM = \frac{\text{N}^\circ \text{ de núcleos en mitosis}}{\text{Total de núcleos observados}} \times 100$ y el IF se obtuvo utilizando la ecuación: $IF = \frac{\text{N}^\circ \text{ de célula en fase}}{\text{Total de células en mitosis}} \times 100$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio microscópico de las células mitóticas e interfásicas en meristemas radicales permitió conocer cuantitativamente el proceso de división mitótica en las selecciones de *Psidium* spp.

En las selecciones en estudio, la mayor cantidad de células mitóticas se observaron en raíces colectadas entre las 6:00 y 9:00 de la mañana. Después de esta hora, la cantidad de células en mitosis era menor por campo microscópico y en las horas de la tarde fue casi nulo, predominando las células interfásicas (Tabla 1).

TABLA 1. Hora mitótica de las células radicales de las selecciones de *Psidium* spp. tolerantes, susceptibles y resistentes a *M. incognita*.

Especie	Selección	Nº promedio de células/campo microscópico	Promedio de número de células en mitosis/campo microscópico (100X)		
			6:00 a 9:00 am	9:00 am a 12:00 m	12:00 m a 16:00 pm.
<i>P. guajava</i>	"AGROLUZ-18"	25	4	1	-
<i>P. guajava</i>	"AGROLUZ-43"	23	4	1	-
<i>P. guajava</i>	"AGROLUZ-21"	23	5	2	2
<i>P. guajava</i>	"AGROLUZ-42"	21	4	1	-
<i>P. guajava</i>	"AGROLUZ-14"	24	3	1	-
<i>P. guajava</i>	"AGROLUZ-13"	22	3	-	-
<i>P. guajava</i>	"AGROLUZ-45"	23	3	-	-
<i>P. guajava</i>	"Criolla roja"	21	6	2	-
<i>P. friedrichsthalianum</i>	"CAS"	21	3	-	-

Los resultados obtenidos difieren con lo señalado por Hirano y Nakasone (1969) quienes reportaron que en la India, para estas mismas especies de *Psidium*, la hora mitótica se daba entre las 10:00 am y 12:00 m. Sin embargo, los índices mitóticos encontrados para las diferentes selecciones estudiadas, revelaron que entre las 6:00 y 9:00 am las células meristemáticas están en mayor división celular.

Swanson *et al.* (1981) indicó que el momento del día en el cual las células se multiplican con mayor rapidez varía de una especie a otra, pero por lo general, la hora mitótica se encuentra en las horas de la mañana hasta aproximadamente las 11:00 am, lo que concuerda con lo obtenido en este trabajo. Las investigaciones de Zabala y Molina (1993) realizadas en la misma zona del municipio Mara, estado Zulia, demostraron que la hora mitótica de la lechoza (*Carica papaya*) var. Tailandia red, estaba entre las 7:00 y 7:15 am.

Los resultados obtenidos indican que la selección "Criolla Roja", susceptible a *M. incognita*, presentó el mayor IM de 30% y las selecciones AGROLUZ-13, AGROLUZ-14 y AGROLUZ-45, tolerantes al nemátodo, mostraron los menores valores de 14,98%, 15,01% y 14,9% respectivamente (Tabla 2). Estos valores son comparables a los descritos para *P. friedrichsthalianum*, resistente a *M. incognita* (15%).

Se ha descrito que una de las estrategias de *M. incognita*, después de la infección en la planta, es la estimulación del ciclo celular (Goverse *et al.* 2000). Luego de la entrada del nemátodo a las raíces, los juveniles se dirigen hacia el ápice de la raíz desplazándose hacia la corteza. Una vez que alcanzan el cilindro vascular en desarrollo, reconocen a ese tejido e inyectan secreciones, probablemente degradadoras de las paredes celulares que además, producen cambios detectables en la morfología de las células y alteran su reproducción induciendo mitosis repetidas, mientras que la célula crece sin dividirse. Finalmente, el sitio de alimentación está formado por varias células gigantes

multinucleadas (Abad *et al.* 2003).

De Almeida Engler *et al.* (1999) demostraron que la estimulación del ciclo celular y la multiplicación del genoma es indispensable para que la invasión pueda tener lugar y para ello aplicó sustancias inhibitorias de la mitosis en raíces infectadas con *M. incognita* en *Arabidopsis thaliana*. El herbicida oryzalin inhibe la formación de microtúbulos, mientras que la hidroxiaurea es una droga que actúa como inhibidor específico de la síntesis del ADN. Los resultados de este estudio indicaron que la acción de estos químicos bloqueó el desarrollo temprano de las células gigantes y el establecimiento de los sitios de alimentación del nemátodo.

Si la inhibición del ciclo celular y del proceso mitótico es una alternativa para prevenir la infección de los fitonemátodos, la disminución del porcentaje del IM en las selecciones tolerantes y resistentes a *M. incognita* en comparación con la selección susceptible, podría estar asociado a un mecanismo natural de defensa contra este parásito. Otros autores han reportado mecanismos similares en el trigo, *Vicia faba* y *Pisum sativum* (Packa 1997, 1998).

La frecuencia de las diferentes fases de la mitosis en las selecciones de *Psidium* spp. se muestran en la Tabla 2, y se observa que la profase fue el estadio dominante de las etapas de la mitosis y la que se presentó con mayor frecuencia en todas las selecciones, constituyendo entre el 30 y 51,75% de los IM de las selecciones en estudio. La metafase ocupó entre el 24 y 48,23% del proceso mitótico, mientras que la anafase representó entre el 8,2 y 22,58% de la mitosis. La telofase presentó una menor frecuencia entre 2 a un 16% en las diferentes selecciones. La interfase fue el período más largo del ciclo celular ocupando entre el 70% y 85%.

TABLA 2. Índice mitótico e índice de fases determinados entre 6:00 y 9:00 h en las células radicales de las selecciones de *Psidium* spp. tolerantes, susceptibles y resistentes a *M. incognita*.

Selección	N° Total de células estudiadas	N° de células en mitosis	I.M. (%)	Número de células en									
				Interfase	%	Profase	% del IM	Metafase	% del IM	Anafase	% del IM	Telofase	% del IM
.AGROLUZ-18	1052	210	19,95	842	80,05	86	41,1	102	48,23	17	8,2	5	2,35
AGROLUZ-43	1055	212	20,05	843	79,95	85	40	79	37,3	28	13,3	20	9,3
AGROLUZ-21	1054	265	25,10	789	74,9	137	51,75	87	33	46	17,3	32	12,17
AGROLUZ-42	1070	214	20	856	80	80	37,5	70	32,6	42	19,2	22	10,5
AGROLUZ-14	1050	158	15,01	892	84,99	47	30	38	24	41	26	32	20
AGROLUZ-13	1060	159	14,98	901	85,02	59	37,3	43	26,86	33	20,89	24	14,9
AGROLUZ-45	1056	157	14,9	899	85,1	68	43,5	41	25,8	35	22,58	13	8,06
Criolla roja	1070	321	30	749	70	138	42,9	89	27,56	62	19,23	32	10,25
CAS	1070	161	15	909	85	65	39,74	51	30,7	25	15,38	20	11,53

Según Matos *et al.* (1995) los estadios de la mitosis son relativamente cortos comparados con la larga duración de la interfase y las fases de la mitosis son variables. Sin embargo, la profase es más larga en comparación con la telofase, lo que coincide con lo obtenido en este trabajo. El proceso mitótico en las selecciones de *Psidium* spp. se presenta como una secuencia compleja de fenómenos que separan y distribuyen los cromosomas, previamente replicados, en dos núcleos hijos.

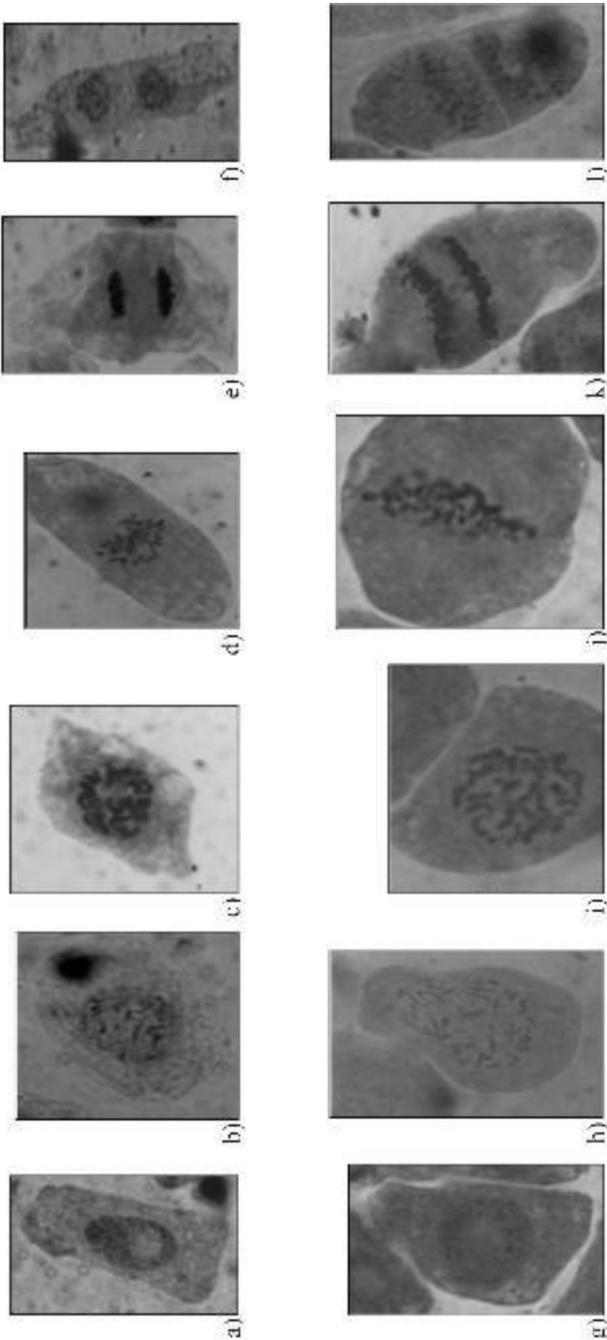
En la interfase, el núcleo de las células de las selecciones de *P. guajava* y *P. friedrichsthalianum* se presentó como una estructura granulosa sin cambios aparentes (Figuras 1a y 1g). En la profase temprana los cromosomas se hicieron visibles por primera vez y se presentaron como filamentos largos (Figuras 1b y 1h), los cuales a medida que avanzaba la profase se transformaron en estructuras más gruesas, compactas y cortas producto del proceso de condensación (Figuras 1c y 1i). En la profase tardía, cada uno de ellos se presentó como un doble filamento compuesto por dos cromátidas producto de la replicación del ADN, que quedaron libres en el citoplasma una vez que se desintegró la membrana nuclear. En la metafase, los cromosomas se ubicaron en el plano ecuatorial de la célula, gracias a la formación del huso mitótico que induce a los cromosomas se alineen en el punto medio del huso a través de su sistema de microtúbulos (Figuras 1d y 1j). La anafase se inició en el momento en que las dos cromátidas de cada cromosoma metafásico empezaron a separarse y se dirigían hacia los polos opuestos del huso, formando estructuras en forma de V (Figura 1e y k). En la microfotografía presentada de la telofase en ambas especies, puede visualizarse la formación de la nueva membrana nuclear alrededor de cada juego de cromosomas (Figura 1f y l). En esta fase los cromosomas pierden su estructura compacta para pasar otra vez al período de interfase y entonces la citocinesis divide la célula en dos con igual carga genética.

Varios autores han reportado aberraciones cromosómicas durante el proceso de la mitosis en plantas infectadas por patógenos, como por ejemplo, excesiva condensación de los cromosomas en profase y metafase (Packa 1997, 1998). En el proceso mitótico de las selecciones de *Psidium* spp. no se observó ningún tipo de alteración, siendo un proceso completamente normal de acuerdo a lo descrito para los vegetales.

CONCLUSIONES

La hora mitótica encontrada para las selecciones de *Psidium* spp. osciló de 6:00 y 9:00 am bajo las condiciones climáticas del municipio Mara, estado Zulia, Venezuela, donde se registraron los mayores índices mitóticos. La disminución del porcentaje del índice mitótico en las selecciones tolerantes y resistentes al nemátodo en comparación con la

selección susceptible, podría estar asociado a un mecanismo natural de defensa contra el parásito. El estudio de las frecuencias de los estadios mitóticos en las selecciones, indicó que la profase se presentó en mayor proporción, seguida de la metafase, anafase y telofase.



AGRADECIMIENTO

A las instituciones por el cofinanciamiento otorgado para la realización de esta investigación: El Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) a través

del Proyecto de Investigación "Bases para el manejo integrado de los problemas fitosanitarios del cultivo del guayabo" No. S1-2000000795 y F-2001001117, S1-2808. Al Centro Frutícola del Zulia-CORPOZULIA. Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES-LUZ) a través de los Proyectos de Investigación No. CC-0802-01, No. CC-0194-03, No.1736-98. Al Laboratorio de Citogenética de la Facultad Experimental de Ciencias de la Universidad del Zulia, por permitir realizar parte de la fase de experimental de laboratorio.

LITERATURA CITADA

1. ABAD P., B. FAVERY, M. ROSSO y P. CASTAGNONE-SERENO. 2003. Root-knot nematode parasitism and host response: molecular basis of a sophisticated interaction. *Molecular Plant pathology* 4(4): 217-224.
2. ALAM S., G. KABIR, N. AMIN y M. ISLAM. 1987. Mitotic effect of leaf extracts of *Ipomoea carnea* on *Allium cepa*. *Cytologia* 52: 721-724
3. ARAUJO F., S. QUINTERO, J. SALAS, J. VILLALOBOS y A. CASANOVA. 1997. Crecimiento y acumulación de nutrientes del fruto de guayaba (*Psidium guajava* L.) del tipo "Criolla Roja" en la Planicie del Maracaibo. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 14: 315-328.
4. BABATOLA J. y E. OYEDUNMADE. 1992. Host-parasite relationships of *Psidium guajava* and *Meloidogyne incognita*. *Hematología Mediterránea* 20: 233-235.
5. BEJARANO A, V. SEGOVIA, N. ROSALES, A. MORENO y F. ANDRADE. 1993. Impacto del desarrollo de híbridos en la producción maicera. *Fonaiap Divulga* 9(37):14.
6. CASASSA A., V. BRAVO, J. MATHEUS, C. GONZÁLEZ y M. MARIN. 2000. Resistencia de selecciones de guayabo (*Psidium guajava* L.) al nemátodo agallador *Meloidogyne incognita* en el estado Zulia, Venezuela. *Nematropica* 30(2): 117.
7. CASASSA A., J. MATHEUS, R. CROZZOLI, V. BRAVO y C. GONZÁLEZ. 1997. Respuesta de algunas selecciones de guayabo al nemátodo *Meloidogyne incognita* en el municipio Mara del estado Zulia, Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 10(1): 5-8.
8. CROZZOLI R., A. CASASSA, D. RIVAS y J. MATHEUS. 1991. Nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo del guayabo en el estado Zulia, Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 4 (1): 2-6.
9. 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.

10. DE ALMEIDA ENGLER J., V. DE VLEESSCHAUWER, S. BURSSSENS, J.L. CELENZA, D. INZÉ, M. VAN MONTAGU, G. ENGLER, y G. GHEYSEN. 1999. The use of molecular markers and cell cycle inhibitors to analyze cell cycle progression in nematode-induced galls and syncytia. Plant Cell 11: 793-807.

11. DEL CAMPO A. 1988. Biología del ciclo de división celular. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. 55 p.

12. GOVERSE A., E. JANICE DE ALMEIDA, J. VERHEES, S. VAN DER KROL, J. HELDER y G. GHEYSE. 2000. Cell cycle activation by plant parasitic nematodes. Plant Molecular Biology 43: 747-761.

13. HIRANO R. y H. NAKASONE. 1969. Chromosome number of ten species and clones in the genus *Psidium*. J. American Society of Horticulture Science 94: 83-86.

14. MATOS A. y J. MOLINA. 1997. Estudio citogenético de células radicales de *Aloe vera* L. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 14:173-182.

15. MATOS A., J. MOLINA, D. ACOSTA y M. ABREU. 1995. Determinación del proceso mitótico en células radicales de *Prosopis judiflora* DC. Ciencia 3 (2):83-90.

16. MOHAMED S. y P. MAJUMDER. 1974. Investigation on the breeding behaviour of aneuploid of guava. Euphytica 23: 181-185.

17. PACKA D. 1997. Cytogenetic effects of *Fusarium* mycotoxin on root tip cells of rye (*Secale cereals* L.), wheat (*Triticum aestivum* L.) and fields bean (*Vicia faba* L. var. Minor). J. Appl Genet 38: 259-272.

18. PACKA D. 1998. Potential genotoxicity of *Fusarium* mycotoxins in *Vicia* and *Pisum* cytogenetic tests. J Appl Genet 39: 171 -192.

19. RODRIGUEZ V. y G. SEIJO. 2001. Estudio del ciclo celular de una especie leñosa: *Gleditsia amorphoides* (Leguminosae). Ciencias Agrarias 14: 321-324.

20. SANCHEZ A. 1997. Modelo de descriptor botánico para dos especies de *Psidium* (*P. guajava* y *P. friedrichsthalianum*). Trabajo de Ascenso para optar a la categoría de profesor Asistente. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. 151 p.

21. SNEDECOR G. y W. COCHRAN. 1984. Métodos Estadísticos. Editorial Continental S.A. de C.V. Décima Edición (México). 464 p.
22. SRIVASTAVA H. 1977. Chromosome behaviour of a spontaneous autotetraploid guava *Psidium guajava* L. *Cytology* 42: 389-394.
23. SWANSON C., T. MERZ y W.J. YUONG. 1981. The chromosome in division, inheritance and evolution. Segunda edición. Prentice Hall, INC., Englewood Cliffs. New Jersey. U.S.A. 304 p.
24. TORABINEJAD J., J. CARMAN y C. CRANE. 1987. Morphology and genome analyses of interspecific hybrids of *Elymus scabrus*. *Genome* 29:150-155.
25. WESTIN J., L. SUNDBLAD, M. STRAND y J. HÄLLGREN. 1999. Apical mitotic activity and growth in clones of Norway spruce in relation to cold hardiness. *Can. J. For.* 29: 4046-4053.
26. ZABALA D. y J. MOLINA. 1993. Determinación del proceso mitótico en *Carica papaya* var Tailandia red. XI Congreso Venezolano de Botánica. Mérida (Venezuela). pp. 230.