

EFFECTOS DE APTITUD COMBINATORIA EN POBLACIONES DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.)

J. Sahagún-Castellanos; F. Gómez-Ruíz; A. Peña-Lomeli

Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. C.P. 56230. Tel. y Fax (595)-40957

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la posibilidad de realizar cruzamientos artificiales entre genotipos genéticamente distantes de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) y de estudiar la aptitud combinatoria en diferentes genotipos silvestres (dos) y cultivados (tres) se planeó una investigación en un dialélico 5x5. Los cruzamientos se hicieron en el invierno de 1993-94, y las cruza y los progenitores se evaluaron en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, Méx., en el verano de 1994. Sólo de tres cruza se dispuso semilla suficiente para realizar el dialélico con cruza directas y recíprocas. Por esta razón el dialélico estudiado fue 3x3. El mayor efecto de aptitud combinatoria general para rendimiento al primer corte correspondió a la variedad Salamanca, cuya aptitud combinatoria general también superó a la de las restantes en peso de fruto, volumen de fruto y altura de planta. Por otra parte, en términos de acción génica no aditiva, la cruza 'Salamanca' x 'Rendidora', en rendimiento de fruto al primer corte, produjo una heterosis de 138.7 % con respecto al mejor progenitor. Considerando su elevada producción y heterosis, esta cruza puede considerarse como muy importante en la planeación para la formación de híbridos.

PALABRAS CLAVE: Experimentos dialélicos, efectos recíprocos, efectos maternos, cruzamientos, mejoramiento genético, tomatillo.

EFFECTS OF COMBINING ABILITY OF HUSK TOMATO (*Physalis ixocarpa* Brot.) POPULATIONS

SUMMARY

To determine the possibility to artificially cross different and genetically distant genotypes of husk tomato (*Physalis ixocarpa* Brot.) and to study their combining abilities, with two wild and three cultivated genotypes an study was undertaken via a 5x5 diallel. Crosses were made in a greenhouse at the Universidad Autónoma Chapingo (Chapingo, Méx.) during the winter of 1993-94. Crosses and parents were evaluated in the experiment station of this institution during the summer of 1994. Only from three crosses was there enough seed for the diallel with direct and reciprocal crosses. This is why the studied diallel was 3x3. 'Salamanca' produced the highest effect of general combining ability for fruit yield at first harvest, fruit weight, plant height, and fruit volume. On the other hand, in terms of nonadditive gene action, 'Salamanca' x 'Rendidora' showed an 138.7 % of heterosis with respect to the best progenitor for fruit yield at first harvest. Taking into account the high yield and heterosis this cross must be considered as an important one in the planning of the development of a hybrid varieties.

KEY WORDS: Diallel experiments, reciprocal effects, maternal effects, crossability, breeding, tomatillo.

INTRODUCCIÓN

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) es una especie diploide con $2n=24$. Se considera como una planta alógama obligada por presentar autoincompatibilidad gametofítica. Es por ello que los métodos genotécnicos usados para su mejoramiento genético se han basado sólo en la selección. Sin embargo, es posible obtener híbridos intervarietales o sintéticos partiendo de ciclos avanzados de selección (Peña y Márquez, 1990).

Para analizar la posibilidad de la formación de híbridos sobresalientes en tomate de cáscara, es conveniente

tener conocimiento previo respecto a la aptitud combinatoria de los diferentes tipos varietales. Los cruzamientos dialélicos producen información de este tipo y son de gran utilidad para definir el sistema de mejoramiento que mejor explote las características genéticas de los materiales.

Sprague y Tatum (1942) se refirieron a la aptitud combinatoria general (ACG) como el comportamiento promedio de un individuo en una serie de combinaciones híbridas y a la aptitud combinatoria específica (ACE) de una cruza como su desviación respecto al comportamiento promedio de los progenitores. Con respecto a informa-

ción experimental, si bien existe un vacío casi total para tomate de cáscara, la información es abundante para otros cultivos.

Tai y Hodgson (1975) encontraron que la aptitud combinatoria general (ACG) para resistencia a tizón tardío [*Phytophthora infestans* (Mont) De Bary] es muy importante para el mejoramiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.). En relación con esto, López *et al.* (1994) evaluaron 60 familias obtenidas por autofecundación, polinización abierta, y polinización manual de 20 clones. Sólo con la polinización manual con mezcla de polen de los 20 clones, de cada clon resistente siempre se generó una familia resistente. Por su parte, Mendoza (1988) utilizó la cruz clon x probador para determinar la ACG de clones de papa por su rendimiento, precocidad y resistencia al tizón tardío. En otro estudio se encontró que con polinización abierta se obtiene evaluaciones eficientes del valor parental de los clones que son más simples y económicas que las de los dialélicos completos o parciales (Anónimo, 1988).

Lapushner *et al.* (1990) encontraron que en una variedad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) el 59 % de la varianza fue debida a componentes aditivos, 28 % a efectos de aptitud combinatoria específica y el 13 % a efectos recíprocos. En esta especie, Figueroa (1990) encontró que la heterosis más alta para rendimiento no correspondió a las cruzas de mayor rendimiento, concluyendo que un valor alto de heterosis no necesariamente define un buen híbrido. Por su parte, Sánchez (1983) hizo un dialélico con diferentes materiales de tomate encontrando que ninguno de los híbridos superó a sus progenitores.

Pandey (1957) mencionó que el tomate de cáscara presenta autoincompatibilidad gametofítica determinada por un par de genes independientes con alelos múltiples, comportándose como alógama obligada que imposibilita la formación convencional de líneas puras para hacer mejoramiento por hibridación.

El presente trabajo pretende contribuir a la exploración de la posibilidad de aplicar otros métodos que permitan acelerar el avance del mejoramiento genético de la especie de tomate de cáscara, proponiéndose como objetivo principal: Determinar la posibilidad de realizar cruzamientos artificialmente entre genotipos cultivados y no cultivados de tomate de cáscara que produzcan información relativa a su aptitud combinatoria y efectos heteróticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en dos fases. La primera se llevó a cabo en un invernadero del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo en el ciclo de invierno de 1993-94. La segunda etapa se condujo en el Campo Agrícola Experimental de la misma Universidad

en el ciclo primavera-verano de 1994. Se eligieron cinco genotipos de tomate de cáscara: 'Rendidora', 'Salamanca', 'Tamazula', 'Milpero' del estado de Guerrero y 'Milpero' de Michoacán.

Se emplearon cuatro plantas de cada progenitor para cada cruz. Los genotipos se cubrieron con manta de cielo para evitar alteraciones por insectos u otros agentes que interfirieran en la polinización. Las cruzas se iniciaron un mes después del trasplante; al inicio se intentó hacerlas con pinceles. Sin embargo, como no se contaba con suficientes y era difícil esterilizarlos, se procedió a emplear anteras. Éstas se tomaban con una pinza de disección y se frotaban en el estigma de la flor de la planta que fuera a polinizarse. Dado que se tuvieron problemas con la cantidad de semilla de 'Tamazula' y el 'Milpero' de Michoacán, sólo se pudo planear las cruzas directas y recíprocas correspondientes a un dialélico completo 3x3 según el método I de Griffing (1956). La cosecha de frutos se realizó cuando éstos estuvieron completamente maduros.

En la segunda etapa se evaluó tanto cruzas como progenitores en un experimento de campo. Esta etapa se inició con el establecimiento del almácigo con la semilla de los materiales que fungieron como progenitores y la semilla F1. Las plántulas se trasplantaron al campo a los 30 días (22 de junio de 1994). La distancia entre plantas fue de 30 cm de modo que en cada unidad experimental, que constaba de dos surcos de 6.30 m de largo, hubiera un total de 44 plantas, 22 por surco.

El diseño experimental empleado fue en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. En el experimento se establecieron los genotipos producto del dialélico, los progenitores y la cruz 'Salamanca' x 'Tamazula' que también fue evaluada. Las variables estudiadas fueron altura de orqueta (ALO) en cm, longitud de rama (LR) en cm, peso de fruto (PF) en g por fruto, volumen de frutos (VOLF) en cm³, precocidad (PREC) en g de fruto por parcela a los 72 días del transplante y altura de planta (ALP) en cm.

El análisis de la aptitud combinatoria general y específica de cada variable se realizó de acuerdo con el diseño I propuesto por Griffing (1956), cuyo modelo es:

$$Y_{ijk} = M + b_k + g_i + g_j + s_{ij} + m_i - m_j + r_{ij} + e_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = valor experimental de la parcela del bloque k asignada a la cruz entre los progenitores i y j.

M = media general,

b_k = efecto del bloque k,

g_i = efecto de la aptitud combinatoria general del i-ésimo progenitor,

- g_j = efecto de la aptitud combinatoria general del j -ésimo progenitor,
 s_{ij} = efecto de la aptitud combinatoria específica de la cruce ixj ,
 m_i = efecto materno del i -ésimo progenitor,
 m_j = efecto materno del j -ésimo progenitor,
 r_{ij} = efecto recíproco de la cruce ixj y
 e_{ijk} = error aleatorio correspondiente a Y_{ijk} .

La media de la aptitud combinatoria general del progenitor i -ésimo y el efecto de la aptitud combinatoria específica de la cruce ixj se estimaron, respectivamente, de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$\hat{g}_i = \frac{2Y_{ii} + \sum_j Y_{ij} + \sum_j Y_{ji}}{r(4q + p - 2)}$$

y

$$\hat{s}_{ij} = \frac{1}{2}(Y_{ij} + Y_{ji}) - \frac{1}{2p}(Y_{i..} + Y_{i.} + Y_{.j} + Y_{j..}) + \frac{1}{rp^2}Y_{...}$$

en donde:

- r = número de repeticiones,
 p = número de progenitores,
 q = valor igual a 1 en el diseño I,
 $Y_{i..}$ y $Y_{i.}$ = suma de las cruces en que interviene el progenitor i como hembra y como macho, respectivamente,
 Y_{ij} y Y_{ji} = totales de cada cruce $i \times j$ y $j \times i$, respectivamente, y
 $Y_{...}$ = total del dialélico.

El análisis de varianza del dialélico se realizó de acuerdo con el concepto de modelo fijo (Griffing, 1956).

La heterosis se estimó con respecto al mejor progenitor y se expresó en porcentaje. Su significancia estadística se hizo mediante una prueba de Tukey entre el mejor progenitor y la F_1 . La comparación estadística de los efectos de ACG y ACE se hicieron según lo describen Singh y Chaudhary (1977).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observa diferencias altamente significativas entre cruces para PF, PREC, VOLF y ALP, lo que sugiere la existencia de variabilidad genética que permite visualizar posibilidades de desarrollo de variedades superiores (Cuadro 1). Además, de acuerdo con las pruebas de F del análisis de varianza, se encontró diferencias altamente significativas entre los efectos de ACG para las mismas variables. Estos resultados no son del todo sorpresivos

toda vez que los genotipos estudiados son de origen muy diverso y, se espera, que diverjan genéticamente, como se ha observado en otras especies (v.g., Moll *et al.*, 1965; Falconer, 1987; Molina, 1992). En el Cuadro 2 se muestra los efectos de ACG y las diferencias estadísticamente significativas $P \leq 0.05$ entre las medias en todas las variables excepto en ALO y LR. Esto refuerza la consideración de la existencia de posibilidades de desarrollo de variedades superiores. En este caso, éstas serían obtenidas por la vía de la selección, toda vez que la significancia de la aptitud combinatoria general se debe a una alta variabilidad de efectos aditivos. En la realidad ya se ha explotado la variabilidad de tomate de cáscara.

CUADRO 1. Cuadros medios para seis caracteres en tomate de cáscara.

FV	GL	Altura de orqueta (cm)	Longitud de rama (cm)	Peso de fruto (g)	Precocidad (g)	Volumen de fruto (cm ³)	Altura de planta (cm)
Cruzas	8	4	67	142**	12**	5797**	181**
ACG	2	9	21	463**	15**	15846**	476**
ACE	3	4	70	60**	5	2345	56
EM	2	3	82	3	21**	3128*	147*
ER	1	0	137*	26	12*	1395	33
Error	24	3	31	9	2	820	35
CV		46	12	24	54	35	14

*, ** Significancia a una $P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$, respectivamente.
 CV = coeficiente de variación, ACG = aptitud combinatoria general, ACE = aptitud combinatoria específica, EM = efectos maternos, ER = efectos recíproco.

CUADRO 2. Efectos de aptitud combinatoria general para seis caracteres en progenitores de tomate de cáscara.

Progenitor	Altura de orqueta (cm)	Longitud de rama (cm)	Peso de fruto (g)	Precocidad (g)	Volumen de fruto (cm ³)	Altura de planta (cm)
Salamanca	4.4 a ²	49.0 a	15.2 a	3306.7 a	107.6 a	47.5 a
Rendidora	3.5 a	48.0 a	14.0 a	2899.8 b	83.0 b	43.9 b
Milp.de Gro.	3.3 a	47.1 a	6.8 b	1784.0 c	56.3 c	38.6 c

² Medias con la misma letra dentro de columnas no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

Peña (1998) aplicando selección masal en la variedad Rendidora, obtuvo la variedad CHF1-Chapingo, que rinde 29.9% más que la variedad original.

La ACE fue estadísticamente significativa sólo para PF; es decir, la variabilidad genética no aditiva para este carácter fue más importante que la de los otros. Por lo que respecta a los efectos recíprocos, éstos fueron significativos en LR y PREC. Esto indica que para la magnitud de la expresión de un carácter en una cruce, es importante determinar si es con la directa o con la recíproca con la que se obtiene la expresión más deseable del carácter.

Se observó que la variedad que combinó más exitosamente su genoma con el resto de los progenitores fue 'Salamanca' (Cuadro 2). Su ACG fue estadísticamente superior a la de los otros genotipos, exceptuando las variables ALO y LR. En estas dos variables no hubo diferencias estadísticas en la ACG de los tres genotipos

estudiados. En las variables PF, PREC, VOLF y AP las menores ACG's correspondieron al 'Milpero' de Guerrero, y fueron estadísticamente ($P \leq 0.05$) diferentes de las de las dos variedades restantes. La significancia de las ACG's de caracteres relacionados con el fruto es de importancia particular por la naturaleza de la especie cultivada (una hortaliza). Aunque el rendimiento al primer corte (PREC) es de mucha importancia, la significancia de las ACG's en PF y VOLF alienta la posibilidad de desarrollo de variedades con propósitos específicos; para la industria, por ejemplo.

Respecto a la AP, la detección de diferencias estadísticamente significativas entre las ACG's de los progenitores significa la posibilidad del mejoramiento de este carácter por selección. La altura es importante porque tiene que ver con la facilidad de la cosecha y con el grado de maltrato que recibe la planta cuando se recoge el fruto. Las plantas más altas se cosechan más fácilmente y se maltratan menos.

Respecto a la variable ALO, ésta fue evaluada pues tiene que ver con aspectos fitosanitarios y de manejo del cultivo. En efecto, con una mayor altura de orqueta, las labores de control de malezas y de cosecha se realizan más fácilmente y se daña menos a la planta que, además, por el menor contacto de sus ramas con el suelo, está menos propensa a contraer enfermedades. Sin embargo, no se detectó diferencias estadísticas para esta variable ni para longitud de rama, que se relaciona con la cantidad de frutos. En virtud de que las ACG's no mostraron diferencias estadísticas, el mejoramiento genético para estos dos caracteres tendría que basarse en otro tipo de acción génica (de dominancia o de epistasis) o en la inclusión de otros genotipos que sí presenten genes favorables para la expresión de estos caracteres. Los resultados del Cuadro 3 permiten determinar cuales son las cruzas de mayor interés. En rendimiento de fruto al primer corte (PREC) destaca la cruz 'Salamanca' x 'Rendidora', ('Salamanca' x 'Tamazula' produjo el segundo mayor rendimiento. Sin embargo, no se incluyó en el dialélico).

Como puede verse, se ha identificado genotipos cuyas cruzas produjeron efectos favorables superiores a los observados en otras cruzas. Estos efectos se pueden deber a la acción génica aditiva pero, importantemente, también a la acción génica no aditiva. De hecho, para PF la ACE fue altamente significativa; en tanto que para PREC y VOLF los niveles de significancia observados fueron de aproximadamente 0.12 y 0.07, respectivamente. Esto sugiere que, por lo que a la acción génica respecta, la vía de la hibridación en tomate de cáscara es una posibilidad en el desarrollo de genotipos mejorados que no se debe desechar. Peña (1998) hizo un dialélico con 10 genotipos y concluyó que los genotipos 'Verde Puebla' y 'CHF1-Chapingo' podrían ser el punto de partida de un plan de mejoramiento genético por hibridación en tomate de cáscara.

CUADRO 3. Evaluación de seis caracteres de tres genotipos y de sus cruzas directas y recíprocas de tomate de cáscara.

Progenitores y cruzas	Altura de planta (cm)	Altura de orqueta (cm)	Longitud de rama (cm)	Peso de fruto (g)	Precocidad (g)	Volumen de fruto (cm ³)
-----Progenitores-----						
Salamanca (S)	44.9 a ^z	7.2 a	43.3 a	23.3 a	2841.0 a	152.5 a
Rendidora (R)	35.3 b	4.8 a	40.3 ab	16.2 b	2791.0 b	65.0 b
M.de Gro. (G)	22.6 c	2.1 a	33.3 b	4.5 c	110.0 c	16.2 c
-----Cruzas-----						
SxG	47.0 b	5.0 a	43.7 cd	12.0 b	3196.2 b	125.0 a
SxR	46.6 b	4.6 a	51.8 ab	19.2 a	6781.2 a	122.5 a
GxS	41.0 c	4.0 a	55.3 a	7.7 c	2478.7 e	123.2 a
RxS	53.6 a	3.1 a	52.0 abc	20.6 a	1646.2 f	123.2 a
GxR	34.4 d	2.4 a	46.4 c	7.9 c	2403.7 c	42.5 c
RxG	41.8 c	2.2 a	48.1 bc	6.7 c	2200.0 d	57.5 b

^zMedias con la misma letra dentro de columnas en cada grupo (progenitores y cruzas) son iguales estadísticamente (Tukey, $P \leq 0.05$).

La estimación de heterosis se presenta en el Cuadro 4. Se observa que el porcentaje de heterosis más alto para precocidad (rendimiento de fruto al primer corte) se obtuvo con la cruz 'Salamanca' x 'Rendidora'; éste fue de 138.7 % con respecto al mejor progenitor. Este resultado entre estos materiales refrenda la validez de la aseveración sobre la posibilidad de desarrollo de nuevas variedades, generadas por hibridación, más rendidoras. Otra de las cruzas que presentó una heterosis importante para rendimiento al primer corte fue la 'Salamanca' x 'Tamazula' (que no fue incluida en el dialélico pero que

CUADRO 4. Estimación de heterosis con respecto al mejor progenitor en seis caracteres de las cruzas de tres progenitores en tomate de cáscara.

Cruza	Altura de planta (cm)	Altura de orqueta (cm)	Longitud de rama (cm)	Peso de fruto (g)	Precocidad (g)	Volumen de fruto (cm ³)
'Salamanca' x 'Rendidora'	3.8	-35.8*	19.5**	-17.5	138.7**	-19.7*
'Rendidora' x 'Salamanca'	19.5*	56.2**	20.0*	-11.2	-42.1**	-19.1**
'Salamanca' x 'Milpero'	4.5	-31.5	0.6	-48.4	12.5**	-18.0**
'Milpero' x 'Salamanca'	-8.8	-44.4*	27.7**	-66.8**	-12.7**	-19.2**
'Rendidora' x 'Milpero'	18.5	-53.4*	19.5	-58.8**	-21.4**	-11.5*
'Milpero' x 'Rendidora'	-2.5	-48.5	15.1	-50.9**	-13.8**	-34.1

*,**; Heterosis estadísticamente significativa con $P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$, respectivamente.

tuvo valor heterótico de 110.1 %). Relativo a un posible método de mejoramiento mediante hibridación, estos resultados alientan la conveniencia de realizar investigación con el fin de delinear con más grado de detalle una estrategia eficiente para desarrollar un cultivar superior. Por ejemplo, mediante cruzas intervarietales, por la gran diversidad genética que existe entre los genotipos, se podría recombinar genes que permitan la formación de un híbrido intervarietal de alto rendimiento y con buenas características agronómicas. Al respecto, la cruz 'Salamanca' x 'Rendidora', además de mostrar la mayor media y heterosis en rendimiento al primer corte, también presentó un fruto más compacto (más pequeño) no mostró una reducción de peso estadísticamente significativa.

Una alternativa podría ser el desarrollo de un programa de selección recíproca recurrente para un híbrido intervarietal con estas dos poblaciones, que bien podría ser precedida por selección intrapoblacional para eliminar caracteres indeseables de alta heredabilidad.

CONCLUSIONES

La realización exitosa de cruzamientos artificiales entre poblaciones de tomate de cáscara es posible y es menos complicada en genotipos más domesticados.

La aptitud combinatoria general más alta siempre se obtuvo con la variedad 'Salamanca'.

En rendimiento en el primer corte (precocidad) la cruce 'Salamanca' x 'Rendidora' produjo una heterosis con respecto al mejor progenitor de 138.7 %.

Existe variabilidad genética explotable tanto del tipo aditivo como del no aditivo en el peso de fruto. En rendimiento de fruto en el primer corte, volumen de fruto y altura de planta sólo la aptitud combinatoria general alcanzó significancia estadística.

LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO. 1988. Informe anual del Centro Internacional de la papa. Lima, Perú. 226 p.
- FIGUEROA C., B.O. 1990. Evaluación de progenitores de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) por su comportamiento *per se* y aptitud combinatoria considerando caracteres agronómicos y de semilla. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Méx.
- FALCONER, D.S. 1989. Introduction to Quantitative Genetics. Third Edition. Ed. Longman Scientific and Technical, Essex, England. 438 p.
- GRIFFING, B. 1956. A Generalised treatment of use of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity* 10: 31-50.
- KASRAWI, M. A. 1994. Heterosis and reciprocal differences for quantitative traits in summer squash (*Cucurbita pepo* L.). *J. Ge- net. & Breed.* 48: 399-404.
- LAPUSHNER, D.; BAR, M.; NEAME, G.; FRANKEL, R. 1990. Positive heterotic effects for °Brix in high solid F₁ hybrid cherry tomatoes. *Acta Horticulturae* 277: 207-208.
- LÓPEZ R., M.; SAHAGÚN C., J.; FLORES G., F.X. 1994. Evaluación del valor parental de clones de papa por su resistencia al tizón tardío. *Revista Fitotecnia Mexicana* 17: 76-85.
- MENDOZA H., A. 1988. Progreso en el mejoramiento de papa por resistencia, en función de la eficiencia de los procedimientos del tamizado. CIP. Lima, Perú. 37 p.
- MOLINA G., J.D. 1992. Introducción a la Genética de Poblaciones y Cuantitativa (algunas implicaciones en Genotecnia). AGT editores. D.F., México. 349 p.
- MOLL, R.H.J.; LONQUIST, J.H.; VÉLEZ-FORTUÑO, J.; JHONSON, E.C. 1965. The relationship of heterosis and genetic divergence in maize. *Genetics* 52: 139-144.
- PANDEY, K.K. 1957. Genetics of self-incompatibility in *Physalis ixocarpa*, Brot. A new system. *Amer. J. Bot.* 44: 479-487.
- PEÑA L., A.; MÁRQUEZ S., F. 1990. Mejoramiento genético en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Rev. Chapingo* 71-72: 84-88.
- PEÑA L., A. 1998. Parámetros genéticos, respuesta a la selección y heterosis en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis doctoral. Programa de Genética del Colegio de Postgraduados. Montecillos, Méx. 151 p.
- SANCHEZ L., A. 1983. Evaluación de aptitud combinatoria de algunos progenitores de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en base a caracteres de rendimiento y calidad. Tesis de M.C. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- SING, R. K.; CHAUDHARY, B.D. 1977. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. Ed. Kalyani Publishers. New Delhi, India. 303 p.
- SPRAGUE, G. F.; TATUM L. A. 1942. General vs specific combining ability in single crosses of corn. *J. Amer. Soc. Agron.* 34(10): 923-932.
- TAI, G.C.C.; HODGSON, W.A. 1975. Estimating general combining ability of potato parents for field resistance to late blight. *Euphytica* 24: 285-289.