

EVALUACION AGRONOMICA DE CULTIVARES DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum*), EN ALAJUELA, COSTA RICA

Carlos Echandi¹, Marco Moreira ¹

RESUMEN

Evaluación agronómica de cultivares de chile jalapeño (*Capsicum annuum*), en Alajuela, Costa Rica. Se estableció un experimento para evaluar el comportamiento agronómico de ocho genotipos comerciales de chile jalapeño. Este trabajo se realizó, bajo condiciones de riego por gravedad, durante el período comprendido entre el 19 de diciembre de 1995 y el 5 de junio de 1996, en la finca la Hilda ubicada en San Pedro de Poás, provincia de Alajuela, a una elevación de 1250 msnm. Los genotipos se dispusieron en el campo en un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en asociación con una plantación joven de cardamomo (*Elletaria cardamomum*). Las principales variables de respuesta evaluadas fueron las siguientes: días a floración (50% de plantas con flores abiertas), el peso y el número de frutos comerciales y no comerciales, y la incidencia de enfermedades, especialmente, virales. El análisis del rendimiento acumulado permitió agrupar a los genotipos en dos categorías: los materiales mejorados en los Estados Unidos y los de origen mexicano. Los primeros presentaron un rendimiento superior en 7,5 t/ha de frutos comerciales comparados con los de origen mexicano. La superioridad en el rendimiento de los genotipos del grupo estadounidense se fundamentó en una mayor prolificidad (número de frutos/planta), mayor peso de 100 frutos, mayor número de plantas cosechadas y en una menor susceptibilidad a enfermedades virales. Estos resultados evidenciaron la importancia de obtener genotipos con tolerancia a enfermedades virales para la producción de chile jalapeño, bajo las condiciones ambientales en que se desarrolló este experimento.

Palabras clave: *Capsicum annuum*, genotipos, ensayos de variedades, características agronómicas, Costa Rica.

ABSTRACT

Agronomic evaluation of "jalapeño" pepper cultivars (*Capsicum annuum*) in Costa Rica. An assay was conducted to evaluate the agronomic behavior of eight commercial genotypes of "Jalapeño" pepper. The trial was established under the condition of surface irrigation in the period from December 19, 1995 to June 5, 1996 in the La Hilda farm, located in San Pedro de Poas-Alajuela, Costa Rica, at 1250 masl. The genotypes were inter-cropped within a young cardamom (*Elletaria cardamomum*) plantation, using a Complete Randomized Block experimental design with four replications. The main variables evaluated were: days to blooming (DTB-50% of the plants with open flowers), number and weight of marketable and rejected fruits and the incidence of diseases, mainly viral diseases. The analysis of the accumulated yield allowed to gather the genotypes into two categories: the materials bred in the United States of America and those of Mexican origin. The former genotypes outyielded the Mexicans by 7.5 t/ha of marketable fruits. This superiority in yield is based on a higher prolificity (number of fruits/plant) of the genotypes, higher weight of 100 fruits, larger number of harvested plants and a lesser susceptibility to viral diseases. These results prove the need to produce tolerant genotypes, of "Jalapeño" pepper, to viral diseases under the environmental conditions in which this trial was conducted.

Keywords: *Capsicum annuum*, genotypes, variety trials, agronomic characters, Costa Rica.

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

INTRODUCCION

El cultivo del chile jalapeño tiene un amplio rango de adaptación a diferentes zonas ecológicas, por lo cual es posible cultivarlo en casi todo el país. Las principales zonas de siembra se ubican en el Valle Central (Alajuela, Cervantes), el Pacífico Seco (Guanacaste) y Pacífico Central (Orotina). Actualmente, se cultivan alrededor de 250 hectáreas por año, especialmente, en las regiones del Valle Central Occidental y el Pacífico Seco (Zamora, J.L.^{1/} 1996, comunicación personal). El producto tiene una gran demanda en la industria local y además, existe un importante mercado en Centro América y en los Estados Unidos de Norteamérica, donde la demanda es creciente, tanto en la población latina como en la sajona. En los últimos años, han surgido numerosas empresas dedicadas al procesamiento del chile jalapeño, motivadas por la industrialización de un producto con un alto valor agregado (Cooper, *et al.* 1993).

La evaluación del potencial de producción de los materiales genéticos de chile jalapeño juega un papel importante para la producción exitosa a nivel comercial en nuestro país. El uso de variedades mejoradas para otros ambientes (clima templado o subtropical), ha creado una dependencia de insumos de fitoprotección, los cuales no solo contaminan el ambiente, sino que encarecen los costos de producción (Calvo, *et al.* 1992).

La información sobre la evaluación de genotipos comerciales de chile jalapeño, tanto en Costa Rica como a nivel latinoamericano, es escasa y poco consistente. Prácticamente, la información disponible es producto de la evaluación y caracterización de materiales provenientes de bancos de germoplasma.

Saborío y colaboradores (1994), mencionaron que hace algunos años se introdujeron al país dos cultivares de chile jalapeño procedentes de Méxi-

co, denominados "Jarocho" y "Papaloapán". Las principales características favorables que se le atribuyen a estos materiales son una muy buena forma y firmeza del fruto, que se ajusta a los estándares de exportación del producto procesado, y la tolerancia a la mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris*). No obstante, debido a la poca estabilidad genética de esos materiales para ese entonces, no se había podido estimar el potencial de producción de líneas derivadas de esta población.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico de los mejores ocho genotipos de chile jalapeño seleccionados de 58, que fueron preliminarmente observados, durante la etapa de introducción de germoplasma comercial.

MATERIALES Y METODOS

Los ocho genotipos evaluados y su procedencia se describen en el Cuadro 1. El experimento se realizó durante el período comprendido entre el 19 de diciembre de 1995 y el 5 de junio de 1996, en la finca la Hilda ubicada en San Pedro de Poás, provincia de Alajuela, a una elevación de 1250 msnm.

Los tratamientos se dispusieron en el campo bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Como prueba complementaria para determinar la diferencia entre los genotipos se utilizó la prueba de contrastes ortogonales para comparaciones previamente planeadas. La unidad experimental consistió de dos hileras de 23 plantas espaciadas a 1,2 m entre ellas y a 0,4 m entre plantas (22,08 m²).

Las plántulas se trasplantaron después de 25 días de la etapa de almácigo en ambiente protegido para insectos vectores de virus. El manejo agronómico se realizó de acuerdo con las prácticas

² Gerente Agrícola, Compañía Orcafé S.A.

Cuadro 1. Procedencia de los genotipos comerciales de chile jalapeño evaluados en el experimento. Poás, Alajuela, Costa Rica. 1995-1996.

Genotipos	Procedencia
Hot	Compañía Asgrow, Estados Unidos
M-Asgrow	Compañía Asgrow, Estados Unidos
TAM Veracruz	Compañía Peto Seed, Estados Unidos
Hot Jalapeño	Selección avanzada del programa de mejora genética de Texas A&M, Estados Unidos
Jalapeño M	Compañía Peto Seed, Estados Unidos
Ebano	Compañía Sun Seeds, Estados Unidos
Mex-33	Selección de poblaciones de Jarocho y Papaloapán, México
Mex-40	Selección de poblaciones de Jarocho y Papaloapán, México

recomendadas para una plantación comercial por parte del Programa de Hortalizas de la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno (EEFBM).

Se utilizó un sistema de siembra en asocio con una plantación joven de cardamomo (*Elletaria cardamomum*) de modo que las parcelas experimentales se ubicaron entre dos hileras de cardamomo espaciadas a 3 m entre sí. Bajo este sistema el chile jalapeño se manejó a una densidad de siembra de 16667 plantas por hectárea. Para mantener la humedad del suelo durante la época seca se utilizó riego superficial por surcos. La cosecha se inició el 23 de febrero y se realizaron siete cosechas espaciadas cada trece días.

Las variables evaluadas fueron los días a floración (50% de las plantas de la unidad experimental con flores abiertas), número de plantas cosechadas por parcela al momento de cada cosecha, número de plantas con síntomas con enfermedades virales por parcela al momento de la primera y cuarta cosechas, tasa de incremento de la incidencia de enfermedades virales, número de frutos totales por parcela y los siguientes componentes del rendimiento (Poulos 1994): número de frutos comerciales (frutos con una longitud de 5 cm y un diámetro a nivel de hombro de 2,5 cm), número de frutos no comerciales (frutos con una longitud < 5 cm y diámetro < 2,5 cm o deformes), peso de

frutos totales, peso de frutos no comerciales y peso promedio por fruto.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los genotipos estadounidenses en promedio fueron significativamente ($P \leq 0,01$) casi 9 días más precoces que los mexicanos (Cuadros 2 y 3). Entre los materiales estadounidenses existieron diferencias importantes en cuanto a esta misma variable. Así, los materiales más precoces fueron los genotipos Ebano y Hot, cuyas floraciones se presentaron a los 31 y 36 días después del trasplante, respectivamente.

En lo que respecta a la incidencia de virus se encontró un efecto muy importante del origen del material genético (Cuadros 2 y 3). En ambas evaluaciones se observó una mayor susceptibilidad de los materiales de origen mexicano respecto a los estadounidenses, con diferencias de incidencia de 22,4 y 38,3% ($P \leq 0,01$). Este comportamiento se reafirma para el incremento de la incidencia de virus entre ambas cosechas, en el cual los genotipos mexicanos mostraron un incremento de incidencia 16% superior al de los genotipos estadounidenses ($P \leq 0,01$). La presente respuesta puede atribuirse al esfuerzo por varias décadas tanto en la identifica-

Cuadro 2. Días a floración e incidencia de virosis^{1/} en ocho genotipos de chile jalapeño. Poás, Alajuela, Costa Rica. 1995- 1996.

Genotipos	Días a floración ^{2/}	% plantas con síntomas de virus		Aumento relativo (%) entre cosechas
		Cosecha 1 (Febrero 23)	Cosecha 4 (Abril 22)	
<i>Estadounidenses</i>				
Hot (P.R.)	35,5	17,2	56,5	39,2
M-Asgrow	43,0	17,8	43,2	25,5
TAM Veracruz	34,7	27,5	44,7	17,2
Hot-Jalapeño	39,0	16,8	46,0	29,2
Jalapeño-M	39,8	20,2	53,5	33,2
Ebano	30,8	19,8	58,8	39,0
Media	37,1	19,9	50,5	30,5
<i>Mexicanos</i>				
Mex-33	42,5	38,2	93,5	55,2
Mex-40	49,2	46,2	84,0	37,8
Media	45,8	42,2	88,8	46,5

^{1/} Cada valor representa el promedio de cuatro observaciones.

^{2/} Después del trasplante.

Cuadro 3. Diferencias entre medias de grupos^{1/} para los días a floración e incidencia de virus en genotipos de chile jalapeño. Poás, Alajuela, Costa Rica. 1995-1996.

Comparaciones entre grupos de genotipos ^{2/}	Días a floración	% plantas con síntomas de virus		Aumento relativo (%) entre cosechas
		Cosecha 1 (Febrero 23)	Cosecha 4 (Abril 22)	
Estadounidenses vs Mexicanos	-8,8**	-22,4**	-38,3**	-15,9**
<i>Estadounidenses:</i>				
Casa Asgrow vs Otras	3,2ns	-3,6ns	-0,9ns	2,7ns
Hot (Asgrow) vs M-Asgrow	-7,5**	-0,5ns	13,2ns	13,8*
Texas A&M vs restantes	1,6ns	2,1ns	-10,8ns	-12,9**
TAM-Veracruz vs Hot Jalapeño	-4,2ns	10,8ns	-1,2ns	-12,0*
Jalapeño-M vs Ebano	9,0**	0,5ns	-5,2ns	-5,8ns
<i>Mexicanos:</i>				
Mex-33 vs Mex-40	-6,8*	-8,0ns	9,5ns	17,5**
Coefficiente de variación (%)	9,6	48,7	21,1	24,5

^{1/} Diferencias con "ns", "*" o "**", no son significativas, significativas al 5% o significativas al 1% de probabilidad de error, respectivamente, según Prueba de contrastes mutuamente ortogonales.

ción de fuentes de resistencia como en la incorporación de estos genes a materiales comerciales en programas estadounidenses de mejoramiento (Zitter y Cook 1973; Basset 1986; Villalón, *et al.* 1988; Padgett, *et al.* 1990; Poulos 1994; Villalón, *et al.* 1994). Dentro del grupo estadounidense, resaltó el comportamiento del genotipo TAM Veracruz, el cual mostró el menor incremento de incidencia para síntomas virales entre las dos evaluaciones realizadas. La menor susceptibilidad a virus que presentó este genotipo se debió a que este material es portador de resistencia múltiple a virus (Villalón, *et al.* 1992).

Se correlacionó la incidencia de virus tanto para la primera como para la cuarta cosechas con el incremento de incidencia entre las dos evaluaciones (cosecha uno y cuatro). El alto coeficiente de correlación 0,72 ($P \leq 0,01$) obtenido únicamente entre la incidencia de virus a la cuarta cosecha y el incremento de incidencia entre las dos

evaluaciones, sugiere que los porcentajes de infección inicial al momento de la primera evaluación, no afectaron la respuesta de los materiales a la infección viral durante su ciclo de cultivo. La infección viral adquirida en el campo fue más importante que aquella eventualmente transmitida vía semilla.

Al igual que la tendencia observada para las variables ya discutidas, se notó un efecto muy significativo del origen del material en relación con su capacidad productiva (Cuadros 4 y 5). Los genotipos mejorados en los Estados Unidos superaron en 7,53 y 8,68 t/ha de frutos comerciales y totales respectivamente, a los genotipos mexicanos ($P \leq 0,01$). La mayor capacidad de rendimiento se reflejó también, al analizar el número de frutos comerciales y totales, el número de plantas cosechadas y el peso promedio de 100 frutos, que son componentes del rendimiento y en los cuales, los materiales estadounidenses fueron superiores ($P \leq 0,01$).

Cuadro 4. Rendimiento, prolificidad (frutos/planta), peso de 100 frutos y número de plantas cosechadas por parcela^{1/} durante siete cosechas de ocho genotipos de chile jalapeño en Poás, Alajuela, Costa Rica. 1995-1996.

Genotipos	Rendimiento (t/ha)		Número de frutos por planta		Peso (g) 100 frutos	Número plantas cosechadas
	Total	Comercial	Totales	Comerciales		
<i>Estadounidenses</i>						
Hot (P.R.)	12,82	7,13	47,1	26,1	1636	198
M-Asgrow	18,37	13,72	57,7	42,9	1897	
228TAM Veracruz	12,84	8,91	40,4	27,8	1913	172
Hot-Jalapeño	15,77	11,32	50,4	36,1	1853	220
Jalapeño-M	15,98	10,65	53,0	35,5	1849	208
Ebano	14,50	10,00	46,6	31,9	1886	188
Media	15,05	10,29	49,2	33,4	1839	202
<i>Mexicanos</i>						
Mex-33	6,90	2,83	24,7	9,9	1716	158
Mex-40	5,83	2,67	26,4	12,0	1296	144
Media	6,36	2,75	25,6	11,0	1506	151

^{1/} Cada valor representa el promedio de cuatro observaciones.

Cuadro 5. Diferencias entre medias de grupos^{1/} para el rendimiento, prolificidad (frutos/planta), peso de 100 frutos y número de plantas cosechadas^{1/}. Poás, Alajuela, Costa Rica. 1995-1996.

Comparaciones entre medias de grupos de genotipos ^{2/}	Rendimiento (t/ha)		Número de frutos por planta		Peso (g) de 100 frutos	Número de plantas cosechadas
	Total	Comercial	Totales	Comerci.		
Estadounidenses vs Mexicanos	8,68**	7,53**	23,6**	22,5**	333**	52**
Estadounidenses:						
Casa Asgrow vs restantes	0,83ns	0,21ns	4,8ns	1,7ns	-109ns	16ns
Hot (Asgrow) vs M-Asgrow	-5,55*	-6,60**	-10,6ns	-16,9*	-261ns	-30ns
Texas A&M vs remanentes	-0,94ns	-0,20ns	-4,4ns	-1,8ns	16ns	-2ns
TAM-Veracruz vs Hot Jalapeño	-2,94ns	-2,41ns	-10,0ns	-8,2ns	60ns	-48*
Jalapeño-M vs Ebano	1,48ns	0,66ns	6,4ns	3,6ns	-38ns	19ns
Mexicanos:						
Mex-33 vs Mex-40	1,07ns	0,16ns	-1,7ns	-2,1ns	421**	14ns
CV (%)	27,2	34,9	26,1	33,2	13,7	14,4

^{1/} Diferencias con "ns", "*" o "**", no son significativas, significativas al 5% o significativas al 1% de probabilidad de error, respectivamente, según Prueba de contrastes mutuamente ortogonales.

Resultados similares encontró Hernández (1995) al probar distintos materiales comerciales de chile jalapeño bajo condiciones secas y con una alta incidencia de virus. Este autor observó rendimientos más altos en los materiales TAM-Veracruz, Mitla y Jalapeño-M en comparación con los materiales locales. Los rendimientos obtenidos en este experimento fueron muy superiores a los informados por este autor; a pesar de la baja densidad de plantas por unidad de área utilizada (16667 plantas/ha).

Los rendimientos comerciales más altos los presentaron los genotipos M-Asgrow y Hot Jalapeño, a saber 13,72 y 11,32 t/ha, en forma respectiva. Estos materiales mostraron una buena capacidad de adaptación y gran similitud en sus componentes del rendimiento (Cuadros 4 y 5).

El bajo coeficiente de correlación entre la incidencia de plantas con virus y el peso de 100 frutos en los ocho genotipos evaluados (Cuadro 6),

permite afirmar que la merma en el rendimiento se asoció más con el efecto de las enfermedades virales sobre el número de plantas cosechadas y su prolificidad. En trabajos con chile dulce y picante, Villalón (1981), encontró reducciones de hasta un 76% en el rendimiento, cuando inoculó las plantas con cuatro tipos de virus antes del trasplante.

El principal factor que redujo el número de plantas cosechadas fue la incidencia de enfermedades virales (Cuadro 6). Es importante aclarar que para el genotipo TAM-Veracruz la significativa reducción en el número de plantas cosechadas (Cuadro 4) se debió principalmente a un ataque tardío de la maya del chile (*Phytophthora capsici*).

Los genotipos M-Asgrow y Hot Jalapeño mostraron un comportamiento intermedio en cuanto a precocidad (Cuadro 2). Estos materiales se clasificaron como de crecimiento determinado intermedio, los cuales se caracterizaron por un adecuado balance entre su crecimiento vegetativo y

Cuadro 6. Coeficientes de correlación lineal^{1/} entre los componentes del rendimiento y las variables de incidencia de enfermedades virales en ocho genotipos de chile jalapeño. Poás, Alajuela, Costa Rica. 1995-1996.

Variable	% plantas con virus a la cuarta cosecha
Plantas cosechadas	-0,74**
Nº frutos comerciales/planta	-0,85**
Nº frutos totales/ planta	-0,79**
Peso de 100 frutos (g)	-0,38*
Peso frutos Total (t/ha)	-0,80**
Peso frutos Comerciales (t/ha)	-0,83**

^{1/} Cada correlación entre las variables se basó en una muestra de 31 observaciones.

* Probabilidad $\leq 5\%$; ** Probabilidad $\leq 1\%$.

reproductivo (Márkus y Kapeller 1991; Villalón *et al.* 1992). La alta luminosidad propia de la época seca, permitió a estos materiales mostrar una mejor eficiencia en cuanto a la asimilación y translocación de asimilados hacia los frutos, lo cual se reflejó en los altos rendimientos de frutos comerciales y el peso de 100 frutos.

Conclusiones y recomendaciones:

Los materiales estadounidenses fueron más precoces y prolíficos; o sea, que estos genotipos han sido mejorados para concentrar su cosecha en un período más corto.

Los rendimientos comerciales más altos en las condiciones en que se desarrolló este experimento, se obtuvieron con los genotipos estadounidenses M-Asgrow y Hot Jalapeño. La mayor capacidad de rendimiento de estos materiales se fundamenta, tanto en su tolerancia a virus, como en la eficien-

cia en asimilación y translocación de asimilados hacia los frutos; características asociadas a genotipos de hábito de crecimiento semideterminado.

Los resultados obtenidos en este trabajo reafirman la importancia de generar genotipos con tolerancia genética a los diferentes tipos de virus para mejorar la productividad del chile jalapeño en nuestras condiciones.

Los materiales mexicanos mostraron una baja capacidad de adaptación a las condiciones en que se desarrolló el experimento. No obstante, sería muy importante hacer uso de los alelos favorables de estos genotipos en cuanto a la firmeza y forma del fruto dentro de un programa de mejora genética en respuesta a otras condiciones.

LITERATURA CITADA

- BASSETT, M.J. 1986. Pepper Breeding. *In* Breeding of Vegetable Crops. AVI Publishing Company Inc. Westport, Connecticut. 584 p.
- CALVO, G.; BARRANTES, L.; HILJE, L.; SEGURA, L.; RAMIREZ, O.; KOOPER, N.; RAMIREZ, J.S. 1992. Un esquema comprensivo y funcional para el manejo integrado del tomate en Costa Rica. *In* Primer Simposio Nacional sobre Plaguicidas: Problemas y Soluciones. Memorias, San José, Costa Rica. p. 1-22.
- COOPER, E.; RODRIGUEZ, R.; CANESSA, J. 1993. Cultivo del Chile Picante. CINDE/Departamento de Desarrollo. Sección Agrícola. 50 p.
- HERNANDEZ, J. 1995. Yield performance of jalapeño pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.). *Capsicum and Eggplant Newsletter*. 14:50-53.
- MARKUS, F.; KAPELLER, K. 1991. Importance of improving genetic earliness in Hungarian spice pepper breeding. *In* Hungarian Agrarinformációs Vállalat Budapest 11(4).

- PADGETT, G.B.; NUTTER, F.W., KUHN, C.W.; ALL, J.N. 1990. Quantification of diseases resistance that reduces the rate of tobacco etch virus epidemics in bell pepper. *Phytopathology* 80:451-455.
- POULOS, J.M. 1994. Pepper breeding (*Capsicum* spp.): achievements, challenges and possibilities. *Plant Breeding Abstracts* 64(2):143-155.
- SABORIO, M; TOMATSU, I.; PACHECO, H. 1994. Selección fenotípica de plantas de chile jalapeño en plantaciones comerciales. *In Informe Anual Dirección Nacional de Investigaciones Agrícolas. Departamento de Cultivos Anuales. MAG.* 10p.
- VILLALON, B. 1981. Breeding peppers to resist virus diseases. *Plant Disease* 65:557-562.
- _____. 1988. 'RIO GRANDE GOLD' Yellow Wax Sweet Pepper. *HortScience* 23(6):1094-1095.
- _____; DAINELLO, J.; BENDER, D. 1992. 'TAM Veracruz' Hot Jalapeño Pepper. *HortScience* 27(2):184-185.
- _____. 1994. 'JALORO' Hot Yellow Jalapeño Pepper. *HortScience* 29(9):1092-1093.
- ZITTER, T.A.; COOK, A. 1973. Inheritance of tolerance to a pepper virus in Florida. *Phytopatology*. 63:1211-1212.
-