

Efecto de la poda y la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del pimiento cuadrado (*Capsicum annuum* L.) cultivado bajo invernadero en Costa Rica

Effect of pruning and plant density on yield and quality of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) grown under greenhouse conditions in Costa Rica

José Eladio Monge-Pérez¹

Fecha de recepción: 30 de julio del 2015

Fecha de aprobación: 4 de noviembre del 2015

Monge-Pérez, J. Efecto de la poda y la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del pimiento cuadrado (*Capsicum annuum* L.) cultivado bajo invernadero en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. Vol. 29, N° 2, Abril-Junio 2016. Pág 125-136.

¹ Costarricense, ingeniero agrónomo. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Teléfono: (506)2289-5969 y (506) 8819-3526. Correo electrónico: melonescr@yahoo.com.mx. Apdo. 665-4050.

Palabras clave

Pimiento; *Capsicum annuum*; invernadero; calidad; rendimiento; poda; densidad de siembra.

Resumen

En esta investigación se evaluó el efecto de dos tipos de poda (española y holandesa) y tres densidades de siembra (2,60; 3,25 y 3,90 plantas/m²) sobre el rendimiento y la calidad del pimiento cuadrado cv. Vikingo. Se obtuvieron más frutos totales por planta (14,71) pero de menor peso promedio (163,96 g) cuando se utilizó poda española que cuando se aplicó poda holandesa (10,65 frutos/planta; 180,30 g/fruto). Con la poda española se obtuvo un mayor número total de frutos/m² (46,99) y un mayor rendimiento total (76,35 ton/ha) y comercial (67,35 ton/ha) que con la poda holandesa (34,11 frutos/m²; 61,17 ton/ha y 52,37 ton/ha, respectivamente). La densidad de siembra no afectó el peso promedio total de los frutos ni el número total de frutos/m², pero el rendimiento total y comercial fue mayor a la densidad de 3,90 plantas/m² (75,75 y 65,83 ton/ha, respectivamente) y el número de frutos por planta fue mayor a la densidad de 2,60 plantas/m² (14,63 frutos/planta). Los tratamientos que presentaron el mayor rendimiento total y el mayor número de frutos totales/m² fueron la poda española, tanto a 2,60 plantas/m² (75,60 ton/ha; 45,01 frutos/m²) como a 3,90 plantas/m² (84,30 ton/ha; 52,90 frutos/m²).

Keywords

Bell pepper; *Capsicum annuum*; greenhouse; quality; yield; pruning; plant density.

Abstract

The effect of two types of pruning (Spanish and Dutch) and three planting densities (2,60; 3,25; and 3,90 plants/m²) on the yield and quality of bell pepper cv. Vikingo, was evaluated. Spanish pruning yields more total fruits per plant (14,71) but of less mean weight (163,96 g) than Dutch pruning (10,65 fruits/plant; 180,30 g/fruit). Spanish pruning yields more total fruits/m² (46,99) and higher total yield (76,35 ton/ha) and commercial yield (67,35 ton/ha) than Dutch pruning (34,11 fruits/m²; 61,17 ton/ha and 52,37 ton/ha, respectively). Plant density doesn't affect neither the total mean fruit weight nor the total number of fruits/m², but both total and commercial yield was higher at 3,90 plants/m² (75,75 and 65,83 ton/ha, respectively) and the number of fruits per plant was higher at 2,60 plants/m² (14,63 fruits/plant). Spanish pruning showed the highest total yield and the highest total number of fruits/m², both at 2,60 plants/m² (75,60 ton/ha; 45,01 fruits/m²) and 3,90 plants/m² (84,30 ton/ha; 52,90 fruits/m²).

Introducción

En Costa Rica, la producción hortícola bajo ambientes protegidos se inició a finales de los años 80, y estaba dirigida a la exportación de plantas ornamentales y flores. En 2003, el 89% de los invernaderos del país se encontraban en la Región Central (Occidental y Oriental); en ese año las principales hortalizas que se cultivaban bajo ambiente protegido eran chile dulce y tomate, que ocupaban 28% y 11% del área de los invernaderos del territorio nacional, respectivamente (Marín, s.f.). Entre 2008 y 2009, el área total de cultivo bajo invernadero de tomate y chile dulce a nivel nacional fue de 41 hectáreas (ha) (Marín, 2010).

El chile dulce es un cultivo rico en vitaminas, particularmente provitamina A, vitamina B y vitamina C, y minerales como calcio, fósforo, potasio y hierro (Maboko et al., 2012).

La rentabilidad de un cultivo hortícola en invernadero depende en gran parte de la obtención de un alto rendimiento y calidad por unidad de área. En el caso del pimiento en invernadero, una baja densidad de siembra aumenta la producción por planta pero disminuye la producción por unidad de área (Jovicich et al., 1999). En el caso de los pimientos, el peso del fruto (que está relacionado con su tamaño) es una variable muy importante, pues determina el precio del producto (Jovicich et al., 1999). La densidad de siembra afecta la intercepción de la luz por parte del cultivo y es un factor que puede utilizarse para mejorar el rendimiento de frutos por unidad de área. El tamaño de los frutos de pimiento en invernadero también se puede modificar mediante la poda de tallos (Jovicich et al., 1999), una práctica que mejora la intercepción de luz en el dosel, el cuaje de los frutos y su calidad (Jovicich et al., 2004). La combinación apropiada de densidad de siembra y sistema de poda permite optimizar la producción comercial por unidad de área (Aminifard et al., 2012; Jovicich et al., 2004).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de dos tipos de poda y tres densidades de siembra sobre el rendimiento y la calidad de un genotipo de pimiento con frutos de forma cuadrada, cultivado bajo condiciones de invernadero.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en el invernadero del Programa de Hortalizas de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EEAFBM) de la Universidad de Costa Rica, ubicada en Barrio San José de Alajuela, Costa Rica, a una altitud de 883 msnm, con una temperatura media anual de 22 °C y una precipitación anual promedio de 1940 mm distribuidos de mayo a noviembre.

Se utilizó el genotipo Vikingo, un híbrido de pimiento tipo cuadrado de color amarillo producido por la empresa Sakata. La siembra del almácigo se realizó el 30 de junio de 2010, en bandejas plásticas, y se utilizó como sustrato una mezcla de fibra de coco molida y abono orgánico, en una proporción 1:1; el trasplante se hizo el 7 de agosto del mismo año (38 dds). El cultivo se realizó en sacos de fibra de coco, de 1 m de largo, 20 cm de ancho y 15 cm de altura. La cosecha se inició 79 días después del trasplante (ddt) y se realizó una o dos veces a la semana, hasta el 6 de abril de 2011 (242 ddt). Se evaluaron dos tipos de poda y tres densidades de siembra; los seis tratamientos evaluados fueron:

Tratamiento	Tipo de poda	Densidad de siembra (plantas/m ²)
1	Española	2,60
2	Española	3,25
3	Española	3,90
4	Holandesa	2,60
5	Holandesa	3,25
6	Holandesa	3,90

La poda holandesa consiste en dirigir la planta a dos guías, eliminando posteriormente una de las dos bifurcaciones en que se va dividiendo cada rama (Gamayo, 1996), mientras que en la poda española la planta se deja a libre crecimiento (Jovicich et al., 2004). La poda holandesa se aplicó inicialmente el 14 de setiembre de 2010 (38 ddt) y luego se siguió realizando de manera periódica. Las densidades de siembra de 2,60; 3,25 y 3,90 plantas/m² corresponden a 4, 5

y 6 plantas por metro lineal (cada saco), respectivamente, con una distancia entre hileras de 1,54 m.

Las variables evaluadas fueron: altura de la planta al final del ciclo del cultivo (242 ddt), número de frutos (por planta y por m²) y su peso fresco promedio (g), según la categoría de calidad (primera, segunda, rechazo y total), así como rendimiento (ton/ha) según la categoría de calidad, y rendimiento comercial (calidades primera y segunda juntas). Las categorías de calidad se definieron según los siguientes parámetros:

Calidad Primera	Calidad Segunda	Rechazo
Dimensiones mínimas: 7,5 x 7,5 cm	Dimensiones inferiores a 7,5 x 7,5 cm	Dimensiones inferiores a 7,5 x 7,5 cm
Puntas bien definidas	Puntas deformes	Frutos muy deformes
Sin daños, manchas ni estrías	Manchas no mayores a 1 cm ² o estrías no mayores a 3 cm	Manchas mayores a 1 cm ² o estrías mayores a 3 cm
	Sin daños por plagas o enfermedades	Daños por plagas o enfermedades

El diseño experimental consistió en parcelas divididas (tipo de poda), con subparcelas (densidades) y cuatro repeticiones. La parcela consistió de 8, 10 o 12 plantas (2 sacos), y la parcela útil de las 4 plantas centrales. Para todas las variables se realizó un análisis estadístico de variancia, y se utilizó la prueba LSD Fisher con una significancia de 5% para la separación de medias.

Resultados y discusión

Para la variable altura de la planta a los 242 ddt, no hubo diferencias significativas por tipo de poda ni por densidad de siembra; la altura promedio de la planta fue de 108,8 cm.

En pimiento, se tienen informes de que la altura de la planta puede variar entre 49,31 y 223,5 cm (Grijalva-Contreras et al., 2008; Jovicich et al., 2004; Moreno et al., 2011; Paunero, 2008; Reséndiz-Melgar et al., 2010); los resultados obtenidos en la presente investigación se ubican dentro de este rango. En algunas ocasiones, la altura de la planta es mayor conforme aumenta la densidad de siembra (Jovicich et al., 2004; Seifi et al., 2012), pero en otras se ha encontrado el resultado contrario (Aminifard et al., 2012) o no se han observado diferencias significativas entre diferentes densidades de siembra (Grijalva-Contreras et al., 2008; Reséndiz-Melgar et al., 2010), tal y como sucedió en la presente investigación. Con respecto a la influencia del número de tallos por planta sobre la altura de esta, Jovicich et al. (2004) encontraron que la altura es mayor en plantas con poda holandesa (2 tallos/planta), en comparación con plantas con poda española (que tiene más de 2 tallos/planta); mientras que Grijalva-Contreras et al. (2008) no observaron diferencias significativas para esta variable entre la poda a 2 y 4 tallos por planta, lo que es similar al resultado obtenido en el presente ensayo.

En el Cuadro 1 se presentan los resultados para el número de frutos por planta. Los valores fueron significativamente mayores con la poda española con respecto a la poda holandesa, tanto en el número de frutos totales (14,71 y 10,65, respectivamente) como en el número de frutos de segunda calidad (6,83 y 4,54, respectivamente). En relación al efecto de la densidad de siembra sobre el número de frutos totales por planta, los resultados fueron significativamente

mayores, con una densidad de 2,60 plantas/m² (14,63 frutos/planta), en comparación con las densidades mayores (entre 11,63 y 11,78 frutos/planta).

El tratamiento de poda española a una densidad de 2,60 plantas/m² mostró los mayores valores para el número de frutos totales/planta (17,32) y para el número de frutos de primera calidad/planta (6,31), y esto fue estadísticamente diferente con respecto a los demás tratamientos.

En cuanto a la cantidad de frutos de segunda calidad por planta, todos los tratamientos de poda española produjeron un mayor número, en comparación con los tratamientos de poda holandesa tanto a 3,25 como a 3,90 plantas/m².

Cuadro 1. Número de frutos por planta, según la categoría de calidad, en el pimiento híbrido Vikingo

Efecto	Tratamiento	Número de frutos por planta, según calidad			
		Total	Primera	Segunda	Rechazo
Poda	Holandesa	10,65 b	3,96 a	4,54 b	2,13 a
	Española	14,71 a	4,85 a	6,83 a	3,04 a
Densidad (plantas/m ²)	2,60	14,63 a	5,22 a	6,28 a	3,16 a
	3,25	11,78 b	4,31 ab	5,28 a	2,16 a
	3,90	11,63 b	3,69 b	5,50 a	2,44 a
Poda x Densidad (plantas/m ²)	Española x 2,60	17,32 a	6,31 a	7,13 a	3,88 a
	Española x 3,25	13,32 b	4,44 b	6,63 a	2,25 b
	Española x 3,90	13,56 b	3,81 b	6,75 a	3,00 ab
	Holandesa x 2,60	12,01 bc	4,13 b	5,44 ab	2,44 b
	Holandesa x 3,25	10,19 c	4,19 b	3,94 b	2,06 b
	Holandesa x 3,90	9,69 c	3,56 b	4,25 b	1,88 b

Nota: Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Según diferentes investigadores, el número total de frutos de pimiento por planta puede variar entre 3,19 y 78,7 (Borosic et al., 2012; Cebula, 1995; Cruz-Huerta et al., 2009; Dasgan & Abak, 2003; Jovicich et al., 1999; Moreno et al., 2011; Paunero, 2008; Quipildor, 2001; Reséndiz-Melgar et al., 2010); los resultados obtenidos en el presente ensayo se ubican dentro de este rango. En general, esta característica muestra valores mayores conforme disminuye la densidad de siembra (Cebula, 1995; Cruz-Huerta et al., 2009; Dasgan & Abak, 2003; Reséndiz-Melgar et al., 2010) y se dejan más tallos por planta (Cebula, 1995; Dasgan & Abak, 2003; Seifi et al., 2012), tal y como se evidenció también en el presente ensayo, pero Aranguiz (2002) no encontró diferencias significativas para esta variable al dejar 2, 3 y 4 tallos por planta.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados para el peso promedio del fruto. Los valores fueron significativamente mayores con la poda holandesa con respecto a la española, tanto en el peso promedio total (180,30 y 163,96 g, respectivamente) como en el peso de los frutos de segunda calidad (177,81 y 157,59 g, respectivamente) y de los frutos de rechazo (130,93 y 93,24 g, respectivamente). Con respecto al efecto de la densidad de siembra, solo se encontraron diferencias significativas para el peso promedio de los frutos de primera calidad, donde los valores fueron significativamente mayores con una densidad de 2,60 plantas/m² (221,78 g), en comparación con las densidades mayores (entre 207,48 y 210,75 g).

Cuadro 2. Peso promedio del fruto, según la categoría de calidad, en el pimiento híbrido Vikingo

Efecto	Tratamiento	Peso promedio del fruto (g), según calidad			
		Total	Primera	Segunda	Rechazo
Poda	Holandesa	180,30 a	210,84 a	177,81 a	130,93 a
	Española	163,96 b	215,83 a	157,59 b	93,24 b
Densidad (plantas/m ²)	2,60	175,86 a	221,78 a	164,46 a	119,43 a
	3,25	170,04 a	207,48 b	167,70 a	108,51 a
	3,90	170,49 a	210,75 b	170,94 a	108,31 a
Poda x Densidad (plantas/m ²)	Española x 2,60	169,20 ab	222,50 a	158,00 bc	105,00 ab
	Española x 3,25	161,30 b	210,30 ab	153,20 c	86,70 b
	Española x 3,90	161,40 b	214,80 ab	161,70 abc	88,08 b
	Holandesa x 2,60	182,50 a	221,10 a	171,00 abc	133,90 a
	Holandesa x 3,25	178,80 ab	204,70 b	182,30 a	130,30 a
	Holandesa x 3,90	179,60 ab	206,80 ab	180,20 ab	128,60 a

Nota: Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

En el caso del pimiento, se tienen informes de que el peso promedio del fruto puede variar entre 98,0 y 289,09 g (Borosic et al., 2012; Cebula, 1995; Grijalva-Contreras et al., 2006; Grijalva-Contreras et al., 2008; Moreno et al., 2011; Paunero, 2008; Quipildor, 2001; Reséndiz-Melgar et al., 2010; Seifi et al., 2012; Shaw & Cantliffe, 2002; Vicente-Conesa et al., 2005); los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo se ubican dentro de este rango. En algunas ocasiones, esta variable muestra valores mayores conforme disminuye la densidad de siembra (Aminifard et al., 2012; Cruz-Huerta et al., 2009; Seifi et al., 2012), tal y como sucedió en la presente investigación para el peso de los frutos de primera calidad, pero en otras ocasiones no se presentaron diferencias entre distintas densidades de siembra (Dasgan & Abak, 2003; Grijalva-Contreras et al., 2008; Reséndiz-Melgar et al., 2010). Por otra parte, Seifi et al. (2012) y Rotondo et al. (2003) mencionan que el peso promedio del fruto es mayor conforme disminuye el número de tallos por planta, lo que constituye una mejora en su calidad, tal y como sucedió en

el presente ensayo para el peso promedio total y para el peso de los frutos de segunda calidad, los cuales fueron mayores con la poda holandesa en comparación con la poda española. Sin embargo, otros investigadores no han encontrado diferencias significativas para esta variable al dejar diferente número de tallos por planta (Aranguiz, 2002; Dasgan & Abak, 2003).

En el Cuadro 3 se presentan los resultados para el rendimiento por hectárea.

Cuadro 3. Rendimiento por hectárea, según la categoría de calidad, en el pimiento híbrido Vikingo

Efecto	Tratamiento	Rendimiento (ton/ha), según calidad				
		Total	Comercial (Primera y segunda)	Primera	Segunda	Rechazo
Poda	Holandesa	61,17 b	52,37 b	26,66 b	25,71 b	8,80 a
	Española	76,35 a	67,35 a	32,91 a	34,44 a	9,00 a
Densidad (plantas/m ²)	2,60	65,83 b	56,50 b	30,10 a	26,40 b	9,33 a
	3,25	64,70 b	57,24 b	29,17 a	28,08 b	7,46 a
	3,90	75,75 a	65,83 a	30,08 a	35,75 a	9,92 a
Poda x densidad (plantas/m ²)	Española x 2,60	75,60 a	65,40 ab	36,60 a	28,80 bc	ns
	Española x 3,25	69,20 bc	62,80 abc	30,20 ab	32,60 b	ns
	Española x 3,90	84,30 a	73,80 a	31,90 ab	41,90 a	ns
	Holandesa x 2,60	56,10 d	47,60 d	23,60 b	24,00 c	ns
	Holandesa x 3,25	60,10 cd	51,60 cd	28,10 ab	23,50 c	ns
	Holandesa x 3,90	67,30 bcd	57,90 bcd	28,30 ab	29,60 bc	ns

Nota: Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Los valores fueron significativamente mayores con la poda española con respecto a la poda holandesa, tanto para el rendimiento total (76,35 y 61,17 ton/ha, respectivamente) como para el rendimiento comercial (67,35 y 52,37 ton/ha, respectivamente), el de frutos de primera calidad (32,91 y 26,66 ton/ha, respectivamente) y el de frutos de segunda calidad (34,44 y 25,71 ton/ha, respectivamente). Por otra parte, los resultados fueron significativamente mayores con una densidad de 3,90 plantas/m² en comparación con las densidades menores, tanto para el rendimiento total (75,75 y entre 64,70 y 65,83 ton/ha, respectivamente) como para el comercial (65,83 y entre 56,50 y 57,24 ton/ha, respectivamente) y para el rendimiento de segunda calidad (35,75 y entre 26,40 y 28,08 ton/ha, respectivamente).

Los mayores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos de poda española, tanto a 2,60 como a 3,90 plantas/m² (75,60 y 84,30 ton/ha, respectivamente), y estos valores fueron significativamente superiores con respecto a los demás tratamientos (entre 56,10 y 69,20 ton/ha).

Según diversas investigaciones, el rendimiento total en pimiento puede variar entre 7,67 y 171,8 ton/ha (Aminifard et al., 2012; Borosic et al., 2012; Cebula, 1995; Grijalva-Contreras et al., 2006; Grijalva-Contreras et al., 2008; Iglesias et al., s.f.; Jovicich et al., 1999; Jovicich et al., 2004; Lorenzo & Castilla, 1995; Maboko et al., 2012; Maniutiu et al., 2010; Monsalve et al., 2011; Moreno et al., 2011; Paunero, 2008; Quipildor, 2001; Reséndiz-Melgar et al., 2010; Rotondo et al., 2003; Seifi et al., 2012; Shaw & Cantliffe, 2002; Vicente-Conesa & Sáez-García, 2004; Vicente-Conesa et al., 2005); los resultados obtenidos en el presente ensayo se ubican dentro de este rango. Generalmente, el rendimiento total por área es mayor conforme aumenta la densidad de siembra (Aminifard et al., 2012; Cebula, 1995; Jovicich et al., 1999; Jovicich et al., 2004; Lorenzo & Castilla, 1995; Maboko et al., 2012; Maniutiu et al., 2010; Rotondo et al., 2003; Seifi et al., 2012), tal y como sucedió en la presente investigación. Sin embargo, en otros ensayos no se han determinado diferencias significativas entre distintas densidades de siembra (Grijalva-Contreras et al., 2008; Reséndiz-Melgar et al., 2010; Vicente-Conesa & Sáez-García, 2004). Por otra parte, en varias investigaciones se ha encontrado que el rendimiento total por área es mayor conforme aumenta el número de tallos por planta (Dasgan & Abak, 2003; Jovicich et al., 1999; Maboko et al., 2012; Seifi et al., 2012; Vicente-Conesa et al., 2005), tal y como sucedió en el presente ensayo, donde el rendimiento fue mayor con la poda española que con la holandesa, lo cual se asocia a una mayor eficiencia de la planta debido a un mayor índice de área foliar (Dasgan & Abak, 2003). No obstante, otros investigadores han encontrado resultados contrarios (Cebula, 1995; Rotondo et al., 2003) o no han observado diferencias al utilizar un diferente número de tallos por planta (Aranguiz, 2002; Grijalva-Contreras et al., 2008; Vicente-Conesa & Sáez-García, 2004).

Según Cruz-Huerta et al. (2009), con la poda holandesa se obtienen rendimientos de 100–200 ton/ha, mientras que con la española el rendimiento es de 50–80 ton/ha. Sin embargo, los resultados que se obtuvieron en la presente investigación muestran lo contrario, pues el rendimiento total fue mayor con la poda española (76,35 ton/ha) que con la poda holandesa (61,17 ton/ha).

Según diversos investigadores, el rendimiento comercial del pimiento varía entre 16,76 y 74,00 ton/ha (Cruz-Huerta et al., 2009; Iglesias et al., s.f.; Jovicich et al., 2004; Lorenzo & Castilla, 1995; Macua et al., 2010; Maboko et al., 2012; Paunero, 2008; Wahb-Allah, 2013); el rendimiento comercial obtenido en el presente ensayo (entre 47,60 y 73,80 ton/ha) se ubica dentro de dicho rango.

Los resultados obtenidos en la presente evaluación concuerdan con lo informado por otros investigadores, que obtuvieron un mayor rendimiento comercial por área conforme aumenta la densidad de siembra (Cruz-Huerta et al., 2009; Jovicich et al., 2004; Lorenzo & Castilla, 1995; Maboko et al., 2012), y también con lo obtenido por Maboko et al. (2012), quienes encontraron un mayor rendimiento comercial al aumentar el número de tallos por planta.

En forma contraria a lo obtenido en el presente ensayo, Jovicich et al. (2004) encontraron que no se presentaron diferencias significativas en el rendimiento comercial entre plantas tratadas con poda española y las tratadas con poda holandesa.

En el Cuadro 4 se muestran los resultados para el número de frutos/m². Los valores fueron significativamente mayores con la poda española con respecto a la poda holandesa, tanto en el número de frutos totales/m² (46,99 y 34,11, respectivamente) como en el número de frutos de segunda calidad/m² (22,13 y 14,51 respectivamente). No se hallaron diferencias significativas

entre densidades de siembra para ninguna de las categorías de calidad para esta variable. El mayor número total de frutos/m² se obtuvo con el tratamiento de poda española a 3,90 plantas/m² (52,90 frutos/m²), y este resultado fue significativamente diferente de los demás tratamientos, excepto el de la poda española a 2,60 plantas/m² (45,01 frutos/m²). Sin embargo, sí se presentaron diferencias significativas en el número de frutos de segunda calidad/m² entre estos dos tratamientos, siendo mayor con la poda española a 3,90 plantas/m² (26,33 frutos/m²) con respecto a la poda española a 2,60 plantas/m² (18,53 frutos/m²).

Cuadro 4. Número de frutos por metro cuadrado, según la categoría de calidad, en el pimiento híbrido Vikingo

Efecto	Tratamiento	Número de frutos/m ² , según calidad			
		Total	Primera	Segunda	Rechazo
Poda	Holandesa	34,11 b	12,74 a	14,51 b	6,79 a
	Española	46,99 a	15,24 a	22,13 a	9,70 a
Densidad (plantas/m ²)	2,60	38,03 a	13,57 a	16,33 a	8,21 a
	3,25	38,29 a	14,02 a	17,17 a	7,01 a
	3,90	45,34 a	14,39 a	21,45 a	9,51 a
Poda x Densidad (plantas/m ²)	Española x 2,60	45,01 ab	16,41 a	18,53 bc	10,08 ab
	Española x 3,25	43,07 b	14,42 ab	21,53 ab	7,32 ab
	Española x 3,90	52,90 a	14,87 ab	26,33 a	11,71 a
	Holandesa x 2,60	31,04 c	10,73 b	14,14 cd	6,34 b
	Holandesa x 3,25	33,52 c	13,61 ab	12,80 d	6,71 b
	Holandesa x 3,90	37,78 bc	13,90 ab	16,58 bcd	7,32 ab

Nota: Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

En el caso del pimiento se tienen informes de que el número total de frutos/m² puede variar entre 7,0 y 129,79 (Aranguiz, 2002; Cebula, 1995; Cruz-Huerta et al., 2009; Dasgan & Abak, 2003; Jovicich et al., 1999; Jovicich et al., 2004; Maboko et al., 2012; Reséndiz-Melgar et al., 2010; Shaw & Cantliffe, 2002); los resultados encontrados en la presente investigación se ubican dentro de este rango. Generalmente, el número total de frutos/m² es mayor conforme aumenta la densidad de siembra (Cebula, 1995; Cruz-Huerta et al., 2009; Dasgan & Abak, 2003; Jovicich et al., 1999; Jovicich et al., 2004); sin embargo, Reséndiz-Melgar et al. (2010) no encontraron diferencias entre distintas densidades de siembra para esta variable, tal y como sucedió también en el presente estudio. Algunas veces, el número total de frutos/m² es mayor conforme aumenta el número de tallos por planta (Jovicich et al., 1999), lo que también se evidenció en

esta investigación, tanto para el caso del número total de frutos/m² como para el número de frutos de segunda calidad/m², los cuales fueron mayores con la poda española que con la poda holandesa, como se comentó anteriormente; sin embargo, en otras ocasiones se han encontrado resultados contrarios (Cebula, 1995; Dasgan & Abak, 2003) o no se han encontrado diferencias para esta variable al utilizar distinto número de tallos por planta (Aranguiz, 2002; Jovicich et al., 2004).

Maboko et al. (2012) y Jovicich et al. (2004) encontraron diferencias significativas para el número de frutos comerciales/m² según la densidad de siembra, siendo mayor el valor conforme aumenta la densidad, pero en el presente ensayo no hubo diferencias entre ninguna de las categorías comerciales de pimiento, según las diferentes densidades de siembra. Maboko et al. (2012) también hallaron diferencias significativas para esta variable según el tipo de poda, siendo mayor cuando se dejaron 4 tallos por planta, en comparación a 2 ó 3 tallos por planta, lo que concuerda con los resultados de la presente investigación en el caso de los frutos de segunda calidad, dado que el número de frutos/m² fue mayor con la poda española que con la holandesa para dicha categoría de calidad. No obstante, Jovicich et al. (2004), al evaluar el número de frutos comerciales/m², no encontraron diferencias entre la poda española y la poda holandesa.

La poda española representa un ahorro del 75% de los costos de mano de obra en comparación con la holandesa (Jovicich et al., 2004). Según dichos autores, la poda holandesa a veces produce frutos con mayor calidad (tamaño del fruto uniforme, mayor grosor del pericarpio) que la poda española, pero el aumento en los gastos de mano de obra requerida para la implementación de la misma ha hecho que muchos productores no la hayan adoptado.

Dado que el tratamiento de poda española, a una densidad de 2,60 plantas/m², fue uno de los dos tratamientos que mostró el mayor rendimiento y el mayor número de frutos totales/m² (junto con la poda española a 3,90 plantas/m²), y que fue el que produjo la mayor cantidad de frutos de primera calidad por planta, se sugiere que es el tratamiento más recomendable para este genotipo en esta localidad desde el punto de vista económico, pues se requiere menos semilla que con el de poda española a 3,90 plantas/m².

Conclusiones y recomendaciones

La densidad de siembra y el tipo de poda evaluados no tuvieron efecto significativo sobre la altura de la planta de pimiento híbrido Vikingo a los 242 ddt.

Se obtuvieron más frutos totales por planta (pero de menor peso promedio) cuando se utilizó la poda española que cuando se implementó la poda holandesa. El número de frutos totales por planta fue mayor al utilizar una densidad de siembra de 2,60 plantas/m², que al usar densidades mayores.

Con la poda española se obtuvo un mayor número total de frutos/m² y un mayor rendimiento total y comercial que con la poda holandesa.

La densidad de siembra no afectó el peso promedio de los frutos ni el número total de frutos/m², pero el rendimiento total y comercial sí fue mayor a la densidad más alta.

Los tratamientos que presentaron el mayor rendimiento total y el mayor número de frutos totales/m² fueron la poda española, tanto a una densidad de siembra de 2,60 como de 3,90 plantas/m². Sin embargo, dado que no hay diferencias significativas entre ellos, desde el punto de vista económico se recomienda el uso de la poda española a una densidad de 2,60 plantas/m², pues los costos son menores ya que se requiere menos semilla.

Agradecimientos

El autor agradece el financiamiento recibido por parte de la Universidad de Florida, así como de la Universidad de Costa Rica, para la realización de este trabajo. Asimismo, agradece la colaboración de Jendry Portilla, Cristina Arguedas, Jorge Díaz, Julio Vega y Carlos González en el trabajo de campo.

Bibliografía

- Aminifard, M.H., Aroiee, H., Ameri, A. & Fatemi, H. (2012). Effect of plant density and nitrogen fertilizer on growth, yield and fruit quality of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 7(6), 859-866.
- Aranguiz, M. (2002). *Efecto de tres sistemas de poda sobre el rendimiento, calidad y asimilados en dos cultivares de pimiento (Capsicum annuum var. grossum L.) producidos orgánicamente bajo invernadero*. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca, Chile.
- Borosic, J., Benko, B., Fabek, S., Novak, B., Dobricevic, N. & Bucan, L. (2012). Agronomic traits of soilless grown bell pepper. *Acta Horticulturae*, 927, 421-428.
- Cebula, S. (1995). Optimization of plant and shoot spacing in greenhouse production of sweet pepper. *Acta Horticulturae*, 412, 321-329.
- Cruz-Huerta, N., Sánchez, F., Ortiz, J. & Mendoza, M. C. (2009). Altas densidades con despunte temprano en rendimiento y período de cosecha en chile pimiento. *Agricultura Técnica en México*, 35(1), 70-77.
- Dasgan, H.Y. & Abak, K. (2003). Effects of plant density and number of shoots on yield and fruit characteristics of peppers grown in glasshouses. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry*, 27, 29-35.
- Gamayo, J.D. (1996). *El cultivo protegido de pimiento*. En A. Namesny (Ed.). *Pimientos. Compendios de Horticultura*. 9 (pp. 33-40). España: Ediciones de Horticultura.
- Grijalva-Contreras, R.L., Macías-Duarte, R. & Robles-Contreras, F. (2008). Productividad y calidad de variedades y densidades de chile bell pepper bajo condiciones de invernadero en el Noroeste de Sonora. *Biotecnia (México)*, 10(3), 3-10.
- Grijalva-Contreras, R.L., Macías-Duarte, R., Robles-Contreras, F. & Valenzuela-Ruiz, M.J. (2006). Productivity and fruit quality of bell pepper under greenhouse conditions in Northwest Mexico. *Hort Science*, 41(4), 1075.
- Iglesias, N., Roma, F. & Pasini, C. (s.f.). *Evaluación de la productividad de cultivares de pimiento (Capsicum annuum) en invernadero en el Alto Valle de Río Negro (temporada 2008/09)*. Alto Valle, Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Obtenido de http://inta.gov.ar/documentos/evaluacion-de-la-productividad-de-cultivares-de-pimiento-capsicum-annum-en-invernadero-en-el-alto-valle-de-rio-negro/at_multi_download/file/PimientoInvernadero08-09.pdf
- Jovicich, E., Cantliffe, D.J. & Hochmuth, G.J. (1999). Plant density and shoot pruning on yield and quality of a summer greenhouse sweet pepper crop in Northcentral Florida. En K. D. Batal (Ed.), *Proceedings 28th National Agricultural Plastics Congress* (pp. 184-190). Tallahassee, Florida, 19-22 mayo.
- Jovicich, E., Cantliffe, D.J. & Stoffella, P.J. (2004). Fruit yield and quality of greenhouse-grown bell pepper as influenced by density, container, and trellis system. *Hort Technology*, 14(4), 507-513.
- Lorenzo, P. & Castilla, N. (1995). Bell pepper yield response to plant density and radiation in unheated plastic greenhouse. *Acta Horticulturae*, 412, 330-334.
- Maboko, M.M., Du Plooy, C.P. & Chiloane, S. (2012). Effect of plant population, stem and flower pruning on hydroponically grown sweet pepper in a shadenet structure. *African Journal of Agricultural Research*, 7(11), 1742-1748.
- Maniutiu, D., Sima, R., Apahidean, A.S., Apahidean, M. & Ficior, D. (2010). The influence of plant density and shoot pruning on yield of bell pepper cultivated in plastic tunnel. *Bulletin UASVM Horticulture*, 67(1), 259-263.
- Marín, F. (s.f.). *Situación general de la agricultura protegida en Costa Rica*. San José: Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola Bajo Ambientes Protegidos, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/pronap01-ambiente-prottegido.pdf>
- Marín, F. (2010). *Cuantificación y valoración de estructuras y procesos de producción agrícola bajo ambientes protegidos en Costa Rica*. Informe final Proyecto Fittacori F-02-08. San José: Programa Nacional Sectorial de



Producción Agrícola Bajo Ambientes Protegidos, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00290.pdf>

- Monsalve, O.I., Casilimas, H.A. & Bojacá, C.R. (2011). Evaluación técnica y económica del pepino y el pimentón como alternativas al tomate bajo invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 5(1), 69-82.
- Moreno, E.C., Mora, R., Sánchez, F. & García-Pérez, V. (2011). Fenología y rendimiento de híbridos de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) cultivados en hidroponía. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 17(edición especial 2), 5-18.
- Paunero, I. (2008). *Evaluación de cultivares de pimiento 2006/07*. Serie Informe Frutihortícola. (272), 21. San Pedro, Argentina: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Obtenido de http://inta.gob.ar/documentos/evaluacion-de-cultivares-de-pimiento-2006-07/at_multi_download/file/ip_0706.pdf
- Quipildor, L. (2001). Evaluación de cultivares de pimiento en invernadero en Lules, Tucumán. *Horizonte Agroalimentario*, 2(3), 18-19.
- Reséndiz-Melgar, R.C., Moreno-Pérez, E.C., Sánchez-Del Castillo, F., Rodríguez-Pérez, J.E. & Peña-Lomelí, A. (2010). Variedades de pimiento morrón manejadas con despunte temprano en dos densidades de población. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 16(3), 223-229.
- Rotondo, R., Mondino, M.C., Ferratto, J.A., Grasso, R. & Longo, A. (2003). Efecto de la poda de conducción, raleo de frutos y densidad de plantación sobre la productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.), bajo invernadero. *Horticultura Argentina*, 22(53), 5-9.
- Seifi, S., Nemat, S.H., Shoor, M. & Abedi, B. (2012). The effect of plant density and shoot pruning on growth and yield of two greenhouse bell pepper cultivars. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 3(11), 77-83.
- Shaw, N.L. & Cantliffe, D.J. (2002). Brightly colored pepper cultivars for greenhouse production in Florida. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 115, 236-241.
- Vicente-Conesa, F.E., Condés-Rodríguez, L.F., Sáez-García, M.J. & García-García, A.J. (2005). *Valoración de densidades y eliminación de tallos y frutos en cultivo de pimiento tipo California*. En *34 Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura, Murcia, 2004* (pp. 293-314). España: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Vicente-Conesa, F.E. & Sáez-García, M.J. (2004). *Comparación de poda a dos guías, a tres guías, aclareo de tallos y cultivo libre en cultivo integrado de pimiento en invernadero*. En *31 Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura, Almagro, Ciudad Real, 2001* (pp. 233-237). España: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Wahb-Allah, M.A. (2013). Responses of some bell-pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars to salt stress under greenhouse conditions. *Journal of Agricultural & Environmental Sciences of Damanshour University* (Egipto), 12(1), 1-19.