

HETEROSIS Y HABILIDAD COMBINATORIA EN LÍNEAS DE TOMATE PARA MESA (*Lycopersicon esculentum* Mill) CON ADAPTACIÓN A ALTAS TEMPERATURAS

Marco Moreira¹, Carlos Echandi¹, Carlos Méndez¹

RESUMEN

Heterosis y habilidad combinatoria en líneas de tomate para mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill) con adaptación a altas temperaturas. Durante el período de diciembre del 2000 a marzo del 2001, se realizó una evaluación del rendimiento total y por categorías de tamaño del fruto, de cinco progenitores de tomate para mesa y los 10 cruces posibles entre ellos, en Cañas, Guanacaste, Costa Rica, a una elevación de 40 msnm. Los 15 tratamientos se dispusieron en el campo en un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. A partir del 13 de febrero, se efectuaron ocho cosechas a intervalos de siete días. Los tratamientos se analizaron siguiendo el análisis dialélico III de Gardner y Eberhart con el fin de estimar la heterosis media, así como los efectos de los progenitores (v_i), habilidad combinatoria general (g_i) y habilidad combinatoria específica (s_{ij}). Los híbridos superaron a los progenitores en lo que respecta a rendimiento de frutos de tamaño grande y mediano. De acuerdo con los estimadores favorables de habilidad combinatoria general y específica, el híbrido Nicaragua x IT5 permitiría la obtención de líneas con rendimientos superiores a los de los progenitores por sí mismos, especialmente en lo que se refiere a la prolificidad de frutos de tamaño grande. El híbrido Nicaragua x CLN1466S, por su parte, presentó estimadores favorables de habilidad combinatoria general y específica para frutos de tamaño mediano, condición que ofrece un potencial para un proceso de mejora genética orientado a la producción de frutos hacia mercados donde las normas de calidad sean menos estrictas en relación con el tamaño del fruto, como por ejemplo, los sistemas no convencionales de producción con uso reducido de agroquímicos o de producción orgánica.

Palabras clave: tomate, *Lycopersicon esculentum*, líneas, híbridos, adaptación a altas temperaturas, habilidad combinatoria, heterosis.

ABSTRACT

Heterosis and combining ability of fresh tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) lines with adaptation to high temperatures. During the period from December 2000 to March 2001, an evaluation of the total yield and fruit size categories, of five tomato progenitors and the ten possible crosses among them, was conducted in Cañas, Guanacaste, Costa Rica, at an altitude of 40 masl. The 15 treatments were set on the field under a Complete Randomized Experimental Block Design with four replications. Eight harvests were conducted at seven days intervals starting on February 13th. The treatments were analyzed following the di-allelic III analysis of Gardner and Eberhart in order to estimate heterosis mean, as well as the effect of the progenitors (v_i), the general combining ability (g_i) and specific combining ability (s_{ij}). The hybrids out-yielded the progenitors in relation to the yield of large and medium size fruits. According to the favorable estimators of general and specific combining ability, the Nicaragua x IT5 hybrid allowed the production of lines with higher yields over the progenitors themselves, mainly in relation to the prolificity of large size fruits. The Nicaragua x CLN1466S hybrid showed favorable estimators of general and specific combining ability for medium size fruits; a condition that offers a potential for a breeding process aimed to the production of fruits for markets with lower quality grading standards, with respect to fruit size. For example, for non-conventional production systems with low applications of chemicals or for organic production.

Keywords: tomato, *Lycopersicon esculentum*, pure lines, hybrids, high temperature fruit set, combining ability, heterosis.

¹ Programa de Hortalizas, Estación Experimental Fabio Baudrit M., Universidad de Costa Rica. Apdo. 183-4050 Alajuela, Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate para mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill) representa una alternativa de diversificación agrícola para las regiones del trópico seco. La siembra de este cultivo no sólo favorecería la rotación en el uso del suelo, que, contribuiría a incrementar la eficiencia agroeconómica de los sistemas productivos basados en cereales (Asian Vegetable Research and Development Center 1998). La producción de esta hortaliza durante la época seca en la región de Guanacaste representa una actividad promisoriosa, principalmente porque existe un área potencial estimada en 100.000 ha, con topografía plana que comprende el proyecto de riego de Moracia. Asimismo, existe una demanda creciente en la región por productos vegetales frescos debido al auge de la industria turística. Sin embargo, los cultivos comerciales de tomate para mesa en condiciones de alta temperatura, presentan problemas tanto de cuaje como de calidad del fruto. La poca producción de frutos bajo las condiciones de alta temperatura se atribuye, entre otros, a la baja producción, liberación y viabilidad del polen, así como a un pobre desarrollo del tubo polínico (Rick y Dempsey 1969, Rudich *et al.* 1967, Levy *et al.* 1978, El Ahmadi y Stevens 1979, Kuo *et al.* 1979, Fernández y Cuartero 1991, citados por Kuo 1992). En condiciones de alta temperatura pueden presentarse problemas de maduración desuniforme o color naranja pálido del fruto, ya que se disminuye la síntesis de licopeno, pigmento que le confiere el color rojo (Grierson y Kader 1986).

Algunos centros internacionales como el "Asian Vegetable Research and Development Center" (AVRDC) han desarrollado genotipos con adaptación a altas temperaturas y tolerancia a algunos de los principales agentes bióticos que afectan el cultivo. En una evaluación de genotipos con potencial de adaptación a altas temperaturas realizada en Santa Cruz Guanacaste, la introducción 'Nicaragua' presentó los mayores rendimientos, con fruto de buena forma, calidad y firmeza. Dentro de los

genotipos de Panamá que mostraron buen rendimiento, sobresalieron las líneas L7 y el IT-5. Las líneas provenientes del AVRDC presentaron un hábito de crecimiento más determinado y concentraron la cosecha en un periodo muy corto (Moreira *et al.* 1999).

La heterosis o vigor híbrido es un fenómeno de naturaleza genética que se caracteriza por un incremento de la biomasa aprovechable de un híbrido, en relación con los progenitores que le dieron origen. Esta característica genética ha sido utilizada por muchos mejoradores de tomate para incrementar el rendimiento comercial del cultivo (Georgiev 1991). El establecimiento de un diseño de cruces que permita evaluar el comportamiento *per se* de líneas de tomate para los componentes del rendimiento, como el de los posibles cruzamientos entre ellas, podría considerarse como un paso importante para un programa inicial de mejora genética. Una vez confirmado el mejor desempeño de los cruces sobre los progenitores, se pretende establecer una población segregante generada por hibridación, de modo que el diseño de cruces permita la selección de aquellos progenitores que hayan mostrado una buena habilidad combinatoria general y específica (Vallejo 1994).

La literatura científica relativa a la estimación de habilidad combinatoria en genotipos de tomate adaptados a altas temperaturas es escasa. Sin embargo, existen numerosos estudios sobre la habilidad combinatoria en diferentes variedades de tomate para mesa que han sido publicados en condiciones de clima templado (Alvarado y Cortázar 1972, Singh y Singh 1980, Maluf *et al.* 1982, Pierce 1983).

El objetivo de este trabajo fue determinar y comparar el rendimiento de frutos en cinco líneas de tomate para mesa y los diez posibles cruzamientos entre ellas, con el fin de estimar la habilidad combinatoria de las líneas y sus cruces, para la identificación de los cruzamientos a partir de los cuales se generen líneas genéticamente superiores.

MATERIALES Y MÉTODOS

La producción de la semilla de las líneas y de los diez cruzamientos posibles entre ellas (híbridos F_1), se realizó en un invernadero localizado en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno (EEFBM), en el período de junio a octubre de 1999. La evaluación en el campo de los progenitores y sus cruces se realizó en el período de diciembre del 2000 a marzo del 2001, en la Finca del Colegio Universitario de Riego para el desarrollo del Trópico Seco (CURDTS), en Cañas (Guanacaste-Costa Rica) a una elevación de 40 msnm. Los 15 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 contra insectos vectores de virus. El manejo agronómico del cultivo se hizo de acuerdo con las prácticas recomendadas para una plantación comercial, por

Cuadro 1. Procedencia de los progenitores de tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill) evaluados en el experimento. Cañas, Guanacaste - Costa Rica. Período 2000-2001.

Entrada	Genotipos	Procedencia
	<u>Progenitor</u>	
1	Neptuno	Florida, Estados Unidos de América
2	Nicaragua	Nicaragua
3	CLN 1466S	AVRDC ^{1/} , Taiwan
4	IT-5	IDIAP ^{2/} , Panamá
5	L-7	IDIAP, Panamá
	<u>Cruces</u>	
6	Neptuno x Nicaragua	
7	Neptuno x CLN 1466S	
8	Neptuno x IT-5	
9	Neptuno x L-7	
10	Nicaragua x CLN1466S	
11	Nicaragua x IT-5	
12	Nicaragua x L-7	
13	CLN 1466S x IT-5	
14	CLN1466S x L-7	
15	IT-5 x L-7	

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

^{2/} Instituto de Investigaciones Agrarias de Panamá.

parte del Programa de Hortalizas de la EEFBM. La humedad adecuada en el suelo se mantuvo mediante la aplicación de riego superficial por surcos. Los datos climáticos predominantes durante el período en que se realizó el experimento se presentan en el Cuadro 2. Los tratamientos se dispusieron en el campo en un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones, las cuales se consideraron como efectos aleatorios, mientras que los tratamientos (genotipos) como efectos fijos. La parcela útil consistió de dos surcos de 4,8 m de largo con 12 plantas espaciadas a 0,4 m y 1,2 m entre hileras (11,52 m²), (Villareal y Lai 1979). Se realizaron ocho cosechas a intervalos de siete días durante el ciclo del cultivo a partir del 13 de febrero.

Para analizar el potencial de rendimiento de los genotipos, se emplearon las siguientes variables:

1. Número y peso (kg/parcela) de frutos de tamaño grande (diámetro ≥ 8 cm).
2. Número y peso (kg/parcela) de frutos de tamaño mediano (diámetro ≥ 5 cm y ≤ 8 cm).
3. Número y peso (kg/parcela) de frutos de tamaño pequeño (diámetro ≤ 5 cm).
4. Número y peso total (kg/parcela) de frutos.

Se realizó el análisis dialélico III de Gardner y Eberhart (1966) en el cual se realiza una partición ortogonal de la suma de cuadrados de los tratamientos correspondiente al efecto de: los progenitores (4 g.l.), progenitores *versus* cruces (1 g.l.) y de los cruces (9 g.l.). Además, este análisis permite fraccionar la suma de cuadrados de los cruces en las fuentes de variación de la habilidad combinatoria general (HCG) y habilidad combinatoria específica (HCE), para estimar los efectos genéticos correspondientes a cada una de ellas g_i y s_{ij} , respectivamente. También se estimaron los efectos correspondientes a los progenitores (v_i). La comparación de un grado de libertad de los progenitores *versus* cruces correspondió a la prueba de la heterosis media.

Dado que se observó una alta correlación en todos los casos entre el número y el peso de los frutos ($r > 0,90$), para el análisis y discusión de los

Cuadro 2. Valores promedio de temperatura durante el periodo experimental. Cañas, Guanacaste - Costa Rica. Periodo 2000-2001.^{1/}

Mes	Temperaturas (°C)		
	Máxima	Mínima	Media
Diciembre	31,4	24,1	27,7
Enero	31,3	23,3	27,1
Febrero	32,9	25,3	29,1
Marzo	33,4	25,8	29,6

^{1/} Fuente: Instituto Meteorológico Nacional, Estación en Ingenio Taboga S.A.

resultados se usaron las variables correspondientes a peso de frutos en todas las categorías.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según el análisis de varianza (Cuadro 3) se encontraron diferencias significativas para todas las fuentes de variación del modelo en cada uno de los caracteres del fruto evaluados, excepto para la habilidad combinatoria específica (HCE), en relación con el peso total de frutos. En el Cuadro 4 se presenta el comportamiento promedio del grupo de los

cinco progenitores y el de los diez cruces posibles entre ellos para el rendimiento total y por tamaño de fruto. En general, se puede observar que los híbridos superaron a los progenitores para el rendimiento de frutos de tamaño grande y mediano, sugiriendo la presencia de efectos no aditivos (heterosis media, $\alpha \leq 0,01$). La manifestación de heterosis en híbridos de tomate está asociada con un incremento de la biomasa de la planta y por ende, de la producción de frutos. Los progenitores, por su parte, produjeron 2,82 kg/parcela más de frutos pequeños en comparación con el promedio de los cruces. De acuerdo con los resultados anteriores, se infiere que, los progenitores provienen de poblaciones genéticamente diferentes. En lo que respecta a la fuente de variación de los progenitores, 'Nicaragua' presentó un rendimiento 18,38 kg/parcela más alto de frutos de tamaño grande en relación con el rendimiento promedio de los demás progenitores, asimismo, produjo 8,45 kg/parcela menos de frutos pequeños en comparación con el resto. Estas observaciones indican que 'Nicaragua' fue el progenitor que produjo los frutos de mayor tamaño, resultado que coincide con la información presentada por Moreira *et al.* (1999). El material IT5, por su parte, incrementó la producción de frutos

Cuadro 3. Resumen del análisis de varianza para el peso (kg/parcela) de diferentes tamaños del fruto y peso total de frutos en cinco progenitores de tomate para mesa y las 10 posibles combinaciones de cruces entre ellos Cañas, Guanacaste - Costa Rica. Periodo 2000-2001

Fuente de variación	g.l.	Cuadrados medios para el peso de frutos por tamaño			
		Grande	Mediano	Pequeño	Total
Bloque	3	28,63	234,40** ^{1/}	136,34**	750,73**
Tratamiento	14	496,53**	299,62**	199,65**	750,27**
Progenitores	4	656,95**	162,13**	12,43**	564,88**
Progenitores vs Cruces	1	346,73**	1779,09**	106,09*	2557,63**
Cruces	9	441,87**	196,34**	115,49**	1306,18**
HCG	4	762,78**	343,38**	144,14**	1256,47**
HCE	5	185,15**	78,70*	92,56**	170,39
Error	42	46,61	28,89	16,56	138,58
C.V. (%)		32,8	17,3	24,9	17,3

^{1/} * y **: Diferencias estadísticamente significativas, $\alpha \leq 0,05$ y $\alpha \leq 0,01$ respectivamente.

Cuadro 4. Rendimiento promedio total y por tamaño de fruto (kg/11,52 m²) para los progenitores y los cruces de tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Cañas, Guanacaste - Costa Rica. Periodo 2000-2001.

Grupo	Tamaño del fruto			Total de frutos
	Grande	Mediano	Pequeño	
Progenitores	17,39	23,28	18,22	58,89
Cruces	22,49	34,83	15,39	72,71
Diferencias entre medias de grupos				
Progenitores vs Cruces	-5,10**	-11,55**	2,82*	-13,83**

1/ * y ** Diferencias estadísticamente significativas, $\alpha \leq 0,05$ y $\alpha \leq 0,01$ respectivamente, según la prueba de Contrastes Mutuamente Ortogonales.

de tamaño mediano en 8,64 kg/parcela en relación con los restantes; mientras que el 'CLN1466S' se caracterizó por un alto rendimiento de frutos pequeños (Cuadro 5).

Los estimadores de habilidad combinatoria general para el peso total de frutos en cada uno de los progenitores se presentan en el Cuadro 6. 'Nicaragua' e 'IT5' mostraron el mejor comportamiento en sus cruces con estimadores positivos de 11,37 y 10,62 kg/parcela, respectivamente. Este alto rendimiento se explica porque ambos progenitores presentaron estimadores positivos de habilidad combinatoria general tanto, para la producción de frutos de tamaño grande, como para frutos de tamaño medio (Cuadros 7 y 8). Por su parte, los progenitores

Neptuno y L-7, al cruzarse con los demás, presentaron una carga de alelos desfavorable para el peso total de frutos con estimadores de -9,10 y -8,79 kg/parcela, respectivamente (Cuadro 6). Sin embargo, es importante mencionar que 'Neptuno', a pesar de mostrar una menor producción total de frutos en sus cruces, tiende a producir frutos de tamaño grande, lo que se refleja en un estimador positivo de habilidad combinatoria general de 4,98 kg/parcela (Cuadros 5 y 6). Un objetivo importante del proyecto de mejora genética en tomate para mesa, es la identificación de progenitores con alelos favorables para una alta prolificidad de frutos de tamaño mediano a grande. De esta forma, los estimadores negativos para la producción de frutos de tamaño grande y mediano del genotipo L-7 (-8,06 y -3,11, respectivamente),

Cuadro 5. Rendimiento de frutos (kg/11,52 m²) de cinco progenitores de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) para mesa y estimadores de los efectos varietales (V_i). Cañas, Guanacaste - Costa Rica. Periodo 2000-2001.

Progenitor	Tamaño del fruto					
	Grande	(V _i)	Mediano	(V _i)	Pequeño	(V _i)
Neptuno	17,40	0,10	25,22	1,94	6,39	11,82** 1/
Nicaragua	35,77	18,38**	24,13	0,85	9,76	-8,45**
CLN1466S	1,09	-16,30**	14,59	-8,69**	30,06	1,84*
IT-5	21,40	4,01	31,92	8,64*	18,87	0,66
L-7	11,29	-6,10	20,54	-2,74	25,99	7,77**

1/ *, ** Significativamente diferente de cero al 5 y 1%, respectivamente, según prueba de *t* de Student.

Cuadro 6. Peso total promedio de frutos por parcela (kg/11,52 m²) de tomate para mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill) en los 10 posibles cruces entre cinco progenitores (sobre la diagonal) y estimadores de habilidad combinatoria general. Cañas, Guanacaste- Costa Rica. Periodo 2000-2001.

Progenitor	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	HCG ^{1/}
Neptuno (1)		68,38	57,35	81,02	56,82	-9,10** ^{2/}
Nicaragua (2)			86,92	92,39	77,28	11,37*
CLN 1466S (3)				76,63	57,71	-4,09
IT-5 (4)					72,69	10,62**
L-7 (5)						-8,79**

^{1/} Error estándar= 1,39.

^{2/} *, **Significativamente diferente de cero al 5 y al 1%, respectivamente, según prueba de *t* de Student.

y el positivo para los frutos de tamaño pequeño, califican a este progenitor como un material con poco potencial (Cuadros 7, 8 y 9). El progenitor CLN 1466S presentó, en sus cruces, alelos favorables para frutos de tamaño mediano, lo que se refleja en un estimador positivo de habilidad combinatoria general (3,45 kg/parcela) (Cuadro 8).

La información que se presenta en los Cuadros 7 al 9, permite analizar aquellas desviaciones del comportamiento de un cruzamiento específico a partir de la predicción basada en los estimadores de habilidad combinatoria general de cada uno de sus progenitores. El diseño de cruces empleado, al estimar efectos significativos de habilidad combinatoria específica, permite identificar la manifestación de dominancia genética junto a diferencias en frecuencias alélicas en la producción de frutos entre los progenitores de un híbrido en particular (Gardner y Eberhart, 1966). El cruce Nicaragua x IT5 presentó un estimador positivo de habilidad combinatoria específica para la producción de frutos de tamaño grande (7,09 kg/parcela) y complementariamente, estimadores negativos para el rendimiento de frutos medianos y pequeños (-4,36 y -5,04 kg/parcela, respectivamente). Un comportamiento heterótico ligeramente inferior se observó en el cruce IT5 x L-7, ya que se obtuvo un estimador posi-

vo de habilidad combinatoria específica para el rendimiento de frutos grandes (9,01 kg/parcela), así como sólo el correspondiente valor negativo para la producción de frutos pequeños (-5,75 kg/parcela). La disponibilidad de estimadores favorables y significativos de habilidad combinatoria específica para frutos de tamaño grande, permite en parte, la selección del o los cruzamientos que den lugar a una población segregante a partir de la cual surjan líneas superiores. El criterio adicional que debe considerarse es la ocurrencia, en ambos progenitores, de estimadores igualmente favorables y significativos de habilidad combinatoria general. Así entonces, el cruce CLN1466S x L-7 no ofrece un potencial de mejora genética, ya que mostró estimadores negativos y positivos para el tamaño grande y pequeño del fruto, respectivamente(-7,13 y 4,13 kg/parcela).

Por su parte, los cruces Nicaragua x CLN1466S y CLN1466S x L-7 mostraron estimadores positivos de habilidad combinatoria específica para la producción de frutos medianos y pequeños, a saber 5,49; 4,37 y 5,13; 4,13 kg/parcela, respectivamente. Entre estos dos cruces, el primero

Cuadro 7. Peso promedio de frutos de tamaño grande por parcela (kg/11,52 m²) de tomate para mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill) en los 10 posibles cruces entre cinco progenitores (sobre la diagonal), de habilidad combinatoria^{1/}. Cañas (Guanacaste, Costa Rica). Periodo 2000-2001.

Progenitor	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	HCG ^{2/}
Neptuno (1)		30,73	15,49	36,67	22,01	4,98** ^{3/}
Nicaragua (2)	-3,42		16,91	41,99	20,38	6,68**
CLN 1466S (3)	-2,65	-2,94		17,35	12,24	-9,32**
IT-5 (4)	3,47	7,09**	-1,54		11,14	5,73**
L-7 (5)	2,60	-0,73	-7,13**	9,01**		-8,06**

^{1/} Habilidad combinatoria específica debajo de la diagonal, Error estándar=2,41.

^{2/} Habilidad combinatoria general (HCG), Error estándar=1,76.

^{3/}** Significativamente diferente de cero al 1%, según prueba de *t* de Student.

Cuadro 8. Peso promedio de frutos de tamaño mediano por parcela (kg/11,52 m²) de tomate para mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill) en los 10 posibles cruces entre cinco progenitores (sobre la diagonal), y estimadores de los efectos de habilidad combinatoria^{1/}. Cañas, Guanacaste- Costa Rica. Periodo 2000-2001.

Progenitor	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	HCG ^{2/}
Neptuno (1)		27,91	28,82	32,67	26,00	-7,98** ^{3/}
Nicaragua (2)	-2,60		47,44	38,11	36,65	3,66**
CLN 1466S (3)	-1,48	5,49**		43,38	30,03	3,45**
IT-5 (4)	1,83	-4,36*	1,12		37,10	3,98**
L-7 (5)	2,26	1,47	5,13*	-1,41		-3,11*

^{1/} Habilidad combinatoria específica debajo de la diagonal. Error estándar= 1,90.

^{2/} Habilidad combinatoria general (HCG). Error estándar = 1,39.

^{3/} *,**Significativamente diferente de cero al 5 y al 1%, respectivamente, según prueba de *t* de Student.

podría ser más promisorio que el segundo, pensando en sistemas de producción no convencionales o de uso reducido de agroquímicos. La razón de esto

Cuadro 9. Peso promedio de frutos de tamaño pequeño por parcela (kg/11,52 m²) de tomate para mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill) en los 10 posibles cruces entre cinco progenitores (sobre la diagonal), y estimadores de los de habilidad combinatoria^{1/}. Cañas, Guanacaste- Costa Rica. Periodo 2000-2001.

Progenitor	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	HCG ^{2/}
Neptuno (1)		9,74	13,03	11,69	8,80	-6,11** ^{3/}
Nicaragua (2)	-0,57		22,58	12,28	20,05	1,02
CLN 1466S (3)	-1,96	4,37**		15,89	15,44	1,79
IT-5 (4)	1,49	-5,04**	-2,20		24,44	0,91
L-7 (5)	-2,87*	1,25	4,13**	-5,75**		2,38*

^{1/} Habilidad combinatoria específica debajo de la diagonal. Error estándar= 1,44

^{2/} Habilidad combinatoria general (HCG).Error estándar=1,05.

^{3/} *, ** Significativamente diferente de cero al 5 y al 1%, respectivamente, según prueba de *t* de Student.

se fundamenta en la observación adicional de estimadores favorables de habilidad combinatoria general para la producción de frutos medianos y pequeños en cada uno de los progenitores del híbrido Nicaragua x CLN1466S. Sin embargo, para que este híbrido pueda ser competitivo en los sistemas comerciales tradicionales, deberá trabajarse más en el mejoramiento genético de su tamaño de fruto.

En general, de acuerdo con la información que proporcionó el diseño de cruces en términos de habilidades combinatorias general y específica, la segregación del híbrido Nicaragua x IT5 permitiría la obtención de líneas con rendimientos superiores a los de los progenitores por sí mismos; especialmente en lo que se refiere a la prolificidad de frutos de tamaño grande.

En el presente experimento un 77% de la variabilidad en los cruces para el rendimiento de frutos de tamaño grande y mediano se atribuyó a la habilidad combinatoria general; mientras que el 23% remanente, correspondió a la habilidad combinatoria específica. Por su parte, Echandi y Moreira (1999-2000), Vallejo y Estrada (1993), García y Vallejo (1990) y Moya *et al.* (1986), en condiciones de temperatura más frescas (15-27°C), encontraron mayores porcentajes atribuibles a la habilidad combinatoria específica.

LITERATURA CITADA

ALVARADO, P.V.; CORTAZAR, R.S. 1972. Capacidad combinatoria en cruzamientos dialélicos, en tomate *Lycopersicon esculentum*, Mill. Agricultura Técnica (Cuba) 32(2):65-70.

ASIAN VEGETABLE RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER. 1998. Vegetables for Poverty Alleviation and Healthy Diets. A plan for 1998-2002, Taiwán, AVRDC publication N°. 98-476. 29p.

ECHANDI, C.; MOREIRA M.A. 1999-2000. Evaluación de progenitores de tomate para mesa (*Lycopersicon*

- esculentum*, Mill) mediante la estimación de la habilidad combinatoria para un cruzamiento factorial en Alajuela, Costa Rica. *Revista de Agricultura Tropical (Costa Rica)* 32:68-78.
- GARCIA, A.A.; VALLEJO, F.A. 1990. Habilidad combinatoria para el caracter producción por planta y sus componentes primarios en un cruzamiento dialélico de siete líneas de tomate "Chonto" *Lycopersicon esculentum*, Mill. *Acta Agronómica (Costa Rica)* 40(1-2):32-41.
- GARDNER, C. O.; EBERHART, S.A. 1966. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics* 22:439-452.
- GEORGIEV, H. 1991. Heterosis in tomato breeding. *In: Genetic Improvement of Tomato*. Editor G. Kalloo. Springer-Verlag. Monographs on Theoretical and Applied Genetics 14. 358 p.
- GRIERSON, D.; KADER, A.A. 1986. Fruit ripening and quality. *In: The Tomato Crop. A scientific basis for improvement*. Editores J.G. Atherton y J. Rudich, New York, U.S.A., Chapman and Hall. 659 p.
- KUO, C.G. 1992. Adaptation of food crops to temperature and water stress. *In Proceedings of an International symposium*. Taiwan, 13-18 August. 490 p.
- LOBO, M.; MARÍN, D.V. 1973. Heterosis y habilidad combinatoria en tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. *Rev. Inst. Colomb. Agropecu.* 10(1):1-10.
- MALUF, W.; MIRANDA, J.E.; CORDINO, C.M.T. 1982. Correlações entre as médias do híbrido F1 e médias parentais em tomate. *Pesquisa Agropecuária Brasileira (Brasil)* 17(8):1170-1176.
- MOYA, C.; AUCHET, F.; AMORES, H.; LÓPEZ, T. 1986. Estimación de las habilidades combinatorias general y específica en nueve variedades de tomate. *Ciencias de la Agricultura (Cuba)* 28:60-69.
- MOREIRA, M.; MÉNDEZ, C.; ECHANDI, C.; MORA, E. 1999. Obtención de cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum*, M.) adaptados a las condiciones ambientales de Costa Rica. *In: Segundo Informe Parcial del proyecto N° 736-98-287* presentado a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica. 37 p.
- PIERCE, L.C. 1983. Relationships on parental combining ability and test cross segregation to breeding productivity in tomato. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 108(8):487-491.
- SINGH, R.R.; SINGH, H.M. 1980. Note on variance components in tomato. *Indian Journal of Agricultural Science (Science)* 50(4): 361-363.
- VALLEJO, F.A.; ESTRADA, E.I. 1993. Estimación de parámetros genéticos para el caracter rendimiento y sus componentes primarios en un cruzamiento dialélico entre diferentes líneas de tomate, *Lycopersicon esculentum*, Mill. *Acta Agronómica (Colombia)* 43(1-4):30-43.
- VALLEJO, F.A. 1994. Consideraciones generales sobre el mejoramiento genético del tomate, *Lycopersicon esculentum*, Mill. *Acta Agronómica (Colombia)* 44(1-4):11-24.
- VILLAREAL, L.; LAI, S.H. 1979. Procedures for tomato evaluation trials. *International Cooperator's Guide*. Asian Vegetable Research and Development Center. s.p.