

EVALUACIÓN DE LÍNEAS TROPICALIZADAS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* MILL) PARA MESA, EN ALAJUELA, COSTA RICA

Marco A. Moreira¹, Carlos R. Ecbandi¹

RESUMEN

Evaluación de líneas tropicalizadas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) para mesa, en Alajuela, Costa Rica. Se realizó una caracterización morfológica del fruto y una evaluación preliminar del comportamiento agronómico de 18 líneas de tomate de mesa para el trópico, en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M., ubicada en San José de Alajuela, a una elevación de 840 msnm. Se empleó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. A partir de 30 días después del trasplante, se realizaron cuatro evaluaciones a intervalos de 15 días con el fin de registrar la incidencia en porcentaje de la mancha bacteriana y enfermedades virales, así como el índice de severidad de los virus. La severidad del tizón temprano se evaluó al momento de la primera cosecha. Para analizar el potencial de rendimiento de los genotipos, se emplearon el número y peso de frutos de primera, segunda, tercera, comerciales de acuerdo con el AVRDC² y el número total de frutos. Las líneas experimentales UCR-5 y UCR-6 mostraron los más altos rendimientos de frutos comerciales para las condiciones ambientales del experimento. Las introducciones CLN1462A y CLN1462B del AVRDC, presentaron buena capacidad de rendimiento y tolerancia a virus, marchitez bacteriana y tizón temprano. Se estableció una gradación del nivel de mejora genética. Por un lado los materiales con una alta concentración de genes ancestrales mostraron mucha prolificidad, tamaño más pequeño de fruto y tolerancia a enfermedades. Los materiales comerciales (más mejorados genéticamente), por su parte, presentaron un buen tamaño y forma de fruta, menor prolificidad y una menor tolerancia

ABSTRACT

Assessment of tropicalized tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) lines for the fresh market in Alajuela, Costa Rica. A morphological characterization of the fruit and a preliminary assessment of the agronomic performance of 10 tomato lines for fresh market in the tropics was conducted at the Fabio Baudrit Experiment Station, in San Jose of Alajuela, at an altitude of 840 masl. A complete randomized block experimental design with four replications was used. Starting at 30 days after transplanting, four evaluations were conducted at 15 days intervals in order to record the incidence percentage of bacterial wilt and viral diseases, as well as the severity index of virus. The severity of the early blight was assessed at first harvest. In order to evaluate the potential yield of the genotypes, the number and weight of first, second and third quality of marketable fruits according to the AVRDC21 and the total number of fruits were analyzed. The experimental lines UCR-5 and UCR-6 showed the highest yields of marketable fruits under the environmental conditions of the trial. The CLN1462A and CLN1462B from the AVRDC showed good yield capacity and tolerance to virus, bacterial wilt and early blight. A grading of the genetic improvement level was established. The materials with a high concentration of ancestral genes showed much prolificity, smaller fruit size and lesser tolerance to diseases. The commercial materials (genetically improved) showed good size and shape of fruits, lesser prolificity and tolerance to diseases. With respect to the incidence of early blight, the materials showing the

¹ Programa de Hortalizas, Estación Experimental Fabio Baudrit M., Universidad de Costa Rica.

² Asian Vegetable Research and Development Center.

a las enfermedades. Con respecto a la incidencia del tizón temprano los materiales que presentaron los menores índices de severidad fueron aquellos que prolongaron los períodos de fructificación y maduración de los frutos.

Palabras claves: tomate, *Lycopersicon esculentum*, líneas puras, zona tropical, características agronómicas, *Alternaria*, *Pseudomonas solanacearum*, virus, Costa Rica.

lower severity indexes were those which lengthen the fruiting and ripening periods of the fruits.

Keywords: tomatoe, *Lycopersicon esculentum* Mill, pure lines, tropical zones, agronomic characters, *Alternaria*, *Pseudomonas solanacearum*, virus, Costa Rica.



INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas de la producción de hortalizas a nivel centroamericano es la carencia de cultivares adaptados a ambientes locales específicos, y por ende, la falta de programas de producción de semilla (FAO, 1992). La dependencia de cultivares mejorados para condiciones de clima templado o subtropical ha inducido la adopción de tecnologías que requieren un excesivo uso de insumos artificiales fuertemente contaminantes y, que a la vez, incrementan los costos de producción. Otra dificultad adicional que afrontan los productores de la región centroamericana es la baja calidad fisiológica de las semillas que se expenden en el mercado (baja germinación y vigor). La situación antes descrita se presenta en la mayoría de las hortalizas en Costa Rica; no obstante, el problema es aún más serio en el cultivo de tomate, dado que constituye el segundo cultivo olerícola en importancia en lo que respecta a área sembrada, volumen de consumo y por la condición de ser un producto que se consume fresco (Kalloo, 1991 y Tigchelaar, 1986).

La información sobre la evaluación de genotipos de tomate de mesa, a nivel nacional, es escasa y poco consistente. Entre los años 1981 y 1986, en la estación Experimental Fabio Baudrit Moreno (EEFBM) se desarrolló un cultivar de tomate para mesa con tolerancia a algunas razas de *Pseudomo-*

nas solanacearum, buena capacidad de rendimiento pero con frutos pequeños. Posteriormente, en la casa Northrup King (N.K.) este material se cruzó con híbridos comerciales con el propósito de mejorar el tamaño de la fruta. Estos híbridos se trajeron al país y de sus generaciones segregantes se seleccionaron 30 líneas S₆; de las cuales, las dos mejores se incluyeron en este trabajo.

En varios diagnósticos realizados por instituciones nacionales e internacionales se ha definido la marchitez bacterial (*Pseudomonas solanacearum*), el virus del amarillamiento y enrollamiento de las hojas (geminivirus) y la adaptación a altas temperaturas como tres de los problemas más importantes a resolver como parte de las actividades de un programa de mejora genética para el cultivo del tomate en condiciones tropicales (FAO, 1992).

El objetivo de este trabajo fue realizar una caracterización morfológica del fruto y una evaluación preliminar del comportamiento agronómico de 18 genotipos de tomate de mesa para el trópico durante la época lluviosa en Alajuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó entre el 1 de septiembre de 1997 y el 14 de enero de 1998, en la

Estación Experimental Fabio Baudrit M. (EEFBM), ubicada en San José de Alajuela, a una elevación de 840 msnm. Los 19 genotipos evaluados y su procedencia se describen en el Cuadro 1. Las plántulas se trasplantaron después de 22 días de la etapa de almácigo en ambiente protegido para insectos vectores de virus. El manejo agronómico del cultivo se realizó de acuerdo con las prácticas recomendadas para una plantación comercial por parte del Programa de Hortalizas de la EEFBM. Durante la época seca, la humedad adecuada en el suelo se mantuvo mediante la aplicación de riego superficial por surcos. Los datos climáticos predo-

minantes durante el período en que se realizó el experimento se presentan en el Cuadro 2.

La cosecha se inició el 2 de diciembre y se realizaron ocho cosechas espaciadas cada siete días durante el ciclo del cultivo. Se realizó una caracterización morfológica del fruto con base en algunas de las principales características descritas por el Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (Esquinas-Alcázar, 1981), a saber: forma del fruto, forma de la sección transversal, número de lóculos y diámetro del fruto. Con el propósito de obtener la mejor expresión del potencial genéti-

Cuadro 1. Procedencia de los genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de mesa evaluados en el experimento. Alajuela, Costa Rica. 1997-1998.

Genotipos	Procedencia
CLN1621-146-2-0	Banco de Germoplasma AVRDC ^{1/} , Taiwan
CLN1621-235-2-0	Banco de Germoplasma AVRDC, Taiwan
CLN1621-360-7-0	Banco de Germoplasma AVRDC, Taiwan
CLN1617-164-7-0	Banco de Germoplasma AVRDC, Taiwan
CLN1617-156-3-5	Banco de Germoplasma AVRDC, Taiwan
CLN1744R-30	Banco de Germoplasma AVRDC, Taiwan
CLN1744R-45	Banco de Germoplasma AVRDC, Taiwan
CLN1744R-19	Banco de Germoplasma AVRDC, Taiwan
CLN1745R-142	Banco de Germoplasma AVRDC, Taiwan
CLN1462B	Banco de Germoplasma AVRDC, Taiwan
CLN1462A	Banco de Germoplasma AVRDC, Taiwan
CLN1463B	Banco de Germoplasma AVRDC, Taiwan
CLN1466D	Banco de Germoplasma AVRDC, Taiwan
CLN1466E	Banco de Germoplasma AVRDC, Taiwan
H24(BL837) ^{2/}	Banco de Germoplasma AVRDC, Taiwan
Introducción Nicaragua	Nicaragua
'Pik ripe 747'	Peto Seed Corporation, Estados Unidos
UCR-5	Programa Hortalizas, EEFBM, Costa Rica
UCR-6	Programa Hortalizas, EEFBM, Costa Rica

^{1/} Asian Vegetable Research and Development Center.

^{2/} Línea de *L. hirsutum* f. *glabratum* con tolerancia al virus del enrollamiento de las hojas (TYLCV).

Cuadro 2. Valores promedio de temperatura, precipitación y humedad relativa durante el periodo experimental. Alajuela, Costa Rica 1997-1998.

Mes	Temperaturas (°C)		Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)
	Máximas	Mínimas		
Setiembre	29,7	19,7	423,5	84
Octubre	29,5	20,1	336,6	83
Noviembre	29,2	19,9	382,4	85
Diciembre	30,6	19,9	2,3	68
Enero	31,0	19,5	0,0	69

Fuente: Estación Meteorológica Central. Programa Agroambiente, EEFBM.

co en relación con esas características, el muestreo de los frutos se realizó al momento de la segunda cosecha para cada uno de los genotipos.

A partir de los 30 días después del trasplante, se realizaron cuatro evaluaciones a intervalos de 15 días con el fin de registrar la incidencia en porcentaje de la maya bacterial (*Pseudomonas solanacearum*) y enfermedades virales, así como el índice de severidad de los virus mediante el empleo de una escala de 1 a 5, donde 1 representó la planta sana y 5, daño severo (Villareal y Lai, 1979). Con el objeto de tener control sobre la distribución del inóculo natural en el campo, en todas las parcelas se sembró un borde lateral con el híbrido comercial susceptible 'Naranja', de la casa Peto Seed. De igual forma, al momento de la primera cosecha, se determinó la severidad del tizón temprano (*Alternaria solani*) mediante el empleo de una escala de 1 a 5, donde 1 representó la planta sana y 5 daño severo (Villareal y Lai, 1979). Para estas enfermedades se trabajó en condiciones de inóculo natural. El experimento se realizó en un lote previamente sembrado con solanáceas de fruto en el cual hubo problemas de marchitez bacterial. Para analizar el potencial de rendimiento de los genotipos, se emplearon las siguientes variables:

1. Número y peso (kg/parcela) de frutos de primera. Frutos con un diámetro mayor a 8 cm

con color uniforme, sin deformaciones ni daños por enfermedades o plagas.

2. Número y peso (kg/parcela) de frutos de segunda. Frutos con un diámetro > 5cm y ≤ 8 cm, color uniforme, sin deformaciones ni daños por enfermedades o plagas.
3. Número y peso (kg/parcela) de frutos de tercera. Frutos con un diámetro < 5cm, color variado, con deformaciones y/o perforaciones cicatrizadas, y sin daños por enfermedades.
4. Número y peso (kg/parcela) de frutos comerciales de acuerdo con el AVRDC. Corresponde a la suma de los frutos sanos de primera, segunda y tercera categoría.
5. Número total de frutos.

Las 18 introducciones y el híbrido comercial 'Pik Ripe 747' como comparador, se dispusieron en el campo en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela útil consistió de dos hileras de 12 plantas espaciadas a 1,2 m entre ellas y a 0,4 m entre plantas (11,52 m²). Para determinar diferencias entre los genotipos en respuesta a la marchitez bacterial, virus, y el rendimiento se usó la prueba de contrastes ortogonales. Dado que la interacción genotipo por evaluación

no resultó ser estadísticamente significativa para estas variables, la respuesta de los genotipos se determinó mediante el análisis de las observaciones acumuladas. El índice de incidencia del tizón temprano (*A. solani*) se analizó como una variable cualitativa, ya que los valores no se ajustaron a una distribución normal de probabilidad. Los genotipos de fruta pequeña no presentaron frutos de 1era y 2da calidad, por lo tanto en el análisis estadístico de estas dos categorías, se incluyeron solo los genotipos con fruta de tamaño mediano a grande. Para el análisis estadístico de las variables número y peso de frutos de primera calidad, se aplicó la transformación log (x+1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización morfológica del fruto

De acuerdo con las características del fruto, los genotipos CLN1745R-142, CLN1462A y B, CLN1463B, CLN1466D y E, Introducción Nicaragua, UCR-5 y UCR-6 presentaron frutos de forma redondeada o redondo aplanado, sección transversal circular y frutos de tamaño mediano a grande (diámetros ≥ 6 cm); condiciones que concuerdan con las normas generales de apariencia para frutos comerciales en el mercado local (Cerdas, 1988) (Cuadro 3). No obstante, el genotipo

Cuadro 3. Caracterización morfológica del fruto en 19 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) para mesa ^{1/} Alajuela, Costa Rica. 1997-1998.

Genotipo	Forma	Sección transversal	Hombros verdes	Nº lóculos	Diámetro fruto (cm)	
					Promedio	Desv. est. ^{2/}
CLN1621-146-2-0	Redondo-alto	Circular	Ausentes	3	4,3	0,3
CLN1621-235-2-0	Aplanado	Circular	Ausentes	6-8	6,4	0,6
CLN1621-360-7-0	Redondo-alto	Circular	Ausentes	2-4	4,4	0,4
CLN1617-164-7-0	Aplanado-leve	Circular	Ausentes	5-7	5,8	0,6
CLN1617-156-3-5	Redondo-alto	Circular	Ausentes	2-3	4,9	0,6
CLN1744R-30	Acorazonado	Circular	Ausentes	2-3	4,5	0,5
CLN1744R-45	Redondo	Circular	Ausentes	2-3	5,2	0,7
CLN1744R-19	Redondo-alto	Circular	Ausentes	2-3	4,9	0,5
CLN1745R-142	Aplanado-leve	Circular	Ausentes	5-6	6,2	0,8
CLN1462B	Redondo	Circular	Ausentes	4-5	6,1	0,7
CLN1462A	Redondo	Circular	Ausentes	4-6	6,6	0,5
CLN1463B	Redondo-alto	Circular	Ausentes	4-8	6,2	0,9
CLN1466D	Redondo-alto	Circular	Presentes	3-5	6,3	0,9
CLN1466E	Redondo	Circular	Ausentes	4-6	6,6	0,8
H24(BL837)	Aplanado-leve	Circular	Ausentes	4-7	5,1	0,4
INTRO. Nicaragua ^{3/}	Redondo	Circular	Ausentes	3-5	6,0	0,7
'Pik Ripe'	Redondo	Circular	Ausentes	3-4	6,7	0,7
UCR-5	Redondo	Circular	Ausentes	3-5	6,7	0,6
UCR-6	Redondo	Circular	Ausentes	4-6	6,4	0,6

^{1/} Descriptores para el fruto del cultivo de tomate, IBPGR (Esquinas-Alcázar, 1981).

^{2/} Desviación estándar.

^{3/} Introducción Nicaragua.

CLN1466D presentó un grado severo de hombros verdes en el fruto maduro, lo cual es una limitante de calidad en cuanto a apariencia por color. El material CLN1621-235-2-0 a pesar de sus buenas características de tamaño y color, mostró una fruta de forma aplanada, condición que no es muy aceptada en tomates para mesa. En general, se observó una relación positiva entre el número de lóculos y el diámetro del fruto. Es conocido que los tomates para mesa presentan un mayor número de lóculos asociados con un contenido mayor de agua en relación con los tomates para uso industrial (Scott citado por Tigchelaar (1986).

Respuesta de los genotipos a las principales enfermedades

a. *Marchitez bacterial (P. solanacearum)*

La respuesta de los materiales a *P. solanacearum* se muestra en los Cuadros 4 y 5. Los índices de infección variaron entre 0% de incidencia para los genotipos más tolerantes, CLN1621-235-2-0, CLN1744R-30 y UCR-5, y 33% para la Introducción Nicaragua. Gran parte de la variabilidad en dicho comportamiento podría atribuirse a factores genéticos, dado que el genotipo susceptible Naranja, consistentemente mostró porcentajes de incidencia de al menos 50% a través del campo experimental. En general, puede observarse que la mayoría de los genotipos provenientes del AVRDC y las líneas UCR mostraron una gran tolerancia. Estas últimas, mostraron un 23% menos de plantas afectadas que el comparador 'Pik ripe 747' ($\alpha \leq 0,01$). Dentro de los genotipos provenientes del AVRDC se observó que los de fruta pequeña mostraron en promedio alrededor de un 8% menos de incidencia que los de frutos con diámetro mayor ($\alpha \leq 0,01$). Es importante anotar que esta diferencia se presenta principalmente por la susceptibilidad manifiesta del genotipo de fruta mediana CLN1463B (25%). De acuerdo con varios autores, la genética de la resistencia a la marchitez bacteriana es compleja y se encuentra controlada por muchos genes (Aarons *et al.*, 1993; Acosta, 1972; Kallou, 1991).

Los cultivares comerciales de tomate de mesa se caracterizan en su mayoría por sus frutos de tamaño mediano a grande, mientras que los silvestres, comúnmente poseen frutos pequeños. En general, las fuentes de resistencia a *P. solanacearum* en el tomate se incorporan mediante la cruce de variedades comerciales y materiales silvestres portadores (Acosta *et al.*, 1964; Bosch *et al.*, 1985; Henderson y Jenkins, 1972). La dificultad de incorporar alelos favorables para resistencia a esta enfermedad en materiales comerciales (herencia poligénica), podría explicar la mayor susceptibilidad a la maya de los genotipos de fruta de mayor tamaño, en relación con los de fruta pequeña, dentro de los genotipos del AVRDC. Según Chellemi *et al.*, (1994), el uso del método de retrocruzas para incorporar genes de resistencia en variedades comerciales de tomate de mesa, conlleva a una pérdida del nivel de expresión de resistencia en la progenie. No obstante, los materiales CLN1466E, UCR-5 y UCR-6 presentaron fruta de buen tamaño y una gran tolerancia a la enfermedad. En el caso del genotipo CLN1466E su comportamiento podría explicarse con base en una fijación aleatoria de alelos favorables para ciertas cepas de la bacteria que prevalecen en la región. La tolerancia de las líneas UCR-5 y UCR-6, por su parte, podría atribuirse a la presencia de alelos específicos a las cepas más importantes, pero que son el resultado de la selección local a través de las generaciones sucesivas a partir de una población segregante.

b. *Virus*

En los Cuadros 4 y 5 se muestra también, el comportamiento de los genotipos en relación con la incidencia y severidad de los virus. Los porcentajes de plantas con virus oscilaron entre 2,8% para los genotipos CLN1621-235-2-0, CLN1617-156-3-5 y CLN1745R-45 y 25% para los materiales UCR-5 y UCR-6. La tolerancia a virus de estos genotipos se refleja también en el bajo índice de severidad en relación con los materiales UCR's que fueron de los más susceptibles.

Todos los genotipos evaluados provenientes del AVRDC, excepto el material H24(BL 837) y el

Cuadro 4. Respuesta de 19 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de mesa a las principales enfermedades. Alajuela, Costa Rica. 1997-1998.

Grupos de genotipos	% Incidencia		Índice de severidad	
	<i>P. solanacearum</i>	Virus	Virus	<i>A.solani</i>
AVRDC				
Fruta pequeña				
CLN1621-146-2-0	1,4	5,6	2,1	4,0
CLN1621-235-2-0	0,0	5,6	1,3	4,3
CLN1621-360-7-0	1,4	2,8	1,7	4,0
CLN1617-164-7-0	1,4	5,5	3,0	3,7
CLN1617-156-3-5	2,8	2,8	2,3	4,0
CLN1744R-30	0,0	7,0	4,8	2,7
CLN1744R-45	4,2	9,7	2,6	2,7
CLN1744R-19	9,7	15,3	2,7	2,5
H24(BL837)	6,9	5,6	1,1	2,8
Media	3,1	6,6	2,4	3,4
Fruta grande				
CLN1745R-142	12,5	2,8	2,3	3,2
CLN1462B	6,9	19,5	3,8	0,8
CLN1462A	5,6	8,3	2,5	1,3
CLN1463B	25,0	16,7	4,9	1,7
CLN1466D	12,5	8,3	3,8	1,3
CLN1466E	2,8	13,9	3,8	2,0
Media	10,9	11,6	3,5	1,7
Media ^{1/}	6,2	8,6	2,8	2,7
OTROS				
INTRO. Nicaragua ^{2/}	33,3	11,1	3,5	1,8
'Pik Ripe'	24,3	22,9	3,8	2,8
UCRs				
UCR-5	0,0	26,4	3,2	2,0
UCR-6	2,8	23,6	3,5	1,8
Media	1,4	25,0	3,3	1,9
Media ^{3/}	15,1	21,0	3,5	2,1

^{1/} Corresponde a la media de los genotipos provenientes del AVRDC

^{2/} Introducción Nicaragua.

^{3/} Corresponde a la media de los genotipos INTRO. Nicaragua, 'Pik ripe' y UCRs.

material comercial 'Pik Ripe 747', se mencionan en la literatura como resistentes al virus del mosaico del tomate (TMV) (Hanson, 1997, comunicación personal ^{1/} y PetoSeed Co., 1997). La mayor incidencia e índice de severidad mostradas por el

material comercial 'Pik Ripe 747' (23% y 3,8, respectivamente) en comparación con 8,6% y 2,8 para los genotipos del AVRDC, sugiere que son otros tipos de virus o razas de éstos y no el TMV, los predominantes durante el desarrollo del experi-

^{1/} Fitomejorador, Programa de mejoramiento genético de tomate del AVRDC.

Cuadro 5. Diferencias entre medias de grupos para la respuesta a las principales enfermedades en 19 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de mesa. Alajuela, Costa Rica. 1997-1998.

Comparaciones entre grupos de genotipos ^{1/}	% Incidencia		Índice de severidad	
	<i>P. solanacearum</i>	Virus	Virus	<i>A. solani</i> ^{2/}
AVRDC AVRDC fruta vs fruta pequeña grande	-7,8** ^{3/}	-4,9*	-1,1*	1,7
UCRS vs 'Pik Ripe'	-22,9**	2,1ns	-0,5ns	-0,9
Coefficiente de variación (%)	58,0	39,3	31,2	

^{1/} Comparaciones según prueba de contrastes ortogonales.

^{2/} Variable sin análisis de variancia.

^{3/} ns Probabilidad > 5%, ** Probabilidad ≤ 1%, * Probabilidad ≤ 5%.

mento. El bajo porcentaje de incidencia y severidad de virus mostrado por la línea H24 (BL837) (5,6% y 1,1, respectivamente), caracterizado como portador de resistencia para el virus del enrollamiento y amarillamiento de la hojas (Hanson, 1997, comunicación personal ^{2/}), sugiere la presencia de algún tipo de geminivirus o razas de éstos. Es interesante resaltar, que los genotipos provenientes del AVRDC mostraron tendencias similares a las observadas para el caso de la incidencia de la marchitez bacteriana. En promedio, los materiales de fruta pequeña presentaron un 5% menos de plantas enfermas y 1,1 unidades de severidad menos que los de fruta mediana a grande ($\alpha \leq 0,05$). La menor tolerancia de los materiales de fruta más grande podría explicarse como un efecto de dilución de la resistencia proveniente del progenitor silvestre en respuesta a retrocruzadas repetidas con el progenitor comercial (Kalloo y Banerjee, 1990).

c. Tizón temprano (*A. solani*)

Para el grupo de los genotipos provenientes del AVRDC la reacción al tizón temprano mostró

un comportamiento diferente al observado en las dos enfermedades antes descritas (Cuadros 4 y 5). En promedio, los genotipos con fruto pequeño presentaron un índice de severidad 1,7 unidades mayor en comparación con el correspondiente al de los de fruto mediano a grande. Los grupos de genotipos CLN1621, CLN1617, CLN1744 y el H24(BL837), de fruta pequeña, mostraron un ciclo fenológico más corto y cosechas concentradas, típico de plantas con un hábito de crecimiento fuertemente determinado. Por su parte, los materiales de fruta mediana a grande se caracterizaron por un hábito de crecimiento determinado intermedio, que se relaciona con plantas de mayor porte, ciclo fenológico más largo y con una menor concentración de la cosecha (Fig. 1). En tomate, la susceptibilidad de las plantas a esta enfermedad se asocia a condiciones de estrés, ya sea por desbalances nutricionales, o por la fuerte translocación de los asimilados hacia el desarrollo o llenado de algunos órganos (Yoshioka y Takahashi, 1979a, citados por Atherton y Rudich, 1986; Vargas, 1998, comunicación personal ^{3/}). Dentro de las condiciones de

^{2/} Fitomejorador, Programa de mejoramiento genético de tomate del AVRDC.

^{3/} Fitopatólogo, Centro de Protección de Cultivos, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

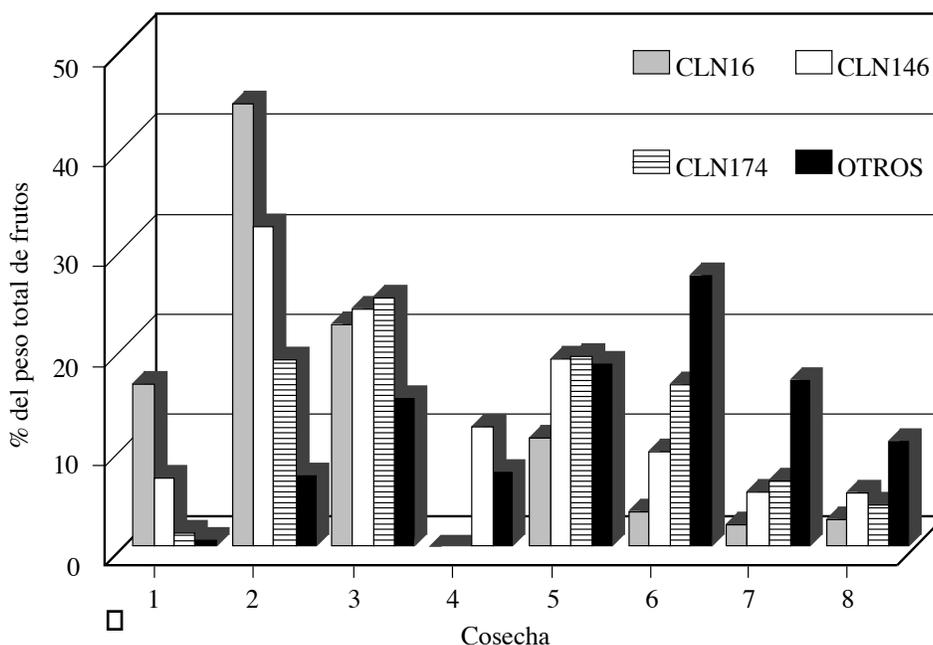


Figura 1. Distribución porcentual del peso total de frutos durante el periodo de cosecha en cuatro grupos de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de mesa. Alajuela, Costa Rica. 1997-1998.

este experimento, la presencia de inóculo, las condiciones de humedad favorables para la manifestación de la enfermedad (Cuadro 3) y la alta tasa de fructificación de los materiales más precoces podrían explicar la mayor susceptibilidad de los grupos de genotipos CLN1621, CLN1617, CLN1744 y el H24(BL837). La tolerancia de los materiales de fruta mediana a grande, tanto los provenientes del AVRDC, como los genotipos “Introducción Nicaragua”, ‘Pik Ripe 747’ y las UCRs, podría atribuirse a un mecanismo de evitación, más que a un mecanismo genético de resistencia. Dado que estos materiales se caracterizan por un período de fructificación más extendido, las plantas particionan sus reservas en forma más balanceada y con un menor desgaste. La presente hipótesis se refuerza con la Figura 1, en la cual se describe la distribución porcentual de la producción total de los frutos de los diferentes grupos de genotipos durante el período de cosecha.

Análisis del rendimiento

En los Cuadros 6 y 7 se describe el potencial del rendimiento de los genotipos de acuerdo con los criterios de evaluación establecidos por el AVRDC. Los materiales UCR-5 y UCR-6 mostraron en promedio los más altos rendimientos de frutos comerciales (39,4 kg/parcela). La alta tolerancia a la marchitez bacterial (*P. solanacearum*), prolificidad y un buen tamaño promedio de la fruta son características que podrían explicar el desempeño superior de estos materiales para las condiciones de este experimento. A pesar de que las líneas UCRs mostraron una mayor susceptibilidad relativa a los virus que el resto de los materiales, el mayor rendimiento podría atribuirse a que la severidad de la enfermedad aumentó a partir de los 30 días posteriores al trasplante. De esta manera, la infección tardía no afectó en gran medida el potencial de rendimiento de las plantas (Hilje 1996). Por

Cuadro 6. Número y peso de frutos por categoría en 19 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de mesa. Alajuela, Costa Rica. 1997-1998.

Grupos de genotipos	Número de frutos/parcela		Peso de frutos Comerciales (kg/parcela)
	Comerciales ^{1/}	Totales	
AVRDC			
<u>Fruta pequeña</u>			
CLN1621-146-2-0	181,3	652,0	8,16
CLN1621-235-2-0	133,0	350,3	11,38
CLN1621-360-7-0	162,0	442,0	8,43
CLN1617-164-7-0	106,7	377,7	9,17
CLN1617-156-3-5	155,7	529,0	8,08
CLN1744R-30	467,3	850,3	22,17
CLN1744R-45	376,3	774,3	20,89
CLN1744R-19	394,3	617,0	20,28
H24(BL837)	88,3	675,7	5,06
Media	229,4	585,4	12,62
<u>Fruta grande</u>			
CLN1745R-142	187,7	292,0	14,97
CLN1462B	323,7	510,3	26,32
CLN1462A	347,3	548,7	28,30
CLN1463B	192,7	352,7	15,91
CLN1466D	193,0	517,0	18,06
CLN1466E	169,3	267,0	17,42
Media	235,6	444,6	20,16
Media ^{2/}	231,9	517,1	15,64
OTROS			
INTRO. Nicaragua ^{3/}			
‘Pik Ripe’	137,7	190,7	14,57
	185,0	232,0	23,48
<u>UCRs</u>			
UCR-5	353,7	447,3	42,02
UCR-6	338,3	440,3	36,83
Media	346,0	443,8	39,42
Media ^{4/}	253,7	375,5	29,22

^{1/} Frutos comerciales según AVRDC.

^{2/} Corresponde a la media de los genotipos provenientes del AVRDC.

^{3/} Introducción de Nicaragua.

^{4/} Corresponde a la media de los otros genotipos.

Cuadro 7. Diferencias entre medias de grupos para el número y peso (kg) por parcela de frutos por categoría en 19 genotipos de tomate de mesa. Alajuela, Costa Rica. 1997-1998.

Comparaciones entre grupos de genotipos ^{1/}	Número de frutos		Peso de frutos Comerciales
	Comerciales ^{2/}	Totales	
AVRDC AVRDC fruta vs fruta pequeña grande	-7,5ns ^{3/}	170,8**	-7,54**
UCRS vs 'Pik Ripe'	161,0**	211,8*	15,94**
CV ^{4/} (%)	29,6	26,7	35,5

^{1/} Comparaciones según prueba de contrastes ortogonales.

^{2/} Frutos comerciales según AVRDC.

^{3/} ns Probabilidad > 5%, ** Probabilidad ≤ 1%, * Probabilidad ≤ 5%.

^{4/} Coeficiente de variación.

su parte, los genotipos del AVRDC de fruta mediana a grande produjeron en promedio 7,5 kg/ parcela más que los de fruta pequeña ($\alpha \leq 0,01$). Es interesante observar que para la producción de frutos totales los materiales UCRs y los de fruta mediana a grande del AVRDC presentaron valores similares entre sí y significativamente menores en comparación de fruta de menor tamaño. En promedio, el número total de frutos de los genotipos de fruta mediana a grande del AVRDC, fue 171 frutos/parcela menor que el correspondiente a los de fruta pequeña ($\alpha \leq 0,01$). Así entonces, el mayor rendimiento en peso de frutos comerciales de estos materiales se atribuye, en parte, al mayor tamaño y peso promedio por fruto.

El híbrido comercial 'Pik ripe 747', se utilizó como comparador por ser el material más popular entre los productores nacionales. Este híbrido se caracteriza por presentar un excelente tamaño y firmeza de fruto, gran prolificidad, plantas de un mayor porte con hábito de crecimiento determinado intermedio. El bajo rendimiento de este material para las condiciones de este experimento, podría explicarse por su gran susceptibilidad a la

marchitez bacteriana. Este híbrido presentó 161 frutos y 15,94 kg/ parcela menos en comparación con el promedio de los materiales UCRs ($\alpha \leq 0,01$).

Dentro de los materiales del AVRDC de fruta mediana o grande destacaron los genotipos CLN1462A y CLN1462B con rendimientos de 28,30 y 26,32 Kg/parcela de frutos comerciales, respectivamente. Las razones básicas que explican los mayores rendimientos relativos con el resto del grupo fueron una mayor prolificidad, tolerancia a marchitez bacteriana y a tizón temprano. Es importante también mencionar el comportamiento del material CLN1466E, dado que a pesar de su baja prolificidad, mostró una muy buena forma y tamaño de fruta, así como gran tolerancia a *P. solanacearum*, virus y *A. solani*.

Por su gran prolificidad y su condición de evitar el tizón temprano, los genotipos del AVRDC de fruta pequeña que mostraron los mejores rendimientos comerciales fueron el CLN1744R-30, el CLN1744-45 y el CLN1744R-19, con 22,17, 20,89 y 20,28 Kg/parcela, respectivamente (Cuadro 6). Se considera importante la evaluación de

estos materiales sobresalientes provenientes del AVRDC en otros ambientes y épocas, dado su potencial, especialmente si se piensa en su uso directo en sistemas de producción no convencionales o de uso reducido de agroquímicos.

El análisis estadístico de las variables frutos de primera, segunda y tercera calidad, y frutos comerciales para el mercado local, se realizó en 10 de los genotipos incluidos en este trabajo (Cuadros 8 y 9). De acuerdo con el tamaño promedio de fruta, ligado a su condición genética, los con los restantes genotipos no produjeron frutos de primera y segunda categorías.

El comportamiento de los genotipos en relación con el rendimiento total de frutos comerciales para el mercado local se considera suficientemente discutido, ya que esta variable incluye las mismas categorías de fruto que el rendimiento comercial de acuerdo con las normas del AVRDC.

En lo que respecta a las categorías de primera y segunda, los materiales de fruta mediana y grande del AVRDC mostraron 32 y 36 frutos menos, así como 6,3 y 5,1 kg menos por parcela, respectivamente, en comparación con los restantes genotipos ($\alpha \leq 0,01$). Por su parte, los genotipos del AVRDC presentaron 50 frutos más de tercera

Cuadro 8. Número y peso de frutos por categoría en diez genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de mesa. Alajuela, Costa Rica 1997-1998.

Grupos de genotipos	Número de frutos/parcela				Peso de frutos (kg/parcela)			
	1 ^{era}	2 ^{da}	3 ^{era}	Com. loc ^{1/}	1 ^{era}	2 ^{da}	3 ^{era}	Com. loc
AVRDC								
CLN1745R-142	1,3	29,3	157,8	188,4	0,24	3,63	11,10	14,97
CLN1462B	1,7	71,0	251,0	323,7	0,33	8,35	17,64	26,32
CLN1462A	4,3	94,3	248,7	347,3	0,74	10,45	17,11	28,30
CLN1463B	3,0	38,7	151,0	192,7	0,63	4,87	10,41	15,91
CLN1466D	1,3	40,7	135,7	177,7	0,28	7,50	10,27	18,05
Media	2,3	54,8	188,8	246,0	0,44	6,96	13,31	20,71
CLN1466E	12,3	56,3	100,7	169,3	2,43	7,39	7,59	17,41
Media^{2/}	4,0	55,0	174,1	233,2	0,77	7,03	12,36	20,16
Otros								
INTRO. Nic. ^{3/}	14,7	40,7	82,3	137,7	2,73	5,40	6,44	14,57
'Pik Ripe'	37,8	64,8	82,3	184,9	8,06	8,68	6,74	23,48
UCRs								
UCR-5	50,3	142,7	160,7	353,7	9,63	18,77	13,62	42,02
UCR-6	42,0	127,3	169,0	338,3	7,88	15,67	13,28	36,83
Media	46,2	135,0	164,8	346,0	8,76	17,22	13,45	39,42
Media^{4/}	36,2	93,9	123,6	253,6	7,08	12,13	10,02	29,22

^{1/} Comercial mercado local, corresponde a la suma de las categorías 1^{era}, 2^{da} y 3^{ra}

^{2/} Corresponde a la media de los genotipos provenientes del AVRDC.

^{3/} Introducción de Nicaragua.

^{4/} Corresponde a la media de los genotipos INTRO. Nic., 'Pik ripe' y UCR's.

Cuadro 9. Diferencias entre medias de grupos para el número y peso de frutos por categoría en diez genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de mesa. Alajuela, Costa Rica 1997-1998.

Comparaciones entre grupos de genotipos ^{1/}	Número de frutos/parcela				Peso de frutos (kg/parcela)			
	1 ^{era}	2 ^{da}	3 ^{era}	Com	1 ^{era}	2 ^{da}	3 ^{era}	Com ^{2/}
AVRDC vs Otros	-32,2** ^{3/}	-36,3**	50,4**	-18,0ns	-6,30**	-5,10**	2,33ns	-9,06**
UCRS vs 'Pik Ripe'	8,3ns	70,2**	82,5*	161,0**	6,96*	8,54**	6,70*	1,59*
CV (%) ^{4/}	34,0	38,8	27,5	29,6	4,6	38,7	29,2	35,5

^{1/} Comparaciones según prueba de contrastes ortogonales.

^{2/} Comercial mercado local, corresponde a la suma de las categorías 1^{era}, 2^{da} y 3^{ra}

^{3/} ns Probabilidad > 5%, **Probabilidad ≤ 1%, *Probabilidad ≤ 5%.

^{4/} Coeficiente de variación.

que los restantes genotipos ($\alpha \leq 0,01$), aunque esta diferencia no se reflejó en el rendimiento en peso de frutos. Dado que no se observaron diferencias importantes en cuanto al porcentaje de incidencia de *P. solanacearum* entre ambos grupos, se infiere que uno de los factores que más incide en la superioridad en el rendimiento de los denominados "Otros genotipos", es el mejoramiento logrado respecto a tamaño promedio de fruto. En lo que respecta al peso de frutos de primera, los genotipos UCRs superaron al material 'Pik ripe 747' en 7,0 Kg/parcela ($\alpha \leq 0,05$). Así mismo, estos materiales produjeron en promedio 70 y 82 frutos más; así como, 8,54 y 6,79 kg/ parcela más que el material comercial 'Pik ripe 747' para las categorías segunda y tercera, respectivamente $\alpha \leq 0,05$).

Conclusiones y recomendaciones:

- Las líneas experimentales UCR-5 y UCR-6 mostraron los más altos rendimientos de frutos comerciales para las condiciones ambientales del experimento. La alta tolerancia a la marchitez bacteriana (*P. solanacearum*), prolificidad y un buen tamaño promedio de la fruta son características que podrían explicar el desempeño superior de estos materiales.
- Dentro de los materiales del AVRDC las introducciones CLN1462A y CLN1462B presentaron buena capacidad de rendimiento y tolerancia a virus, marchitez bacteriana y tizón temprano (*A. solani*). Estos materiales son promisorios para sistemas de producción no convencionales o de uso reducido de agroquímicos. Sin embargo, para que puedan ser competitivos en los sistemas comerciales tradicionales deberá trabajarse más en el mejoramiento genético de su tamaño de fruto.
- De acuerdo con el comportamiento agronómico de los genotipos se pudo establecer una gradación del nivel de mejora genética. Por un lado los materiales con una alta concentración de genes ancestrales, mostraron mucha prolificidad, tamaño más pequeño de fruto y tolerancia a enfermedades. Los materiales comerciales (más mejorados genéticamente), por su parte, presentaron un buen tamaño y forma de fruta, menor prolificidad y una menor tolerancia a las enfermedades.
- Con respecto a la incidencia del tizón temprano los materiales que presentaron los menores índices de severidad fueron aquellos que dispersaron más las fases de fructificación y maduración de los frutos.
- Se sugiere evaluar tanto los genotipos UCRs como los del AVRDC en condiciones ambien-

tales diferentes de las que prevalecieron en el presente experimento, por ejemplo, en época seca y en regiones con temperaturas más altas.

- A pesar del pobre comportamiento agronómico mostrado por el material H24 (BL837), éste podría constituir una fuente importante de resistencia para el virus del enrollamiento y amarillamiento del tomate (TYLCV).
- Se considera muy importante realizar trabajos de descripción de los tipos y cepas de virus predominantes en las diferentes zonas productoras de tomate del país, con el fin de orientar los programas de mejoramiento genético.

LITERATURA CITADA

- AARONS, S.R.; DANESH, D.; YOUNG, N.D. 1993. DNA genetic marker mapping of genes for bacterial wilt resistance in tomato. *In: Proceedings of the International Conference on Bacterial Wilt Resistance*, Kaoshiung, Taiwan, N° 45. p. 170-175.
- ACOSTA, C.J. 1972. Genetic analyses for bacterial wilt resistance in a tomato cross, *Lycopersicon esculentum* Mill x *L. pimpinellifolium* Mill. *In: Proceedings 3rd Annual Meeting Crop Science Society, Philippines.* p. 183-190.
- ACOSTA, C.J.; GILBERT, J. C.; QUINON, V.L. 1964. Heritability of bacterial wilt resistance in tomato. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 84:455.
- ATHERTON, J.G.; RUDICH, J. 1986. *The Tomato Crop.* Chapman and Hall, New York. USA. 660 p.
- BOSCH, S.E.; LOUW, A.J.; AUCAMP, E. 1985. Roda de bacterial wilt resistant tomato. *HortScience* 20:458-459.
- CERDAS, J.C. 1988. Análisis del crecimiento y de la absorción de nutrimentos en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Alajuela. Tesis Ing. Agr., San Pedro, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Escuela de Fitotecnia, 76 p.
- CHELLEMI, D.O.; OLSON, S.M.; SCOTT, J.W. 1994. Field evaluation of tomato genotypes for resistance to bacterial wilt. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 107:151-153.
- ESQUINAS-ALCAZAR, J. 1981. Genetic resources of tomato and wild relatives. *International Board for Plant Genetic Resources.* Roma, Italy. 65 p.
- HENDERSON, W.R.; JENKINS, S.F. 1972. Venus and Saturn. *N.C. Agric. Exp. Stn. Bull.* 444.
- HILJE, L. 1996. Posibilidades para el manejo integrado del complejo *Bemisia tabaci*-geminivirus en Costa Rica. *In: Memoria X Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales.* Vol. II.21-23 p.
- KALLOO, G.; M.K. BANERJEE. 1990. Transfer of tomato curl virus resistance from *Lycopersicon hirsutum f. glabratum* to *L. esculentum*. *Plant Breeding* 105:156-159.
- KALLOO, G. 1991. Interspecific and intergeneric hybridization in tomato. *In: Genetic Improvement of Tomato.* Ed. G. Kalloo. Springer-Verlag. Monographs on Theoretical and Applied Genetics 14. 358 p.
- PETOSEED Co., INC.-BREEDERS - GROWERS. 1997. *Semillas para el mundo.* EE.UU., cal Graphics. p.42.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). 1992. Informe de la consulta regional de expertos en hortalizas. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 46 p.
- VILLAREAL, L.; LAI, S.H.. 1979. Procedures for Tomato Evaluation Trials. *International Cooperator's Guide.* Asian Vegetable Research and Development Center. s. p.