

EL ARREGLO TOPOLÓGICO Y SU EFECTO EN EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DEL CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.)

PLANT SPATIAL ARRANGEMENT AND ITS EFFECT ON GROWTH, DEVELOPMENT AND YIELD OF JALAPEÑO PEPPER (*Capsicum annuum* L.)

Manuel Luján Favela^{1*} y Noé Chávez Sánchez²

¹ Programas de Hortalizas y ² Matemáticas Aplicadas, Campo Experimental de Delicias, Chihuahua. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 2.5, Carr. Delicias-Rosales. C.P. 33000, Delicias, Chih. México. Fax 01 (639) 472-2151. Tel. 01 (639) 472-1974. Correo electrónico: inifap@smart.net.mx.

* Autor responsable

RESUMEN

Los productores regionales de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) generalmente siembran en surcos a 90 cm con una hilera de plantas separadas a 40 cm, con un rendimiento promedio de apenas 23 t ha⁻¹. Por tal razón, se llevaron a cabo dos experimentos para evaluar el crecimiento, desarrollo y producción del chile jalapeño en diferentes densidades y arreglos topológicos de plantas. En 1995 se evaluaron cuatro distancias entre surcos (50, 70, 90 y 110 cm) y cuatro entre plantas (10, 25, 40 y 55 cm) y cuatro números de plantas por cepellón (1 a 4) en la variedad Jalapeño M; en 1996 se evaluaron las distancias de 50, 70 y 90 cm entre surcos y de 20, 40, y 60 cm entre plantas en la variedad Jalapeño M y el híbrido Jalapeño Delicias. El estudio se realizó bajo un diseño de tratamientos San Cristóbal 1 en 1995 y un factorial completo 3² en 1996, ambos en un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones y una unidad experimental de tres surcos de 5 m. La respuesta de los genotipos en rendimiento total a la densidad de plantas, se evaluó con la prueba de t. Al acortar la distancia entre surcos y entre plantas, se incrementaron significativamente el rendimiento al primer corte y el total, sin afectar la calidad del fruto, de modo que 50 cm entre surcos y 40 entre plantas fue el mejor arreglo, aunque la altura de la planta se incrementó y el diámetro de tallo y cobertura disminuyeron. El híbrido rindió más que la variedad tanto en bajas como en altas poblaciones de plantas. La calidad del fruto disminuyó con el mayor número de plantas por cepellón. Los espaciamientos estrechos entre plantas y surcos y el mayor número de plantas por cepellón, retrasaron la aparición de la floración y fructificación por la mayor competencia, sobre todo en la variedad Jalapeño M.

Palabras clave: *Capsicum annuum* L., densidad de plantas, rendimiento, crecimiento, calidad de fruto

SUMMARY

Regional farmers commonly plant Jalapeño pepper (*Capsicum annuum* L.) on 90-cm wide beds and in-row spacing of 40-cm with a single plant row, with a mean production of 23 t ha⁻¹. For this reason two field experiments with different plant densities and spatial arrangements were conducted to evaluate their effects on jalapeño pepper growth, development and production. In 1995, 50, 70, 90, and 110 cm wide bed and 10, 25, 40, and 55 cm in-row plant spacings in a single row and different number of plants per pot (1, 2, 3 and 4 plants) were evaluated on cv. Jalapeño M. In 1996, 50, 70, and 90 cm wide bed and 20, 40, and 60 cm in-row spacings were evaluated, in the same variety Jalapeño M and the hybrid Jalapeño Delicias. The

experimental treatment design San Cristobal I was used in 1995 and a complete factorial 3² in 1996, both established in a randomized complete blocks design with two replications, and using three 5 m rows as experimental unit. Comparison between genotypes was done with the t test. As the bed and the in-row spacing decreased, the early and total yield increased significantly without affecting fruit quality. The best treatments were the 50 cm wide bed and the 40 cm in-row spacing, although plant height was increased and stem and foliage diameter decreased. The Jalapeño Delicias hybrid had higher yield than Jalapeño M, both under high or low plant densities. Fruit quality decreased as the plant number per pot was increased. Lowering the bed spacing and the in-row plant spacings, and higher number of plants per pot delayed flowering and fructification, particularly in Jalapeño M.

Index words: *Capsicum annuum* L., plant density, fruit yield, plant growth, fruit quality

INTRODUCCIÓN

El chile (*Capsicum annuum* L.) se ha convertido en una alternativa agrícola estratégica para México, pues su producción crece a un ritmo de entre 9.5 y 12 % anualmente. En México se siembran alrededor de 168 mil hectáreas de chile que producen 1.44 millones de toneladas de fruto y generan entradas de divisas del orden de 300 millones de dólares (SAGARPA 1999; USDA/BANCOMEXT, 2000, citados por José Luis Rodríguez en Productores de Hortalizas de Julio del 2001). En el estado del Chihuahua, entre los años de 1999 y 2001 se cosecharon de 18 870 a 20 530 hectáreas de chile, que lo hace uno de los cultivos que más impactan la economía agrícola del estado al aportar 928 millones de pesos que representan 11 % del valor total de la agricultura estatal bajo riego (Delegación de la SAGARPA en Chihuahua, 1999 a 2001).

En la región agrícola de Delicias, Chih. existe una baja eficiencia en el uso de los recursos agua, clima, suelo y planta, de tal forma que se obtienen rendimientos promedio de 23 t ha⁻¹ que apenas representan la mitad del potencial productivo. Entre los aspectos que más influyen, están

la utilización de bajas densidades de plantas por hectárea (27 a 30 mil plantas/ha) y arreglos topológicos deficientes (separación de surcos de 90 a 100 cm y de plantas de 40 a 50 cm), factores que dan lugar a reducciones hasta de 30 % en la producción, según estimación de los autores.

El acomodo espacial de las plantas y la densidad de población afectan el rendimiento y el desarrollo morfológico del cultivo del chile, incluyendo características como el color del fruto (Stofella y Bryan, 1988). Las plantas de chile, así como otras desarrolladas en densidades de población altas, tienden a ser más altas (Stofella y Bryan, 1988), pueden amarrar frutos en partes más altas de la planta y presentan menores diámetros de tallo y de peso seco de la planta (Decoteau y Graham, 1994; Motsenbocker, 1996), inician la producción de fruto más pronto y dan mayor rendimiento, sin afectar el peso unitario del fruto (Nuez *et al.*, 1996). Sin embargo, la respuesta al distanciamiento entre surcos y plantas depende del tipo de chile, genotipo y el método de siembra (Somos, 1984; Nuez *et al.*, 1996).

El rendimiento del chile es más afectado por el número de hileras de plantas por cama y por la distancia entre surcos que por las separaciones entre plantas, aunque esto depende del tipo de chile que se evalúe (Locascio y Stall, 1994). Con dos hileras de plantas en camas de 1.22 m de ancho o tres hileras en camas de 1.83 m de ancho se han obtenido altos rendimientos, intermedios en camas de 1.83 m de ancho a doble hilera de plantas, y los más bajos en camas de 1.22 m con una hilera de plantas. (Locascio y Stall, 1994).

Además de considerar los efectos en el desarrollo, calidad y rendimiento, para decidir el arreglo topológico a utilizar deben considerarse los siguientes aspectos: condiciones ambientales del lugar, principalmente clima y suelo; rasgos morfológicos de la variedad (altura y tipo de crecimiento); propósito del cultivo, y eficiencia económica de las labores de cultivo (Somos, 1984).

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar diferentes densidades de población y arreglos topológicos en una variedad y un híbrido de chile jalapeño, en cuanto a su efecto en el rendimiento y otras características agronómicas, en una zona con clima árido y semiárido y suelos alcalinos, ricos en carbonatos, de textura media y pobres en materia orgánica

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se basó en experimentos sobre distancias entre surcos y plantas y número de plantas por mata en la variedad Jalapeño M y el Híbrido Jalapeño Delicias, llevados a cabo en terrenos del Campo Experimental de Deli-

cias, Chihuahua, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. La región se localiza entre los 28° 37' LN y 103° 17' de LW. El clima, según Köppen, es seco y desértico (BW) con una temperatura media máxima de 38 a 42 °C y una mínima extrema de -5 °C a -10 °C. Los suelos se clasifican como yermosoles cálcicos, que son calcáreos, pobres en materia orgánica, de pH alcalino y baja fertilidad (FAO/UNESCO, 1974).

En 1995 se evaluaron las combinaciones que resultaron del diseño de tratamientos San Cristóbal I (Rojas, 1981) de las separaciones de 50 a 110 cm entre surcos con intervalos de 20 cm y de 10 a 55 cm entre plantas con intervalos de 15 cm y de una a cuatro plantas por mata o cepellón. En 1996 se estudiaron las distancias entre surcos de 50, 70 y 90 cm y de 20, 40 y 60 cm entre plantas, con una planta por cepellón bajo un factorial completo ³². Las densidades de población resultantes se presentan en el Cuadro 1. En todos los casos, los tratamientos se aleatorizaron bajo el diseño experimental de bloques completos al azar con dos repeticiones, donde la unidad experimental constó de tres surcos de 5 m de largo. En la región el productor utiliza surcos de 90 cm y plantas distanciadas a 40 cm para una densidad de 27 777 plantas por hectárea, por lo que este tratamiento se consideró como testigo.

Cuadro 1. Niveles de los factores estudiados y densidades de población evaluadas en Delicias, Chih.

1995				1996		
Distancia entre surcos (cm)	Distancia entre plantas (cm)	No. de plantas por cepellón	Densidad de población/ha	Distancia entre surcos (cm)	Distancia entre plantas (cm)	Densidad de población/ha
50	10	1	200 000	50	20	100 000
90	10	1	111 111	50	40	50 000
50	40	1	50 000	50	60	33 333
50	10	3	600 000	70	20	71 428
90 (T)	40	1	27 777	70	40	35 714
90	10	3	333 333	70	60	23 809
50	40	3	150 000	90	20	55 555
90	40	3	83 331	90 (T)	40	27 777
70	25	2	114 286	90	60	18 518
110	25	2	72 728			
70	55	2	48 484			
70	25	4	114 286			

(T) = Testigo regional.

Nota: En 1996 se usó una sola planta por cepellón.

La siembra del almácigo se realizó los días 10 y 4 de febrero en cada año y se trasplantó a los 60 días después de la siembra. Se utilizaron charolas de poliestireno de 200 cavidades (2.5 x 2.5 x 7 cm) y sustrato Sunshine mezcla 3 (Marca Registrada® Sun Gro Horticulture, Inc.).

Las plántulas se manejaron bajo invernadero (6 °C de temperatura mínima y 35 °C de máxima). Se aplicaron riegos ligeros diariamente y solución nutritiva en forma

alterna a los riegos, de acuerdo con lo recomendado por Rodríguez *et al.* (1997).

Las variables medidas fueron: altura de planta; diámetro de tallo y cobertura de planta (diámetro del follaje) de una muestra de tres plantas por unidad experimental; rendimiento por corte (se hicieron de tres a cuatro cortes de fruto) y total; por ciento del primer corte con respecto al total y calidad del fruto en cuanto a ancho, largo, grosor de pericarpio y peso por fruto al segundo corte, que es cuando se obtiene el peso máximo de fruto, en una muestra de diez frutos por unidad experimental. También se evaluó el porcentaje de frutos ubicados en los estratos inferior, medio y superior de la planta, para lo cual la planta se dividió en tres partes iguales en tres matas por unidad experimental; y el porcentaje de matas con primeras flores al 6 de junio y primeros frutos al 26 de junio.

Se probaron cuatro modelos para analizar la relación entre los factores estudiados y las variables evaluadas, de acuerdo con el tipo de respuesta que se obtiene en este tipo de estudios, como lo sugiere Nelder (1966). Para cada una de ellas, se seleccionó el modelo de mayor ajuste y que cumpliera con los supuestos de normalidad e independencia de los residuos. Los modelos utilizados fueron:

- 1) $y = \beta_0 + \beta_1 DS + \beta_2 DP + \beta_3 PP + \beta_4 DS*DP + \beta_5 DS*PP + \beta_6 DP*PP + \beta_7 DS*DP*PP + \varepsilon_i$
- 2) $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 DS + \beta_2 DP + \beta_3 PP + \beta_4 DS*DP + \beta_5 DS*PP + \beta_6 DP*PP + \beta_7 DS*DP*PP + \varepsilon_i$
- 3) $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 1/DS + \beta_2 1/DP + \beta_3 1/PP + \beta_4 1/(DS*DP) + \beta_5 1/(DS*PP) + \beta_6 1/(DP*PP) + \beta_7 1/(DS*DP*PP) + \varepsilon_i$
- 4) $\ln(y) = 0 + 1\ln(DS) + 2\ln(DP) + 3\ln(PP) + \beta_4 \ln(DS)*\ln(DP) + \beta_5 \ln(DS)*\ln(PP) + \beta_6 \ln(DP)*\ln(PP) + \beta_7 \ln(DS)*\ln(DP)*\ln(PP) + \varepsilon_i$

Donde: Y = Variable de respuesta; β_i = Coeficiente de cada término; DS = Distancia entre surcos; DP = Distancia entre plantas; PP = Número de plantas por cepellón; ln = Logaritmo natural; ε = Error experimental.

En el experimento de 1996 se eliminó el factor PP (número de plantas por cepellón), por ser una constante.

Los modelos se estimaron mediante el procedimiento REG del paquete estadístico SAS 6.03 (SAS Institute 1988); una vez seleccionado el modelo adecuado para cada variable, se hicieron las pruebas de hipótesis para evaluar los efectos de la distancia entre surcos, distancia entre

plantas y número de plantas por cepellón, así como la interacción entre ellos.

Para comparar la respuesta en rendimiento total al número de plantas por metro cuadrado entre la variedad y el híbrido, se realizó la prueba de t, mediante el procedimiento T test del paquete estadístico SAS 6.03 (SAS Institute, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ubicación de los frutos en el dosel

La variedad Jalapeño M, en 1995, tendió a ubicar una mayor proporción de frutos en el estrato superior de la planta, al acortar la distancia entre plantas (Cuadro 2), como ocurre cuando hay una mayor competencia. Esto mismo sucedió en el chile cayenne, el cual produjo mayor proporción de frutos en el estrato superior del dosel con una menor separación entre plantas (Decoteau y Graham, 1994). Este conocimiento podría ayudar a aumentar la eficiencia de la cosecha mecánica, mediante un acomodo de plantas que produzcan mayores porcentajes de frutos en el estrato superior.

Cuadro 2. Rendimiento al primer corte y su por ciento respecto al total, rendimiento total y ubicación de frutos en los tres estratos del dosel de la variedad Jalapeño M, en diferentes arreglos de plantas, en Delicias, Chih.

Factores y significancias	Rendimiento		Total (t ha ⁻¹)	Ubicación de frutos (%) por estratos		
				Inferior	Medio	Superior
	Primer corte t ha ⁻¹	%				
Distancia entre surcos (DS) (cm)						
50	15.8	31.1	49.85	3.6	40.2	56.2
70	12.4	27.9	44.23	3.5	49.4	47.1
90	11.7	31.2	38.26	1.4	43.5	55.1
110	14.5	44.2	32.93	3.1	47.5	49.4
Distancia entre plantas (DP) (cm)						
10	10.0	21.8	45.63	1.7	38.0	60.3
25	12.3	31.1	40.87	3.7	47.6	48.7
40	17.5	40.6	42.48	3.2	45.7	51.1
55	14.7	34.5	43.00	2.5	53.0	44.4
Plantas por cepellón (PP)						
1	16.5	35.7	45.97	3.2	40.6	56.3
2	13.9	35.3	40.44	3.0	49.7	47.3
3	11.1	26.7	42.14	1.8	43.1	55.1
4	10.0	22.2	44.28	4.9	46.6	48.5
Significancias⁽¹⁾						
DS	ns	ns	**	ns	ns	ns
DP	**	**	ns	*	*	*
PP	**	*	ns	ns	ns	ns
DS*DP	ns	ns	*	ns	ns	ns
Modelo	(3)	(4)	(2)	(3)	(3)	(2)

*, ** = Diferencias a un nivel de significancia de 0.05 y 0.01, respectivamente.

(1) = El resto de interacciones no tuvieron efecto significativo ($P \geq 0.05$).

Rendimiento al primer corte y rendimiento total

La distancia entre surcos tuvo un efecto altamente significativo en el rendimiento total, tanto en 1995 como en 1996, en los dos genotipos evaluados, pues éste se incrementó conforme se acortó la separación entre surcos (Cuadros 2 y 3). En la variedad Jalapeño M, las plantas establecidas en surcos de 50 y 70 cm de ancho superaron en 30 % y 15 %, respectivamente, a la producción de las plantadas a 90 cm en el año de 1995, y en 44 % y 24 % en 1996, mientras que en el híbrido Jalapeño Delicias las diferencias fueron de 48 y 21 %, respectivamente, en favor de las separaciones de 50 y 70 cm. Estos resultados coinciden con los reportados por otros autores en estudios hechos con chile serrano y dulce, en los cuales se obtuvieron incrementos en la producción al utilizar altas densidades de plantas (de 41 667 a 54 644 plantas/ha), sobre todo cuando se acomodaron en camas de 1.22 a 1.6 m de ancho con dos hileras de plantas, o bien en camas de 1.83 m de ancho con tres hileras de plantas y una separación entre plantas de 31 cm (Locascio y Stall, 1994).

Al acortar la distancia entre surcos de 90 a 70 cm se registró un incremento de 6 t ha⁻¹ en la producción de la variedad Jalapeño M, y de 8 t ha⁻¹ en el híbrido Jalapeño Delicias, que a un precio de venta de \$ 2.00 por kilogramo produce una ganancia de \$ 9 000.00/ha en el caso de la variedad y de \$ 10 000.00 en el del híbrido, una vez descontados los gastos adicionales por la producción y transplante de un mayor número de plantas (\$ 3 093.00/ha en la variedad y de \$ 6 200.00/ha en el híbrido), por lo que se considera que el incremento en 10 000 plantas por hectárea a través del acortamiento entre surcos es rentable. Es posible entonces que se pudiera aumentar aún más la densidad de población y el rendimiento mediante la siembra de dos o tres hileras de plantas en camas de 1.4 a 1.6 m de ancho.

El rendimiento temprano, que es el que se obtiene en el primer corte, se incrementó significativamente ($P \leq 0.01$) al acortar la distancia entre surcos en ambos genotipos en el año de 1996, mientras que en 1995 no se detectaron efectos por este factor en la variedad Jalapeño M (Cuadros 2 y 3). Cabe señalar que tanto la floración como la fructificación se retrasaron al aumentar la densidad de plantas como se menciona más adelante, pero el por ciento de rendimiento al primer corte no fue afectado por la distancia entre surcos (Cuadros 2 y 3). Los resultados en rendimiento concuerdan con los reportados por Nuez *et al.* (1996) y Somos (1984), quienes consignan que a mayores densidades de plantas se obtienen mayores rendimientos por unidad de superficie.

La distancia entre plantas afectó significativamente ($P \leq 0.01$) el rendimiento total y el del primer corte en los dos

genotipos evaluados en 1996, aunque el efecto no fue significativo en el rendimiento total en 1995. Tanto la producción total como al primer corte se incrementaron con la menor separación entre plantas (Cuadro 3), aunque en 1995 la relación fue inversa en el rendimiento al primer corte. Las plantas colocadas a 20 cm de separación tuvieron una producción total que superó en 32 % a la obtenida con la separación de 40 cm en el híbrido Jalapeño Delicias, y en 7.8 % en la variedad Jalapeño M, lo que evidencia que los híbridos poseen una mayor respuesta al acortamiento de la distancia entre plantas. En 1995 los mayores porcentajes de rendimiento al primer corte en la variedad Jalapeño se obtuvieron con las mayores separaciones entre plantas (Cuadro 2), lo cual es indicativo de una mayor producción temprana con espacios más grandes entre plantas. En cambio Motsenbocker (1996) obtuvo rendimientos tempranos más altos al acortar la distancia entre plantas, mientras que Locascio y Stall (1994) no detectaron efecto de la menor separación entre plantas de chile bell sobre el rendimiento temprano. Esto se pudo deber a que en 1995 la variedad Jalapeño M se cosechó un poco tarde en su primer corte (31 de julio), lo cual favoreció a las plantas establecidas con un mayor espacio, pues en el año de 1996 en que se cosechó antes, las diferencias en estas variables no fueron significativas. El híbrido Jalapeño Delicias acumuló una mayor producción al primer corte (efectuado el 2 de julio) con la menor separación entre plantas, lo que muestra un comportamiento diferente al de la variedad.

Cuadro 3. Rendimiento al primer corte, su por ciento y total en el híbrido Jalapeño Delicias y en la variedad Jalapeño M, bajo diferentes arreglos topológicos, en Delicias, Chih.

Factores de estudio	Jalapeño Delicias			Jalapeño M		
	Rend. al		Prod. total	Rend. al		Prod. total
	primer corte			primer corte		
	(t ha ⁻¹)	%	(t ha ⁻¹)	(t ha ⁻¹)	%	(t ha ⁻¹)
Distancia entre surcos (cm)						
50	14.0	24.6	56.1	18.3	43.9	41.3
70	11.8	25.4	45.8	15.0	42.5	35.5
90	10.7	27.8	37.8	11.4	39.3	28.5
Distancia entre plantas (cm)						
20	16.6	30.1	55.9	16.4	42.2	38.7
40	10.8	25.9	42.2	15.1	41.4	35.9
60	9.0	21.9	41.6	13.2	42.6	30.8
Significancias⁽¹⁾						
DS	**	*	**	**	ns	**
DP	**	**	**	*	ns	**
DS*DP	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Modelo	(4)	(4)	(3)	(2)	(3)	(3)

*, ** = Diferencias a un nivel de significancia de 0.05 y 0.01, respectivamente.

(1) = El resto de interacciones no tuvieron efecto significativo ($P \geq 0.05$).

El número de plantas por cepellón, evaluado sólo en 1995, mostró efectos altamente significativos en el rendimiento obtenido en el primer corte, más no en el rendimiento total ni en el por ciento de rendimiento al primer corte. Es decir, se obtiene la misma producción total desde

una hasta cuatro plantas por cepellón en la variedad Jalapeño M. El rendimiento del primer corte disminuyó conforme hubo un mayor número de plantas (Cuadro 2), lo que se atribuye al atraso que sufren las plantas por la mayor competencia.

No se detectaron interacciones significativas en 1995 ni en 1996 entre los factores distancia entre surcos (DS), distancia entre plantas (DP) y número de plantas por cepellón o punto (PP), para las variables hasta aquí abordadas, lo cual significa que los efectos de cada uno de estos factores actúan por separado. Por esta razón no se incluyeron todas las interacciones en el Cuadro 2. El híbrido Jalapeño Delicias presentó una respuesta estadísticamente diferente ($P \leq 0.00001$) a la de la variedad Jalapeño M, de acuerdo con la prueba de t pues en el híbrido se notó una ganancia en el rendimiento total al aumentar la densidad de población hasta 10 plantas/m², ya sea por el acortamiento de la distancia entre plantas o por la de surcos, mientras que la variedad dejó de presentar ganancias en rendimiento con densidades superiores a 5 plantas/m² (Figura 1). Esto concuerda con lo revisado por Nuez *et al.* (1996), quienes detectaron que la densidad óptima para una variedad vigorosa fue de 250 000 plantas/ha, mientras que para la variedad de menor vigor fue de 125 000 plantas/ha.

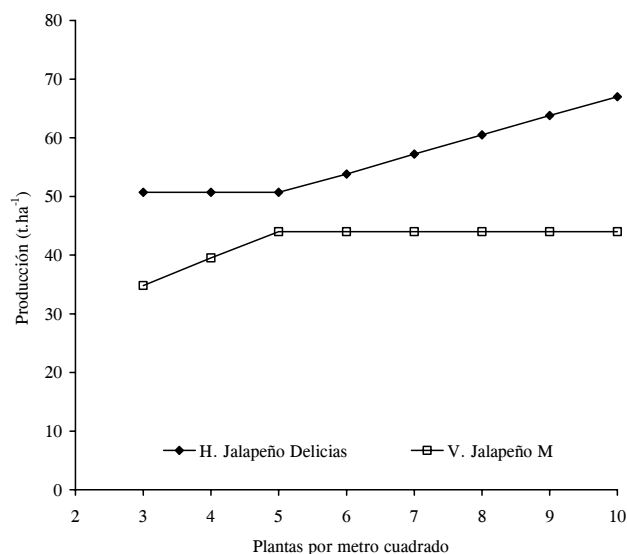


Figura 1. Rendimiento total del híbrido Jalapeño Delicias y la variedad Jalapeño M de chile jalapeño, en función de la densidad de población. Delicias, Chih.

Crecimiento y porcentajes de matas con flor y fruto

La distancia entre surcos no afectó el crecimiento final de las plantas, en cuanto a altura de planta, diámetro de tallo y cobertura del follaje (Cuadro 4).

Cuadro 4. Crecimiento y por ciento de matas con flor y frutos con respecto al total de plantas por parcela en la variedad Jalapeño M, en diferentes arreglos topológicos, Delicias, Chih.

Factores en estudio	Altura (cm)	Diámetro de tallo (mm)	% de matas con flor ¹	% de matas con fruto ²
Distancia entre Surcos (DS) (cm)				
50	67.3	13.6	69.7	82.4
70	62.3	14.9	84.9	94.1
90	66.2	14.4	73.6	88.7
110	64.7	14.3	93.4	96.7
Distancia entre plantas (DP) (cm)				
10	72.3	10.9	50.6	73.4
25	63.3	13.5	84.8	93.0
40	61.2	17.1	92.7	97.6
55	61.5	18.3	93.8	100.0
Plantas por cepellón (PP)				
1	64.8	16.4	79.0	87.8
2	62.6	15.7	91.8	95.9
3	68.7	11.6	64.3	83.3
4	63.7	11.9	72.8	91.2
Significancias⁽³⁾				
DS	ns	ns	*	**
DP	**	**	**	**
PP	*	**	**	ns
DS*DP	ns	ns	*	**
DP*PP	ns	ns	**	ns
Modelo	(3)	(4)	(4)	(3)
S*DP*PP	ns	ns	ns	**

*, ** = Diferencias a un nivel de significancia de 0.05 y 0.01, respectivamente.

1 = Primeras flores en muestreo realizado el 6 de junio.

2 = Primeros frutos en muestreo realizado el 26 de junio

3 = El resto de interacciones no tuvieron efecto significativo ($P \geq 0.05$).

En la variedad Jalapeño M, conforme se acortó la separación entre plantas su altura se incrementó significativamente y el diámetro de tallo disminuyó (Cuadro 4). En el híbrido no hubo tal efecto en la altura de las plantas, pero sí en el diámetro de tallo y en la cobertura o diámetro del follaje (datos no mostrados). En chile pepperoncini la mayor separación entre plantas ocasionó un incremento lineal del peso seco por planta y del diámetro de tallo, y un decremento lineal de la altura del dosel (Montsenbocker *et al.*, 1996). Los resultados aquí obtenidos se atribuyen a la mayor competencia por agua, nutrientes, luz, CO₂ y O₂ al aumentar la densidad de población. Por tanto, se puede inferir que es más conveniente incrementar la población mediante el acortamiento de la distancia entre surcos que el de plantas.

En general, se obtuvo una mayor precocidad en las plantas que tuvieron mayores espacios entre plantas y surcos. Así lo demuestran los porcentajes de matas con flor el 6 de junio y de matas con fruto el 26 de junio en 1995, los cuales son más altos con los mayores espacios y con el menor número de plantas por cepellón (Cuadro 4).

Calidad de fruto

En 1995 se registró un efecto estadísticamente significativo ($P \leq 0.05$) de la distancia entre plantas sobre todas las

características de calidad del fruto, y de la distancia entre surcos sobre el grosor de pericarpio, consistente en un incremento de la calidad del fruto con el menor espaciamiento entre plantas (Cuadro 5), pero tales incrementos fueron de escasa importancia. En cambio, en 1996, ni la variedad Jalapeño M ni el híbrido Jalapeño Delicias mostraron efectos sobre la calidad de su fruto (Cuadro 6). Por tanto, es posible postular que la calidad del fruto es poco afectada por los tratamientos de densidad de población y arreglos topológicos.

Cuadro 5. Características de la calidad de fruto de la variedad Jalapeño M, en el segundo corte, en diferentes arreglos topológicos, en Delicias, Chih.

Factores de estudio	Largo del fruto (cm)	Ancho del fruto (cm)	Grosor de pericarpio (mm)	Peso por fruto (g)
Distancia entre surcos (DS) (cm)				
50	6.3	2.4	3.9	14.5
70	6.1	2.4	3.7	14.1
90	6.1	2.4	3.7	16.2
110	6.3	2.4	3.6	14.0
Distancia entre plantas (DP) (cm)				
10	6.4	2.5	4.0	17.5
25	6.4	2.4	3.8	14.6
40	5.9	2.3	3.6	13.2
55	5.4	2.2	3.4	12.7
Plantas por cepellón (PP)				
1	6.2	2.4	3.8	16.8
2	6.1	2.4	3.6	14.3
3	6.1	2.4	3.8	13.9
4	6.4	2.4	3.87	13.4
Significancias⁽¹⁾				
DS	ns	ns	**	ns
DP	**	**	**	**
PP	ns	ns	ns	*
Modelo	(2)	(2)	(2)	(2)
S*DP*PP	*	**	**	ns

*, ** = Diferencias a un nivel de significancia de 0.05 y 0.01, respectivamente.

(1) = El resto de interacciones no tuvieron efecto significativo ($P \geq 0.05$).

Cuadro 6. Características de calidad de fruto del híbrido Jalapeño Delicias y la variedad Jalapeño M, bajo diferentes arreglos topológicos, en Delicias, Chih.

Factores en estudio	H. Jalapeño Delicias				V. Jalapeño M			
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Grosor pericarpio (mm)	Peso fruto (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Grosor pericarpio (mm)	Peso fruto (g)
Distancia entre surcos (cm)								
50	6.2	2.9	4.5	21.2	6.4	2.5	3.7	13.8
70	6.3	2.9	4.4	21.1	6.5	2.5	3.6	13.5
90	6.2	2.9	4.5	20.2	6.5	2.5	3.7	14.6
Distancia entre plantas (m)								
20	6.2	2.9	4.4	20.3	6.5	2.5	3.8	13.8
40	6.2	2.9	4.5	20.9	6.4	2.4	3.6	13.4
60	6.3	2.9	4.5	21.3	6.5	2.5	3.6	14.7
Significancias⁽¹⁾								
DS	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
DP	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
DS*DP	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

NOTA: Datos del segundo corte de producción

(1) = El resto de interacciones no tuvieron efecto significativo ($P \geq 0.05$)

CONCLUSIONES

El híbrido Jalapeño Delicias presentó una respuesta diferente que la variedad Jalapeño M en relación con la distancia entre plantas en las variables de rendimiento total y rendimiento al primer corte. Pero en ambos genotipos el acortamiento de la distancia entre surcos produjo incrementos significativos en el rendimiento total.

El largo y ancho de fruto y el grosor de pericarpio del fruto, fueron poco afectados por los menores espaciamientos entre plantas y surcos, tanto en el híbrido como en la variedad.

El mayor número de plantas por cepellón no afectó la producción total, aunque redujo el rendimiento del primer corte y retrasó el inicio de la cosecha, disminuyó el peso individual del fruto y el diámetro de tallo, e incrementó la altura de las plantas.

Con el acortamiento de la distancia entre plantas la altura de éstas se incrementó, el diámetro de tallo y la cobertura disminuyeron y la floración y fructificación se retrasaron.

Con la menor separación entre surcos, la altura de planta, el diámetro de tallo y la cobertura no se modificaron pero la floración y fructificación se retrasaron.

La ubicación de los frutos en el estrato superior sólo fue afectada por la distancia entre plantas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el gran apoyo proporcionado por el MC. Luis Antonio Fernández Cruz en el análisis e interpretación de los resultados, del Ing. Mario Bautista Muñoz en la fase de campo y en la de captura y análisis de datos, y del Dr. Mario Valenzuela Vázquez en la traducción al inglés del resumen y su acertadas sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

- Decoteau D R, H A H Graham (1994) Plant spatial arrangement affects growth, yield and distribution of cayenne peppers. HortScience 29 (3): 149-151.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (1974) Soil map of the world. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Paris, France. 59 p.
- Locascio S J, W M Stall (1994) Bell pepper yield as influenced by plant spacing and row arrangement. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119: 899-902.
- Motsenbocker C E (1996) In-row plant spacing affects growth and yield of pepperoncini pepper. Hort Science 31 (2): 198-200.
- Nelder J A (1996) Inverse polynomials, a useful group of multifactor response functions. Biometrics: 128-141.

- Nuez V F, R Gil O, J Costa G (1996)** El Cultivo de Pimientos, Chiles y Ajíes. Mundi-Prensa. Madrid España. 607 p.
- Rodríguez J L (2001)** Análisis de la producción de chiles y pimientos. Productores de Hortalizas. Año 10, No. 7: 40-46.
- Rodríguez M R, M Luján F, N Chávez S (1997)** Producción de plántula de chile jalapeño bajo invernadero en la región árida de México. Desplegable para productores No. 9. Campo Experimental de Delicias, Chih. INIFAP. México. 6 p.
- Rojas M B A (1981)** Planeación y análisis de los experimentos de fertilizantes. Folleto misceláneo No. 41. INIA-SARH. México. 45 p.
- SAS Institute 1988.** SAS/STAT User's guide, release 6.03 ed. SAS Institute, Cary, N. C.
- Somos A (1984)** The Paprika. Ed. Akademiai Kiadó. Budapest, Hungary. pp: 188-192.
- Stoffella P J, H H Bryan (1988)** Plant population influences growth and yield of bell pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113 (6): 835-839.