

ALTAS DENSIDADES CON DESPUNTE TEMPRANO EN RENDIMIENTO Y PERÍODO DE COSECHA EN CHILE PIMIENTO*

HIGH PLANT STAND WITH EARLY PRUNING ON YIELD AND HARVEST PERIOD IN BELL PEPPER

Nicacio Cruz Huerta^{1§}, Felipe Sánchez del Castillo², Joaquín Ortiz Cereceres¹ y Ma. del Carmen Mendoza Castillo¹

¹Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados, carretera México-Texcoco, km 35.5 Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. 56230.(jortiz@colpos.mx), (carmen@colpos.mx). ²Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, carretera México-Texcoco, km 38.8 Chapingo, Estado de México, México. (fsanchezdelcastillo@yahoo.com.mx). [§]Autor para correspondencia: ncrzh@colpos.mx.

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objetivo de determinar el efecto de la densidad de población combinado con el despunte temprano de las yemas terminales de plantas de pimiento dulce sobre el rendimiento y el período de cosecha. El experimento se llevó a cabo en hidroponía bajo condiciones de invernadero en Texcoco, Estado de México, México en 2004; se utilizó el cv. Ariane. Se establecieron tres tratamientos: 3.3 plantas m² (testigo sin poda), 8 plantas m² con despunte arriba de la cuarta bifurcación del tallo y 14 plantas m² con despunte arriba de la tercera bifurcación. Se utilizó un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones. Se determinó el rendimiento de fruto comercial por planta y por m² e índice de área foliar (IAF). El rendimiento de fruto comercial por planta fue 873 g en el testigo a 604 y 404 g en las densidades 8 y 14 plantas m², respectivamente; mientras que el rendimiento por unidad de superficie fue mayor en las altas densidades de población con despunte temprano (5.63 y 4.83 kg m² en 14 y 8 plantas m², respectivamente) que en el testigo (2.88 kg m⁻²). El sistema de producción con alta densidad de población con despunte temprano de las plantas incrementó significativamente el rendimiento de chile pimiento dulce por unidad de superficie y mostró potencial para reducir el período de cosecha para aprovechar ventanas específicas de mercado.

Palabras clave: *Capsicum annuum* L., hidroponía, invernadero.

ABSTRACT

The present research was carried out with the aim of determining the effect of plant stand combined with early pruning of the terminal buds on yield and length of harvest period in bell pepper. The experiment was carried out under soil-less culture conditions in a greenhouse at Texcoco, Estado de Mexico, Mexico, from 2004. The cv. Ariane was utilized. Three treatments were studied: 3.3 plants m² with no pruning (control), 8 plants m² with pruning above the fourth stem bifurcation and 14 plants m² with pruning above the third stem bifurcation. A randomized block design with three replications was used. Marketable fruit yield per plant and per m² and LAI were recorded. Fruit yield was 873 g per plant in the control as compared to 604 and 404 g at 8 and 14 plants m², respectively; however, yield per area basis was greater under high plant stands (5.63 and 4.83 kg m² at 14 and 8 plants m², respectively) as compared to the control (2.88 kg m⁻²). A high plant stand combined with early

* Recibido: Octubre, 2007
Aceptado: Marzo, 2009

pruning of the terminal buds, significantly increased yield per unit area in bell pepper and showed potential to reduce the harvest period for specific market windows.

Key words: *Capsicum annuum* L., hydroponic, greenhouse.

INTRODUCCIÓN

La agricultura bajo condiciones de invernadero implica una alta inversión inicial y por tanto requiere producir cultivos de alto valor comercial y económicamente rentables, como hortalizas y flores. En las hortalizas de fruto encontramos tomate y pimiento, en las cuales el período de cosecha en un ciclo de producción bajo invernadero es largo (4 a 7 meses) y se da en un contexto donde el precio del producto oscila constantemente en el mercado. Los precios más altos se presentan en ventanas de tiempo específicas, generalmente de corta duración por lo que diseñar sistemas de producción para concentrar la cosecha en estos períodos, favorece directamente al productor.

La producción de pimiento bajo invernadero en el norte de Europa y de América generalmente se basa en la práctica de poda tipo “Holandés”, que consiste en el uso de cultivares de ciclo indeterminado que se conducen a dos tallos hasta alcanzar 2 a 3 m de altura. Con esta práctica se logran rendimientos altos de 100 a 200 t ha⁻¹ año⁻¹; sin embargo, el ciclo de cultivo es de 9 a 11 meses y el período de inicio a fin de cosecha de 6 a 7 meses (Challinor, 1996; Nuez *et al.*, 1996), lo que hace difícil programar la producción para obtenerla en los períodos cortos de alto precio en el mercado.

En Almería, España, el pimiento se maneja sin poda o con un mínimo de podas de tallos y flores o frutos, para obtener un flujo de producción concentrada. Esta práctica detiene en forma temporal el crecimiento vegetativo y la caída de flores ocasionados por la excesiva demanda de los frutos; no obstante, una vez que inicia la cosecha se recupera el crecimiento que, en condiciones climáticas favorables, puede llevar a otro flujo de producción dos a tres meses después (Posadas, 1993; Nuez *et al.*, 1996); sin embargo, también los ciclos son largos y el rendimiento por unidad de superficie es menor (50 a 80 t ha⁻¹ año⁻¹). Por la altura que alcanzan las plantas con este tipo de manejo, se utilizan densidades de población que oscilan de 2 a 4 plantas m².

Mediante trasplantes tardíos y despuntes tempranos (un racimo por planta) en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es posible, manejar hasta 180 mil plantas ha, reducir el ciclo de cultivo de 11 a 2.5 meses y concentrar la cosecha en un período menor a 15 días. Este tipo de manejo permite 3-4 ciclos por año y por lo tanto, el rendimiento potencial anual supera al del sistema convencional que se practica en invernaderos europeos y norteamericanos (Sánchez y Ponce, 1998; Sánchez *et al.*, 1999).

En pimiento morrón también es posible lograr altos rendimientos por unidad de superficie por medio de ciclos de cultivo más cortos y períodos de cosecha concentrados, mediante el manejo combinado de trasplante de plántulas de mayor edad (60 a 70 días), despunte temprano de los puntos de crecimiento para desarrollar plantas compactas con pocos frutos y altas densidades de población para compensar el menor rendimiento por planta. El despunte temprano y la poda dan como resultado plantas de menor área foliar y altura. El índice de área foliar (IAF) óptimo para máxima tasa de crecimiento se logra con alta densidad de población pero en ciclos más cortos (Cruz *et al.*, 2005).

Dentro de ciertos límites, el aumento en la densidad de población causa disminución en el rendimiento por planta, pero incrementa el rendimiento por unidad de superficie (Batal y Smittle, 1981; Stoffella y Bryan, 1988; Decoteau y Graham, 1994; Cebula, 1995; Lorenzo y Castilla, 1995). La relación que existe entre la densidad de población y el rendimiento por planta no siempre es la misma; en pimiento y tomate, el incremento en la densidad de población disminuye el número de frutos por planta sin afectar el peso medio del fruto, (Stoffella y Bryan, 1988; Cebula, 1995; Sánchez *et al.*, 1998). Sin embargo, no se ha estudiado el potencial productivo del cultivo de pimiento en densidades de población mayores de 10 plantas m², bajo un sistema intensivo de producción en un medio no restrictivo como el propiciado por invernaderos e hidroponía, como lo reportaron Sánchez *et al.* (1999). Además, es de interés para el productor cosechar en los períodos con menor oferta para obtener mejor precio. Por esta razón, se requiere generar tecnología que permita obtener altos rendimientos por unidad de superficie, concentrar la cosecha en períodos cortos y mantener la calidad del producto.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de alta densidad de población y despunte temprano de los brotes terminales sobre el rendimiento, período de cosecha y calidad comercial del fruto de pimiento bajo condiciones

de invernadero. Bajo las hipótesis de que con el incremento de la densidad de población combinada con el despunte temprano de yemas terminales se incrementa el rendimiento por unidad de superficie sin afectar significativamente la calidad de fruto y se acorta el ciclo de cultivo lo que permite obtener mayor productividad por unidad de tiempo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó el híbrido de chile pimiento cv. 'Ariane', resistente al virus del mosaico del tabaco, de crecimiento rápido y follaje denso; el fruto es verde hasta la madurez fisiológica y posteriormente se torna naranja; posee 3 a 4 lóculos y paredes gruesas y madura en alrededor de 70 días después de antesis.

Las semillas se germinaron en charolas de poliestireno expandido rellenas con una mezcla comercial de turba orgánica y vermiculita (Ball Seed[®], Geo J. Ball Inc.[®], USA), se regaron con agua durante los primeros 20 días, luego con solución nutritiva a la mitad de su concentración durante los siguientes 10 días y con concentración completa hasta el fin del ciclo. La concentración de cada nutrimento (mg L^{-1}) en la solución nutritiva completa fue: N:200, P:60, K:250, Ca:250, S:200, Mg:60, Fe: 3.0, Mn:0.5, Bo:0.5, Cu:0.5 y Zn:0.5.

Las plántulas fueron transplantadas a los 55 días después de la siembra (dds) en tinas de 0.3 m de profundidad y 1.2 m de ancho, que contenían arena de tezontle rojo con partículas de 1 a 4 mm de diámetro en un invernadero de vidrio en Texcoco, Estado de México (2 251 m, 19° 29' latitud norte y 98° 53' longitud oeste), en 2005. Las plantas fueron regadas con la solución nutritiva antes descrita por medio de un sistema de cintas de goteo ($4 \text{ L m}^{-2} \text{ d}^{-1}$), se aplicaron en dos riegos por día en promedio en función del estado de desarrollo y las condiciones ambientales. El control químico de plagas y enfermedades y otras prácticas se realizaron de acuerdo con lo descrito por Cruz *et al.* (2005).

A partir de la antesis de las primeras flores, se provocaron corrientes de aire dos veces por semana con un ventilador a la altura de las plantas para mejorar la polinización. Se permitió el desarrollo de todos los frutos que amarraron, incluso el de la yema terminal.

Se aplicaron tres tratamientos: testigo, 3.3 plantas m^2 sin despunte cosechando sólo el primer flujo de fructificación, densidad intermedia, 8 plantas m^2 ; con despunte arriba

de la cuarta bifurcación y densidad alta, 14 plantas m^2 , con despunte arriba de la tercera bifurcación. Los despuntes se realizaron entre los 60 y 70 días después del trasplante. La unidad experimental fue de 5.7 m^2 de invernadero para el testigo y de 3.8 m^2 para las otras densidades. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Los frutos fueron cosechados cuando al menos 50% de su superficie había cambiado de color verde a naranja. Se realizaron 11 cortes de frutos maduros durante 61 días de cosecha. El primer corte se efectuó a los 97 días después de trasplante y los siguientes conforme maduraron los frutos. Los frutos cosechados en cada corte fueron clasificados en forma visual en comerciales y no comerciales, con base en la uniformidad, sanidad y tamaño. Los frutos comerciales se separaron visualmente en tres tamaños: grandes de primera calidad, medianos y chicos. Los frutos no comerciales incluyeron frutos muy pequeños (25-70 g), deformes, o dañados.

El rendimiento acumulado en los primeros 15 días de cosecha fue considerado como rendimiento temprano y el acumulado durante todo el período de la cosecha como rendimiento final. Se analizaron el rendimiento por planta y por metro cuadrado de invernadero. El IAF se determinó a los 120 dds con Un ceptometer (Lincoln, NE).

Se realizó un análisis de varianza en todas las variables usando el paquete SAS[®] (SAS Institute, Inc. Cary, NC). En los casos en que el efecto de tratamientos fue significativo se realizó la comparación de medias por el método de Tukey (0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento y el número de frutos por planta disminuyeron significativamente ($p < 0.05$) al aumentar la densidad y despuntar la planta por arriba de la tercera o cuarta bifurcación respecto al tratamiento testigo sin despunte en baja densidad. Por el contrario, el rendimiento y número de frutos por unidad de superficie fueron significativamente ($p < 0.05$) mayores en los tratamientos de alta densidad despuntados (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de medias de rendimiento comercial y componentes por planta y por unidad de superficie en chile pimiento cv. Ariane manejado a tres densidades de población y niveles de despunte, cosechado durante 60 días.

Tratamiento	Rendimiento (g planta)	Rendimiento (g m ²)	Frutos (Núm. planta)	Frutos (Núm. m ²)	Peso medio de fruto (g)	IAF a los 120 dds
Testigo (3.3 plantas m ² sin despunte)	873.3 a	2882 c	6.27 a	20.3 c	141.9 a	1.05 b
8 plantas m ² despunte en 4 ^a bifurcación	604.1 b	4833 b	4.56 b	36.4 b	132.8 b	1.55 b
14 plantas m ² despunte en 3 ^a bifurcación	404.7 c	5666 a	3.19 c	44.7 a	126.8 b	2.93 a
DMS 0.05	90.0	790	0.56	5	9	0.57
CV %	8	11	8	9	31	14

DMS= diferencia mínima significativa (Tukey $\alpha = 0.05$). IAF= índice de área foliar; dds= días después de la siembra. Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales.

Las plantas del tratamiento con la más alta densidad (14 plantas m²) despuntadas por arriba de la tercera bifurcación produjeron 50% de los frutos y rindieron 46% en relación a las del testigo; sin embargo, el rendimiento por unidad de superficie fue el doble. Esto se debió a que el despunte limitó el número de frutos por planta respecto al testigo, pero la alta densidad de población que es posible lograr con este tipo de cultivar que desarrollan menor área foliar, permitió obtener más del doble de frutos y en consecuencia de rendimiento por unidad de superficie.

En varias investigaciones realizadas con pimiento se observó que el incremento en la densidad de población disminuye el rendimiento total por planta sin efecto significativo en el rendimiento por unidad de superficie (Stofella y Bryan, 1988; Decoteau y Graham, 1994; Cebula, 1995; Lorenzo y Castilla, 1995), lo cual se atribuyó a una menor intercepción de radiación por planta y que la intensidad lumínica disminuye más rápidamente conforme penetra en el dosel. En esta investigación no ocurrió así debido a que el despunte realizado en forma temprana (inmediatamente arriba de la tercera o cuarta bifurcación) y la poda de brotes laterales produjo plantas pequeñas y con menor área foliar que cuando se manejaron sin despunte. Las plantas en alta densidad con despunte temprano rinden más por unidad de superficie al lograr una distribución de la radiación fotosintéticamente activa más equitativa en el perfil del dosel y alcanzar el

IAF óptimo más rápido en el ciclo. Estos resultados fueron similares a los reportados para tomate por Sánchez y Corona (1994), Sánchez y Ponce (1998) y Sánchez *et al.* (1998).

Como lo señalaron Gardner *et al.* (1985), Cebula (1995) y Jolliffe y Gaye (1995), aunque el incremento de la densidad de población ocasiona una disminución en tamaño, vigor y peso de la planta, biomasa y el rendimiento por unidad de superficie se incrementan hasta un límite máximo, que para la mayoría de las especies de cultivo con mecanismo fotosintético C₃, se alcanza con un IAF del orden de 3 a 4. El lento establecimiento del IAF óptimo es un factor limitante en el crecimiento inicial del chile (Wien, 1999) lo cual coincide con lo observado en el presente trabajo, donde a los 120 dds el testigo apenas había sobrepasado el valor de uno en el IAF, en tanto que el tratamiento de 14 plantas m² despuntado por arriba de la tercera bifurcación ya había alcanzado el máximo IAF, que fue de casi tres (Cuadro 1).

Con base en los datos observados en este estudio, se demuestra que la densidad normal que se usa en invernadero (3.3 plantas m²), se puede incrementar hasta en 4 veces mediante el manejo oportuno del despunte y de esta manera se alcanza más rápido el IAF óptimo, que eventualmente se puede traducir en el doble de rendimiento de fruto por unidad de área, como ocurrió en la presente investigación. También, se debe destacar que el testigo manejado

con el sistema convencional bajo invernadero como se realiza en España (Nuez *et al.*, 1996), podría soportar una mayor densidad y producir más por unidad de superficie, al menos para el cv. Ariane. Lo anterior se infiere con base en el bajo IAF que mostró el dosel a los 120 dds.

En pimiento, el peso o tamaño de fruto es un factor de calidad que se premia con mayor precio pagado al productor. El peso medio por fruto fue

significativamente menor en los tratamientos con despunte y alta densidad en comparación con el testigo (Cuadro 1); sin embargo, el número de frutos grandes (calidad extra) por unidad de superficie fue estadísticamente igual, e incluso se observó una fuerte tendencia a ser mayor en el tratamiento de 14 plantas m² (Cuadro 2); además, el número de frutos medianos (primera calidad) por unidad de superficie sí fue significativamente mayor en este último tratamiento respecto al testigo.

Cuadro 2. Comparación de medias de número de frutos de distinto tamaño por planta y por unidad de superficie en chile pimiento cv. Ariane en tres densidades de población y niveles de despunte y cosechado durante 60 días.

Tratamiento	Número de frutos grandes		Número de frutos medianos		Número de frutos chicos	
	por planta	por m ²	por planta	por m ²	por planta	por m ²
Testigo (3.3 plantas m ² sin despunte)	2.42 a	8.0 a	2.15 a	7.1 b	1.58 a	5.2 c
8 plantas m ² despunte en 4 ^a bifurcación	1.50 b	12.0 a	1.69 b	13.5 a	1.36 ab	10.9 b
14 plantas m ² despunte en 3 ^a bifurcación	0.88 c	12.3 a	1.17 c	16.4 a	1.14 b	15.9 a
DMS 0.05	0.57	4.45	0.36	3.04	0.37	3.37
CV %	26	26	15	15	18	18

DMS= diferencia mínima significativa (Tukey $\alpha=0.05$). Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales.

El efecto de la alta densidad de población combinado con el despunte temprano se manifestó desde los primeros cortes. El rendimiento acumulado a los 15 días después de iniciada la cosecha fue significativamente ($p<0.05$) mayor en los tratamientos con despunte temprano y alta densidad (Cuadro 3). Destacó el tratamiento de 14 plantas m² despuntado arriba de la tercera bifurcación que a los 15 días de iniciada la cosecha acumuló 66% del rendimiento total obtenido en 60 días de cosecha; esto en g m⁻² representó mayor rendimiento (Cuadro 3) que el total obtenido por el tratamiento testigo en todo su período de cosecha de 60 días (Cuadro 1). Es decir, que este tipo de manejo puede producir

mayor rendimiento por unidad de superficie y en menor tiempo que el que se obtiene con el manejo convencional en invernadero. Resultado similar se observó a los 30 y 45 días después de inicio de cosecha.

El rendimiento temprano es un indicador de la capacidad del tratamiento para concentrar la cosecha en un período corto. Durante las primeras dos semanas de cosecha se obtuvo más de dos tercios del rendimiento final y la mayor proporción de frutos grandes. En ese período se cosechó 80% de los frutos grandes en el testigo y más de 70% en las densidades intermedia y alta respecto al total cosechado (Cuadro 4).

Cuadro 3. Comparación de medias de rendimiento acumulado por unidad de superficie en pimiento cv. Ariane manejado a tres densidades de población y niveles de despunte, cosechado durante 60 días.

Tratamiento	Rendimiento acumulado a los 15 días de cosecha (g m ⁻²)	Rendimiento acumulado a los 30 días de cosecha (g m ⁻²)	Rendimiento acumulado a los 45 días de cosecha (g m ⁻²)
Testigo (3.3 plantas m ² sin despunte)	1767 (61) b	1927 (67) b	2519 (87) b
8 plantas m ² despunte en 4 ^a bifurcación	3145 (65) a	3599 (74) a	4237 (88) a
14 plantas m ² despunte en 3 ^a bifurcación	3731 (66) a	4261 (75) a	4923 (88) a
DMS 0.05	749	742	785
CV %	16	14	12

DMS= diferencia mínima significativa (Tukey $\alpha=0.05$). Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales, los números entre paréntesis indican el porcentaje de lo cosechado respecto al total.

Cuadro 4. Proporción del rendimiento final (%) en cada tamaño que representó el rendimiento temprano 15 días después de inicio de cosecha, en pimiento cv. Ariane.

Tamaño de fruto	Tratamientos		
	3.3 plantas m ² sin despunte*	8 plantas m ² , despunte en la 4 ^a bifurcación*	14 plantas m ² , despunte en la 3 ^a bifurcación*
Grande	80 ^a	72	74
Mediano	44	63	61
Chico	32	53	60
Comercial	69	66	68
Total	60	63	66

*= rendimiento temprano / rendimiento final de fruto x 100.

La mayor cantidad de frutos se desarrolló en los nudos inferiores. El 59% de los frutos presentes a los 45 días después del amarre del primer fruto, se ubicaron en el primer nudo arriba de la bifurcación principal y 25% en el segundo nudo; en tanto que de los frutos que alcanzaron madurez comercial (color naranja), 50 y 16%, se encontraron en el primer y segundo nudo por arriba de la primera bifurcación, respectivamente y 9% en la yema terminal del tallo principal (primera bifurcación). No se registró la posición de los frutos cosechados en cada corte, pero los frutos cosechados en las primeras dos semanas correspondieron en su mayoría, a la primera bifurcación y a los que amarraron en los siguientes dos nudos. Estos frutos se desarrollaron al máximo y tuvieron un efecto de inhibición en el crecimiento de frutos en los

nudos superiores tal y como lo señalan Bhatt y Srinivasa (1997) y Marcelis y Baan-Hofman-Eijer (1997), debido a que existe una fuerte competencia por fotoasimilados entre los frutos en desarrollo y demás órganos en crecimiento (Hall, 1977; Kläring *et al.*, 1996). Por esta razón, en plantaciones comerciales con frecuencia se eliminan las flores de la yema terminal del tallo principal y del primer nudo e incluso el segundo, a fin incrementar el área foliar y retrasar el desarrollo de frutos. En el presente estudio no se eliminaron los primeros frutos debido a que interesaba obtener el máximo rendimiento temprano.

Se requirieron 97 días a partir del trasplante para iniciar la cosecha de frutos maduros. Con un período de cosecha de dos meses (sin esperar un segundo flujo de frutos), se

necesitaron 158 días para completar un ciclo (transplante a fin de cosecha), por lo que, bajo condiciones similares de radiación solar y temperatura del invernadero se podrían obtener 2.3 ciclos por año. Si se toman como base los rendimientos por unidad de superficie obtenidos (Cuadro 1) y se multiplican por ese factor de 2.3, con un manejo en baja densidad y sin despunte (testigo) se podrían obtener $6.63 \text{ kg m}^{-2} \text{ año}^{-1}$, mientras que con densidad de 8 plantas m^2 despuntadas arriba de la cuarta bifurcación se obtendrían $11.12 \text{ kg m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ y con 14 plantas m^2 en plantas despuntadas arriba de la tercera bifurcación se tendrían $13.03 \text{ kg m}^{-2} \text{ año}^{-1}$.

Si el período de cosecha se acotara a los primeros 15 días en el que se cosechó más de 60% del rendimiento total final y más de 70% de frutos de primera calidad (grandes), el ciclo se reduce a 112 días (de transplante a fin de cosecha), lo que permitiría aumentar el número de ciclos a 3.2 por año y potencial de rendimiento de fruto comercial sería de 3.145 y 3.731 kg m^{-2} por ciclo (Cuadro 4), lo que equivale a 10.06 y $11.94 \text{ kg m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ para 8 y 14 plantas m^2 , respectivamente.

Lo anterior indica que este sistema de manejo intensivo del pimiento dulce tiene un alto potencial para incrementar la productividad anual por unidad de superficie; sin embargo, se requiere investigación adicional para concentrar la cosecha en 2 ó 3 semanas, de tal manera que se reduzca el ciclo, mejorar la calidad y aprovechar ventanas de mercado favorables.

CONCLUSIONES

El aumento de la densidad de población de 3.3 plantas m^2 sin despuntar a 14 plantas m^2 con despunte inmediatamente arriba de la tercera bifurcación disminuye el rendimiento por planta, debido a un menor peso y número frutos por planta, pero incrementa significativamente el rendimiento de fruto comercial de pimiento dulce por unidad de superficie.

Alta densidad de plantación con despunte reduce en 46 días el ciclo de cultivo que permite producir de 2.3 hasta 3.2 ciclos por año con rendimiento potencial de $13.03 \text{ kg m}^{-2} \text{ año}^{-1}$.

LITERATURA CITADA

- Batal, K. M. and Smittle, D. A. 1981. Response of bell pepper to irrigation, nitrogen, and plant-population. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 106:259-262.
- Bhatt, R. M. and Srinivasa-Rao, N. K. 1997. Growth and photosynthesis in bell-pepper as affected by sink manipulation. *Biol. Plantarum* 39:437-439.
- Cebula, S. 1995. Optimization of plant and shoot spacing in greenhouse production of sweet pepper. *Acta Hort.* 412:321-329.
- Challinor, P. F. 1996. Producción de pimiento en climas fríos. *In: Pimientos*. Namesny, V. (ed). Ed. de Horticultura. Reus, España. p. 41-44.
- Cruz-Huerta, N.; Ortiz-Cereceres, J.; Sanchez-Del-Castillo, F. y Mendoza-Castillo, M. C. 2005. Biomasa e índices fisiológicos en chile morrón cultivado en altas densidades. *Rev. Fitotec. Mex.* 28:287-293.
- Decoteau, D. R. and Graham, H. A. H. 1994. Plant spatial arrangement affects growth, yield, and pod distribution of cayenne peppers. *Hortsci.* 29:149-151.
- Gardner, F. P.; Pearce, R. B. and Mitchell, R. L. 1985. *Physiology of crop plants*. Iowa State University Press. Ames. USA. 327 p.
- Hall, A. J. 1977. Assimilate source-sink relationships in *Capsicum Annuum* L. 1. Dynamics of growth in fruiting and deflorated plants. *Aust. J. Plant Physiol.* 4:623-636.
- Jolliffe, P. A. and Gaye, M. M. 1995. Dynamics of growth and yield components of bell peppers (*Capsicum annuum* L.) to row covers and population density. *Sci. Hort.* 62:153-164.
- Kläring, H. P.; Heißner, A. and Fink, M. 1996. Growth of a sweet pepper crop: measurements for modelling. *Acta Hort.* 417:107-112.
- Lorenzo, P. y Castilla, N. 1995. Bell pepper yield response to plant density and radiation in unheated plastic greenhouse. *Acta Hort.* 412:330-334.
- Marcelis, L. F. and Baan-Hofman-Eijer, L. R. 1997. Effects of seed number on competition and dominance among fruits in *Capsicum annuum* L. *Ann. Bot.* 79:687-693.
- Nuez, V. F.; Gil, R. O. y Costa, J. G. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 607 p.
- Posadas, S. F. 1993. El cultivo del pimiento en sistemas hidropónicos. *In: cultivos sin suelo*. Martínez, J. C. F. Díaz, A. (eds). FIAPA. Almería, España. p. 313-317.

- Stoffella, P. J. and Bryan, H. H. 1988. Plant population influences growth and yields of bell pepper. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 113:835-839.
- Sánchez, Del C. F. y Corona, S. T. 1994. Evaluación de cuatro variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo un sistema hidropónico de producción a base de despuntes y altas densidades. *Rev. Chapingo, Serie Horticultura* 1:109-114.
- Sánchez, Del C. F.; Ortiz, C. J.; Mendoza, C. M. C.; González, H. V. A. y Bustamante, O. J. 1998. Physiological and agronomical parameters of tomato in two new production systems. *Fitotec. Mex.* Vol. 21(1):1-13.
- Sánchez, Del C. F. y Ponce, O. J. 1998. Densidades de población y niveles de despunte en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en hidroponía. *Rev. Chapingo, Serie Horticultura.* 4:89-94.
- Sánchez, Del C. F.; Ortiz, C. J.; Mendoza, C. M. C.; González, H. V. A. y Colinas, L. M. T. 1999. Características morfológicas asociadas con un arquetipo de tomate apto para un ambiente no restrictivo. *Agrociencia.* 33:21-29.
- Wien, H. C. 1999. Peppers. *In: the physiology of vegetable crops.* Wien, H. C. (ed). CABI Publishing. Cambridge, UK. p. 259-293.