

# LÍNEAS PROMISORIAS DE TOMATE RESISTENTES A *ALTERNARIA SOLANI* (ELLIS & MARTIN) SORAUER

Maribel González-Chávez Díaz, Zoila Fundora Mayor, Tomás Shagarodsky Scull, Yanisbell Sánchez Rodríguez, Juan A. Soto Mena, Gloria Acuña Fernández, Dalila de Armas Morejón y Caridad Marrero Granado

## RESUMEN

La utilización de germoplasma silvestre en los programas de mejoramiento genético de los cultivos ha resultado de significativa importancia, ya que en ellos está contenida una gran parte de la diversidad genética presente en la naturaleza. En el germoplasma cubano conservado *ex situ*, existen fuentes de resistencia transferibles a las variedades comerciales que han sido utilizados en el programa de mejoramiento genético del tomate desarrollado en el INIFAT. Se emplearon como progenitores masculinos los cultivares P-809B, P-1048, P-1243 pertenecientes a la forma silvestre *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, utilizados como fuente de resistencia a *Alternaria solani* y como progenitores femeninos las variedades comerciales 'Campbell-28' y 'Nova II', susceptibles al patógeno, con el objetivo de combinar en la descendencia las características presentes en los progenitores. Se presentan las características agronómicas y de resistencia de las nueve líneas promisorias obtenidas en el programa como resultado de las selecciones realizadas a través de las diferentes generaciones. Los resultados demuestran que ha ocurrido una introgresión de los genes de resistencia de los cultivares primitivos en las líneas y se ha recuperado el tamaño de los frutos de las variedades comerciales utilizadas como progenitores.

**Palabras claves:** tomate, líneas promisorias, resistencia, *Alternaria solani*

**Promissory resistance lines of tomato to *Alternaria solani* (Ellis & Martin) Sorauer**

## ABSTRACT

The use of wild germplasm in genetic breeding programs has significant importance because it contained a great part of the genetic diversity of the nature. There are resistance sources in the Cuban germplasm *ex situ* conserved transferable to the commercial varieties used in the breeding program of tomato developed in INIFAT. They were used as male progenitors the cultivars P-809B, P-1048, P-1243 belonging to the wild form *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, used as resistance source to *Alternaria solani* and as female progenitors the commercial varieties 'Campbell-28' and 'Nova II', susceptible to the pathogen, with the objective of combining in the descendant the characteristics of both progenitors. The agronomic and resistance characteristics are presented on nine promissory lines obtained in the program as a result of the selections carried out through different generations. The results demonstrate an introgression of the genes of resistance of primitive cultivars in the lines and it has recovered the fruits size of the commercial varieties used as progenitors.

**Key words:** tomato, promissory lines, resistance, *Alternaria solani*

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical «Alejandro de Humboldt» (INIFAT)  
\* genetica4@inifat.co.cu

## INTRODUCCIÓN

La utilización de las colecciones de germoplasma de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en los programas nacionales de los cultivos ha resultado de significativa importancia en Cuba (Gómez *et al.*, 2000; Álvarez *et al.*, 2003; Shagarodsky, 2006), ya que en ellas está contenida una gran parte de la diversidad genética presente en la flora de especies cultivadas. El germoplasma puede ser empleado directamente en los programas de producción, o puede servir de base al trabajo de selección, o como donante de genes específicos que podrían ser incorporados a otros cultivares mediante cruzamientos. Para estos fines, se utiliza tanto el material foráneo como las variedades tradicionales colectadas en las comunidades locales que se han preservado durante generaciones (Fundora *et al.*, 2003)

La falta de variedades adaptadas a las condiciones climáticas y resistentes a plagas y enfermedades de interés, ha sido señalada como uno de los problemas limitantes en Cuba para el cultivo del tomate (Gómez *et al.*, 2000), en el que la introgresión acelerada de caracteres exóticos útiles ha favorecido su mejoramiento, manifestado en un incremento del rendimiento entre cuatro o cinco veces.

En los últimos años ha aumentado el interés por las especies y variedades botánicas del género, relacionadas con el tomate cultivado, con el propósito de transferirle a éste su resistencia a enfermedades, insectos, plagas o condiciones adversas de suelo o clima, así como también para la mejora de caracteres agronómicos en las variedades comerciales (Causse *et al.*, 2000; Fray *et al.*, 2000; Quiroga *et al.*, 2001; Saavedra y Spour, 2002)

En el germoplasma cubano de tomate conservado *ex situ*, existen fuentes de resistencia en la especie *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, transferibles a las variedades comerciales, que han sido utilizados en el programa de mejoramiento genético del tomate desarrollado en el Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical «Alejandro de Humboldt» (INIFAT), con vistas a obtener líneas

resistentes a *Alternaria solani*, agente causal del tizón temprano.

El presente estudio aborda la evaluación de las líneas promisorias obtenidas en el programa como resultado de las selecciones realizadas a través de ocho generaciones, con el objetivo de identificar las más destacadas por sus características agronómicas y de resistencia frente al patógeno.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En áreas del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, INIFAT se realizó un programa de cruzamientos, utilizando un diseño de Cruces Prueba (Simmonds, 1979), empleando como progenitores masculinos los cultivares primitivos 'P-809B', 'P-1048', 'P-1243', pertenecientes a la especie *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, utilizados como fuente de resistencia a *Alternaria solani* (González-Chávez *et al.*, 2001), y como progenitores femeninos las variedades comerciales 'Campbell-28' y 'Nova II', susceptibles al patógeno, con el objetivo de combinar en la descendencia las características presentes en los progenitores.

Se evaluó la incidencia de *Alternaria solani* en condiciones de infección natural, en las siete generaciones segregantes. Las evaluaciones se comenzaron a partir de la aparición de los primeros síntomas sobre el follaje de las plantas en estudio. Se utilizó una escala de evaluación de cinco grados (0-4) propuesta por Chirco (1964) y el Índice de Infección (I/I) se calculó sobre la base de la parcela, según la fórmula de Townsend y Heuberger (1943). Se siguieron las normas técnicas recomendadas para el cultivo (Cuba, MINAG, 1998), excepto que no se realizaron aplicaciones de fungicidas para facilitar el libre desarrollo de la enfermedad.

A partir de la generación F<sub>4</sub>, los genotipos seleccionados fueron avanzados familiarmente hasta F<sub>7</sub>, seleccionando negativamente sólo aquellos materiales que se apartaran de los tipos deseados. Las nueve líneas promisorias F<sub>7</sub> resultantes y los progenitores, se evaluaron en condiciones de cultivo protegido en un túnel con malla

plástica antiáfido. Las plantas se sembraron en la campaña 2009-2010 sobre suelo Ferralítico Rojo Típico (MINAG, 1999), a una distancia de 50 cm. Se incluyó además la variedad comercial 'INIFAT-28' utilizada como testigo. Se midieron los caracteres: número de frutos por planta (NFP), peso total por parcela en gramos (PTP), peso promedio del fruto en gramos (PPF), diámetro (DF) y altura (AF) del fruto en cm. Se evaluó la incidencia de *Alternaria solani* en condiciones de infección natural; las evaluaciones se comenzaron a partir de la aparición de los primeros síntomas sobre el follaje de las plantas en estudio, siguiendo el procedimiento descrito anteriormente.

Se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP), utilizando el programa SPSS para Windows ver. 11.5, sobre la base de la matriz de correlaciones fenotípicas, con el objetivo de estudiar la variabilidad y conocer los índices responsables de la misma. Sobre la base de los caracteres más variables, se seleccionaron en el gráfico tridimensional de los componentes  $C_1$ - $C_2$ - $C_3$  las líneas  $F_7$  más sobresalientes, considerando la ubicación de los progenitores.

Utilizando los datos promedio obtenidos en los caracteres índices de infección por *Alternaria solani*, diámetro y altura del fruto, se construyeron gráficos de barras utilizando el programa Microsoft Excel 2003.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Análisis de Componentes Principales (ACP), de los valores de las líneas promisorias  $F_7$  indicó que la mayor parte de la variabilidad en el rendimiento y sus componentes, se concentró en las tres primeras componentes (Tabla 1).

En la componente uno los caracteres número de frutos por planta, peso promedio del fruto y el diámetro del fruto, definieron el 67.34% de la variabilidad total, mientras que en la componente 2, fueron los caracteres peso total e índice de infección los que presentaron una alta contribución. Los caracteres altura de los frutos y el índice de infección fueron los de mayor peso en la componente 3, y definieron un 96.88 % del total.

Tabla 1. Valores y vectores propios de los caracteres agronómicos

	Componente 1	Componente 2	Componente 3
<b>Varianzas</b>	4.041	1.436	0,337
<b>% de Contribución</b>	67.342	23.931	5.612
<b>% Acumulado</b>	67.342	91.274	96.886
<b>VARIABLES ORIGINALES</b>	<b>VECTORES PROPIOS</b>		
<b>NFP</b>	<b>-0.900</b>	0.366	0.170
<b>PTP</b>	-0.772	<b>0.553</b>	0.234
<b>PPF</b>	<b>0.971</b>	-0.088	0.042
<b>DF</b>	<b>0.913</b>	0.312	0.197
<b>AF</b>	0.881	0.348	<b>0.254</b>
<b>I/I</b>	0.286	<b>0.877</b>	<b>-0.385</b>

NFP-número de frutos por planta, PTP-peso total por parcela en gramos, PPF- peso promedio del fruto en gramos (g), diámetro (DF) y altura (AF) del fruto en cm, I/I-índice de infección.

Cuando se analiza la distribución de las accesiones promisorias en el plano tridimensional C1-C2-C3 (Figura 1), se pudo apreciar la formación de cuatro grupos. A lo largo del eje 1 se separó el Grupo I, integrado por las nueve líneas promisorias, con menor número de frutos y mayor peso promedio y diámetro de los frutos.

En el Grupo II se incluyeron las variedades comerciales utilizadas como progenitores femeninos con mayor índice de infección a *Alternaria* y la variedad 'INIFAT-28' utilizada como testigo, todos con mayor peso total.

El Grupo III se separa ligeramente a lo largo del eje 3, e incluye dos de los progenitores silvestres con mayor resistencia a *Alternaria*, y un poco más alejado, en este mismo eje, se ubica el Grupo IV con el progenitor P-1243

que también es resistente al patógeno, pero se diferencia del resto, en que tiene mayor altura del fruto.

En la Figura 2 se distingue el índice de infección por *Alternaria solani* en las líneas promisorias, constatándose que ha ocurrido una introgresión de los genes de resistencia de la forma silvestre *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* en las líneas seleccionadas. Cabe destacar que la variedad comercial 'INIFAT-28' (utilizada como testigo comercial) fue recomendada a la producción por sus características agronómicas y como resistente a *Alternaria solani* (Moya y Castellanos, 1998) y las líneas obtenidas en todos los casos mantienen niveles de índice de infección inferiores a ésta y a su vez muy por debajo que los progenitores masculinos.

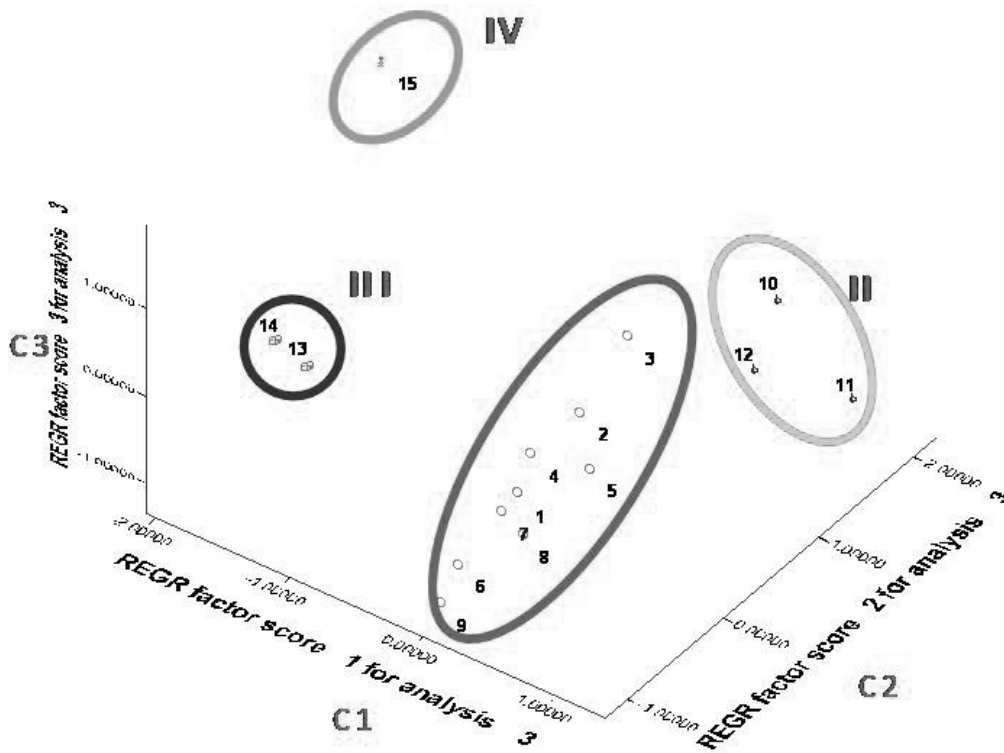


Figura 1. Distribución de los genotipos en el plano gráfico C1-C2-C3

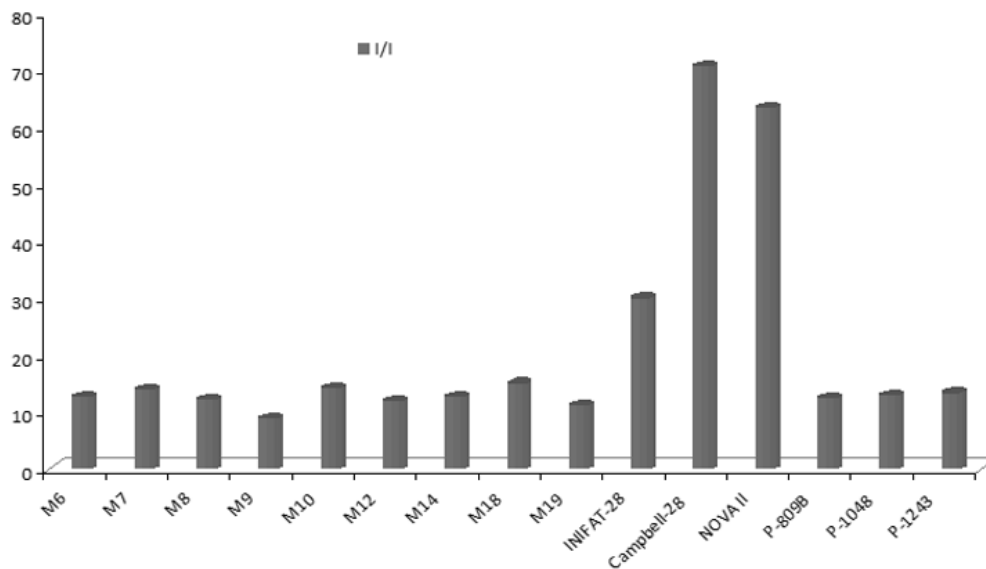


Figura 2. Índice de infección por *Alternaria solani* de las líneas F<sub>7</sub>

La Figura 3 muestra el diámetro y altura de los frutos de las líneas promisorias y sus progenitores, donde se puede apreciar que junto con la estabilización de la introgresión de los genes de resistencia, se ha recuperado notablemente el tamaño de los frutos en las líneas F<sub>7</sub>, sin haber realizado retrocruces, destacándose las líneas M-8 y M-10 con un mayor diámetro del fruto.

Al comparar los valores promedios en la Tabla 2, se puede apreciar como la línea M8 se destaca del resto de las líneas promisorias en relación con casi todos los caracteres evaluados, siendo superada solamente en el NFP por la línea M6 aunque con poca diferencia. Al analizar el PPF vemos que además las líneas M6, M8, M10, M12 y M18 sobrepasan los 100g, mientras que en los promedios para el diámetro y altura de los frutos las líneas que se destacan son M7, M8 y M10. Estos valores son importantes tomando en consideración que las líneas provienen de cultivares primitivos de la especie *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* con tamaño pequeño de frutos.

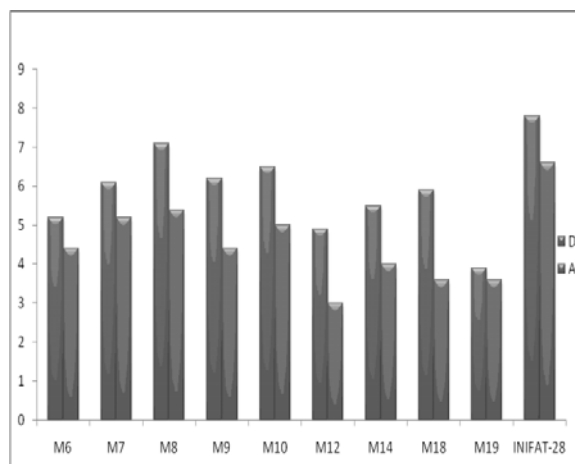


Figura 3. Diámetro (DF) y altura (AF) de los frutos de las líneas F<sub>7</sub> y sus progenitores

La variedad 'INIFAT-28' incluida en este estudio como testigo comercial, fue superada en el carácter número de frutos por planta (NFP) por seis de las líneas promisorias, no así para el resto de los caracteres en estudio

Tabla 2. Valores promedio de las líneas promisorias

	<b>NFP</b>	<b>PTP</b>	<b>PPF</b>	<b>DF</b>	<b>AF</b>	<b>I/I</b>
<b>M6</b>	35	20065	<b>102,9</b>	5,2	4,4	12,5
<b>M7</b>	27	23980	98	<b>6,1</b>	<b>5,2</b>	13,8
<b>M8</b>	<b>34,5</b>	<b>27710</b>	<b>120,8</b>	<b>7,1</b>	<b>5,4</b>	12
<b>M9</b>	29	20595	95,9	6,2	4,4	<b>8,8</b>
<b>M10</b>	22	15485	<b>115</b>	<b>6,5</b>	<b>5</b>	14
<b>M12</b>	18,5	<b>26270</b>	<b>106,5</b>	4,9	3	11,8
<b>M14</b>	17,8	22335	84	5,5	4	12,5
<b>M18</b>	25	20250	<b>113</b>	5,9	3,6	14,9
<b>M19</b>	17	19300	98,9	3,9	3,6	11
<b>INIFAT-28</b>	21	31500	144	7,8	6,6	29,8

(PTP- peso total por parcela( g), NFP- número de frutos por planta, DF- diámetro de los frutos (cm), AF- altura de los frutos (cm), PPF- peso promedio de los frutos( g), I/I-índice de infección en %)

Los resultados derivados de este trabajo coinciden con lo reportado por Frary *et al.* (2000) y Lippman y Tanksley (2001) quienes afirman que la incorporación de especies silvestres en un cruzamiento provoca una reducción en el peso de los frutos; en concordancia con esto Weller *et al.* (1988) y Pratta *et al.* (2000) mencionaron la existencia de poligenes con efectos dominantes en los *taxa* silvestres que ocasionarían la reducción observada en el peso de los frutos de los híbridos con *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* y *S. pimpinellifolium*.

### CONCLUSIONES

- Se evidencia una introgresión de los genes de resistencia de los cultivares primitivos en las líneas y se ha recuperado el tamaño de los frutos de las variedades comerciales utilizadas como progenitores.

- Las líneas promisorias evaluadas pueden ser incorporadas a los programas de extensionismo del país por presentar buenos caracteres agronómicos y de resistencia.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Álvarez, M.; Moya, C.; Florido, M.; Plana, D. Resultados de la mejora genética del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) y su incidencia en la producción hortícola de Cuba. Cultivos Tropicales 24(2): 63-70, 2003.
- Causse, M.; Carranta, C.; Saliba-Colombani, V.; Moretti, A.; Damidaux, R.; Rouselle, P.: Valorisation des ressources génétiques de la tomate par l'utilisation de marqueurs moléculaires. Agricultures 9(3): 197-210, 2000.

- Chirco, V. D. *Métodos de mejoramiento y producción de semillas en especies hortícolas*. Instituto Vavilov, Leningrado, 250pp, 1964.
- Cuba. MINAG. Instructivo Técnico para organopónicos y huertos Intensivos. La Habana, 74p., 1998.
- Frary, A.; Nesbitt, T.C.; Grandillo, S.; Knaap, E.; Cong, B.; Liu, J.; Meller, J.; Elber, R.; Alpert, K. B.; Tanksley, S. O. FW.: A quantitative trait locus key to the evaluation of tomato fruit size. *Science*, 289: 85-88, 2000.
- Fundora, Z., L. Castiñeiras, T. Shagardsky, Ma. A. Torres, O. Barrios, V. Moreno, N. Fraga, L. Fernández, V. Fuentes, P. Sánchez, A. Pérez, J. Alonso, R. Cristóbal, R. Orellana R. Oviedo. La conservación y el manejo de los recursos fitogenéticos en el Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical. FITOGEN 2003, V Taller Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, 2 al 4 de diciembre. Estación de Experimental de Pastos y Forrajes, Sancti Spiritus, Cuba, 2003.
- Gómez, Olimpia; A. Casanova; H. Laterrot; G. Anais: Mejora Genética y manejo del cultivo del tomate para la producción en el Caribe. La Habana, Cuba 159 pp., 2000.
- González-Chávez, M, N. Díaz, T. Shagardsky; O. Barrios; N. Fraga; M. C. Alonso: Comportamiento varietal del tomate ante el tizón temprano en condiciones de campo. *Protección Veg.*, 18 (1): 38-41, 2003.
- González-Chávez, M, Díaz, N.; Fundora, Z.; de Armas D. y Soto, J. A.: Caracterización de la resistencia a *Alternaria solani* en cultivares nativos de tomate (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*). *Protección Veg.* 16 (2-3):116-119, 2001.
- González-Chávez, M.: Incorporación de resistencia a *Alternaria solani* (Ellis y Martin) Sorauer en variedades comerciales de tomate a partir del acervo primario del género. Tesis presentada en opción del título de Maestro en Ciencias Biológicas. Facultad de Biología. Universidad de la Habana 68pp., 2008.
- Lippman, Z. y Tanksley, S. D. Dissecting the genetic pathway to extreme fruit size in tomato using a cross between the small-fruit wild species *Lycopersicon pimpinellifolium* and *L. esculentum* var. *Giant Heirloom*. *Genetics*, 158: 413-422, 2001.
- MINAG: Plan de acción para el incremento de la producción de tomate y pimiento. Grupo Nacional de Cultivos Varios, 23 pp., 1999.
- Moya, C. y Castellanos, J.J.: INIFAT-28, nueva variedad de tomate para consumo fresco y adaptación a las condiciones climáticas de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 19(3): 65, 1998.
- Pratta, G., A. Picardi y Zorzoli, Roxana: Interacciones genéticas entre germoplasma silvestre y cultivado de *Lycopersicon* spp. con efectos sobre la calidad del fruto de tomate. *Plant Genetic Resources Newsletter* 124: 7-12, 2000.
- Quiroga, M.; Taleisnik, E.; Tigier, H.A.; de Forchetti, SM.: Tomato root peroxidase isoenzymes: kinetic studies of the coniferyl alcohol peroxidase activity, immunological properties and role in response to salt stress. *J. Plant Physiol.*, 158 (8):1007-1013, 2001.
- Saavedra, G.; Spoor, W.: Genetic base broadening in autogamous crops. *Lycopersicon esculentum* Mill as a model. En: Engels, J.; Brown, A.; Jackson, M. T. (eds) «Managing Plant Genetic Resources», Cap. 27: 291-299, IPGRI, 2002.
- Shagardsky, T.: Caracterización de la variabilidad del Germoplasma de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) conservada «ex situ» en Cuba. Su presencia y distribución «in situ». Tesis en opción al Título de Maestro en Biología Vegetal. 141 pp., 2006.
- Simmonds, V. W.: Principles of crop improvement. Cap. IV Genetic aspects: populations and selection, 110-116, longwan, 1979.
- Townsend. G. y Heuberger, J.: Method for estimating losses caused by diseases with fungicides experiments. *Plant Dis. Rep.*, 27(17): 340-343, 1948.
- Weller, J.I.; Saller, M. y Brody, T.: Linkage analysis of quantitative traits in an interspecific cross tomato (*Lycopersicon esculentum* x *L. pimpinellifolium*) by means of genetic markers. *Genetics*, 118: 329-339, 1988.

Recibido: 21 de febrerp de 2011

Aceptado: 10 de agosto de 2011