

**VARIABILIDAD PARA RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES, Y
CORRELACIONES FENOTÍPICAS EN CHILE SERRANO *Capsicum
annuum* L.***

Sathyaranayanaiah Kuruvadi¹
Moisés Ramírez Meraz²

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el Campo Experimental, al Sur de Tamaulipas (INIFAP), y se evaluaron 20 líneas experimentales, más las variedades comerciales Altamira y Tampiqueño 74, empleados como testigos, bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. El objetivo del estudio fue observar la variabilidad genética, así como estimar parámetros genéticos y correlaciones fenotípicas en este cultivo.

Se encontraron diferencias considerables para las características tales como: rendimiento de frutos, número de frutos por planta, longitud de fruto, diámetro de fruto, altura y días a floración entre los genotipos estudiados. El rendimiento varió entre 5 420 a 15 540 kg/ha y la línea 15 registró un máximo rendimiento de 15 540 kg/ha siguiéndole las líneas 11, 8, 3 y Altamira. Las líneas 15, 11 y 8 manifestaron rendimientos de 23.9, 15 y 0.6 % más, en comparación al testigo (Altamira). En cuanto a los componentes de rendimiento, la línea 5 fue superior para longitud de fruto, la 14 para diámetro de fruto y la 8 para peso promedio de fruto.

Se detectaron valores altos de heredabilidad para los caracteres: rendimiento, número de frutos por planta, longitud de fruto, altura de planta y días a floración. También se observó una correlación positiva y significativa entre rendimiento y número de frutos por planta.

Palabras Clave

Capsicum annuum L., chile serrano, variabilidad, rendimiento.

* Parte de tesis de Maestría

1 Ph.D. Maestro-Investigador del Depto. de Fitomejoramiento, Div. de Agronomía. UAAAN.

2. Tesista de Maestría

SUMMARY

The present investigation was carried out on Southern Experimental Research Station, Tamaulipas during June to December 1988. Twenty germplasm accessions of chile serrano were evaluated using two commercial check varieties (Altamira and Tampiqueño 74). A randomized block design was chosen with three replications. The objective of this study was to observe the genetic variability, to estimate genetic parameters and phenotypic correlations for different agro-nomic traits.

The analysis of variance indicated considerable differences for the following characters: fruit yield, number of fruits/plant, fruit diameter and length, plant height and days to flower among the genotypes. The fruit yield varied between 5.42 to 15.88 t/ha and the line 15 expressed a maximum yield of 15.88 t/ha, followed by the accessions 11, 8, 3 and Altamira. The accessions 15, 11 and 8 manifested 23.9, 15 and 0.6% more yield when compared to check variety Altamira. With respective to yield components the line 5 was superior in fruit length, line 14 for fruit diameter and line 8 for mean fruit weight.

Higher values of broad-sense heritability was recorded for fruit yield, number of fruits/plant, fruit length, plant height and days to flower. A positive and a significant correlation was obtained between fruit yield and number of fruits/plant.

INTRODUCCIÓN

El género *Capsicum* pertenece a la familia Solanaceae y comprende cinco importantes especies cultivadas: *Capsicum annuum* L., *C. frutescens* L., *C. chinense* Jacquin, *C. pendulum* W. y *C. pubescens* Ruiz y Pavón. Estas cinco especies fueron derivadas en distintos centros de origen. México es el primer centro de origen de *C. annuum* y Guatemala su centro secundario (Greenleaf, 1986). El chile serrano es un miembro de la especie *C. annuum* y se encuentra distribuido en casi todo el país; sobresalen los Estados de Hidalgo, San Luis Potosí, Veracruz (Centro), Nayarit, Tamaulipas (Sur), Puebla y Nuevo León, además de otras pequeñas áreas en diferentes Estados de México.

Este cultivo se siembra anualmente en aproximadamente 15 mil hectáreas, con un rendimiento promedio de 11.1 t/ha. En años recientes los rendimientos de chile serrano aumentaron debido a la utilización de variedades mejoradas y al empleo de un paquete tecnológico más eficiente. Actualmente en todas las áreas cultivadas se siembra la variedad Tampiqueño 74, que cubre casi el 80% del área sembrada; en el resto, se explotan cultivares criollos o los recientemente liberados Altamira y Pánuco.

En chile serrano existe una amplia gama de variabilidad genética para diferentes características agronómicas, pero como en este cultivo no existen muchos avances en el mejoramiento genético, es relativamente fácil obtener progreso considerable en corto tiempo.

Es muy importante estudiar la variabilidad para diferentes características cuantitativas en las líneas del banco de germoplasma de chile serrano, e identificar líneas sobresalientes para cada rango y su utilización en los programas de hibridación, y así obtener recombinantes nuevos para la formación de variedades de alto rendimiento. En esta investigación se evaluaron 22 líneas con el objetivo de estudiar variabilidad para diferentes características agronómicas, además de estimar parámetros genéticos y correlaciones fenotípicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el Campo Experimental Sur de Tamaulipas (CESTAM-INIFAP) durante el período comprendido entre junio de 1988 a enero de 1989.

En este estudio se utilizaron 20 líneas del banco de germoplasma del programa de hortalizas del CESTAM, y como testigos las variedades comerciales Tampiqueño 74 y Altamira (Cuadro 1). Estos recursos genéticos poseen diferencias en características biométricas tales como: rendimiento, longitud, tamaño y peso de fruto, número de ramas, altura, días a floración, cobertura y tolerancia a condiciones adversas, además de que fueron colectadas por el INIFAP en los diferentes Estados del país, por lo que poseen diversidad geográfica.

Cuadro 1. Genealogía de los recursos genéticos utilizados en el estudio.

Línea No.	Genealogía	Línea No.	Genealogía
1	CHISER-437 (8M)-2-3 (A)	13	CHISER-432-(8M)-4-1 (R)
2	CHISER-437-(8M)-9-1 (A)	14	CHISER-200-(10M)-6
3	CHISER-420-(8M)-13-9 (R)	15	CHISER-358-(10M)-15 (A)
4	CHISER-375-(10M)-7 (R)	16	CHISER-347-(10M)-7-1
5	CHISER-420-(8M)-14-1-PG (R)	17	CHISER-288-(10M)-4
6	CHISER-304-(10M)-4 (MB)	18	CHISER-423-(8M)-12
7	CHISER-304-(10M)-11	19	CHISER-304-(10M)-10
8	CHISER-366-(10M)-6-1 (R)	20	CHISER-245-(10M)-9
9	CHISER-368(10M)-5 (R)	21	ALTAMIRA
10	CHISER-340(10M)-11		
11	CHISER-366-(10M)-4-6-1-2 (R)	22	TAMPIQUEÑO 74
12	CHISER-420-(8M)-13 (R)		

Los materiales se sembraron en módulos de poliestireno en los invernaderos del CESTAM la última semana de junio. En el terreno se realizaron previamente las labores de barbecho, ristra, crusa, nivelación y surcado y las plántulas se trasplantaron en forma manual individual la segunda semana de agosto, con una separación de 30 cm entre plantas y 80 cm entre surcos. La parcela experimental se constituyó por un surco de 3 m de longitud con 10 plantas, y se utilizó un diseño estadístico de bloques al azar con tres repeticiones.

Se aplicaron 180 kg de N/ha; 50% antes de trasplante y el resto al inicio de floración. Se proporcionaron sólo cuatro riegos después del trasplante debido a que se recibieron precipitaciones frecuentes durante el desarrollo del cultivo. Para el control de maleza se aplicó el producto Difenamida 50, en dosis de 8 kg/ha, a los ocho días después del trasplante, así como los insecticidas recomendados por el INIFAP para el control de insectos. Se observó en mayor grado la presencia de mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*, West) y minador de la hoja (*Liriomyza munda* Frick), y en menor cantidad diabrócticas (*Diabrotica spp.*), larvas defoliadoras (diferentes especies), picudo (*Anthonomus eugenii*, Cano) y pulgones (*Myzus persicae* Sulzer). Además de lo anterior, se realizaron todas las prácticas culturales recomendadas por el CESTAM.

En cada tratamiento se etiquetaron cinco plantas individuales al azar con competencia completa y se tomaron datos sobre: rendimiento por planta, número de frutos por planta, peso de 20 frutos, longitud y diámetro de frutos, número de ramas secundarias, altura, cobertura y días a floración.

Los promedios de las diferentes características agronómicas se utilizaron para calcular análisis de varianza, estimación de parámetros genéticos y correlaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (Cuadro 2) indica diferencias altamente significativas para rendimiento total, número de frutos por planta, longitud de fruto, diámetro de fruto, altura y días a floración, revelando una marcada variabilidad para todas las características estudiadas en los recursos genéticos incluidos, lo que sugiere que estas líneas son muy promisorias para incluirse en el mejoramiento genético de chile, para obtener un avance substancial por simple selección. Mora (1974) y Pozo (1981) mencionaron que en chile serrano existe una alta variabilidad para diferentes características agronómicas y que es relativamente fácil el obtener ganancias en poco tiempo.

El coeficiente de variación osciló entre 1.6 a 22.2% para diferentes características agronómicas estudiadas, y estos valores son considerados como aceptables, lo que revela que la conducción del experimento y los resultados fueron altamente confiables.

Cuadro 2. Análisis de varianza para rendimiento, sus componentes y características agronómicas en chile serrano.

Fuente de variación	G.L.	Rendimiento	Número frutos	Cuadradados medios				Cobertura	Días a floración
				Longitud fruto	Diámetro fruto	No. ramas secundarias	Altura		
Rep.	2	7499.1	1575.7	7.7	0.6	6.2	36.6	7.6	2.9
Trat.	21	12113.5**	1451.2**	61.2**	1.6**	15.6 NS	113.0**	104.9 NS	43.0**
Error	42	3573.6	413.1	11.6	0.6	9.6	37.8	56.8	1.5
C.V.	-	22.2	20.8	7.0	7.6	13.6	11.7	12.9	1.6

** Significativa al nivel del 1%

* Significativa al nivel del 5%

NS: No significativo

C.V. Coeficiente de variación

Los promedios para las diferentes características en chile serrano se presentan en el Cuadro 3. El rendimiento varió entre 5 420 y 15 540 kg/ha con promedio de 10 860 kg/ha. La línea 15 registró el máximo rendimiento (15 540 kg/ha) siguiéndole las líneas 11, 8, 3 y Altamira con 14 420, 13 670, 13 210 y 12 540 kg/ha respectivamente, las cuales fueron estadísticamente iguales. Las líneas 15, 11 y 8 registraron mayor rendimiento que la variedad testigo Altamira, superando a ésta con un 23.9, 15 y 0.6% respectivamente. Estas líneas deberán incluirse en ensayos de rendimiento en diferentes localidades, con el fin de identificar líneas superiores para la formación de variedades de chile serrano. El 32.6% de la producción total se obtuvo en la tercera cosecha y le siguió la primera (26.6%), cuarta (25.1%) y segunda cosecha (15.7%).

El carácter número de frutos varió de 59 a 128, con un promedio de 98 por planta, producto de las cuatro cosechas. La línea 15 presentó el máximo número de frutos (128), seguida de la 11 (125), 12 (121), 7 (117), 13 (117) y otras seis líneas (3, 8, 9, 14, 10 y 4) con una producción de 104 a 116 frutos por planta; todas fueron estadísticamente iguales. Las variedades testigo Altamira y Tampiqueño 74, produjeron un promedio de 82 y 52 frutos por planta, durante los dos meses en que se realizaron las cuatro cosechas. La mayoría de las líneas estudiadas produjeron más frutos en comparación a la variedad Altamira, la cual registró el valor máximo dentro de los testigos (Cuadro 3).

Los componentes de rendimiento en chile tales como: número, peso, longitud y diámetro de fruto, son importantes para seleccionar indirectamente genotipos superiores, en el campo. La longitud y diámetro determinan la calidad del fruto, que es un aspecto importante. La longitud de fruto varió de 35 a 57 mm, con un promedio de 48. La línea 5, expresó la máxima longitud de fruto (57 mm) y estadísticamente fue superior a los restantes materiales, mientras que las dos líneas 15 y 19 también produjeron valores altos en relación al resto de los genotipos (Cuadro 3).

En cuanto à la característica diámetro de fruto, se encontraron valores de 11 a 14 mm con un promedio de 12 mm. El genotipo 4 manifestó el mayor diámetro (14 mm) y fue estadísticamente superior. El peso de fruto depende de la longitud, diámetro y grosor del pericarpio así como del tamaño y número de semillas dentro de cada fruto. En este estudio se tomaron 20 frutos al azar en cada tratamiento para determinar el peso promedio de fruto. Se encontró un amplio rango para los valores de peso de 20 frutos variando de 69 a 97 g, con un promedio de 79 g. La línea 8 registró el máximo valor de 97 g por 20 frutos, seguida de la 16 (90 g), 6 (88 g), 5 (87 g), 15 (86 g), 2 (85 g), estas líneas presentaron pesos altos en comparación a los testigos Altamira y Tampiqueño 74 los cuales produjeron 77 y 82 g respectivamente.

El número de ramas secundarias es una característica muy importante para contribuir al rendimiento total de la planta según afirman Singh y Singh (1976),

Cuadro 3. Promedios para diferentes características agronómicas en chile serrano.

- Genotípo	Rendto. kg/ha	No. de frutos	Long. de fruto (mm)	Diám. de fruto (mm)	Peso de 20 frutos secundarias (g)	No. ramas	Altura (cm)	Cobertura (cm)	Días a floración
1	8 420	86	50	11	74	20	44	54	73
2	11 370	91	50	12	85	20	51	67	74
3	13 210	116	49	13	77	25	60	67	76
4	10 920	107	35	14	69	22	51	59	75
5	8 710	73	57	11	87	26	56	74	76
6	9 170	67	50	13	88	21	52	59	76
7	12 170	117	50	12	77	21	48	64	75
8	13 670	116	49	13	97	23	52	71	74
9	12 420	113	50	12	77	21	53	64	71
10	12 120	109	49	12	82	27	67	67	79
11	14 420	125	49	12	78	21	51	62	75
12	12 620	121	42	12	70	21	46	49	74
13	10 710	117	45	12	71	22	54	60	76
14	11 120	111	47	13	78	24	47	56	73
15	15 540	128	52	12	86	26	48	58	80
16	11 120	96	47	13	90	21	43	59	75
17	7 040	72	50	11	75	25	52	63	79
18	5 420	59	43	12	72	23	51	56	80
19	8 750	98	52	12	76	26	57	71	82
20	10 080	93	46	13	79	21	58	65	80
X Líneas	10 960	101	48	12	79	23	52	62	76
Altamira	12 540	82	46	13	77	23	64	63	81
Tampiqueño 74	7 250	51	47	13	82	24	57	58	88
X Testigo	9 900	67	47	13	80	24	61	61	85
X General	10 860	98	48	12	79	23	53	62	78
DMS 5%	3 740	33.42	5.60	1.31		5.10	10.11	12.71	2.01

Raju *et al.* (1985) y Joshi y Singh (1985). Las líneas con mayor cantidad de ramificaciones producen más cantidad de flores, y por cada ramificación o bifurcación hay potencialmente un fruto. Se encontraron diferencias muy ligeras en la producción de ramas secundarias con una variación de 20 a 27, con un promedio de 23 y las líneas 10, 15, 19 y 5 produjeron mayor número de ramas secundarias.

La altura de planta varió de 43 a 67 cm, con un promedio de 53; las líneas 10, Altamira y 3 presentaron los máximos valores con 67, 64 y 60 cm, siendo estadísticamente iguales y superiores al resto; mientras que las líneas 16, 1, 12, 14, 7, 15, 4 y 18 fueron estadísticamente iguales para altura baja con valores de 43 a 51 cm.

La característica días a floración también influye indirectamente en el rendimiento en chile serrano. Por lo general, las líneas tempranas producen rendimientos más bajos en relación a las tardías considerando producción total; sin embargo, son superiores considerablemente en el primer período de producción a las tardías. El carácter días a floración tuvo un rango de 71 a 88 y las líneas 9, 1 y 14 fueron aproximadamente 25 días más tempranas que el testigo Tampiqueño 74, que fue el más tardío de los materiales evaluados.

Las características deseables no se encontraron en un sola variedad, pero fueron localizadas en diferentes líneas; por lo tanto, las líneas citadas con valores altos de cada característica se tendrán que utilizar como progenitores en los programas de hibridación para obtener nuevos recombinantes.

En la presente investigación se estimó la heredabilidad en sentido amplio (Cuadro 4), y se encontró que los caracteres rendimiento, número de frutos por planta, longitud de fruto, altura de planta y días a floración, presentaron valores altos

Cuadro 4. Varianza genética (Vg), varianza fenotípica (Vf) y heredabilidad en sentido amplio (h²) para rendimiento y otras características agronómicas en chile serrano.

Características	Vg	Vf	h ² (%)
Rendimiento	2846.6	4037.8	70.5
No. frutos/planta	346.0	483.7	71.5
Longitud del fruto	16.5	20.4	81.0
Diámetro de fruto	0.3	0.5	59.4
No. ramas secundarias	2.0	5.2	38.4
Altura de planta	25.1	37.7	66.5
Cobertura de planta	15.1	35.0	43.1
Días a floración	13.9	14.4	96.5

altos de heredabilidad con 70.5, 71.5, 81.0, 66.5 y 96.5% respectivamente, por lo que la selección para estos caracteres será efectiva; resultados similares fueron obtenidos por Nair *et al.* (1983). Los valores de heredabilidad para cobertura de planta, número de ramas secundarias y diámetro de fruto fueron de 43.1, 38.4 y 59.4% respectivamente, mismos que se pueden considerar como intermedios para heredabilidad, por lo que será difícil lograr avances substanciales de mejoramiento en ellos.

El estudio de las correlaciones entre diferentes pares de caracteres es útil en la clasificación de las características importantes y no importantes en los programas de selección (Kuruvadi, 1986).

En esta investigación se encontraron correlaciones positivas y significativas para rendimiento con número de frutos por planta, peso de fruto con longitud de fruto, así como una altura de planta con cobertura y días a floración. Como número de frutos es un carácter asociado a rendimiento, es importante también ver qué lo está afectando, y se observó que está asociado en forma negativa y significativa con días a floración (Cuadro 5), lo que indica que los materiales con más días a floración tendrán menor cantidad de fruto en los primeros dos meses de cosecha.

Cuadro 5. Correlaciones fenotípicas entre diferentes pares de caracteres en chile serrano.

	No. frutos	Peso fruto	Long. fruto	Diám. fruto	No. ramas secun- darias	Altura	Cobertura	Días a floración
Rendimiento	0.819**	0.234	0.138	0.290	-0.162	-0.007	0.006	-0.291
No. frutos		-0.007	-0.005	-0.009	-0.120	-0.172	0.003	-0.510*
Peso de fruto			0.536*	0.134	0.082	-0.001	0.391	-0.001
Longitud de fruto				-0.535*	0.265	0.005	0.480*	0.002
Diámetro fruto					-0.160	0.008	-0.143	0.114
No. ramas secundarias						0.394	0.404	0.457
Altura							0.564**	0.473*
Cobertura								0.006

** Significativo al 1%

* Significativo al 5%

CONCLUSIONES

1. Existe una variabilidad considerable para rendimiento y sus componentes en los materiales estudiados.

2. En esta investigación las líneas 15, 11, 8 y 3, sobresalieron en el rendimiento, y las líneas 15 y 11, expresaron 23.9 y 15% más rendimiento que el testigo Altamira.
3. Sobresalieron para los componentes de rendimiento las líneas: 5 en longitud de fruto, 14 para diámetro de fruto, 8 para peso promedio de fruto, y 11 líneas expresaron mayor número de frutos por planta.
4. Los caracteres rendimiento, número de frutos por planta, longitud de fruto, altura de planta y días a floración, presentaron valores altos para heredabilidad.
5. Se encontró una correlación positiva y altamente significativa para rendimiento con número de frutos.

LITERATURA CITADA

- Greenleaf, W.H. 1986. Pepper breeding In Bassit, J. (Ed.). Breeding Vegetable Crops. AVI Publishing Co. Inc. USA: 67-134.
- Joshi, S. y B. Singh. 1985. Genotypic and phenotypic paths to fruit yield in sweet pepper *C. annuum* L. Pl. Breed. Abstr. 55 (7):627.
- Kuruvadi, S. 1986. Utilidad de las correlaciones en el mejoramiento genético de los cultivos. COMUNNA-UAAAAN 129:10-11.
- Mora, P., C. 1974. El chile serrano *Capiscum annuum* y su mejoramiento genético en la República Mexicana. Separata 400. Campo Experimental Sur de Tamaulipas, Tampico, México. 7 p.
- Nair, P.N., M.K. George y V. Gopinathan N. 1983. Estimation of variability and genetic parameters in chillies. Indian Cocoa, Areca nut and Spices Journal 7 (4):115-117.
- Pozo, C., O. 1981. Descripción de tipos y cultivares de chile *Capiscum* spp. en México. SARH, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Folleto Técnico No. 77. México. 40 p.
- Raju, D.N.N., D.P. Singh y C.S. Pathak. 1985. Biometrical studies in *Capiscum* (*Capiscum annuum*) L. var. *grossum* Sendt. I. Heritability and correlations. Pl. Breed. Abstr. 55 (5):444.
- Singh, A. and H.N. Sing. 1976. Component of variance and degree of dominance for yield-contributing traits in chilli. Ind. J. Agr. Sci. 46(8):376-381.