

# PARÁMETROS GENÉTICOS Y HEREDABILIDAD EN CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLA DE JITOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

E. Rodríguez-Guzmán<sup>1</sup>; A. Carballo-Carballo<sup>2</sup>; G. A. Baca-Castillo<sup>3</sup>; A. Martínez-Garza<sup>4</sup>; M. Rosas-Romero<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Maestría en Semillas. CIGA. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 33. C. P. 38100 Roque, Celaya, Gto. Tel. y Fax 01 (461) 1 59 03

<sup>2</sup>Especialidad en Producción de Semillas. IREGP. Colegio de Postgraduados. C. P. 56230. Montecillo, Méx. Tel. y Fax 01 (595) 2 02 00.

<sup>3</sup>Especialidad en Nutrición. IRENAT. Colegio de Postgraduados. C. P. 56230. Montecillo, Méx. Tel. y Fax 01 (595) 2 02 00.

<sup>4</sup>Especialidad en Estadística. ISEI. Colegio de Postgraduados. C. P. 56230 Montecillo, Méx. Tel. 01 (595) 2 02 00.

<sup>5</sup>Seminis Vegetables Seeds. Woodland, California. USA. 96595. Tel. (530) 6696168, y Fax 6664426.

## RESUMEN

Para estimar los parámetros genéticos y heredabilidad en caracteres de calidad fisiológica de semilla de jitomate, se generó un dialélico completo con 10 líneas experimentales; con la semilla obtenida se realizaron: prueba de germinación estándar a 25°C y 24 horas de luz en germinadora, y prueba de emergencia en almácigo bajo invernadero. Los componentes de varianza se obtuvieron considerando endogamia de 7/8 en las líneas. Los efectos genéticos fueron principalmente dominantes, excepto en germinación inicial y semillas muertas donde fueron aditivos y dominantes. Los valores de heredabilidad en sentido estrecho fueron bajos. Además se presentaron efectos maternos en germinación total y semillas muertas; y efectos recíprocos en velocidad de emergencia y en todas las variables de germinación, excepto plántulas anormales. Las mejores líneas por aptitud combinatoria general fueron CPJL-1-2-1 y CPJL-24-5-4; y por sus efectos maternos fueron CPJL-1-2-1, CPJL-3-2-1, CPJL-7-8-4 y CPJL-25-8-4. Por su aptitud combinatoria específica, en germinación los mejores híbridos fueron CPJL-7-8-4 X CPJL-22-4-4, y CPJL-1-2-1 X CPJL-2-2-1; y en emergencia CPJL-2-2-1 X CPJL-21-1-4 y CPJL-2-2-1 X CPJL-22-4-4. Por los efectos recíprocos en germinación, las mejores cruasas fueron CPJL-25-8-4 X CPJL-10-1-4 y CPJL-22-4-4 X CPJL-7-8-4; y en emergencia CPJL-24-5-4 X CPJL-10-1-4 y CPJL-10-1-4 X CPJL-2-2-1.

**PALABRAS CLAVE:** Dialélico completo, aptitud combinatoria, componentes de varianza, genotecnia.

## GENETIC PARAMETERS AND HERITABILITY ON PHYSIOLOGICAL SEED QUALITY OF TOMATO (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

## SUMMARY

In order to estimate genetic parameters and heritability of physiological quality traits in tomato seeds, a complete diallel was generated including ten experimental lines. Two experiments were conducted: germination at 25°C with 24 hours of light in a germination chamber and emergence in a greenhouse seedbed. The variance components were obtained considering an inbreeding coefficient of 7/8 for all lines. In both experiments, the genetic effects were mainly dominant, except for initial germination and seed mortality, where they were additive and dominant. Narrow sense heritability values were low. There were significant maternal effects for total germination and for seed mortality. In addition, reciprocal effects were significant for all germination variables and for speed of emergence, except for abnormal seedlings. The best lines in terms of general combining ability were CPJL-1-2-1 and CPJL-24-5-4; in maternal effects the best were CPJL-1-2-1, CPJL-3-2-1, CPJL-7-8-4, and CPJL-25-8-4, and in emergence the best were CPJL-2-2-1 X CPJL-21-1-4 AND CPJL-2-2-1 X CPJL-22-4-4. In terms of their reciprocal effects in germination, the best hybrids were CPJL-25-8-4 X CPJL-10-1-4 and CPJL-22-4-4 X CPJL-7-8-4, and in emergence the best were CPJL-24-5-4 X CPJL-10-1-4 AND CPJL-10-1-4 X CPJL-2-2-1.

**KEY WORDS:** Complete diallel, combining ability, variance components, breeding.

INTRODUCCIÓN

Algunos problemas en producción de semillas tienen sus raíces en el fitomejoramiento, pues los programas se enfocan a mejorar el rendimiento, sin considerar como criterios de selección a caracteres relacionados con producción de semillas. De hecho, existen evidencias de variación genética en caracteres de interés en semillas, y la interacción genotipo-ambiente es de tal importancia que en algunas especies la generación de tecnología para optimizar la producción de semilla de buena calidad debe ser específica para cada variedad (Carballo, 1990); ambas causas de variación pueden ser estimadas mediante pruebas y consideradas durante el mejoramiento (Perry, 1984).

La variación mencionada se ha reportado entre híbridos, variedades de polinización libre y líneas de maíz, en el porcentaje de germinación y peso seco de plántula (Martínez, 1987); entre poliploides, diploides, híbridos y autofecundaciones en maíz (Carvalho y Nakagawa, 1988); en frijol para la emergencia e índice de vigor (Gómez, 1992); y en líneas de jitomate en germinación inicial, emergencia e índice de vigor (Rodríguez, 1996).

Con relación al tipo de acción génica sobre la calidad fisiológica de semilla en jitomate, Scott y Jones (1990) estimaron heredabilidades en sentido estricto de 59 y 38% en colectas sometidas a germinación a bajas temperaturas; Fooland y Jones (1991) encontraron un efecto materno importante y un componente aditivo atribuido al endospermo en semillas germinando en condiciones salinas; Georgiev (1991) mencionó la presencia de efectos aditivos y maternos en germinación a temperatura ambiente, y efectos aditivos, dominantes y maternos en germinación a temperaturas óptimas y alternadas.

Basados en la información anterior, en el presente estudio se planteó estimar el tipo de acción génica que gobierna a caracteres de calidad fisiológica de semilla de jitomate, su heredabilidad, y señalar su utilidad en programas de mejoramiento. Además, con base en su aptitud combinatoria general identificar los mejores progenitores, y por aptitud combinatoria específica señalar las mejores combinaciones híbridas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las líneas experimentales S<sub>3</sub> empleadas en el presente estudio (Cuadro 1) proceden del Proyecto de Jitomate, del área de Mejoramiento y Control de la Calidad Genética, de la Especialidad en Producción de Semillas del Colegio de Postgraduados.

CUADRO 1. Relación de líneas experimentales de jitomate empleadas.

Progenitor	Genealogía	Origen
1	CPJL-1-2-1	Montecillo 95
2	CPJL-2-2-1	Montecillo 95
3	CPJL-3-2-1	Montecillo 95
4	CPJL-7-8-4	Montecillo 95
5	CPJL-8-7-4	Montecillo 95
6	CPJL-10-1-4	Montecillo 95
7	CPJL-21-1-4	Montecillo 95
8	CPJL-22-4-4	Montecillo 95
9	CPJL-24-5-4	Montecillo 95
10	CPJL-25-8-4	Montecillo 95

Durante el ciclo Otoño-Invierno de 1997-98 en las instalaciones del Colegio de Postgraduados en Montecillo, México, para formar un dialélico completo se establecieron plantas de las 10 líneas en un invernadero con cubierta de cristal, bajo un sistema hidropónico suministrando solución nutritiva universal de Steiner a 0.0707 MPa (0.7 atm) de presión osmótica, a través de riego por goteo. La distribución de plantas fue al azar, arregladas en hileras dobles, conducidas a dos tallos. Los cruza- mientos se realizaron manualmente siguiendo la metodo- logía señalada por Figueroa (1990), mientras que los frutos y la semilla obtenidos se procesaron según las indicaciones de Carvalho y Nakagawa (1988).

Para la prueba de germinación en laboratorio, se colo- caron tres repeticiones de 25 semillas de cada genotipo sobre papel filtro en una caja petri, se humedecieron con solución de nitrato de potasio 0.2% y se regaron diaria- mente con la misma solución. Las cajas se introdujeron a una cámara de germinación, ajustada a 25°C y luz blanca las 24 horas, durante 14 días. Los primeros datos se obtu- vieron al cuarto día, al estimar germinación inicial; 10 días después se contaron las plántulas normales, plántulas anormales, semillas duras y semillas muertas (Anónimo, 1999), transformando los resultados a arcoseno (%)<sup>1/2</sup>.

La prueba de emergencia en almácigo se estableció en invernadero el 27 de noviembre de 1998, con dos repeticio- nes de 25 semillas por genotipo. Se colocó una semilla por cavidad, en charolas de 200 cavidades rellenas con arena de tezontle rojo; el riego inicial se hizo con solución de nitra- to de potasio a 0.2% y posteriormente se regó diariamente con agua. La velocidad de emergencia se estimó de acuer- do con Maguire (1962); y al final de la prueba se obtuvo la emergencia total, expresada como arcoseno (%)<sup>1/2</sup>. Para estimar el peso seco total de plántulas y el peso seco pro- medio de plántula, durante 4 días se extrajeron y sometie- ron a secado en estufa a 70°C por 3 días, las plántulas que presentaron la primer hoja verdadera.

En ambas pruebas se empleó el diseño experimental de bloques completos al azar; en todas las variables se realizaron los análisis de varianza para el diseño experimental, y para el diseño genético de acuerdo al método I de Griffing (1956), y a partir de él las estimaciones de las componentes de varianza bajo el modelo II de efectos aleatorios, empleando el paquete diseñado por Mastache (1998). Las esperanzas de los cuadrados medios y los criterios en la prueba de significancia de los efectos, se aplicaron de acuerdo a Griffing (1956). Con los cuadrados medios del análisis de varianza para el diseño genético se obtuvieron los estimadores de los componentes de varianza empleando las relaciones presentadas por Martínez (1983). El nivel de endogamia de las líneas utilizadas se estimó en  $F=7/8$ , y los componentes de la varianza genética se obtuvieron de acuerdo a Cockerham y Kempthorne (citados por Martínez, 1983). Para la interpretación genética bajo endogamia parcial, y dado que el grado de endogamia es conocido y constante para todas las líneas, se consideraron las siguientes relaciones (Martínez, 1983), asumiendo que no existieron efectos epistáticos:

$$v^2A = 32/15 v^2g \quad v^2D = 256/225 v^2s \quad v^2G = v^2A + v^2D$$

La heredabilidad se calculó en sentidos amplio y restringido en base a las relaciones establecidas por Johansen y Lush (citados por Molina, 1992). Los estimadores de aptitud combinatoria general (ACG) y de efectos maternos (EM) para cada progenitor se calcularon empleando el paquete estadístico de Mastache (1998) para SAS, obteniendo el mejor predictor lineal insesgado (MPLI); y los estimadores de aptitud combinatoria específica (ACE) y de efectos recíprocos (ER) para cada cruce de acuerdo con Griffing (1956).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Prueba de germinación

En los análisis de varianza para el diseño experimental (Cuadro 2), y genético (Cuadro 3) se presentaron diferencias significativas entre genotipos para las cinco variables estimadas, indicando la existencia de variación genética. Variación igualmente encontrada por Figueroa (1990) y Rodríguez (1996) en los mismos caracteres en 13 y 25 líneas de jitomate, respectivamente.

**CUADRO 2.** Cuadrados medios obtenidos del análisis de varianza de cinco caracteres de calidad fisiológica de semilla de jitomate, en la prueba de germinación.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Germinación Inicial	Plántulas Normales	Plántulas Anormales	Semillas Duras	Semillas Muertas
Cuadrados Medios						
Repetición	2	5293.45	12.03	180.47	26.68	52.73
Genotipos	99	629.64 ***	405.99 ***	47.15 ***	136.30 ***	291.41 ***
Error	198	167.12	59.23	28.60	42.50	55.17

\*\*\* Significativo a una  $P \leq 0.001$

**CUADRO 3.** Cuadrados medios obtenidos del análisis de varianza del dialélico completo (Método I de Griffing), para cinco caracteres de calidad fisiológica de semilla de jitomate, en la prueba de germinación.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Germinación Inicial	Plántulas Normales	Plántulas Anormales	Semillas Duras	Semillas Muertas
Cuadrados Medios						
Repetición	2	5293.4	12.0	180.4	26.6	52.7
Genotipos	99	629.6 **	405.9 **	47.1 **	136.3 **	291.4 **
ACG	9	2315.9 **	546.0 <sup>NS</sup>	733.4 <sup>NS</sup>	122.3 <sup>NS</sup>	454.2 *
ACE	45	454.1 **	285.4 **	53.6 **	124.9 **	197.0 **
EM	9	741.1 <sup>NS</sup>	931.5 *	71.0 <sup>NS</sup>	234.1 <sup>NS</sup>	629.7 *
ER	36	399.5 **	390.3 **	36.4 <sup>NS</sup>	129.5 **	284.0 **
Error	198	167.1	59.2	28.6	42.5	55.1

\*, \*\*, y <sup>NS</sup>: significativo a una  $P \leq 0.05$ ,  $0.01$  y no significativo, respectivamente.

ACG: aptitud combinatoria general; ACE: aptitud combinatoria específica; EM: efectos maternos; ER: efectos recíprocos.

Los efectos de ACG fueron significativos sólo en germinación inicial y en semillas muertas, y los efectos de ACE en todas las variables; y en contraste, Figueroa (1990) encontró ambos efectos significativos en todas las variables estudiadas. Los valores del estimador de la varianza de ACE son superiores a los de ACG en todas las variables, excepto en plántulas anormales y semillas duras, donde no hubo varianza para ACG (Cuadro 4). En germinación inicial, las varianzas aditiva y de dominancia guardan una proporción similar, en tanto que en plántulas normales y semillas muertas la varianza por efectos dominantes predomina sobre la de tipo aditivo (Cuadro 5).

Los efectos maternos fueron significativos en plántulas normales y semillas muertas, en tanto que los efectos recíprocos resultaron significativos en todas las variables, con excepción de plántulas anormales (Cuadro 3). Los valores del estimador de la varianza para los efectos recíprocos superaron a los de efectos maternos, ejerciendo una influencia importante en la expresión de estos caracteres al comprender entre el 12 y 30% de la varianza fenotípica (Cuadro 4). Los efectos genéticos encontrados coinciden con lo señalado por Georgiev (1991), quien señaló que en germinación de semilla de jitomate a temperaturas óptimas, se presentan efectos aditivos, dominantes y maternos. Fooland y Jones (1991) también encontraron que la capacidad para germinar más rápidamente se transmite a través del progenitor femenino, aunque ninguno de los autores reporta haber encontrado efectos recíprocos.

La heredabilidad de los caracteres incluidos en germinación en sentido amplio y estrecho presentó valores bajos, entre 14 y 38% en el primer caso, e inferiores al 20% en el segundo (Cuadro 5). Sin embargo, la heredabilidad encontrada por algunos autores es variable: Ng y Tigche-laar (citados por Scott y Jones, 1981) obtuvieron en sentido amplio el 97% y en sentido estrecho del 67 al 69%; Scott y Jones (1981) el 42 y 38% respectivamente. Además, en la expresión de los caracteres estuvo presente una alta varianza ambiental, del 32 al 80% de la varianza fenotípica, siendo el carácter menos afectado plántulas normales y el más afectado plántulas anormales.

Los mejores progenitores por su ACG que se espera produzcan efectos positivos para germinación inicial son 7, 1, 9 y 10, (Cuadro 6); y se espera que las 4, 9, 1 y 5, generen menos semillas muertas. Los progenitores 4, 3, 10 y 1 empleados como hembras tenderán a incrementar la cantidad de plántulas normales, y reducir la de semillas muertas (Cuadro 6).

De acuerdo a los valores de ACE (datos no mostrados), las mejores combinaciones híbridas para las variables de germinación son 4 x 8 y 1 x 2 que presentan mejor germinación inicial y final, y menor cantidad de plántulas anormales y de semillas duras y muertas. De acuerdo con los efectos recíprocos resaltan las cruas 10 x 6 y 8 x 2.

**CUADRO 4. Estimadores de los componentes de varianza para cinco caracteres de calidad fisiológica de semilla de jitomate, evaluados en la prueba de germinación.**

Varianza	Germinación Inicial	Plántulas Normales	Plántula Anormales	Semillas Duras	Semillas Muertas
Aptitud Combinatoria General	31.06	4.38	0.00	0.00	4.31
Aptitud Combinatoria Específica	52.56	41.42	4.59	15.09	25.98
Efectos maternos	5.69	9.02	0.57	1.74	5.76
Efectos recíprocos	38.73	55.18	1.30	14.50	38.15
Ambiental	167.12	59.22	28.60	42.50	55.17
Fenotípica	331.91	182.62	35.63	72.57	139.44

**CUADRO 5. Valores estimados de la varianza genética y sus componentes, y heredabilidades en sentido estrecho ( $h^2$ ) y amplio ( $H^2$ ), para cinco caracteres de calidad fisiológica de semilla de jitomate, evaluados en la prueba de germinación.**

	Germinación Inicial	Plántulas Normales	Plántula Anormales	Semillas Duras	Semillas Muertas
<b>Varianzas</b>					
Aditiva	66.26	9.34	0.00	0.00	9.19
Dominante	59.80	47.13	5.22	17.17	29.56
Genética	126.06	56.47	5.22	17.17	38.75
<b>Heredabilidad (%)</b>					
Sentido estrecho	19.96	5.11	0.00	0.00	6.59
Sentido amplio	37.98	30.92	14.65	22.72	27.79

**CUADRO 6.** Estimación del mejor predictor lineal inesgado para los efectos de aptitud combinatoria general y maternos de diez progenitores de jitomate para caracteres de calidad fisiológica de semilla, evaluados en la prueba de germinación.

Progenitor	Aptitud Combinatoria General		Efectos maternos	
	Germinación Inicial	Semillas Muertas	Plántulas Normales	Semillas Muerta
1	5.06	-1.37	1.22	-1.43
2	-8.86	1.69	-1.51	1.65
3	-1.56	-0.10	2.38	-1.73
4	-2.52	-2.68	4.00	-2.89
5	-1.77	-1.00	-0.84	0.87
6	-4.09	1.19	-2.73	1.77
7	6.78	1.06	-1.17	0.98
8	-1.35	0.37	-2.96	2.29
9	4.48	-1.39	-0.20	-0.05
10	3.84	2.21	1.81	-1.46

### Prueba de emergencia

Solamente para la velocidad y el porcentaje de emergencia (Cuadro 7) existen diferencias ( $P \leq 0.10$ ) entre genotipos en los análisis de varianza para el diseño experimental y ( $P \leq 0.05$ ) para el diseño genético (Cuadro 8), indican la presencia de variación genética, que también ha sido

observada en jitomate (Figuroa, 1990; Rodríguez, 1996), en frijol (Gómez, 1992) y en maíz (Rodríguez, 1987). En los pesos secos totales por plántula y promedio por plántula no hubo diferencias significativas entre genotipos debido posiblemente a que se eliminaron las diferencias entre genotipos al extraerse las plántulas conforme alcanzaron el estado de primera hoja verdadera.

Únicamente los efectos de ACE fueron significativos en la velocidad y porcentaje de emergencia; además de los efectos recíprocos en el primer carácter, lo cual no coincide con Ajala y Fakorede (1988) y Figuroa (1990) en maíz y jitomate, respectivamente; dado que encontraron efectos de ACG y ACE en ambos caracteres. Como resultado, la varianza genética quedó compuesta en su totalidad por varianza de tipo dominante (Cuadro 10), acompañada de efectos recíprocos en la velocidad de emergencia (Cuadro 9) que representaron el 10.4% de la varianza total.

Por lo anterior, sólo se tuvo estimación de la heredabilidad en sentido amplio con valores bajos de 12% en ambos caracteres; aunque algunos autores reportan heredabilidades de diferente nivel, por ejemplo, El-Sayed y John (citados por Scott y Jones, 1981) en jitomate obtuvieron de 25 a 40%; y en maíz Mock y Eberhart (1972) y Mock y Skralda (1978) indicaron haber obtenido valores altos. Además, la variación ambiental tuvo una participación importante, del 78 al 80% de la varianza.

Las mejores cruzas, según su ACE (datos no mostrados) fueron 2 x 7 y 2 x 8, y con base en sus efectos recíprocos, 9 x 6 y 6 x 2.

**CUADRO 7.** Cuadros medios obtenidos del análisis de varianza de cuatro caracteres de calidad fisiológica de semilla de jitomate, en la prueba de emergencia.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Emergencia Total	Velocidad de Emergencia	Peso Seco Total de Plántulas	Peso Seco por Plántula
Cuadros Medios					
Repetición	1	549.53	0.359	0.1066	0.0001886
Genotipos	99	214.36*	0.241*	0.0028 <sup>NS</sup>	0.0000028 <sup>NS</sup>
Error	99	160.42	0.174	0.0024	0.0000027

\* y <sup>NS</sup>: Significativo a una  $P \leq 0.10$  y no significativo, respectivamente.

**CUADRO 8.** Cuadros medios obtenidos del análisis de varianza del dialélico completo (Método I de Griffing), para cuatro caracteres de calidad fisiológica de semilla de jitomate, en la prueba de emergencia.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Emergencia Total	Velocidad de Emergencia	Peso Seco Total de Plántula	Peso Seco Promedio por Plántula
Cuadros Medios					
Repetición	1	549.53	0.359	0.1066	0.0001886
Genotipos	99	215.97*	0.242*	0.0029 <sup>NS</sup>	0.0000028 <sup>NS</sup>
ACG	9	142.49 <sup>NS</sup>	0.137 <sup>NS</sup>	0.0013 <sup>NS</sup>	0.0000022 <sup>NS</sup>
ACE	45	237.75*	0.262*	0.0030 <sup>NS</sup>	0.0000032 <sup>NS</sup>
EM	9	141.70 <sup>NS</sup>	0.143 <sup>NS</sup>	0.0027 <sup>NS</sup>	0.0000036 <sup>NS</sup>
ER	36	225.68 <sup>NS</sup>	0.269*	0.0032 <sup>NS</sup>	0.0000023 <sup>NS</sup>
Error	99	160.42	0.174	0.0024	0.0000027

\*, \*\*, y <sup>NS</sup>: significativo a una  $P \leq 0.05$ , 0.01 y no significativo, respectivamente.

ACG: aptitud combinatoria general; ACE: aptitud combinatoria específica; EM: efectos maternos; ER: efectos recíprocos.

**CUADRO 9. Estimadores de los componentes de varianza para cuatro caracteres de calidad fisiológica de semilla de jitomate.**

Varianza	Emergencia Total	Velocidad de Emergencia	Peso Seco Total de Plántulas	Peso Seco por Plántula
Aptitud Combinatoria General	0.00	0.000	0.00000	0.00000
Aptitud Combinatoria Específica	21.25	0.024	1.11 E-7	0.00016
Efectos Maternos	0.00	0.000	3.37 E-8	0.00000
Efectos Recíprocos	16.38	0.023	0.00000	0.00019
Ambiental	160.42	0.174	2.75 E-6	0.00025
Fenotípica	198.05	0.221	2.93 E-6	0.00282

**CUADRO 10. Valores estimados de la varianza genética y sus componentes, y heredabilidad en sentido amplio ( $H^2$ ), para cuatro caracteres de calidad fisiológica de semilla de jitomate.**

	Emergencia Total	Velocidad de Emergencia	Peso Seco Total de Plántula	Peso Seco por Plántula
Varianzas				
Dominante	24.18	0.0273	1.26E-8	1.82E-4
Genética	24.18	0.0273	1.26E-8	1.82E-4
Heredabilidad (%)				
Sentido. amplio	12.20	12.36	4.30	6.45

## CONCLUSIONES

De los resultados anteriores es posible establecer que los efectos se hicieron más evidentes en la prueba de germinación que en la prueba de emergencia, dado que la variación ambiental es menor en la primera.

En los caracteres de calidad fisiológica de semilla: plántulas normales, plántulas anormales, y semillas duras en germinación; velocidad de emergencia y emergencia total, predominaron los efectos genéticos de tipo dominante, cuya variabilidad puede ser aprovechada a través del mejoramiento por hibridación.

En los caracteres germinación inicial y semillas muertas estuvieron presentes efectos aditivos y dominantes, de igual magnitud en el primero de los caracteres, y con predominancia de los dominantes en el segundo; y a pesar de los bajos valores de heredabilidad en sentido estrecho y amplio, la variación genética existente en estos caracteres puede ser explotada mediante selección e hibridación.

En el mejoramiento por hibridación pueden utilizarse las cruas CPJL-7-8-4 x CPJL-22-4-4, y CPJL-1-2-1 x CPJL-2-2-, en las cuales se combinan altos niveles de germinación inicial y total, y de emergencia; rapidez de emergencia; y bajos niveles de semillas duras y muertas.

En el mejoramiento por selección es posible combinar los caracteres germinación inicial y semillas muertas en los progenitores CPJL-1-2-1 y CPJL-24-5-4 que resultaron aceptables con base en su aptitud combinatoria general. Las líneas CPJL-1-2-1, CPJL-3-2-1, CPJL-7-8-4 y CPJL-25-8-4 se pueden emplear como progenitores hembra con el propósito de mejorar la germinación y reducir el número de semillas muertas.

## LITERATURA CITADA

- AJALA., S. O.; FAKOREDE, M.A.B. 1988. Inheritance of seedling vigour and its association with mature plant traits in a maize population at two levels of inbreeding. *Maydica* 33: 121-129.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. 1988. Semillas; Ciencia, Tecnología y Producción. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. pp. 188-191.
- CARBALLO C., A. 1990. La enseñanza de la producción de semillas en el Colegio de Postgraduados, pp. 37-50. *In*: Análisis de la Enseñanza, Producción e Investigación de Semillas en México. J. Molina; J.A. Estrada; M. Livera; V.A. González (eds.). Ed. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México.
- 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 Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 110 p.
- FOOLAND, M.R.; JONES, R.A. 1991. Genetic analysis of salt tolerance during germination in *Lycopersicon*. *Theoretical and Applied Genetics* 81: 321-326.

- GEORGIEV, H. 1991. Heterosis in tomato breeding, pp.: 83-98 *In*: Genetic Improvement of Tomato. G. Kalloo (ed.) Ed. Springer-Verlag. Germany.
- GÓMEZ G., O.J. 1992. Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) considerando longevidad y vigor de semillas como criterios iniciales de selección. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 88 p.
- GRIFFING, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian Journal of Biological Science 9: 463-493.
- MAGUIRE, J.D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science 27(1): 176-177.
- MARTÍNEZ G., A. 1983. Diseños y Análisis de Experimentos de Cruzas Dialélicas. Ed. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 252 p.
- MARTÍNEZ L., A. 1987. Comportamiento de la germinación y el vigor de plántula en líneas e híbridos de maíz (*Zea mays* L.) como respuesta al envejecimiento acelerado de semillas. Tesis Profesional. FES Cuautitlán. UNAM. Cuautitlán Izcalli, México. 88 p.
- MASTACHE L., A. A. 1998. Los mejores predictores lineales e insesgados en diseños de cruza dialélicas. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 105 p.
- MOCK, J.J.; Eberhat, S.A.. 1972. Cold tolerance in adapted maize populations. Crop Science 12: 466-469.
- MOCK, J.J.; SKRALDA, W.H. 1978. Evaluation of maize plant introductions for cold tolerance. Euphytica 27: 27-32.
- MOLINA G., J.D. 1992. Introducción a la Genética de Poblaciones y Cuantitativa. Ed. AGT Editor, S.A. D.F., México. 349 p.
- PERRY, D.A. 1984. Report to the vigour test committee 1980-1983. Seed Science and Technology 12: 287-299.
- RODRÍGUEZ G., E. 1987. Evaluación de líneas de maíz por su comportamiento en la prueba de envejecimiento acelerado. Tesis Profesional Ingeniero Agrícola FES-C Cuautitlán UNAM. Cuautitlán Izcalli, México. 78 p.
- RODRÍGUEZ G., E. 1996. Evaluación y selección de líneas como progenitores para la producción de híbridos de jitomate. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 124 p.
- SCOTT, S.J.; JONES, R.A. 1981. Low temperature seed germination of *Lycopersicon* species evaluated by survival analysis. Euphytica 48: 239-244
- SCOTT, S.J.; JONES, R.A. 1990. Generations means analysis of right-censored response-time traits: Low temperature seed germination in tomato. Euphytica 48: 239-244.